

**Aus der Universitätspoliklinik für Zahnärztliche Prothetik
des Universitätsklinikums Halle (Saale)
(Direktor: Prof. Dr. med. dent. habil. Jürgen M. Setz)**

**Klinische Bewährung von über edelmetallfreie Doppelkronen verankerten
Teilprothesen mit Friktionsstift – eine retrospektive Studie**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Zahnmedizin (Dr. med. dent.)

vorgelegt
der Medizinischen Fakultät
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von Sebastian Hinz
geboren am 07.03.1984 in Schkeuditz

Gutachter/Gutachterin:

1. Prof. Dr. med. dent. J. M. Setz
2. Prof. Dr. med. dent. H.-G. Schaller
3. PD. Dr. med. dent. Eva Engel (Tübingen)

20.02.2018

12.12.2018

Referat

Seit Ende der 1980er-Jahre nimmt die Verwendung von edelmetallfreien Doppelkronen zur Verankerung von Teilprothesen zu. Dennoch existieren speziell für CoCrMo-Doppelkronen mit funkenrodiertem Friktionsstift nur wenige Angaben zu deren Langzeitbewährung. Der Friktionsstift bietet, im Vergleich zu anderen Doppelkronenarten, die Möglichkeit, die Haltekraft individuell direkt am Patienten anzupassen. Sollte es während der Tragezeit zu einem Nachlassen der Retention kommen, kann diese über den Friktionsstift problemlos erhöht werden. Unter anderem aus diesem Grund wird die Doppelkronenart seit 2006 zur Verankerung von Teilprothesen im Department für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Martin-Luther-Universität verwendet.

Zur internen Qualitätssicherung und zur Erweiterung der Literatur wurden die Behandlungsakten aller bis 2016 damit versorgten Patienten (n=233) ausgewertet. Es handelte sich hierbei um 122 Männer und 111 Frauen. Insgesamt wurden 278 Teilprothesen eingegliedert, welche sich aus 132 Oberkiefer- und 146 Unterkieferprothesen zusammensetzten. Vorrangiges Ziel war es, Aussagen zur Überlebensprognose treffen zu können. Zur statistischen Auswertung der Überlebenswahrscheinlichkeit wurden dafür die Kaplan-Meier-Methode und die Cox-Regression verwendet. Faktoren, die Einfluss auf das Überleben der prothetischen Versorgung nahmen, sollten verifiziert werden.

Das kumulative Überleben dieser Teilprothesen nach der Kaplan-Meier-Methode betrug nach 60 Monaten 87,8 %. Die mit CoCrMo-Doppelkronen versorgten Ankerzähne wiesen eine kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit von 83,4 % nach 60 Monaten auf. Für den Langzeiterfolg zeigten sich biologische Faktoren wie die Vitalität, die Anzahl und die Verteilung von Ankerzähnen als wesentlich. Verglichen mit Literaturangaben zu anderen Doppelkronenarten haben sich CoCrMo-Doppelkronen mit Friktionsstift zur Verankerung von Teilprothesen bewährt.

Die in dieser Studie ermittelte, vergleichsweise hohe Überlebenswahrscheinlichkeit gepaart mit der hochgradigen Biokompatibilität der CoCrMo-Legierung und der Aktivierungsmöglichkeit über Friktionsstifte machen diese Doppelkronenart zu einem geeigneten Attachment zur Verankerung von Teilprothesen selbst in stark reduzierten Restgebissen.

Hinz, Sebastian: Klinische Bewährung von über edelmetallfreien Doppelkronen verankerten Teilprothesen mit Friktionsstift – eine retrospektive Studie. Halle (Saale), Univ., Med. Fak., Diss., 78 Seiten, 2018.

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Aflg.	Auflage
BEMA	Einheitlicher Bewertungsmaßstab für zahnärztliche Leistungen
CoCrMo	Cobalt-Chrom-Molybdän
D	Deutschland
DK	Doppelkrone
DMS	Deutsche Mundgesundheitsstudie
EMF	edelmetallfrei
et al. et alii	(lateinisch); und andere (deutsch)
Fa.	Firma
FDI	Federation Dentaire Internationale
Fkt.	Funktion
FTK	Friktionsteleskop
FSt	Friktionsstift
GOZ	Gebührenordnung für Zahnärzte
HKP	Heil-und Kostenplan
Impl.	Implantat
J	Jahre
k. A.	keine Angabe
KI	Konfidenzintervall
KK	Konuskrone
KZBV	Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung
MDC	Marburger-Doppelkrone
mm	Millimeter
n	Anzahl
NU	Nachuntersuchung
PSI	Parodontal-Screening-Index
RTK	Resilienzteleskop
p-Wert	Signifikanz
SP	Spielpassung
SRR	Stark reduziertes Restgebiss
Tab.	Tabelle
vs.	versus
WSK	Wurzelstiftkappe
Z	Zahn/Zähne

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schemazeichnung: Aufgleiten der Sekundärkrone mit Friktionsstift auf die Primärkrone	9
Abbildung 2:	Schema der Lückengebissklassen	26
Abbildung 3:	Darstellung der Ankerzahnposition in [%]	32
Abbildung 4:	Verteilung der Ankerzähne gruppiert nach Art der Zähne in [%].....	33
Abbildung 5:	Verteilung der Ankerzähne im SRR nach Steffel; n= 314	34
Abbildung 6:	Entwicklung des Zustands der Ankerzähne am Beobachtungsende	37
Abbildung 7:	Kumulatives Überleben der Prothesen.....	38
Abbildung 8:	Kumulatives Überleben der Prothesen in Abhängigkeit vom Geschlecht	39
Abbildung 9:	Kumulatives Überleben der Prothesen in Abhängigkeit vom Patientenalter	40
Abbildung 10:	Kumulatives Überleben der Prothesen in Abhängigkeit vom Kiefer.....	41
Abbildung 11:	Kumulatives Überleben der Prothesen in Abhängigkeit von der Steffelklasse ..	42
Abbildung 12:	Kumulatives Überleben der Prothesen in Abhängigkeit von Unterfütterungen ..	43
Abbildung 13:	Kumulatives Überleben der Prothesen in Abhängigkeit von Aktivierungen	44
Abbildung 14:	Kumulatives Überleben der Prothesen in Abhängigkeit von Aktivierungen	46
Abbildung 15:	Kumulatives Überleben der Doppelkronen in Abhängigkeit vom Geschlecht	47
Abbildung 16:	Kumulatives Überleben der Doppelkronen in Abhängigkeit vom Patientenalter.....	48
Abbildung 17:	Kumulatives Überleben der Doppelkronen in Abhängigkeit vom Kiefer.....	49
Abbildung 18:	Kumulatives Überleben der Doppelkronen in Abhängigkeit von der Vitalität	50
Abbildung 19:	Kumulatives Überleben der Doppelkronen in Abhängigkeit von Wurzelkanalbehandlung	51
Abbildung 20:	Kumulatives Überleben der Doppelkronen in Abhängigkeit von deren Anzahl..	52
Abbildung 21:	Kumulatives Überleben der Doppelkronen in Abhängigkeit von der Art der Zähne.....	53
Abbildung 22:	Kumulatives Überleben der Doppelkronen in Abhängigkeit von der Steffelklasse	54
Abbildung 23:	Kumulatives Überleben der Doppelkronen in Abhängigkeit von Unterfütterungen.....	55

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Zur durchschnittlichen Verweildauer von teleskopverankerten Einstückgussprothesen mit funkenerodierten Friktionsstiften.	16
Tab. 2:	Bewährung von Friktionsteleskopen im stark reduzierten Restgebiss – eine Pilotstudie.	16
Tab. 3:	Langzeitbewährung von Doppelkronen.	19
Tab. 4:	Systematic Review of the Clinical Performance of Tooth-Retained and Implant-Retained Double Crown Protheses with a Follow-Up of ≥ 3 Years.	20
Tab. 5:	Wie erfolgreich sind Doppelkronen heute? – Eine systematische Literaturrecherche.	22
Tab. 6:	Das stark reduzierte Restgebiss: Versorgung mit Teleskopprothetik	24
Tab. 7:	Studien nach 2015.....	24
Tab. 8:	Zusammenhang zwischen Komplikationsgrund und Umarbeitung	35
Tab. 9:	Cox-Regression für die Prothesen; Variablen Patientenalter, Geschlecht, Kiefer, Steffelklasse; Beobachtungszeitraum 103,5 Monate.....	45
Tab. 10:	Cox-Regression für die Ankerzähne; Variablen Patientenalter, Geschlecht, Vitalität, Kiefer, Steffelklasse; Beobachtungszeitraum 103,5 Monate	56

Inhalt

Referat.....	I
Abkürzungsverzeichnis.....	II
Abbildungsverzeichnis.....	III
Tabellenverzeichnis.....	IV
1. Einleitung.....	1
1.1 Grundsätzliche Aspekte zur Teilprothese.....	1
1.2 Doppelkronen in der Zahnmedizin.....	3
1.2.1 Allgemeine Vor- und Nachteile von Doppelkronen.....	4
1.2.2 Entwicklung der Doppelkronen.....	5
1.3 Arten von Doppelkronen.....	7
1.3.1 Zylinderteleskope (Friktionsteleskope).....	7
1.3.2 Konuskronen.....	7
1.3.3 Edelmetallfreie Doppelkronen mit zusätzlichen Halteelementen.....	8
1.3.4 Vor- und Nachteile von Zylinderteleskopen.....	9
1.3.5 Vor- und Nachteile von Konuskronen.....	9
1.3.6 Vor- und Nachteile edelmetallfreier Doppelkronen.....	10
1.4 Langzeitbewährung von Doppelkronen.....	11
1.5 Einteilung von Lückengebissituationen und Problematiken des stark reduzierten Restgebisses.....	25
2. Ziel der Arbeit.....	26
3. Material und Methodik.....	27
3.1 Untersuchungsdesign.....	27
3.2 Statistische Auswertverfahren.....	28
3.3 Fragestellungen.....	29
3.4 Auflistung und Beschreibung der zu erfassenden Daten.....	29
4. Ergebnisse.....	30
4.1 Beschreibung der Patienten.....	30
4.1.1 Geschlechterverteilung.....	30
4.1.2 Patientenalter bei Eingliederung.....	30
4.1.3 Beobachtungszeitraum.....	30
4.2 Beschreibung der Teilprothesen.....	30
4.2.1 Verteilung der Prothesen nach Geschlecht und Kiefer.....	30
4.2.2 Verteilung der Prothesen unter Verwendung der Lückengebissklassifikation nach Steffel.....	30
4.2.3 Prothesendesign.....	31
4.3 Beschreibung der Doppelkronen tragenden Ankerzähne.....	31
4.3.1 Verteilung der Doppelkronen tragenden Ankerzähne nach Geschlecht und Kiefer.....	31
4.3.2 Sensibilität der Doppelkronen tragenden Ankerzähne.....	32
4.3.3 Endodontische Maßnahmen vor Überkronung.....	32
4.3.4 Position der Doppelkronen tragenden Ankerzähne nach FDI-Schema.....	32
4.3.5 Verteilung der Ankerzähne unter Verwendung der Lückengebissklassifikation nach Steffel.....	33
4.4 Wiederherstellungsmaßnahmen an Prothesen.....	34
4.4.1 Unterfütterungen.....	34
4.4.2 Aktivierung der Prothesen.....	34
4.5 Umarbeitungsmaßnahmen an Ankerzähnen.....	34
4.5.1 Erste Umarbeitung an den Ankerzähnen (Primärkronen).....	34
4.5.2 Zweite Umarbeitung an den Ankerzähnen (Primärkronen).....	35
4.6 Wurzelkanalbehandlung nach Versorgung mit Doppelkronen.....	35
4.6.1 Zusammenhang zwischen Wurzelkanalbehandlung vor und nach Überkronung.....	35

4.6.2	Zusammenhang zwischen Wurzelkanalbehandlung vor Überkronung und Zustand der Doppelkronen.....	36
4.6.3	Zusammenhang von Wurzelkanalbehandlung nach Überkronung und Zustand der Doppelkronen.....	36
4.6.4	Entwicklung des Ankerzahnzustands	36
4.7	Ursachen für Versagen von Doppelkronen tragenden Ankerzähnen	37
4.8	Überlebenszeit der Prothesen	37
4.8.1	Versagen der Prothesen	38
4.8.2	Überlebenszeitanalyse.....	38
4.9	Überlebenszeit der Doppelkronen	45
4.9.1	Versagen der Doppelkronen	45
4.9.2	Überlebenszeitanalyse.....	46
5.	Diskussion	56
5.1	Kritische Wertung der Methodik	57
5.2	Diskussion der Ergebnisse.....	59
5.2.1	Verteilung des Patientenguts	59
5.2.2	Merkmale der untersuchten Prothesen	59
5.2.3	Merkmale der untersuchten Doppelkronen	60
5.2.4	Überlebenszeitanalysen.....	61
5.3	Schlussfolgerungen und künftige Untersuchungsaufgaben	71
5.4	Zusammenfassung	72
6.	Literaturverzeichnis.....	74
7.	Thesen.....	77
8.	Anlagen	78
	Selbstständigkeitserklärung.....	V
	Erklärung über frühere Promotionsversuche	VI
	Danksagung.....	VII

1. Einleitung

1.1 Grundsätzliche Aspekte zur Teilprothese

Bei Zahnverlust kommt es zu vielfältigen Veränderungen mit Funktionsverlusten im stomatognathen System. Dann ist es wichtig, die Kaufähigkeit durch einen suffizienten Zahnersatz wiederherzustellen, um Funktionsstörungen vorzubeugen. Zahnersatz stellt eine Form der Tertiärprävention zum Erhalt der Gesundheit dar.

Für die Versorgung von Lückengebissituationen gibt es meist eine Vielzahl von Therapiealternativen. Diese unterscheiden sich im Komfort, der Ästhetik, der Invasivität und den dafür anfallenden Kosten (Kern et al., 2011).

Charakteristisch für eine definitive Teilprothese ist, dass diese immer an den verbliebenen Restzähnen, also parodontal abgestützt und verankert wird.

Vorteile von abnehmbarem Zahnersatz, gerade bei stärkeren Kieferkammdefekten im sichtbaren Bereich, sind die Hygienefähigkeit und die Ästhetik. Mit Brücken kann dies nicht erreicht werden. Darüber hinaus können hier auch Zähne mit unklarer Langzeitprognose als Pfeiler erhalten und genutzt werden (Kern et al., 2011).

Für die Befestigung steht eine Reihe von verschiedenen Verankerungselementen zur Verfügung. Die einfachste Variante ist, Zähne mittels gebogener oder gegossener Klammern zu umfassen. Aufwendiger ist hingegen die Verankerung über Präzisionsverankerungselemente wie Geschiebe oder Doppelkronensysteme.

Analysen ergaben, dass im Jahr 2015 für die Eingliederung von Teleskopkronen kein Rückgang zu verzeichnen war. Verglichen mit 2006, wo auf 100 Fälle bei 6,6 Fällen Teleskopkronen abgerechnet wurden, wurden im Jahr 2015 auf 100 Fälle bei 7,9 Fällen Teleskopkronen abgerechnet. Dies entspricht einer Steigerung von 19,7 %. (KZBV, 2016).

„Die Lebenserwartung bei der Geburt erhöht sich in Deutschland seit vielen Jahren kontinuierlich und liegt nach der aktuellen Sterbetafel 2009/2011 bei 77,7 Jahren für neugeborene Jungen und 82,7 Jahren für neugeborene Mädchen. In den letzten Jahren hat auch die fernere Lebenserwartung zugenommen. So haben 65-jährige Männer im Schnitt noch 17,5 Lebensjahre zu erwarten, Frauen 20,7 Jahre – das sind fast 6 Jahre mehr als noch 1970.“ (Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung, 2013).

„Die Bevölkerungszahl von 80,8 Millionen Menschen im Jahr 2013 wird je nach Ausmaß der angenommenen Nettozuwanderung voraussichtlich noch 5 bis 7 Jahre steigen und anschließend abnehmen. Unter den Stand von 2013 sinkt sie frühestens 2023. Im Jahr 2060 wird die Einwohnerzahl 67,6 Millionen bei schwächerer

Zuwanderung und 73,1 Millionen bei stärkerer Zuwanderung betragen.“ (Statistisches Bundesamt, 2015).

„Die Anzahl der 20- bis 64-Jährigen (2013: 49 Millionen) wird ab 2020 deutlich zurückgehen und 2060 je nach Stärke der Nettozuwanderung etwa 34 beziehungsweise 38 Millionen betragen (-30 % beziehungsweise -23 %). Der Anteil der 20- bis 64-Jährigen an der Gesamtbevölkerung wird von 61 % im Jahr 2013 auf etwa 51 % beziehungsweise 52 % im Jahr 2060 sinken.“ (Statistisches Bundesamt, 2015).

„Ebenso zurückgehen wird die jüngere Bevölkerung im Alter unter 20 Jahren von gegenwärtig 15 Millionen auf 11 beziehungsweise 12 Millionen im Jahr 2060 (-26% beziehungsweise -18%). Ihr Anteil an der Gesamtbevölkerung wird dabei von 18 % auf 16 % zurückgehen. Dagegen wird die Anzahl der Menschen im Alter ab 65 Jahren weiter steigen. Besonders stark wird diese Altersgruppe in den nächsten 20 Jahren wachsen, wenn die geburtenstarken Jahrgänge sukzessive in dieses Alter aufrücken. Im Jahr 2060 wird die Anzahl der ab 65-Jährigen 22 bis 23 Millionen betragen. Während derzeit jede fünfte Person dieser Altersgruppe angehört (2013: 21 %) wird es 2060 jeder dritte sein (2060: 32 % beziehungsweise 33 %). Die demografische Alterung schlägt sich besonders deutlich in den Zahlen der Hochbetagten nieder. Im Jahr 2013 lebten 4,4 Millionen 80-Jährige und Ältere in Deutschland. Ihre Anzahl wird 2060 mit insgesamt 9 Millionen etwa doppelt so hoch sein wie heute. Der Anteil der Hochaltrigen an der Gesamtbevölkerung betrug 2013 rund 5 %, bis 2060 wird er auf 12 % beziehungsweise 13 % zunehmen. Vier von zehn Menschen im Alter ab 65 Jahren werden dann 80 Jahre und älter sein.“ (Statistisches Bundesamt, 2015).

„Immer mehr jüngere Senioren (65- bis 74-Jährige) behalten ihre eigenen Zähne. War noch im Jahr 1997 (DMS III) jeder vierte jüngere Senior zahnlos (24,8 %), so ist es heute nur noch jeder achte (12,4%). Diese besitzen heute im Durchschnitt mindestens fünf eigene Zähne mehr als noch im Jahr 1997 (DMS III: 10,4 vs. DMS V: 16,9 Zähne).“ (Jordan et al., 2016).

Weil immer mehr jüngere Senioren (65- bis 74-Jährige) ihre eigenen Zähne länger behalten, besteht häufiger die Möglichkeit, festsitzenden Zahnersatz zu verankern. Dennoch ist die Teilprothese ein wichtiges und häufig eingesetztes Therapiemittel, welches auch künftig seinen Stellenwert haben wird.

„86,7 Prozent der jüngeren Senioren geben an, sehr zufrieden oder zufrieden mit ihrem eigenen Zahnersatz zu sein. Diese Ergebnisse stehen in direktem Zusammenhang mit der Abnahme der völligen Zahnlosigkeit. Da immer mehr Menschen ihre eigenen Zähne behalten, verbessern sich die Voraussetzungen dafür, dass Zahnersatz fest verankert werden kann.“ (Jordan et al., 2016).

Auch steigt aufgrund der fortwährenden Verbesserung im Bereich zahnärztlicher Prophylaxe und Mundgesundheitsaufklärung/Prävention die Anzahl der Patienten, die auch im höheren Lebensalter noch über eine Restbezaahnung verfügen. Insgesamt steigt im Hochtechnologieland Deutschland der Anspruch der Patienten an die Ästhetik und Funktionalität der prothetischen Versorgung.

Nicht unbedeutend für den gesellschaftlichen Wandel ist die zunehmende Immigration von vor allem aus arabischen Ländern stammenden Menschen, die in ihrer Heimat und durch widrige Umstände während der Flucht keine umfassend präventive zahnmedizinische Versorgung erhalten konnten. Diese Patienten haben also in jüngeren Lebensjahren Zahnverlust erlitten und müssen mittelfristig in unser bestehendes Gesundheitssystem integriert und auch mitversorgt werden.

Somit ist davon auszugehen, dass Teilprothesen auch in Zukunft ihren Stellenwert in der Patientenversorgung beibehalten werden.

1.2 Doppelkronen in der Zahnmedizin

Im Allgemeinen bestehen Doppelkronen aus einer Primärkrone (Innenkrone, Patrize) und einer Sekundärkrone (Außenkrone, Matrize).

Das Prinzip der Doppelkronen ist seit über 100 Jahren in der Zahnmedizin bekannt. Zur Verankerung von Teilprothesen wurden diese aber erst vermehrt seit den 1950er-Jahren eingesetzt. Ab diesem Zeitpunkt nahmen die Verbreitung und Variation sowie das Einsatzspektrum dieser Verbindungselemente stetig zu (Wenz und Kern, 2007).

Die Doppelkrone ist ein vor allem im deutschsprachigen Raum weit verbreitetes Therapiemittel (Schwindling, 2015).

Aber auch in anderen Ländern, wie Griechenland, Indien oder Korea werden Doppelkronen in jüngerer Zeit zur Verankerung von Teilprothesen eingesetzt (Cho und Cho, 2016; Gupta et al., 2015; Bhagat und Walke, 2015; Zoidis et al., 2015; Wadhwa et al., 2013).

Doppelkronen unterteilen sich in konstruktionseller Hinsicht in folgende Hauptgruppen: Zylinderteleskope, Konuskronen, Galvanoteleskope und Doppelkronen mit zusätzlichen Halteelementen.

Außerdem unterscheiden sich Doppelkronen noch in der Art des zwischen der Primär- und Sekundärkrone erzeugten Haftmechanismus. Folgende Haftungsarten sind anzutreffen: die Friktion bei parallelwandigen Zylindersteleskopen, die Verkeilung bei Konuskronen sowie Kohäsion und Adhäsion bei Galvanodoppelkronen. Bei Doppelkronen mit zusätzlichen Halteelementen spricht man eher von Retention.

All diese genannten Vertreter werden seit Jahren erfolgreich eingesetzt. Welches System davon allerdings das effektivste ist, konnte bislang noch nicht nachgewiesen werden, da randomisierte Studien fehlen. Es konnte sich bis dato also keine Variante der Doppelkronen als die überlegene hervorheben. Die ältesten und auch am häufigsten nachuntersuchten Varianten sind allerdings die Friktionsteleskope und die Konuskronen.

Als Materialien zur Fertigung von Doppelkronen werden sowohl edelmetallhaltige als auch edelmetallfreie verwendet. Die in dieser Arbeit untersuchte Variante der Doppelkronen, welche als zusätzliches Halteelement einen Friktionsstift enthalten, wird aus edelmetallfreier Cobalt-Chrom-Molybdän-Legierung gefertigt.

Für nahezu alle denkbaren Lückengebissituationen ist eine Versorgung mittels über Doppelkronen verankerten Prothesen möglich. Selbst bei einer geringen Restbeziehung und häufig ungünstiger Pfeilerverteilung konnte gezeigt werden, dass hohe Überlebensraten, ähnlich denen von Patienten mit statisch günstigeren Voraussetzungen, erreicht werden können. Somit ist eine prothetische Rehabilitation mittels Doppelkronen auch bei ungünstiger Pfeilerverteilung indiziert (Szentpétery et al., 2010, 2012, 2015).

1.2.1 Allgemeine Vor- und Nachteile von Doppelkronen

Doppelkronen stellen ein „universelles Therapiemittel“ in allen Lückengebissituationen dar. Sie sind ein Attachment, welches eine Stütz-, Halte-, Führungs-, Kippmeider- und Schubverteilungsfunktion in einem Bauteil vereint. Für den Patienten vorteilhaft erweist sich, dass bei eingegliedert Prothese im ästhetischen Bereich keine Halteelemente sichtbar sind. Für alle Arten von Doppelkronen kann als Vorteil die körperliche Fassung und die dadurch gewährleistete physiologische Beanspruchung der Pfeilerzähne angeführt werden (Szentpétery und Setz, 2015).

Als besonders patientenfreundlich ist die Handhabung von über Doppelkronen verankerten Prothesen anzusehen. Alle Pfeilerzähne erhalten konstruktionsbedingt durch die Primärkronen eine gemeinsame Achsrichtung, wodurch wiederum das Ein- und Ausgliedern der Prothese in einer bestimmten Einschubrichtung erleichtert wird. Dadurch ergibt sich beim Ein- und Ausgliedern eine reziproke Wirkung auf die Pfeilerzähne, was für deren langfristige Gesunderhaltung vorteilhaft ist (Szentpétery und Setz, 2015).

Die Abnehmbarkeit der Prothese führt zu einer Erleichterung der täglichen Mund- und Prothesenhygiene. Für die sich im Patientenmund befindenden Primärteile ist keine spezielle Reinigung mit Interdentalbürstchen notwendig. Mit einer normalen Zahnbürste sind nach Abnahme der Prothese Restaurationsränder der Doppelkronen

gut zugänglich und somit einfach reinigungsfähig. Falls im Laufe der Prothesentragezeit Pfeilerzähne entfernt werden müssen, ist eine einfache und kostengünstige Erweiterung des Zahnersatzes möglich. Die Prothese kann bei Pfeilerverlust weiterverwendet werden. Es entsteht kein zusätzlicher Schaden durch Neuanfertigung des Zahnersatzes. Bauartbedingt müssen, wenn Pfeiler verloren gehen, nur die Sekundärkronen aufgefüllt werden. Dies ist auch direkt am Behandlungsstuhl möglich (Kern et al., 2011; Szentpétery und Setz, 2015).

Nachteile sind vor allem darin zu sehen, dass durch die vollständige Präparation der Pfeilerzähne mehr Zahnhartsubstanz verloren geht als beispielsweise bei Anfertigung eines einfachen Klammermodellgusses. Neben dem zeitlichen Mehraufwand für den Patienten ergeben sich durch die aufwendigere Behandlung sowohl höhere Honorarkosten als auch höhere Laborkosten.

Weitere Nachteile ergeben sich oft bei der Ästhetik des Zahnersatzes, die Erscheinung der Verblendung betreffend. Trotz des hohen Substanzabtrages bei der Präparation der Pfeilerzähne ist eine Überkonturierung der verblendeten Sekundärkronen häufig unvermeidlich. Im eingegliederten Zustand ist nicht selten der schmale metallische Rand der Primärkronen cervical an den Pfeilerzähnen sichtbar. Dies kann besonders im Frontzahnbereich bei einem cervicalen Lachen zu ästhetischen Einschränkungen führen. Hinzu kommt der Demaskierungseffekt, wenn der Zahnersatz abgenommen wird. Der Anblick der metallischen, nicht abgedeckten Primärkronen kann für den Patienten und seine Umwelt eine psychische Belastung darstellen (Strub et al., 2011; Weber und Setz, 2011).

1.2.2 Entwicklung der Doppelkronen

In dem 1929 erschienenen Buch von Häupl und Reichborn-Kjennerud wurden Teleskopkronen erstmalig im deutschen Sprachraum beschrieben. Die Anwendung und die Herstellung werden dort genau dargestellt. Dabei wird für die inneren Käppchen als zu verwendendes Material Gold angegeben. Außerdem sollen die inneren Käppchen möglichst parallel gearbeitet werden. Zu dieser Zeit beschränkte sich das Einsatzspektrum der Teleskopkronen auf die Befestigung von abnehmbaren Brücken (Häupl und Reichborn-Kjennerud, 1929). Daran anknüpfend erschien 1950 ein weiteres Lehrbuch von Häupl. Darin werden verschiedene Teleskoparten vorgestellt und deren zahntechnische Herstellung detailliert beschrieben. Als Anwendungsgebiet wird hier immer noch die Befestigung von abnehmbaren Brücken genannt (Häupl, 1950).

Die Weiterentwicklung hin zu den heute noch angewendeten parallelwandigen Friktionszylinderteleskopen geht auf Böttger zurück. Dieser propagierte auch die

Verwendung von Teleskopen als Verankerungselement bei Teilprothesen (Böttger, 1960).

Hofman empfahl 1966 speziell für stark reduzierte Restgebisse anstelle der Verankerung über Zylinderteleskope die Verwendung von Resilienzteleskopen. Er machte genauere Angaben zur Indikation und technischen Umsetzung der über Resilienzteleskope gelagerten Prothesen (Hofmann, 1966).

Körber entwickelte und beschrieb 1968 die Konuskronen. Das Prinzip der Konuskronen sollte Nachteile und Unzulänglichkeiten von Zylinderteleskopen ausgleichen. Körber setzte Konuskronen zur Verankerung von Teilprothesen bereits einige Jahre zuvor erfolgreich bei seinen Patienten ein (Körber, 1968).

Sowohl Zylinderteleskope als auch Konuskronen werden aus hochgoldhaltiger Legierung gefertigt. Im Zuge der Gesundheitsreform und mit Einführung der Kostendämpfungsgesetze in den 1970er-Jahren war die Notwendigkeit gegeben, wirtschaftlichere Lösungen zu finden (Krankenversicherungs-Kostendämpfungs-KVKG, 1977). Der steigende Preis für Goldlegierungen begünstigte die Entwicklung von EMF-Doppelkronensystemen. Die Anwendung von Doppelkronen mit zusätzlichem Halteelement wurde interessanter. Seit ca. 1980 beschäftigte sich Lehmann mit der Weiterentwicklung dieser Doppelkronenart. 1988 wurde die "Marburger-Doppelkrone" von Lehmann und Gente erstmalig beschrieben. Zu diesem Zeitpunkt wurde als Halteelement noch ein Federbolzensystem (Iposclip®) verwendet. Später wurde es der TK-Snap®-Einsatz (Lehmann und Gente, 1988; Wenz und Lehmann, 1998; Lehmann, 1999).

Etwa zur gleichen Zeit wurde ein EMF-Doppelkronensystem mit Spielpassung und dem Einsatz eines Friktionsstiftes als zusätzliches Halteelement entwickelt. Die Funkenerosion stellt dazu eine Schlüsseltechnik in der Herstellung dieser Doppelkronen dar. Die Einführung dieser patentierten Technologie in die Zahntechnik 1982 geht auf Rübeling und Kreylos zurück (Weber et al., 1988, Weber und Frank 1993).

1.3 Arten von Doppelkronen

Nach Körber KH (1988) lassen sich Doppelkronen nach ihrer Grundform, ihrem Kronenanteil und der Art ihres Haftmechanismus einteilen (Strub et al., 2011).

Nach Grundform werden unterschieden:

- Zylinderteleskop
- Konuskrone
- Resilienzteleskop
- Ovoidform
- undefinierte Form

Nach Kronenanteil werden unterschieden:

- Vollteleskop
- Teildeleskop

Nach Haftmechanismus werden unterschieden:

- Friktion
- Konuspassung
- zusätzliche Retentionselemente (z. B. Friktionsstifte)

1.3.1 Zylinderteleskope (Friktionsteleskope)

Zylinderteleskope zeichnen sich dadurch aus, dass die Primärkronen in einem Winkel von 0° gefräst werden. Dadurch besitzen sie parallele approximal und vestibulär-orale Flächen. Traditionell werden Primär- und Sekundärkronen im Gussverfahren hergestellt. Dazu werden hochgoldhaltige Legierungen verwendet. Die Haltefunktion wird durch Friktion zwischen den Kronen erreicht (Lehmann und Hellwig, 2005).

1.3.2 Konuskronen

Wie bei den Zylinderteleskopen werden für die Herstellung von Konuskronen ebenfalls hochgoldhaltige Legierungen verwendet. Die Haftkraft von Konuskronen wird hauptsächlich durch den Konuswinkel bestimmt. Zwischen der Primär- und Sekundärkrone ist ein Spaltraum von ca. 0,3 mm eingearbeitet. Werden die beiden Kronen zusammengefügt, kommt es in Endposition zur Verkeilung. Die in der Literatur angestrebte Haftkraft von fünf bis zehn Newton wird bei einem Konuswinkel von $5-6^\circ$ erreicht. Je größer der Winkel wird, desto weniger Haftkraft wird erzeugt. Dadurch lassen sich Haftkräfte gut bestimmen und einstellen (Strub et al., 2011; Weber und Setz, 2011).

Dies ist wichtig, wenn mehrere Pfeilerzähne zur Verankerung der Prothese einbezogen werden. Die einzelnen Primärkronen werden dann mit einem entsprechend größeren Konuswinkel versehen, damit insgesamt die Haftkraft der kompletten Prothese nicht zu groß wird.

1.3.3 Edelmetallfreie Doppelkronen mit zusätzlichen Halteelementen

Doppelkronen mit zusätzlichem Halteelement werden meist aus edelmetallfreien Legierungen (EMF) hergestellt. Dazu wird CoCrMo-Basislegierung verwendet. Die durch Gussprozesse bedingte Oxidbildung während der Herstellung der Kronen muss anschließend entfernt werden. Dadurch ist zwischen Primär- und Sekundärkrone nur eine Spielpassung zu erreichen. Um eine Haftkraft zu erzeugen, ist der Einsatz zusätzlicher Halteelemente nötig (Strub et al., 2011; Weber und Setz, 2011).

Das bekannteste System ist die sog. Marburger-Doppelkrone. Dabei ist in der Primärkrone eine Kuhle eingearbeitet. In der Sekundärkrone befindet sich eine Art Federbolzensystem. Genauer handelt es sich heute meist um eine Halbkugel aus Titan, welche in einem elastischen Kunststoffelement gelagert ist (TK Snap®, Fa. Si tec). Diese Kugel kann sich während des Zusammenfügens der Kronen in das deformierbare Kunststoffelement eindrücken und in Endposition in der Kuhle der Primärkrone einrasten (Lehmann und Gente, 1988; Wenz und Lehmann, 1998; Wenz et al. 1999; Lehmann, 1999).

Ein anderes Doppelkronensystem aus CoCrMo-Legierung stellen die Doppelkronen mit zusätzlichem Friktionsstift dar. Hierbei werden die Primärkronen in einem 2°-Neigungswinkel gefertigt (Groten und Rübeling, 2009). Die 2°-Fräsung sorgt dafür, dass Primär- und Sekundärteil spannungsfrei und ohne Haftreibung ineinandergleiten. An den Approximalflächen befinden sich die Führungsrillen, mit einem 0°-Winkel, für den Friktionsstift. Erst der Friktionsstift erzeugt Haftreibung und wird dazu in die Sekundärkrone eingearbeitet (Rübeling und Popall, 2007); (s. Abb. 1, S.9).

Die Herstellung dieser Doppelkronenart geht aus praktischen Erwägungen einher mit der Einführung des Funkenerosionsverfahrens in die Zahntechnik. Dabei wird die Führungsrille in der Primärkrone angelegt. Dazu wird die Primär- und Sekundärkrone auf dem Meistermodell aus Gips aufgesetzt. Das Modell, welches sich in einem Dielektrikum befindet, wird in eine Funkenerosionsmaschine eingespannt. Mit einer dünnen Kupferelektrode wird nun Material von der Primär- und Sekundärkrone abgetragen. Anschließend wird ein exakt passender, ca. 0,7-0,9 mm starker Friktionsstift aus CoCrMo-Legierung in der Sekundärkrone verschweißt. Die Sekundärkrone stellt gleichzeitig einen Teil des Prothesengerüsts dar, da dieses als Einstückguss gefertigt wird (Weber, 1986, Weber, 1989, Weber et al., 1988).

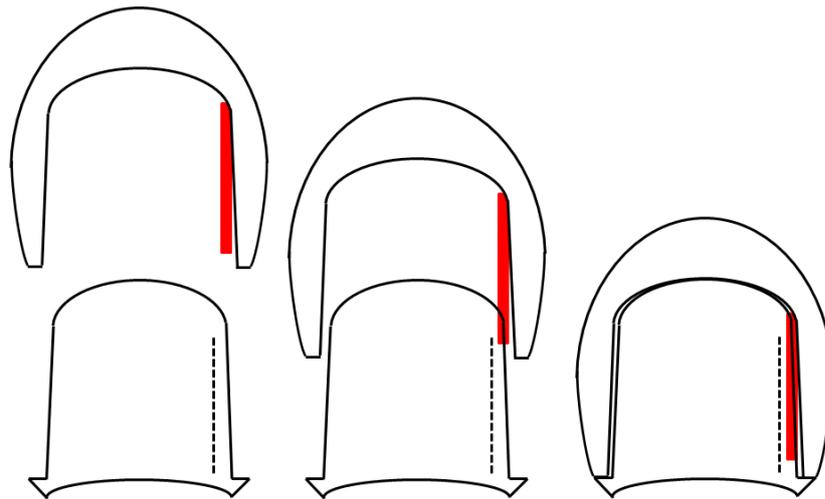


Abbildung 1: Schemazeichnung: Aufgleiten der Sekundärkrone mit Friktionsstift (rot dargestellt) auf die Primärkrone (Eigene Darstellung)

1.3.4 Vor- und Nachteile von Zylinderteleskopen

Im Gegensatz zu Konuskronen besteht bei Zylinderteleskopen die Möglichkeit, diese als sog. Resilienzteleskope auszuführen und den Zahnersatz resilient abzustützen.

Der hauptsächliche Nachteil der Zylinderteleskope zeigt sich darin, dass die Einstellung der Friktion schwierig ist. Kleine Ungenauigkeiten in der zahntechnischen Fertigung führen zu Schwankungen zwischen Spiel-, Press-, und Übergangspassung. Durch die längeren Führungswege zwischen der Primär- und Sekundärkrone beim Ein- und Ausgliedern ist mit einem höheren Materialabtrag an den Haftflächen zu rechnen. Deshalb ist ein nicht vorhersehbarer Haftkraftverlust denkbar (Strub et al., 2011).

Für alle Arten von Doppelkronen gilt, wenn ein Patient die Prothesen einige Zeit lang nicht trägt, sind diese aufgrund minimaler Zahnwanderungen oft nicht mehr eingliederungsfähig. Dieses Phänomen zeigt sich jedoch bei Zylinderteleskopen sehr viel schneller. Hier ist es besonders wichtig, dass alle Primärkronen die gleiche Einschubrichtung aufweisen.

1.3.5 Vor- und Nachteile von Konuskronen

Der größte Vorteil gegenüber Zylinderteleskopen ist die vorhersehbare und gut einstellbare Haftkraft der Kronen. Da diese erst in Endposition miteinander verkeilen und dadurch kein Führungsweg überwunden werden muss, ist hier mit einer geringeren Abnutzung der Haftflächen zu rechnen. Durch den Wegfall des Führungsweges muss die Prothese beim Ein- und Ausgliedern auch nicht ganz exakt positioniert werden. Dies bedeutet für den Patienten eine leichtere Handhabung. Durch den okklusalen Spaltraum zwischen Primär- und Sekundärkrone werden herstellungsbedingte Ungenauigkeiten ausgeglichen. Die Sekundärkrone hat die Möglichkeit, tiefer über die

Primärkrone zu gleiten und sich stärker zu verkeilen. Dies wiederum ermöglicht bei Abnutzung der Haftflächen ein Nachrutschen (Strub et al., 2011).

Durch die konische Form der Primärkronen kann es im Cervicalbereich der Pfeilerzähne zu ästhetischen Nachteilen bei der Gestaltung der Kronenkontur und des Abschlussrandes kommen. Verglichen mit anderen Doppelkronensystemen kann dies auch, besonders bei eng stehenden oder gekippten Zähnen, zu hygienischen Nachteilen am Zahnfleischrandbereich führen (Strub et al., 2011; Weber und Setz, 2011).

1.3.6 Vor- und Nachteile edelmetallfreier Doppelkronen

Ein genereller Vorteil von CoCrMo-Legierungen ist die über 80-jährige Erfahrung bei der Verarbeitung in der Dentaltechnik. CoCrMo-Legierung, in der Zusammensetzung von ca. 60 % Cobalt, ca. 30 % Chrom und 5 % Molybdän, wird seit 1932 (VITALLIUM® entwickelt von Prange und Erdle) vertrieben. Sie ist in der Herstellung des heutigen Zahnersatzes fest etabliert und weit verbreitet.

Diese Legierung ist ein biokompatibles Material, welches in der Mundhöhle höchste Beständigkeit aufweist. Ihre klinische Eignung gilt als gesichert und ihre Wahl für den festsitzenden bzw. herausnehmbaren Zahnersatz ist nur in den seltensten Fällen kontraindiziert (Lindigkeit, 2002). Allergien gegenüber dieser Legierung treten kaum auf.

Trotz der hohen Stabilität ist CoCrMo-Legierung, verglichen mit Edelmetalllegierungen, ein sehr leichtes Material. Zudem besitzt es eine geringe Wärmeleitfähigkeit. Beides ist für den Patienten angenehmer (Weber et al., 1988). Außerdem deckt CoCrMo-Legierung im Vergleich zu Edelmetalllegierungen nicht nur die gleichen Indikationen ab, sondern hat aufgrund ihrer mechanisch-physikalischen Eigenschaften auch medizinische und technologische Vorteile. Die CoCrMo-Legierung zeichnet sich durch hohe Festigkeit und ein hohes Elastizitätsmodul aus. Außerdem besitzt sie ein ausgezeichnetes Fließverhalten bei Gussprozessen.

Durch die geringere erforderliche Gerüstwandstärke ist eine filigrane Gestaltung des Zahnersatzes und eine aus medizinischer Sicht hervorzuhebende, zahnschonende Präparation möglich (Lindigkeit, 2002). Die Primärkronen können sehr grazil gestaltet werden, da verglichen mit Konuskronen, Retentionsbereiche nur approximal nötig sind (Weber et al., 1988). Speziell bei den hier zu untersuchenden Doppelkronen mit Frikationsstift kann auf eine Tertiärstruktur, die die Sekundärkrone fixiert, verzichtet werden. Die Sekundärkrone und das Prothesengerüst werden als Einstückguss gefertigt. Dadurch reduziert sich die Materialstärke, mit der der Pfeilerzahn abgedeckt wird. Dies wiederum erlaubt eine filigrane und somit ästhetische Verblendung.

Vorteilhaft ist, dass zur Herstellung des Zahnersatzes die gleiche Legierung für alle Bauteile zur Anwendung kommt. Dadurch kommt es nicht zu einer Legierungsvielfalt in der Mundhöhle des Patienten. Da selbst der Friktionsstift in der Sekundärkrone verschweißt wird, entfällt auch an dieser Stelle der Einsatz eines Lotes. Es werden elektrochemische Vorgänge zwischen unterschiedlichen Legierungen vermieden. Es kommt nicht zu Korrosion aufgrund unterschiedlicher Metalle in der Mundhöhle (Lindigkeit, 2002; Rübeling und Popall, 2007; Groten und Rübeling, 2009).

Ein weiterer Vorteil ist die Anwendung des maschinellen und standardisierten Funkenerosionsverfahrens. Hierdurch werden Handarbeiten verringert und Herstellungsfehler reduziert (Weber et al., 1988).

Die Retention zwischen Sekundär- und Primärkrone mittels Friktionsstift ergibt einen weiteren Vorteil. Die Retention ist steuerbar und kann individuell eingestellt werden. Sollte es nach einer längeren Tragezeit notwendig sein, die Retention zu erhöhen, ist dies direkt am Behandlungsstuhl möglich, ohne zusätzlich Laborkosten zu generieren. Sollte ein Stift nicht mehr aktivierbar sein, kann dieser problemlos in einem Labor ausgetauscht werden (Rübeling und Popall, 2007; Groten und Rübeling, 2009).

1.4 Langzeitbewährung von Doppelkronen

Doppelkronen sind seit langem ein erfolgreich eingesetztes Therapiemittel im teilbezahnten Restgebiss. Die Frage, welche Unterart der Doppelkronen sich am besten bewährt hat, konnte bis heute nicht abschließend geklärt werden. Generell kann allerdings festgehalten werden, dass Doppelkronen im Allgemeinen eine Überlebenswahrscheinlichkeit von ca. 80-95 % nach fünf Jahren und ca. 70-80 % nach 10 Jahren aufweisen.

In den letzten Jahrzehnten wurde eine große Anzahl von Untersuchungen zu einzelnen Doppelkronenarten veröffentlicht. Des Weiteren wurden in den letzten Jahren einige Metaanalysen, die sich mit der Thematik der Langzeitbewährung von Doppelkronen beschäftigten, publiziert.

Speziell Doppelkronen mit Friktionsstift wurden hinsichtlich ihrer Bewährung nur in einer Dissertation von Werdecker (2002) untersucht. Dieser versorgte alle von ihm nachuntersuchten Patienten in seiner niedergelassenen Praxis selbst.

In dieser Untersuchung wurden ausschließlich Prothesen mit CoCrMo-Doppelkronen mit Friktionsstift nachuntersucht. Die Überlebenswahrscheinlichkeit wurde nach der Kaplan-Meier-Methode bestimmt und lag bei den Prothesen bei 98 % nach fünf Jahren und 80 % nach zehn Jahren. Die Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne wurde

nach fünf Jahren mit 96 % und nach zehn Jahren mit 70 % angegeben (s. Tab. 1, S.16).

In der Dissertation von Szentpétery (2005) wurden verschiedene Untersuchungen zur Langzeitbewährung von Doppelkronen, speziell im stark reduzierten Restgebiss, ausgewertet. Dabei wurden die Untersuchungen nach Art der verwendeten Doppelkronen unterschieden.

Die meisten Untersuchungen fanden sich zu Friktionsteleskopen und Konuskronen. Außerdem wurden Doppelkronen mit Spielpassung einbezogen. Neben Resilienzteleskopen auch zwei Arbeiten, bei denen zusätzliche Halteelemente verwendet wurden („Marburger-Doppelkronen“).

Alle durch Szentpétery ausgewerteten Untersuchungen entstanden in den Jahren zwischen 1965 und 2000. Dabei wurde ein spezielles Augenmerk darauf gelegt, wie sich Doppelkronen in stark reduzierten Restgebissen bewährt haben und wie sich die Verwendung von Doppelkronen auf die Pfeilermobilität auswirkt.

Insgesamt wurden 16 Untersuchungen zu Friktionsteleskopen ausgewertet. Davon wurden in neun Studien Angaben zur durchschnittlichen Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne gemacht. Diese beträgt 91,8 % nach fünf Jahren. Die Überlebenswahrscheinlichkeit der Prothesen wurde in zehn Studien mit durchschnittlich 78,4 % angegeben.

Zu den Konuskronen wurden insgesamt neun Untersuchungen ausgewertet. Davon wurden in sechs Studien Angaben zur durchschnittlichen Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne gemacht. Diese beträgt 88,3 %. Die Überlebenswahrscheinlichkeit der Prothesen wurde in drei Studien mit durchschnittlich 74,5 % angegeben.

Zu den Resilienzteleskopen wurden insgesamt acht Untersuchungen ausgewertet. Davon wurden in sechs Studien Angaben zur durchschnittlichen Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne gemacht. Diese beträgt 89,5 % nach fünf Jahren. Die Überlebenswahrscheinlichkeit der Prothesen wurde in zwei Studien mit durchschnittlich 92 % angegeben.

Von Szentpétery selbst wurden in seiner Pilotstudie 13 über Friktionsteleskope verankerte Teilprothesen nachuntersucht. Die Überlebenswahrscheinlichkeit wurde nach der Kaplan-Meier-Methode bestimmt und lag sowohl bei den Prothesen als auch bei den Pfeilerzähnen bei 100 % nach drei Jahren.

Siehe die hierzu gekürzte Zusammenfassung als Tabelle. Diese wurde der Einfachheit halber auf die für die vorliegende Arbeit relevanten Daten eingekürzt. Dazu zählen die Anzahl der Patienten, der Prothesen und der Pfeilerzähne sowie die durchschnittliche

Pfeileranzahl pro Prothese, außerdem das Alter der Patienten und die durchschnittliche Beobachtungsdauer. Am wichtigsten ist allerdings die nach Kaplan-Meier ermittelte kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit, je nach Studiendesign für die Pfeilerzähne und die Prothesen (s. Tab. 2, S.16 - 18).

In einer Metaanalyse von Wenz & Kern aus dem Jahr 2007 wurden ebenfalls verschiedene Untersuchungen zur Langzeitbewährung von Doppelkronen ausgewertet. Die wichtigsten Untersuchungspunkte waren die Anzahl der Pfeilerzähne, die mittlere Pfeilerzahl pro Prothese, das Alter der Patienten, die Beobachtungszeit und die kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne nach der Kaplan-Meier-Methode.

Auch hier erfolgte wieder eine Unterteilung der ausgewerteten Untersuchungen nach der Art der betrachteten Doppelkronen. Es wurden Friktionsteleskope, Konuskronen und Doppelkronen mit Spielpassung unterschieden. Unter letzteren befand sich eine Studie, die sich mit der Bewährung von Doppelkronen mit zusätzlichen Halteelementen ("Marburger-Doppelkrone" – TK Snap® System) befasste.

Die in der Analyse eingeschlossenen Untersuchungen sind im Zeitraum zwischen 1990 und 2006 publiziert wurden.

Zu den Friktionsteleskopen wurden fünf Studien ausgewertet. Die durchschnittliche Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne wurde mit 93,4 % nach fünf Jahren angegeben. Darüber hinaus geben vier Studien die Überlebenswahrscheinlichkeit nach acht bis zehn Jahren mit durchschnittlich 80,5 % an.

Zu den Konuskronen wurden fünf Studien ausgewertet. Davon wurden in drei Studien Angaben zur durchschnittlichen Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne nach fünf Jahren gemacht. Diese lag bei durchschnittlich 86,9 %. In zwei weiteren Studien wurden Angaben zur Überlebenswahrscheinlichkeit nach zehn bis zwölf Jahren gemacht. Diese lag bei durchschnittlich 74,6 %.

Zu Doppelkronen mit Spielpassung wurden zwei Studien ausgewertet. Eine davon betrachtete Doppelkronen mit zusätzlichem Halteelement. Insgesamt wurde die durchschnittliche Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne nach fünf Jahren mit 91,5 % angegeben. Nach sieben bis zehn Jahren lag diese bei 75,6 % (s. Tab. 3, S.19 - 20).

Die systematische Literatursauswertung von Verma et al. (2013) wertet Studien, die zwischen 1966 und 2009 veröffentlicht wurden, aus. Diese beschäftigten sich mit den Überlebens- und Komplikationsraten von zahn- oder implantatgetragenen Doppelkronen. Es wurden nur Arbeiten eingeschlossen, die mindestens drei Jahre Beobachtungszeit aufwiesen. Insgesamt wurden 17 Studien für die Datenauswertung eingeschlossen.

Die betrachteten Studien wurden nach der Art der verwendeten Doppelkronen und ob Implantate enthalten waren, zusammengefasst. Es wurde unterschieden zwischen Prothesen, die auf Friktionsteleskopen, Konuskronen, modifizierten Teleskopen und nicht näher bezeichneten Teleskopen gelagert waren. Die wichtigsten Untersuchungspunkte waren die Anzahl der Pfeilerzähne bzw. der Implantate, das Durchschnittsalter der Patienten, die Beobachtungszeit und die kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne und der Prothesen.

Die kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne wurde mit Werten zwischen 82,5 % und 96,5 % nach einer Beobachtungszeit von 3,4 bis 6 Jahren angegeben. Für die zahngestützten Prothesen wurden Werte von 66,7 % bis 98,6 % nach sechs- bis zehnjähriger Beobachtungszeit angegeben. Für die mit Doppelkronen versorgten Implantate lag die Überlebenswahrscheinlichkeit zwischen 97,9 % und 100 %, für die darüber verankerten Prothesen bei 100 % nach 3 bis 10,4 Jahren (s. Tab. 4, S.20 - 21).

In der umfangreichen Literaturlauswertung von Schwindling aus dem Jahr 2015 wurde versucht, an die Arbeit von Wenz und Kern aus 2007 anzuknüpfen und auf neuere Entwicklungen im Bereich der Doppelkronen einzugehen.

Insgesamt wurden 27 Studien, die zwischen 2007 und 2015 publiziert wurden, ausgewertet. Diese wurden in zwei Gruppen unterteilt. Zehn Studien befassten sich mit ausschließlich auf Zähnen verankerten Doppelkronen. Siebzehn Studien befassten sich mit Doppelkronen, die sowohl auf Zähnen als auch auf Implantaten verankert waren.

Es wurde auch hier zwischen Friktionsteleskop, Konuskrone, Resilienzteleskop, Galvanoteleskop und Doppelkronen mit zusätzlichem Halteelement ("Marburger-Doppelkrone") unterschieden. Die wichtigsten Untersuchungspunkte waren die Anzahl der Pfeilerzähne bzw. der Implantate, die mittlere Pfeilerzahl pro Prothese, das Alter der Patienten, die Beobachtungszeit und die kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne nach der Kaplan-Meier-Methode.

Von den zehn Studien, die sich ausschließlich mit auf Zähnen verankerten Doppelkronen beschäftigten, machten sieben zur Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne und fünf zur Überlebenswahrscheinlichkeit der Prothesen Angaben. Letztere liegt durchschnittlich bei 90 % nach sieben bis zehn Jahren. Die Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne wurde zwischen 80,6 % und 95,3 % nach fünf bis sechs Jahren angegeben, ohne auf die genaue Art der Doppelkronen einzugehen.

Bei den 17 Studien, die sich mit Doppelkronen, die sowohl auf Zähnen als auch auf Implantaten verankert waren, beschäftigten, wurde die Überlebenswahrscheinlichkeit

der Pfeilerzähne zwischen 85 % und 86 % angegeben. Die der Implantate betrug zwischen 98 % und 100 %. Für die Überlebenswahrscheinlichkeit von Hybridprothesen wurden Werte zwischen 92 % und 100 % angegeben. Die der rein implantatgetragenen Prothesen lag bei ca. 100 % (s. Tab. 5, S.22 - 24).

Die von Szentpétery 2005 veröffentlichte Pilotstudie zur Langzeitbewährung von Doppelkronen im stark reduzierten Restgebiss wurde anschließend als prospektive Studie weitergeführt. Die Ergebnisse wurden 2015 veröffentlicht. Insgesamt wurden 74 Patienten mit 82 über Friktionsteleskopen verankerten Teilprothesen versorgt.

Die Überlebenswahrscheinlichkeit wurde nach der Kaplan-Meier-Methode bestimmt und lag bei den Prothesen bei $90,9 \pm 7,2$ % nach fünf Jahren und $82,6 \pm 17$ % nach zehn Jahren. Die Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne wurde nach fünf Jahren mit $90,4 \pm 5,2$ % und nach zehn Jahren mit $79,3 \pm 10,2$ % angegeben. Zusätzlich wurde für die Pfeilerzähne und Prothesen die Berechnung einer Cox-Regression durchgeführt (s. Tab. 6, S.24).

Zwischen 2016 und 2017 wurden zwei weitere Studien, zur Überlebenswahrscheinlichkeit von Doppelkronen veröffentlicht. Ishida et al. publizierten 2017 eine retrospektive Studie, deren Ziel es war, die Prognose von über Doppelkronen verankerten Teilprothesen mit der von über Klammern verankerten zu vergleichen. Es wurde für die Prothesen Gerüstfrakturen und notwendige Reparaturen erfasst. Für die Pfeilerzähne wurden Extraktionen und Komplikationen wie Dezementierung der Primärkronen, Fraktur, Karies, endodontische Probleme und Parodontalerkrankungen der Pfeilerzähne, erfasst. Die Überlebenswahrscheinlichkeiten der Prothesen und der Pfeilerzähne wurde nach der Kaplan-Meier-Methode ermittelt. Die kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit der Prothesen betrug 100 % nach fünf Jahren, die der Pfeilerzähne 96,8 %.

Schwindling et al. publizierten 2017 eine klinisch randomisierte Studie, die zwei Arten von Galvanodoppelkronen über einen Zeitraum von 36 Monaten untersuchte. Ziel war es, die Überlebenswahrscheinlichkeiten der von diesen Doppelkronen getragenen Prothesen zu ermitteln. Nach der Kaplan-Meier-Methode lag diese bei 96,4 %. Zusätzlich wurden die häufigsten Komplikationen erfasst. Bei den Pfeilerzähnen waren dies die Fraktur, endodontische Probleme und die Dezementierung von Primärkronen.

Für die Prothesen wurden Gerüstfrakturen, Versagen der Verblendung, die Notwendigkeit der Unterfütterung und der Ausfall der galvanisierten Strukturen erfasst (s. Tab. 7, S.24).

Tab. 1: Zur durchschnittlichen Verweildauer von teleskopverankerten Einstückgussprothesen mit funkenerodierten Friktionsstiften. In Anlehnung an Werdecker, 2002

Studie	n Ankerzähne	n Prothesen	n Patienten	Mittelwert Anker / Prothese	Kronentyp	Beobachtungszeit in Jahren	Patientenalter in Jahren	Überlebenswahrscheinlichkeit Ankerzähne	Überlebenswahrscheinlichkeit Prothesen
Werdecker, 2002	566	196	151	2,9	SP+FSt	6,3	62	96 % (5J) / 70 % (10J)	98 % (5J) / 80 % (10J)

Tab. 2: Bewährung von Friktionsteleskopen im stark reduzierten Restgebiss – eine Pilotstudie. In Anlehnung an Szentpétery, 2005

Studie	n Ankerzähne	n Prothesen	n Patienten	Mittelwert Anker / Prothese	Kronentyp	Beobachtungszeit in Jahren	Patientenalter in Jahren	Überlebenswahrscheinlichkeit Ankerzähne	Überlebenswahrscheinlichkeit Prothesen
Behr et al., 2000	251	k. A.	k. A.	3,4	FTK	4,6 ± 1,6 (1,2 - 6,8)	62,2 ± 11 (NU)	k. A.	k. A.
	160	k. A.	k. A.	3,7	KK	5,2 ± 1,3 (1,8 - 6,8)	62,2 ± 11 (NU)	k. A.	k. A.
Eisenburger et al., 2000	559	k. A.	k. A.	2,5	FTK	1 - 22	60,2m 58,7w (NU)	k. A.	13,6 % (2J) 50 % (7J)
Eisenburger und Tschernitschek, 1998	123	123	k. A.	k. A.	FTK	9,5	k. A.	k. A.	9,5J (50 %)
Frank, 1968	k. A.	200	k. A.	1 - 2	FTK	4	k. A.	k. A.	k. A.
Griess et al., 1998	177	84	58	2,1	FTK	von 1984-1995	49	79 % (5J) 75 % (7J)	81 %/3T (5J) 72 %/2T (5J) 37 %/1T (5J)
Jonen, 1968	67	k. A.	k. A.	2	FTK	1 - 15 Ø = 4	k. A.	k. A.	90-100 %
Meyer, 1983	50	k. A.	k.A.	k. A.	FTK	2 - 11	k. A.	k. A.	k. A.
Möser, 1997	1739	780	685	2,2	FTK	von 1970-1988	45,5 ± 12,3	93,7 % ± 1,4/5; 76,1 % ± 3,1/10; 53,4 % ± 5,1/15	89,6 % ± 2,5/5; 68,8 % ± 4,8/10; 41,6 % ± 7,0/15
Nichenig et al., 1993	398	45	k. A.	5,9	FTK	4	58	88 % (5J)	k. A.

Studie	n Ankerzähne	n Prothesen	n Patienten	Mittelwert Anker / Prothese	Kronentyp	Beobachtungszeit in Jahren	Patientenalter in Jahren	Überlebenswahrscheinlichkeit Ankerzähne	Überlebenswahrscheinlichkeit Prothesen
Nichenig und Kerschbaum, 1995	402	105	85	3,8	FTK	12 5 ± 2,8	43,4 ± 6,3	95 %	87 %
Reitemeier und Reitemeier, 1976	180	67	57	2,7	FTK/RTK	2 - 11	55 (NU)	alle T = 4,75J / SRR = 5,75	≈5,33J
Roszbach, 1971	141	k. A.	k. A.	1,4	FTK	von 1964-1968	k. A.	k. A.	k. A.
Singer, 1965	k. A.	213	k. A.	k. A.	FTK	von 1959-1964	k. A.	k. A.	k. A.
Stark und Schrenker, 1998	258	68	68	3,8	FTK	6J	60	90 % (6J)	k. A.
Vosbeck, 1989	316	111	k. A.	2,1	FTK	3,8J (1Mo-11,6J)	58	98,1 %	99,1 %
Szentspétery, 2005	26	13	12	2	FTK	3	62,9	100 %	100 %
Coca und Klimek, 2002	236	k. A.	k. A.	2,6	RTK	Ø = 6,5	k. A.	73 %	k. A.
Coca et al., 2000	236	k. A.	k. A.	2,6	RTK	2 - 11	k. A.	OK: 86 % n. Ø 3,4J / UK: 92 % n. Ø 4,5J	k. A.
Hoffman und Ludwig, 1973	163	k. A.	k. A.	2,3	RTK	2 - 8	k. A.	k. A.	k. A.
Körber et al., 1978	261	110	k. A.	2,3	RTK	1 - 11 (min 1)	35-85 (5 Gruppen)	k. A.	k. A.
Pöggeler, 1995	236	106	92	2,2	RTK	2 - 11 (MW 3,1)	66,25 ± 8,8	OK: 86 % / UK: 92 %	k. A.
Reitemeier und Reitemeier, 1976	180	67	57	2,7	FTK/RTK	2 - 11	55 (NU)	alle T = 4,75J / SRR = 5,75	≈5,33J
Wenz et al., 1999	260	k. A.	k. A.	5,7	RTK	3,7 ± 3,5	55,2 ± 10,3	95,2 % (5J) 91,1 % (10J)	k. A.
	132	65	k. A.	2,03	RTK+TK-Snap	3,9 ± 3,4	59,2 ± 13,4	91,3 % (5J) 86,5 % (10J)	k. A.
Wenz et al., 2001	316 (≥4P)	55 (≥4P)	k. A.	5,8 ± 1,5	RTK+TK-Snap	4,0 ± 3,7 (max. 14,4)	54,5 ± 11	97 % (5J) 85 % (10J)	84 % (5J) 66 % (10J) (alle P noch da)
	144 (≤3)	70 (≤3)	k. A.	2,1 ± 0,7	RTK+TK-Snap	4,2 ± 3,6 (max. 14,1)	58,5 ± 13,3	89 % (5J) 76 % (10J)	3 % (5J) 6 % (10J) (alle P verloren)

Studie	n Ankerzähne	n Prothesen	n Patienten	Mittelwert Anker / Prothese	Kronentyp	Beobachtungszeit in Jahren	Patientenalter in Jahren	Überlebenswahrscheinlichkeit Ankerzähne	Überlebenswahrscheinlichkeit Prothesen
Behr et al., 2000	251	k. A.	k. A.	3,4	FTK	4,6 ± 1,6 (1,2 - 6,8)	62,2 ± 11 (NU)	k. A.	k. A.
	160	k. A.	k. A.	3,7	KK	5,2 ± 1,3 (1,8 - 6,8)	62,2 ± 11 (NU)	k. A.	k. A.
Bergman et al., 1997	78	18	18	4 (Median)	KK	6 - 7,5	68,6 (NU)	k. A.	78,3 % (6- 7,5J)
Gernet et al., 1983	k. A.	190	139	k. A.	KK	von 1971-1978	k. A.	k. A.	64,3 % >5J
Heners und Walther, 1988	2793	871	k. A.	3,2 (1-8)	KK	1Mo - 9J; Ø = 3,62J	k. A.	k. A. (96,1%)	k. A.
Heners und Walther, 1988a	2183	k. A.	690	1 - >4	KK	von 1982-1986 (1-6J)	k. A.	k. A. (96,7 %)	k. A.
	263	158	158	1 - 2	KK	von 1982-1986 (1-6J)	k. A.	(94,7 %)	k. A.
Heners und Walther, 1990	2094	671	558		KK				
	655	k. A.	233	2,8	KK	2 - 7	k. A.	94 % (5J)	k. A.
	894	k. A.	188	4,8 ≥ 4	KK	2 - 7	k. A.	91 % (5J)	k. A.
	545	k. A.	249	2,2	KK	2 - 7	k. A.	78 % (5J)	k. A.
Hulten et al., 1993	188	62	57	3 (± 1,5) (1-6)	KK	von 1983-1988 (40Mo)	67 ± 10,3 (NU)	82,4 %	81 % in Fkt; 19 % aus Fkt
Igaraschi und Goto, 1997	614	152	k. A.	k. A.	KK	von 1974-1992 (Ø = 6,5, min 10)	62 (NU)	86,3 % (12J)	k. A.
Walther et al., 2000	2714	803	659	k. A.	KK	von 1983-1997	57,4 ± 11,5	96,3-59,3 %	k. A.

Tab. 3: Langzeitbewährung von Doppelkronen.
In Anlehnung an Wenz und Kern, 2007

Studie	n Ankerzähne	n Prothesen	n Patienten	Mittelwert Anker / Prothese	Kronentyp	Beobachtungszeit in Jahren	Patientenalter in Jahren	Überlebenswahrscheinlichkeit Ankerzähne	Überlebenswahrscheinlichkeit Prothesen
Rehmann et al., 2006	1758	k. A.	k. A.	3,2	FTK	5,3 ± 2,9	58 ± 11	94 % (5J) 85 % (8J)	k. A.
	873 (≥4P)	k. A.	k. A.	4,5	FTK	5,3 ± 2,9	58 ± 11	92-99 % (5J) 85-98 % (8J)	k. A.
	848 (≤3)	k. A.	k. A.	2,4	FTK	5,3 ± 2,9	58 ± 11	65-94 % (5J) 63-89 % (8J)	k. A.
Mock et al., 2005	299	92	k. A.	3,3	FTK	7,4	62	86 % (5J) 72 % (10J)	k. A.
Stark und Schrenker, 1998	258	k. A.	k. A.	3,8	FTK	6J	60	90 % (6J)	k. A.
Möser, 1997	1739	k. A.	k. A.	2,2	FTK	von 1970-1988	45 ± 12	96 % (5J) 84 % (10J)	k. A.
Nichenig und Kerschbaum, 1995	402	k. A.	k. A.	4	FTK	5 ± 2,8	43 ± 6	95 % (5J) 81 % (8J)	k. A.
Wagner und Kern, 2000	311	k. A.	k. A.	3,1	KK	10	65 ± 13 (NU)	73,6 % (10J) (mittlere Überlebensrate, nicht KM)	k. A.
Igarashi und Goto, 1997	674	k. A.	k. A.	k. A.	KK	12 (min. 10)	62 (NU)	86 % (12J) (mittlere Überlebensrate, nicht KM)	k. A.
	62 (< P)	k. A.	k. A.	k. A.	KK	12 (min. 10)	62 (NU)	65 % (12J) (mittlere Überlebensrate, nicht KM)	k. A.
Bergman et al., 1996	78	k. A.	k. A.	4	KK	6,1 - 7,7	68,6 (NU)	91 % (mittlere Überlebensrate, nicht KM)	k. A.

Studie	n Ankerzähne	n Prothesen	n Patienten	Mittelwert Anker / Prothese	Kronentyp	Beobachtungszeit in Jahren	Patientenalter in Jahren	Überlebenswahrscheinlichkeit Ankerzähne	Überlebenswahrscheinlichkeit Prothesen
Hulten et al., 1993	188	k. A.	k. A.	3	KK	3,3 ± 1,5	67 ± 10 (NU)	82 % (mittlere Überlebensrate, nicht KM)	k. A.
Heners und Walther, 1990	655 (2-5P)	k. A.	k. A.	2,8	KK	2 - 7	k. A.	94 % (5J)	k. A.
	894 (≥4P)	k. A.	k. A.	4,8	KK	2 - 7	k. A.	91 % (5J)	k. A.
	545 (≤3)	k. A.	k. A.	2,2	KK	2 - 7	k. A.	78 % (5J)	k. A.
Wenz et al., 2001	316 (≥4P)	k. A.	k. A.	5,8	SP	4 ± 3,7 (max. 14,4)	55 ± 11	97 % (5J) 85 % (10J)	k. A.
	144 (≤3)	k. A.	k. A.	2,1	SP	4,2 ± 3,6 (max.14,1)	59 ± 13	89 % (5J) 76 % (10J)	k. A.
Coca, 2000	236	k. A.	k. A.	2,2	SP	2 - 11	66 ± 9 (NU)	90 % (5J) 71 % (7J)	k. A.

Tab. 4: Systematic Review of the Clinical Performance of Tooth-Retained and Implant-Retained Double Crown Prosthesis with a Follow-Up of ≥3 Years.
In Anlehnung an Verma et al., 2013

Studie	n Ankerzähne	n Prothesen	n Patienten	Mittelwert Anker / Prothese	Kronentyp	Beobachtungszeit in Jahren	Patientenalter in Jahren	Überlebenswahrscheinlichkeit Ankerzähne	Überlebenswahrscheinlichkeit Prothesen
Mock et al., 2005	299	92	92	k. A.	FTK	7,4	62	97,8 % (1J) 86,3 % (5J) 72,4 % (10J)	k. A.
Wöstmann et al., 2007	1758	554	463	k. A.	FTK	5,3 ± 2,9	58,8	95,3 % (5J)	95,1 % (5J) 70,9 % (1Z) 90,4 % (2Z) 95 % (3Z) 97,9 % (4Z)
Wagner und Kern, 2000	311	51	74	k. A.	KK	10	64,6	26,4 % Misserfolg	33,3 % Misserfolg
Walther, 1995	2478	787	655	k. A.	KK	8	58,8	k. A.	k. A.
Hulten et al., 1993	188	62	57	k. A.	KK	3,4	67	17,5 % Misserfolg	19,3 % Misserfolg
Igarashi und Goto, 1997	530	152	k. A.	k. A.	KK	12	62	13,7 % Misserfolg	12,8 % Misserfolg

Studie	n Ankerzähne	n Prothesen	n Patienten	Mittelwert Anker / Prothese	Kronentyp	Beobachtungszeit in Jahren	Patientenalter in Jahren	Überlebenswahrscheinlichkeit Ankerzähne	Überlebenswahrscheinlichkeit Prothesen
Piwowarczyk et al., 2007	445	97	97	k. A.	KK	4,9 ± 2,8	59,8	6,7 % Misserfolg	5,1 % Misserfolg
Stark und Schrenker, 1998	258	68	68	k. A.	KK	6	60	90 % (6J)	1,4 % Misserfolg
Bergman et al., 1996	78	18	18	k. A.	KK	6,1 - 7,8	68,6	8,7 % Misserfolg	78,3 % (6,1-7,8J) 30,7 % Misserfolg
Reitmeier und Reitmeier, 1976	180	67	57	k. A.	KK	4,9	55	17,2 % Misserfolg	0 % Misserfolg
Behr et al., 2000	251	74	117 gesamt	k. A.	FTK	4,6	62,2 gesamt	k. A.	5,4 % Zahnfrakturen
	160	43	117 gesamt	k. A.	KK	5,2	62,2 gesamt	k. A.	6,9 % Zahnfrakturen
Widbom et al., 2004	368	75	72	k. A.	KK + Zapfen	3,8	67	7 % Misserfolg	1,3 % Misserfolg
Saito et al., 2002	132	27	22	k. A.	k. A.	8,1 ± 2,4	52,1	11,4 % Misserfolg	k. A.
Coca et al., 2000	236	106	92	k. A.	k. A.	2 - 11	30 - >80	86 % UK / 92 % OK / 13,9 % Misserfolg	521,5 % Fraktur
Eitner et al., 2008	154	58	58	k. A.	k. A.	3,4 ± 1,8	>62	5,2 % Impl. Misserfolg	k. A.
Heckmann et al., 2004	46	23	23	k. A.	k. A.	10,4	74,1	2,1 % Impl. Misserfolg	0 % Misserfolg
Krennmair et al., 2006	24	12	12	k. A.	k. A.	3	63,2	0 % Misserfolg	0 % Misserfolg

Tab. 5: *Wie erfolgreich sind Doppelkronen heute? – Eine systematische Literaturrecherche. In Anlehnung an Schwindling, 2015*

Studie	n Ankerzähne	n Prothesen	n Patienten	Mittelwert Anker / Prothese	Kronentyp	Beobachtungszeit in Jahren	Patientenalter in Jahren	Überlebenswahrscheinlichkeit Ankerzähne	Überlebenswahrscheinlichkeit Prothesen
Stober et al., 2015	217	k. A.	k. A.	3,6	Galvano, KK	6	64 ± 9	91 % (Konus) 85 % (Galvano)	97 % (Konus) 77 % (Galvano)
Schwindling et al., 2014	385	k. A.	k. A.	OK: 2,97 / UK: 3,65	FTK, KK, RTK	7	69 ± 9,2	k. A.	93,80 %
Stober et al., 2012	217	k. A.	k. A.	3,6	Galvano, KK	3	64 ± 9	97,3 % (Konus) 96,2 % (Galvano)	100 % (Konus) 93,3 % (Galvano)
Szentpétery et al., 2012	173	k. A.	k. A.	(< 4)	FTK	5	66	80,60 %	k. A.
Szentpétery et al., 2010	173	k. A.	k. A.	(< 4)	FTK	3	64,8	87,50 %	k. A.
Hahnel et al., 2012	1807	k. A.	k. A.	3,1	FTK, KK, RTK	FTK: 3,9 ± 3,8; KK: 8,9 ± 5,2; RTK: 2,8 ± 2,8	64,9 ± 11,4		k. A.
Behr et al., 2009	1807	k. A.	k. A.	3,1	FTK, KK, RTK	10	k. A.	k. A.	98,8 % (FTK), 92,9 % (KK), 86,6 % (RTK)
Dittmann und Rammelsberg, 2008	385	k. A.	k. A.	3,54	FTK, KK, RTK	6,26	63 ± 9,4	91,20 %	k. A.
Wöstmann, 2007	1758	k. A.	k. A.	k. A.	FTK	5	58,8 ± 11,2	95,30 %	95,10 %
Piwowarczyk et al., 2007	445	k. A.	k. A.	k. A.	KK	4,9 ± 2,8	59,8 ± 8,4	93,30 %	k. A.
Frisch et al., 2015	0 Z. / 112 I.	k. A.	k. A.	4 Impl.	MDC	5,64 ± 3,50	63,45 ± 7,18	98,75 %	100 %

Studie	n Ankerzähne	n Prothesen	n Patienten	Mittelwert Anker / Prothese	Kronentyp	Beobachtungszeit in Jahren	Patientenalter in Jahren	Überlebenswahrscheinlichkeit Ankerzähne	Überlebenswahrscheinlichkeit Prothesen
Rinke et al., 2015	24 Z. / 27 I.	k. A.	k. A.	3,6 Zahn	MDC	5,84 ± 3	66,05 ± 9,01	100 % Impl. / 85,19 % Zähne	100 %
Frisch et al., 2015	66 Z. / 60 I.	k. A.	k. A.	k. A.	MDC	6,12 ± 3,80	71,66 ± 8,04	98,36 % Impl. / 86,36 % Zähne	100 %
Ramelsberg et al., 2014	107 Z. / 234 I.	k. A.	k. A.	4,7	k. A.	2,7	65,4	92-85 %	k. A.
Romaos et al., 2014	k.A. Z. / 117 I.	k. A.	k. A.	4 - 6 Impl. pro Kiefer	k. A.	54,42 ± 15,68 Mo.	57,04 ± 8,87	94,02 %	100 %
Schwarz et al., 2014	102 Z. / 209 I.	k. A.	k. A.	4,7	Galvano	3,4 ± 1,9	65,2 ± 8,9	k. A.	100-93,3 %
Zou et al., 2013	0 Z. / 120 I.	k. A.	k. A.	4 Impl.	k. A.	3	60,4	100 %	100 %
Zou et al., 2013	0 Z. / 217 I.	k. A.	k. A.	4 - 5	FTK	5 - 8	57,75	100 %	k. A. alle vorhanden
Frisch et al., 2013	0 Z. / 102 I.	k. A.	k. A.	4 Impl.	MDC	14,1 ± 2,8	60,1 ± 9,8	98,80 %	77,30 %
Pietruski et al., 2012	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	Galvano, KK	5,2	49,5	k. A.	k. A.
Krennmair et al., 2012	0 Z. / 204 I.	k. A.	k. A.	51x4	FTK	3	59,6 ± 8,3	k. A.	k. A.
Bernhart et al., 2012	44 Z. / 40 I. / 84 II.	k. A.	k. A.	5,3 ± 1,34 Z.; 3,5 ± 1,32 I.; 4,4 ± 0,9 II.	Galvano	2	63,3 ± 8,8	2I. verl. (ÜR:82/84) ZZ:2Z. verl. (ÜR:k.A.) ZI:100 %	100 %
Krennmair et al., 2011	0 Z. / 50 I.	k. A.	k. A.	2x25	MDC	5	62,4 ± 9,1	100 %	k. A. alle vorhanden

Studie	n Ankerzähne	n Prothesen	n Patienten	Mittelwert Anker / Prothese	Kronentyp	Beobachtungszeit in Jahren	Patientenalter in Jahren	Überlebenswahrscheinlichkeit Ankerzähne	Überlebenswahrscheinlichkeit Prothesen
Eitner et al., 2008	0 Z. / 328 I.	k. A.	k. A.	2,8 Impl.	FKT	3,4 ± 1,8	62	Steg-Impl.: 6,5 % verl.; TK-Impl.: 5,2 % verl.	k. A.
Nickenig et al., 2008	449 Z. / 459 I.	k. A.	k. A.	k. A.	FKT	6,7	51,3	3 Impl. verl. und 23 Zähne	k. A.
Krennmair et al., 2007	48 Z. / 60 I.	k. A.	k. A.	2,9 Impl. / 2,2 Zahn	MDC	38 Mo.	63,7 ± 7,9	100 % Impl. / 100 % Zähne	100 %
Weng und Richter, 2007	16 Z. / 28 I.	k. A.	k. A.	2 Impl. / 2 Zahn	Galvano	25,6 Mo.	57,9	5/28 Impl. verl. / 0 Zähne verl.	48,9 % Impl. / 100 % Zähne

Tab. 6: *Das stark reduzierte Restgebiss: Versorgung mit Teleskopprothetik
In Anlehnung an Szentpétery und Setz, 2015*

Studie	n Ankerzähne	n Prothesen	n Patienten	Mittelwert Anker / Prothese	Kronentyp	Beobachtungszeit in Jahren	Patientenalter in Jahren	Überlebenswahrscheinlichkeit Ankerzähne	Überlebenswahrscheinlichkeit Prothesen
Szentpétery und Setz, 2015	173	82	74	2,1	FTK	von 2002-2012 (max.10)	66	90,4 ± 5,2 % (5J) / 79,3 ± 10,2 % (10J)	90,9 ± 7,2 % (5J) / 82,6 ± 17 % (10J)

Tab. 7: *Studien nach 2015
In Anlehnung an Schwindling et al., 2017 und Ishida et al., 2017*

Studie	n Ankerzähne	n Prothesen	n Patienten	Mittelwert Anker / Prothese	Kronentyp	Beobachtungszeit in Jahren	Patientenalter in Jahren	Überlebenswahrscheinlichkeit Ankerzähne	Überlebenswahrscheinlichkeit Prothesen
Schwindling et al., 2017	243	60	56	4	Galvano	3	61	k. A. (5 Zähne extrahiert)	96,4 % (3J)
Ishida et al., 2017	144	52	52	2,77	KK, RTK, Galvano	38,0 ± 20,3 Mo.	64,73 ± 1,34	96,8 % (5J) (3 Zähne extrahiert)	100 % (5J)

1.5 Einteilung von Lückengebissituationen und Problematiken des stark reduzierten Restgebisses

Über die Hälfte der in der Zahnklinik eingegliederten Prothesen mit Doppelkronenverankerung wurde in stark reduzierten Restgebissen eingegliedert. Das stark reduzierte Restgebiss ist dadurch gekennzeichnet, dass in einem Kiefer weniger als vier, also maximal drei Restzähne verblieben sind (Niedermeier, 1996).

Bei Vorliegen eines stark reduzierten Restgebisses, welches eine dentale Prothesenverankerung zulässt, sehen die Krankenkassen in der Befundklasse 4.6. als Regelversorgung die über Doppelkronen verankerte Prothese vor (Gemeinsamer Bundesausschuss, 2016).

Die Lückengebissklassifikation nach Steffel (1962) eignet sich am besten, das statisch ungünstige stark reduzierte Restgebiss zu klassifizieren. Diese Lückengebissklassifikation teilt Lückengebissituationen nach ihren Abstützungsmöglichkeiten ein. Abhängig davon, wie viele Restzähne im Kiefer noch vorhanden sind und an der Abstützung der Prothese teilnehmen, wird ein Zahnersatz beim Kauen unterschiedlich ausgelenkt. Die Prothesenkinematik entscheidet darüber, wie stabil ein Zahnersatz gelagert ist. Diese Stabilität kann entsprechend der Steffelklasse abgeleitet werden.

Klasse A beschreibt eine punktuelle Abstützung auf einem einzigen Zahn. Dieser wird beim Kauen nach mehreren Seiten bis hin zur Rotation belastet.

Klasse B beschreibt eine linear-periphere Abstützung, auf mindesten zwei Zähnen, wobei mehr Zähne in einer Reihe möglich sind. Beim Kauen werden diese Zähne zur Gegenseite hin belastet.

Klasse C beschreibt eine linear-transversale Abstützung auf zwei Zähnen. Klasse D beschreibt eine linear-diagonale Abstützung auf zwei Zähnen. Diese beiden Klassen können zusammengefasst werden, da beide die beidseitige Auslenkung der belasteten Zähne, ähnlich einer Wippe, beschreiben.

Klasse E beschreibt eine trianguläre Abstützung auf drei Zähnen. Durch die Verteilung der drei Zähne im Kiefer ergibt sich ein Unterstützungspolygon. Bei Belastung außerhalb des Stützfeldes kommt es zu Rotationen über die entstehenden Drehachsen der Prothese.

Klasse F beschreibt eine quadranguläre Abstützung auf vier Zähnen, wodurch sich ein stabileres Unterstützungspolygon ergibt. Greifen Druckkräfte innerhalb des Stützfeldes an, kommt es nicht zur Rotationen der Prothese. Greifen Kräfte außerhalb des Polygons an, entsteht eine Drehachse an den entsprechenden Zähnen, über die die Prothese rotiert (Steffel, 1962); (s. Abb. 2, S.26).

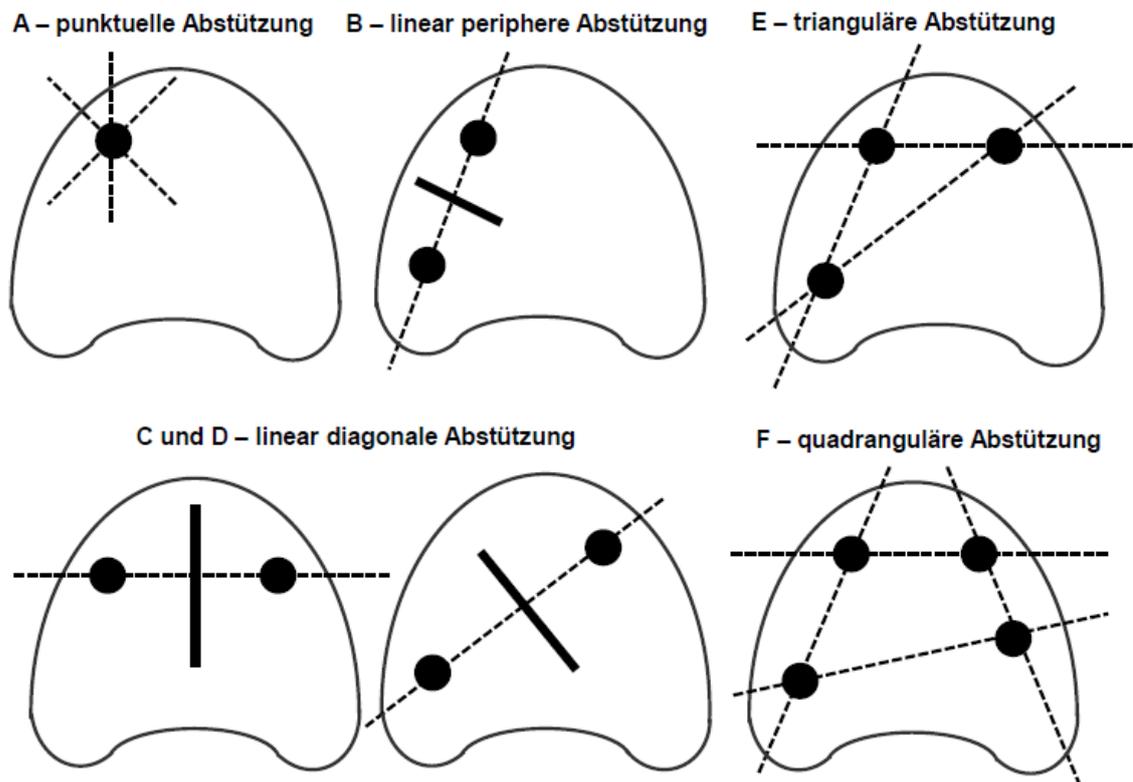


Abbildung 2: Schema der Lückengebissklassen nach Steffel (1962)

2. Ziel der Arbeit

Primärziel

Das Ziel dieser Studie ist die Untersuchung der Überlebensdauer von über EMF-Doppelkronen mit Friktionsstiften verankerten Prothesen und deren Ankerzähnen.

Sekundärziel

Außerdem sollen die Gründe, die zum Verlust der Ankerzähne und somit zum Versagen der gesamten Prothese führten, erfasst werden.

Zielgrößen

primär

- Zeitpunkt des Versagens des Ankerzahnes – Zahn wird extrahiert oder dekapitiert
- Zeitpunkt des Versagens der Prothese - Prothese untragbar bzw. nur noch als Totalprothese tragbar

sekundär

- Notwendigkeit der Nachbehandlung von Ankerzähnen
- Notwendigkeit der Nachaktivierung der Prothese (Friktionsstifte)
- Notwendigkeit der Erweiterung der Prothese
- Notwendigkeit der Unterfütterung der Prothese

3. Material und Methodik

3.1 Untersuchungsdesign

In dieser Untersuchung werden Prothesen, die im Zeitraum von 2006 bis Anfang 2016 im Department für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg eingegliedert wurden, untersucht. Die Prothesen wurden im Rahmen des studentischen Behandlungskurses oder durch Zahnärzte der Klinik eingegliedert.

Alle Arbeiten wurden im Dentallabor Rübeling+Klar GmbH (Berlin, D) angefertigt.

Aus den Abrechnungsunterlagen wurden alle Patienten ermittelt, bei denen im Zeitraum zwischen 2006 und 2016 entweder die BEMA-Position 91d oder die GOZ-Position 504/5040 abgerechnet wurde. Diese Positionen identifizieren die eingegliederte Arbeit eindeutig als Doppelkronenprothese.

Die Krankenakten der betreffenden Patienten wurden aus der Kartei und dem zentralen Krankenkartenarchiv gesichtet, um die erfolgten Behandlungen nachvollziehen zu können und die relevanten Daten zu erheben.

Falls Akten nicht auffindbar waren, wurden die entsprechenden Daten aus dem Klinikabrechnungsprogramm High-Dent (CompuGroup Medical Deutschland AG, Koblenz, D) entnommen.

Da Doppelkronen mit funkenerodiertem Friktionsstift ausschließlich durch Rübeling+Klar GmbH (Berlin, D) gefertigt werden, mussten Arbeiten aus anderen zahntechnischen Laboren ausgeschlossen werden. Dazu wurde in allen Patientenakten geprüft, ob das ausführende zahntechnische Labor benannt wurde. Die Fa. Rübeling+Klar GmbH (Berlin, D) erstellte eine Liste der von ihnen in den letzten zehn Jahren an die Klinik gelieferten Teilprothesen mit Doppelkronen. Wenn in der Patientenakte das Labor nicht vermerkt war, der Patient bzw. die ihm zugeordnete Arbeit aber durch Rübeling+Klar GmbH (Berlin, D) gelistet war, wurde dieser Fall in die Untersuchung aufgenommen.

Bei unklaren Fällen, deren Patientenakte nicht aussagekräftig war und die nicht auf der Liste von Rübeling+Klar GmbH (Berlin, D) erschienen, wurde die Technikrechnung für eine eindeutige Zuordnung der Arbeit herangezogen.

Beschreibung der einzuschließenden Patienten

Erfasst wurden alle Patienten der Zahnklinik, die mit CoCrMo-Doppelkronen mit Friktionsstift versorgt wurden. Dies inkludiert auch Patienten, die nicht in der Univ.-Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik versorgt wurden, da diese Art der Doppelkronen auch durch andere Abteilungen und deren Zahnärzte eingesetzt wird.

Erfassungszeitraum

Seit 2006 werden in der Univ.-Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik Doppelkronen mit funkenerodierten Friktionsstift zur Versorgung von Patienten eingesetzt. Aus diesem Grund wurden die entsprechenden Daten der zwischen 2006 bis Anfang 2016 versorgten Patienten erfasst.

Datenerfassung und Speicherung

Die aus den Patientenakten extrahierten Daten wurden zunächst in das Tabellenkalkulationsprogramm „Microsoft Office Excel 2010“ (Microsoft Corp., USA) aufgenommen.

Zu einem späteren Zeitpunkt wurde eine Datenbank mit „Microsoft Office Access 2010“ (Microsoft Corp., USA) angelegt. Damit wurden die Datenerfassung und die spätere Überführung in eine Statistiksoftware vereinfacht.

Zur statistischen Auswertung wurden die erhobenen Daten in das Programm „Statistical Package for the Social Sciences“, Version 22.00 (SPSS Science Inc., USA) übertragen.

3.2 Statistische Auswertverfahren

Die Überlebensraten der mit Doppelkronen versorgten Ankerzähne und der Prothesen wurden nach der Kaplan-Meier-Methode bestimmt. Zusätzlich wurden die das Überleben beeinflussenden Faktoren mit Hilfe der Cox-Regression näher betrachtet.

Das kumulative Überleben nach Kaplan-Meier wurde jeweils für 60 Monate angegeben. Zur besseren Übersicht wurden alle Diagramme grafisch bei 60 Monaten begrenzt. Die deskriptive Statistik bezieht sich auf den gesamten Beobachtungszeitraum.

Für die allgemeine Analyse der Ausgangsdaten wurden zunächst die deskriptiven Maße wie Stichprobenumfang, Gruppenmittelwert, Minimum und Maximum sowie das 95 %-Konfidenzintervall angegeben.

Die grafischen Darstellungen der Ergebnisse in Form von Diagrammen wurden mit dem SPSS-Programm erstellt.

3.3 Fragestellungen

1. Welche Überlebenswahrscheinlichkeit besteht für die Prothesen, die über CoCrMo-Doppelkronen mit Friktionsstift verankert wurden?
2. Welche Überlebenswahrscheinlichkeit besteht für die Ankerzähne, die mit CoCrMo-Doppelkronen mit Friktionsstift versorgt wurden?
3. Wie beeinflussen die erhobenen Parameter die Überlebenswahrscheinlichkeit sowohl der Ankerzähne als auch der Prothesen?
4. Wie unterscheiden sich die Überlebenswahrscheinlichkeiten im stark reduzierten Restgebiss gegenüber Gebissen mit größerer Anzahl an Ankerzähnen?
5. Wie häufig wurden Prothesen unterfüttert?
6. Wie häufig wurden die Friktionsstifte nachaktiviert?
7. Wie häufig kam es zu Frakturen an den Ankerzähnen?
8. Wie häufig mussten Reparaturen an den mit Doppelkronen versorgten Zähnen durchgeführt werden?
9. Wie häufig mussten endodontische Behandlungen an den mit Doppelkronen versorgten Zähnen durchgeführt werden?

3.4 Auflistung und Beschreibung der zu erfassenden Daten

Im Einzelnen werden folgende Daten bei der Untersuchung erhoben:

- durch die Datenbank vergebene fortlaufende Fallnummer
- Geburtsdatum des Patienten
- Geschlecht des Patienten
- Versorgter Kiefer
- Datum der Inkorporation der Prothese
- Datum der letzten zahnärztlichen Kontrolle (01-Befund)
- Steffelklasse des versorgten Kiefers
- Anzahl der Aktivierungen der Friktionsstifte
- Design der Prothese
- Anzahl der in der Prothese befindlichen Doppelkronen
- Anzahl der in der Prothese befindlichen Wurzelstiftkappen
- Anzahl der in der Prothese befindlichen Implantate
- Anzahl der in der Prothese befindlichen Klammern
- Gesamtanzahl der Halteelemente
- Anzahl verloren gegangener Halteelemente
- Anzahl der Unterfütterungen
- Zustand der Prothese
- Datum des Funktionsverlustes der Prothese
- Position der Ankerzähne nach FDI-Schema
- Vitalität der Ankerzähne
- Wurzelkanalbehandlung von Ankerzähnen vor der Versorgung
- Wurzelkanalbehandlung von Ankerzähnen nach der Versorgung
- Datum der Wurzelkanalbehandlung des Ankerzahns nach der Versorgung
- Datum einer Wurzelspitzenresektion von Ankerzähnen
- Grund und Datum der Reparatur einer Doppelkrone
- Art und Datum der ausgeführten Reparatur
- Art und Datum der Folgeversorgung ankerspezifisch
- Grund und Datum für ein Versagen der Doppelkrone
- Zustand der Ankerzähne

4. Ergebnisse

4.1 Beschreibung der Patienten

4.1.1 Geschlechterverteilung

Insgesamt konnten in dieser Untersuchung 233 Patienten mit 278 Prothesen auf 773 Ankerzähnen betrachtet werden. Davon waren 122 Patienten männlich und 111 weiblich. Dies entspricht rund 52,4 % männlichen und 47,6 % weiblichen Patienten.

4.1.2 Patientenalter bei Eingliederung

Der jüngste Patient, bei dem eine Teilprothese eingegliedert wurde, war 24,5 Jahre alt. Der älteste war 87,3 Jahre alt. Im Mittel waren die Patienten 62 Jahre alt. Der Altersmedian lag bei 61,85 Jahren.

4.1.3 Beobachtungszeitraum

Die Prothesen wurden über einen Zeitraum von durchschnittlich 39,5 Monaten, also ca. 3,3 Jahren beobachtet. Die maximale Beobachtungszeit lag bei 103,5 Monaten, also ca. 8,6 Jahren.

4.2 Beschreibung der Teilprothesen

4.2.1 Verteilung der Prothesen nach Geschlecht und Kiefer

Von den 278 Prothesen wurden 147 Prothesen bei Männern und 131 Prothesen bei Frauen eingegliedert, was einer prozentualen Verteilung von rund 52,9 % zu 47,1 % entspricht.

Bei den männlichen Patienten befanden sich 66 Prothesen im Oberkiefer und 81 im Unterkiefer. Bei den weiblichen Patienten 66 Prothesen im Oberkiefer und 65 im Unterkiefer.

Insgesamt wurden 132 der 278 Prothesen im Oberkiefer eingegliedert und 146 im Unterkiefer. Dies entspricht einer Verteilung von 47,5 % im Oberkiefer zu 52,5 % im Unterkiefer.

4.2.2 Verteilung der Prothesen unter Verwendung der Lückengebissklassifikation nach Steffel

Um die 278 Prothesen in Bezug auf die Pfeilertopografie zu unterteilen, wurden diese mit Hilfe der Lückengebissklassifikation nach Steffel und nach der Anzahl der im Kiefer verbliebenen Zähne in zwei Gruppen unterteilt.

144 Prothesen befanden sich in stark reduzierten Restgebissen [SRR], also Lückengebissen mit weniger als vier Ankerzähnen. Diese entsprechen den Steffelklassen A bis E.

Die restlichen 134 Prothesen, die sich nicht in einem SRR befanden, enthielten entweder mehr als drei Ankerzähne oder im Kiefer befanden sich noch Zähne, die nicht im Zahnersatz eingearbeitet waren. Beispiel hierfür ist eine anteriore Restbezahnung. Außerdem wurden zu dieser Gruppe alle Prothesen gezählt, die weitere Halteelemente wie Wurzelstiftkappen oder Klammern enthielten.

Betrachtet man die Versorgungen detailliert, waren 30 Prothesen auf einem einzigen Ankerzahn, also punktuell abgestützt. Dies entspricht der Klasse A.

Sechszwanzig Prothesen waren auf mindestens zwei Zähnen linear peripher abgestützt, was der Klasse B entspricht. Fälle mit drei Zähnen in einer Linie zählen auch zu dieser Klasse.

Zu den Klassen C und D waren 34 Prothesen mit einer linear diagonalen Abstützung zuzuordnen.

Vierundvierzig Prothesen waren auf drei Zähnen triangulär abgestützt, was Klasse E entspricht.

Zwölf Prothesen mit quadrangulärer Abstützung wurden Klasse F zugeordnet.

4.2.3 Prothesendesign

Zweihundertdreißig Prothesen waren ausschließlich durch Doppelkronen auf natürlichen Zähnen gelagert. Achtundzwanzig Prothesen hatten zusätzlich Klammern und 15 Wurzelstiftkappen als weiteres Verankerungselement. Weitere fünf Prothesen waren zwar auf Doppelkronen gelagert, besaßen aber neben den natürlichen Ankerzähnen noch Implantate.

4.3 Beschreibung der Doppelkronen tragenden Ankerzähne

Durchschnittlich waren die Prothesen auf ca. 2,78 Ankerzähnen gelagert.

4.3.1 Verteilung der Doppelkronen tragenden Ankerzähne nach Geschlecht und Kiefer

Von den 773 Doppelkronen waren 416 bei Männern und 357 bei Frauen eingegliedert. Dies entspricht einer prozentualen Verteilung von rund 53,8 % zu 46,2 %.

Bei den Männern waren 192 Doppelkronen im Oberkiefer und 224 im Unterkiefer zu finden. Bei den Frauen befanden sich 184 im Oberkiefer und 173 im Unterkiefer.

Insgesamt waren also 376 Doppelkronen in Oberkiefern eingegliedert und 397 in Unterkiefern. Dies entspricht einer Verteilung von 48,6 % im Oberkiefer zu 51,4 % im Unterkiefer.

4.3.2 Sensibilität der Doppelkronen tragenden Ankerzähne

Von den 773 beobachteten Zähnen zeigten sich vor der Versorgung mit Doppelkronen 689 Zähne sensibel, 84 hingegen nicht.

4.3.3 Endodontische Maßnahmen vor Überkronung

Von den 84 nicht sensiblen Zähnen wurden vor Überkronung 81 Zähne wurzelkanalbehandelt. Vierunddreißig Zähne wurden ausschließlich wurzelgefüllt. Siebenundvierzig erhielten neben der Wurzelfüllung einen Stiftaufbau. Drei weitere Zähne erhielten keine endodontische Vorbehandlung. Diese drei Zähne wurden somit als vital betrachtet, deshalb wird im weiteren Verlauf von 692 vitalen und 81 wurzelkanalbehandelten Zähnen gesprochen.

4.3.4 Position der Doppelkronen tragenden Ankerzähne nach FDI-Schema

Von den 773 Ankerzähnen waren am häufigsten die Zähne 33 mit 13,5 % und 43 mit 12,4 % der Gesamtanzahl anzutreffen.

Am zweithäufigsten waren die Zähne 13 mit 8,3 % und 23 mit 9,1 % vertreten.

Die Unterkiefer-Prämolaren folgten an dritter Stelle, wobei 34 mit 8 % und 44 mit 6,7 % vertreten war (s. Abb. 3).

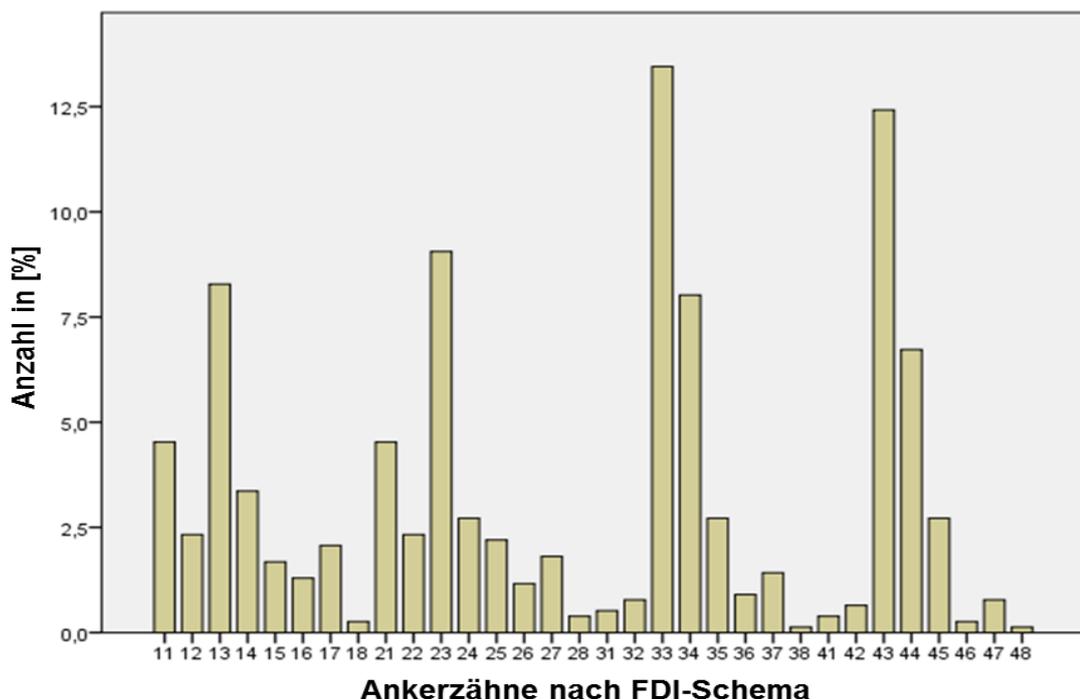


Abbildung 3: Darstellung der Ankerzahnposition in [%]

Insgesamt sind also 43,2 % aller Ankerzähne Eckzähne, wobei 25,9 % die Eckzähne des Unterkiefers und 17,3 % die des Oberkiefers betreffen.

Die Gruppe der Unterkiefer-Prämolaren hat mit 20 % den nächstgrößten Anteil an der Gesamtzahl (s. Abb. 4).

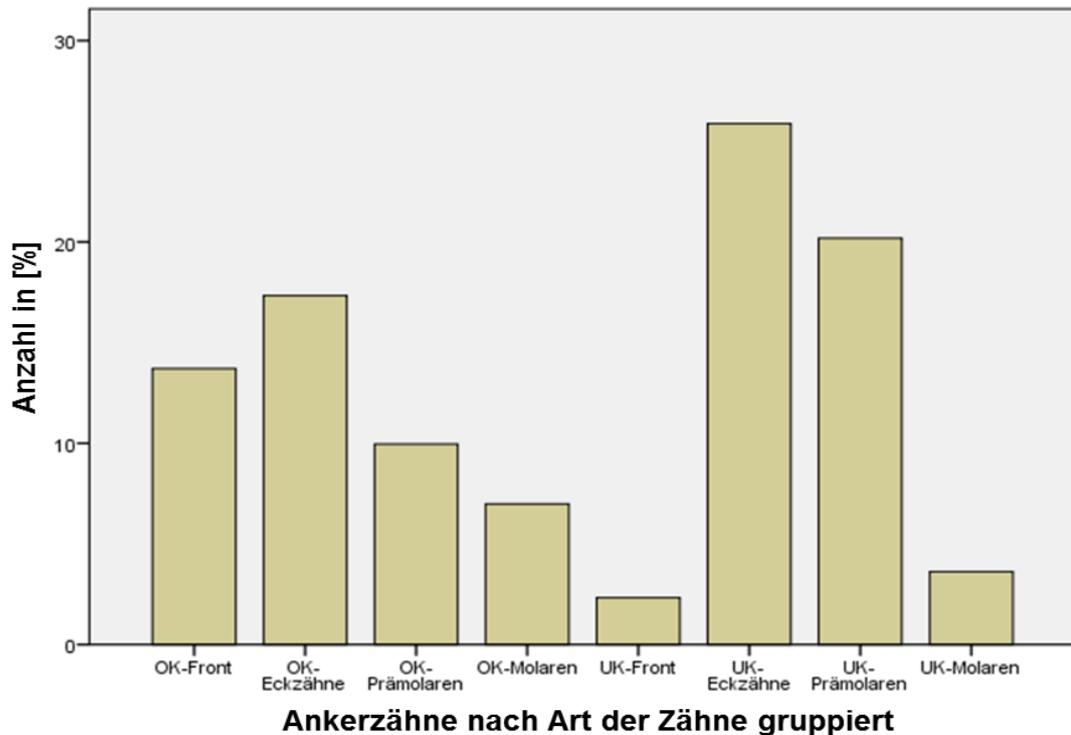


Abbildung 4: Verteilung der Ankerzähne gruppiert nach Art der Zähne in [%]

4.3.5 Verteilung der Ankerzähne unter Verwendung der Lückengebissklassifikation nach Steffel

Um die 773 Ankerzähne in Bezug auf die Pfeilertopografie einzuteilen, wurden diese mit Hilfe der Lückengebissklassifikation nach Steffel und nach der Anzahl der Zähne in zwei Gruppen unterteilt.

Dreihundertvierzehn Ankerzähne befanden sich in stark reduzierten Restgebissen mit weniger als vier Ankerzähnen.

Die restlichen 459 Ankerzähne befanden sich nicht in einem SRR.

Unter Beachtung der Steffelklassen waren 30 Ankerzähne in der Klasse A, 84 in Klasse B, 68 in den Klassen C und D, 132 in Klasse E und die restlichen 48 Zähne in Klasse F zu finden (s. Abb. 5).

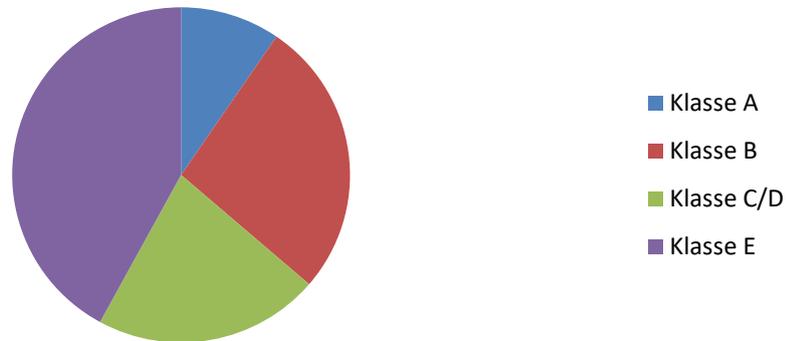


Abbildung 5: Verteilung der Ankerzähne im SRR nach Steffel; n= 314

4.4 Wiederherstellungsmaßnahmen an Prothesen

4.4.1 Unterfütterungen

Von den 278 untersuchten Prothesen wurden 208 während der gesamten Beobachtungszeit nicht unterfüttert. Siebzig Prothesen wurden unterfüttert, wobei sich 34 im Oberkiefer und 36 im Unterkiefer befanden.

Von den 70 unterfütterten Prothesen wurden 55 einmalig, 11 zweimalig und vier dreimalig unterfüttert.

4.4.2 Aktivierung der Prothesen

Von den 278 Prothesen konnte bei 213 nachvollzogen werden, dass diese nachaktiviert wurden.

Bei 166 Prothesen fand keine Aktivierung statt. Fünfunddreißig Prothesen wurden aktiviert und 12 deaktiviert.

4.5 Umarbeitungsmaßnahmen an Ankerzähnen

4.5.1 Erste Umarbeitung an den Ankerzähnen (Primärkronen)

Von den 773 Doppelkronen kam es an 77 Doppelkronen zu Komplikationen, die Grund für eine Umarbeitung der Ankerzähne waren. Die häufigste Komplikation war bei 62 Doppelkronen die Fraktur der Ankerzähne. Bei acht Zähnen wurden Umarbeitungen in Folge von Karies notwendig, sechs Zähne hatten endodontische Komplikationen und bei einem Zahn konnte die vorhandene Doppelkrone nicht wiederbefestigt werden. Insgesamt wurden während der Beobachtungszeit von den 77 betroffenen Doppelkronen nur 44 Ankerzähne umgearbeitet.

Siebenundzwanzig Doppelkronen wurden durch Wurzelstiftkappen ersetzt. Bei 12 wurden nachträglich ein Stiftaufbau inseriert und die vorhandene Doppelkrone wiederbefestigt. Bei vier Doppelkronen wurde die Primärkrone neu angefertigt und in die vorhandene Prothese eingearbeitet. Außerdem wurde in einem Fall ein Ankerzahn durch ein Implantat ersetzt und in die vorhandene Prothese eingearbeitet. Die restlichen 33 Doppelkronen wurden entweder direkt extrahiert oder dekapitiert und tauchen bei den Doppelkronen, die als Versagensfälle registriert wurden, auf.

Welche Umarbeitungsmaßnahme bei welcher Komplikation durchgeführt wurde, ist in Tabelle 8 ersichtlich.

Tab. 8: *Zusammenhang zwischen Komplikationsgrund und Umarbeitung*

	Extraktion / Dekapitation	neue DK	WSK	Implantat	DK und Stift	Gesamt
DK-Verlust	0	1	0	0	0	1
Fraktur	26	3	23	1	9	62
Karies	3	0	4	0	1	8
Endo-Komplikation	4	0	0	0	2	6
Gesamt	33	4	27	1	12	77

4.5.2 Zweite Umarbeitung an den Ankerzähnen (Primärkronen)

Bei einem Ankerzahn, der bereits einmal repariert worden war, kam es zu einer erneuten Umarbeitung aufgrund einer Fraktur. Diese Doppelkrone wurde durch eine Wurzelstiftkappe ersetzt.

4.6 Wurzelkanalbehandlung nach Versorgung mit Doppelkronen

Von den 773 Zähnen wurden 56, nachdem sie eine Doppelkrone erhalten hatten, wurzelkanalbehandelt.

4.6.1 Zusammenhang zwischen Wurzelkanalbehandlung vor und nach Überkronung

Von den 56 Zähnen, die nach Überkronung wurzelkanalbehandelt wurden, waren 52 Zähne vor Überkronung initial vital. Bei vier Zähnen wurde die bestehende Wurzelfüllung revidiert. Drei davon waren vor Revision bereits mit einem Stift versorgt, welcher entfernt werden musste. Siehe dazu Abbildung 6, S.37.

4.6.2 Zusammenhang zwischen Wurzelkanalbehandlung vor Überkronung und Zustand der Doppelkronen

Von den 692 Zähnen, die vor Überkronung nicht wurzelgefüllt waren, waren am Ende der Beobachtung 58 extrahiert, 54 wurzelkanalbehandelt und 13 dekapitiert.

Von den 34 Zähnen, die vor Überkronung wurzelgefüllt waren, waren am Ende der Beobachtung neun extrahiert, 23 unverändert wurzelkanalbehandelt, einer dekapitiert und ein weiterer wurzelspitzenresiziert.

Von den 47 Zähnen, die vor Überkronung mit einem Stift versorgt waren, waren am Ende der Beobachtung sieben extrahiert, 37 unverändert wurzelkanalbehandelt, zwei dekapitiert und einer wurzelspitzenresiziert.

Insgesamt wurden 16 wurzelkanalbehandelte Zähne extrahiert und drei Zähne dekapitiert.

4.6.3 Zusammenhang von Wurzelkanalbehandlung nach Überkronung und Zustand der Doppelkronen

Von den 717 Zähnen, die nach Überkronung nicht wurzelgefüllt waren, waren am Ende der Beobachtung 70 extrahiert, 60 wurzelkanalbehandelt, sechs dekapitiert und einer wurzelspitzenresiziert.

Von den 56 Zähnen, die nach Überkronung wurzelgefüllt wurden, waren am Ende der Beobachtung vier extrahiert, 41 wurzelkanalbehandelt, zehn dekapitiert und einer wurzelspitzenresiziert.

4.6.4 Entwicklung des Ankerzahnzustands

Von den 773 Ankerzähnen waren 699 am Beobachtungsende noch in situ. Neunzig Zähne versagten ihre Funktion als Halteelement. Von diesen wurden 74 Zähne extrahiert und 16 Zähne wurden dekapitiert und sind als sog. Sleeping Root erhalten. Sechs von diesen Zähnen waren vital und zehn wurzelgefüllt.

Somit waren 683 Zähne weiter mit Halteelementen versorgt und beteiligten sich an der Retention der Prothesen. Davon waren 580 unverändert, 586 vital, 103 erhielten den Status wurzelkanalbehandelt, wovon zwei Zähne eine Wurzelspitzenresektion erhielten.

Insgesamt waren 113 Zähne der wurzelgefüllten Zähne weiterhin in situ (s. Abb. 6, S.37).

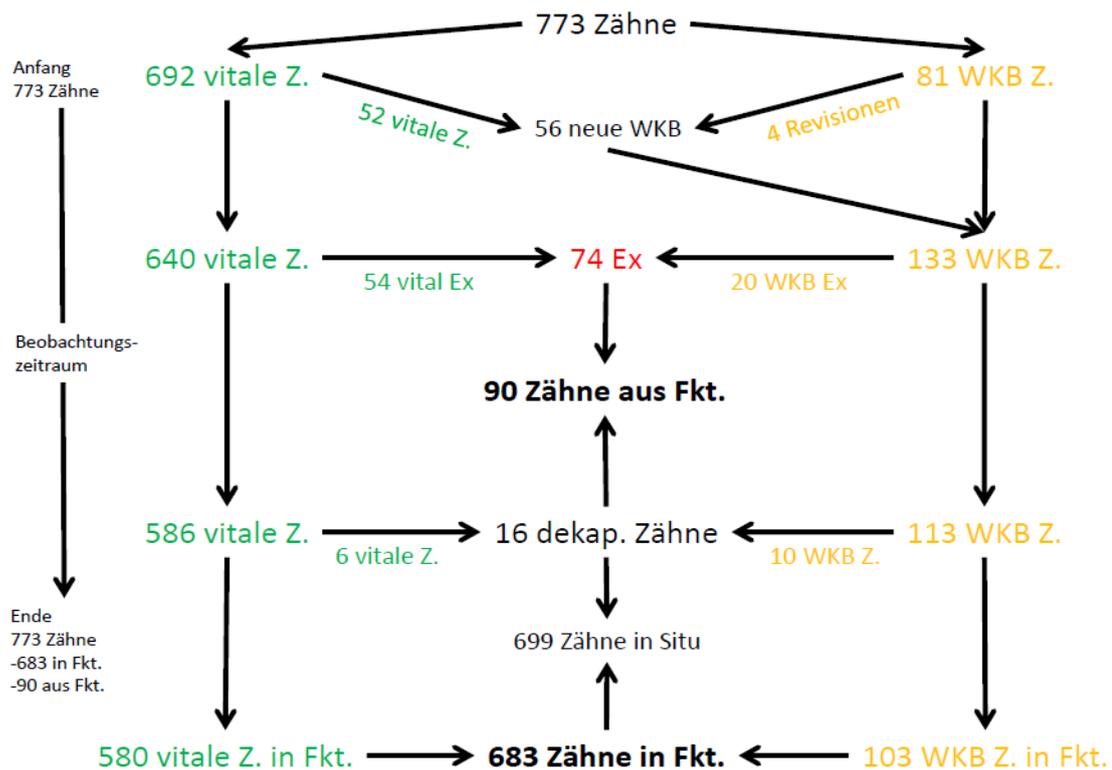


Abbildung 6: Entwicklung des Zustands der Ankerzähne am Beobachtungsende

4.7 Ursachen für Versagen von Doppelkronen tragenden Ankerzähnen

Als Versagen der Doppelkrone wurde der Funktionsverlust eines Ankerzahnes gewertet. Entweder kam es zur Extraktion oder zur Dekapitation des Zahnes. Während der gesamten Beobachtungszeit wurde in 74 Fällen extrahiert und in 16 Fällen dekapitiert, insgesamt kam es bei 90 Doppelkronen zum Verlust bzw. zum Funktionsverlust des Ankerzahnes.

Häufigster Grund dafür ist mit 51 Fällen eine Fraktur des Ankerzahnes, dies entspricht einer Frakturnrate von 6,6 %. Aus diesem Grund wurden 35 Ankerzähne extrahiert und 16 Ankerzähne dekapitiert.

Parodontale Schädigung führte in 15 Fällen zur Extraktion von Ankerzähnen, gefolgt von endodontischen Problemen in 11 Fällen. Karies war in sieben Fällen der Extraktionsgrund. In sechs Fällen ist der Extraktionsgrund unbekannt.

4.8 Überlebenszeit der Prothesen

Im folgenden Abschnitt beziehen sich alle Angaben zur kumulativen Überlebenswahrscheinlichkeit nach Kaplan-Meier auf 60 Monate. Das angegebene 95 %-Konfidenzintervall bezieht sich immer jeweils auf die Überlebenswahrscheinlichkeit nach 60 Mona-

ten. Der Log-Rank-Test schließt die gesamte Beobachtungszeit von 103,5 Monaten ein.

4.8.1 Versagen der Prothesen

Als Versagen der Prothesen wurde der Funktionsverlust gewertet. Das bedeutet, die Prothese wurde zur Totalprothese erweitert oder sie war unbrauchbar und konnte nicht weitergetragen werden.

Von den 278 untersuchten Prothesen gab es an 202 keine Veränderungen. Diese werden unverändert zum Ausgangszustand getragen. 47 Prothesen wurden umgearbeitet, da Ankerzähne ersetzt werden mussten.

In 20 Fällen wurde zur Totalprothese umgearbeitet. In neun Fällen war die Prothese unbrauchbar. Somit kam es während der gesamten Beobachtungszeit zum Versagen von insgesamt 29 Prothesen.

4.8.2 Überlebenszeitanalyse

Überlebenszeit nach Kaplan-Meier bei Prothesen

Das kumulative Überleben der Prothesen betrug nach 60 Monaten 87,8 % (KI: 82,4 – 93,2 %). Der Anstieg des 95 %-Konfidenzintervalls ist grafisch durch die schwarzen Balken dargestellt (s. Abb. 7).

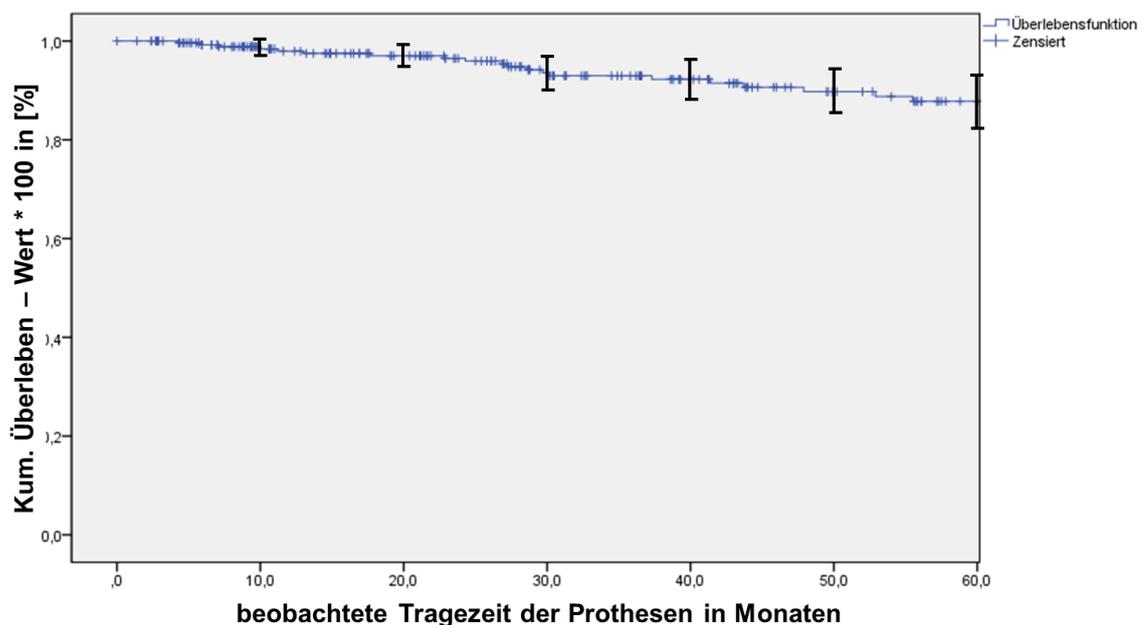


Abbildung 7: Kumulatives Überleben der Prothesen

Überlebenszeit-Kaplan-Meier Prothesen - Geschlecht

Mit 92,3 % (KI: 86,5 - 98,1 %) ist die Überlebenswahrscheinlichkeit der Prothesen bei Frauen nach 60 Monaten höher als bei Männern mit 83,7 % (KI: 74,9 - 92,5 %).

Das Geschlecht hatte jedoch keinen signifikanten Einfluss auf das Überleben der Prothesen (Log-Rank-Test, $p=0,229$); (s. Abb. 8).

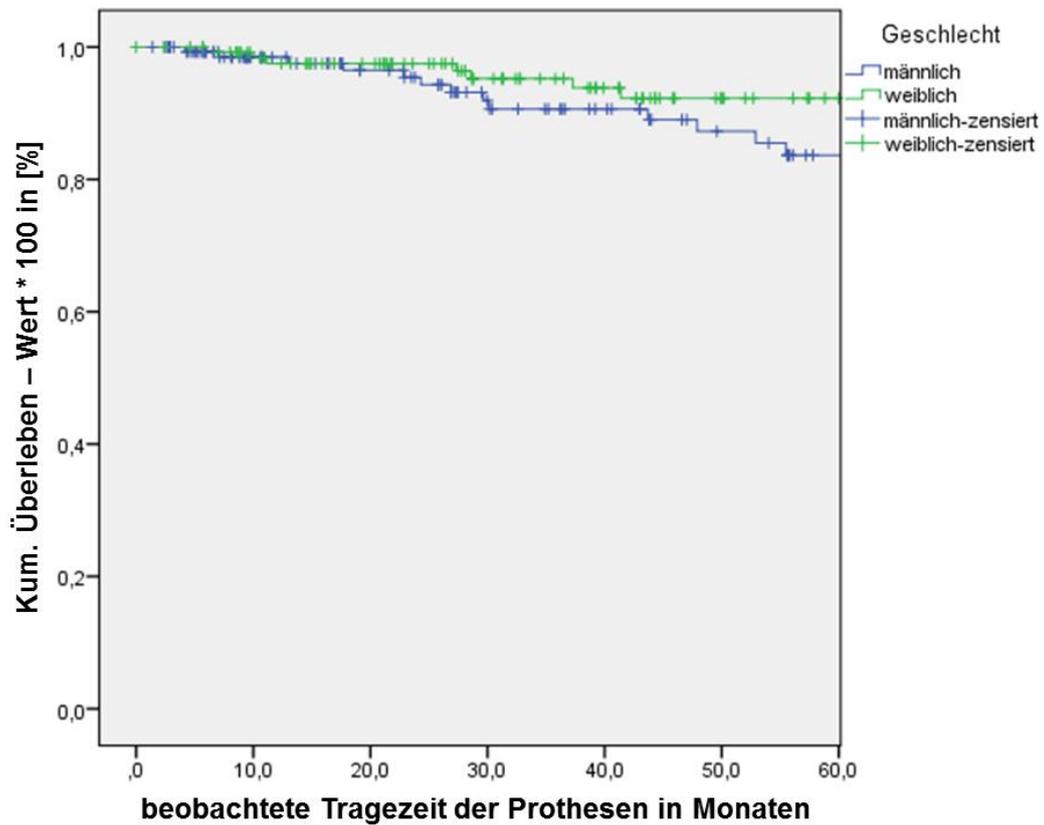


Abbildung 8: Kumulatives Überleben der Prothesen in Abhängigkeit vom Geschlecht

Überlebenszeit-Kaplan-Meier Prothesen Patientenalter

Das Alter der Patienten hat keinen signifikanten Einfluss auf das Überleben der Prothesen (Log-Rank-Test, $p=0,200$).

Die kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit der Prothesen wurde jeweils für ein Patientenalter unterhalb und oberhalb des Altersmedians bestimmt. Dieser lag bei 61,85 Jahren.

Nach 60 Monaten, ergab sich für ein Patientenalter unterhalb des Medians eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 86,1 % (KI: 77,7 - 94,5 %).

Für ein Patientenalter oberhalb des Medians ergab sich eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 89,4 % nach 60 Monaten Beobachtungszeit (KI: 82,4 - 96,4 %); (s. Abb. 9).

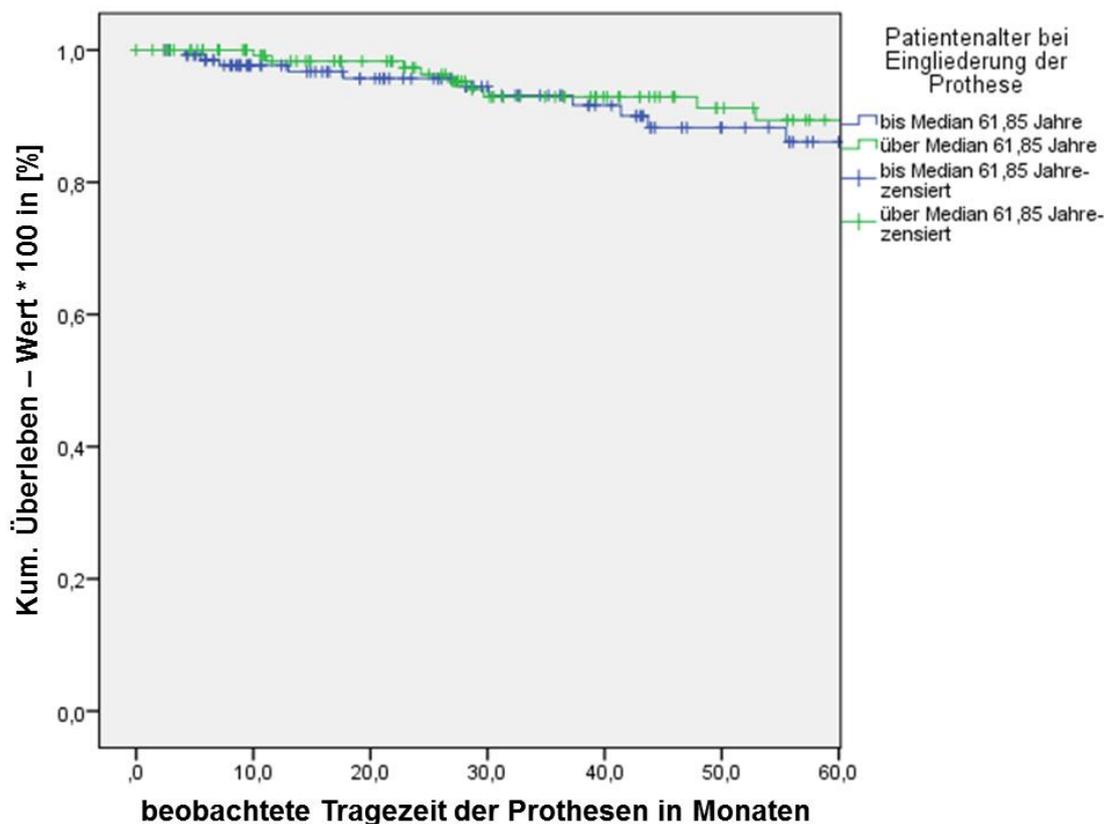


Abbildung 9: Kumulatives Überleben der Prothesen in Abhängigkeit vom Patientenalter

Überlebenszeit-Kaplan-Meier Prothesen - Kiefer

Der Kiefer, in dem die Prothese eingegliedert wurde, hatte keinen signifikanten Einfluss auf das Überleben der Prothesen (Log-Rank-Test, $p=0,235$).

Nach 60 Monaten ergibt sich für Oberkieferprothesen eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 86,6 % (KI: 79 - 94,2 %).

Für Unterkieferprothesen ergibt sich nach 60 Monaten eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 89,2 % (KI: 81,6 - 96,8 %); (s. Abb. 10).

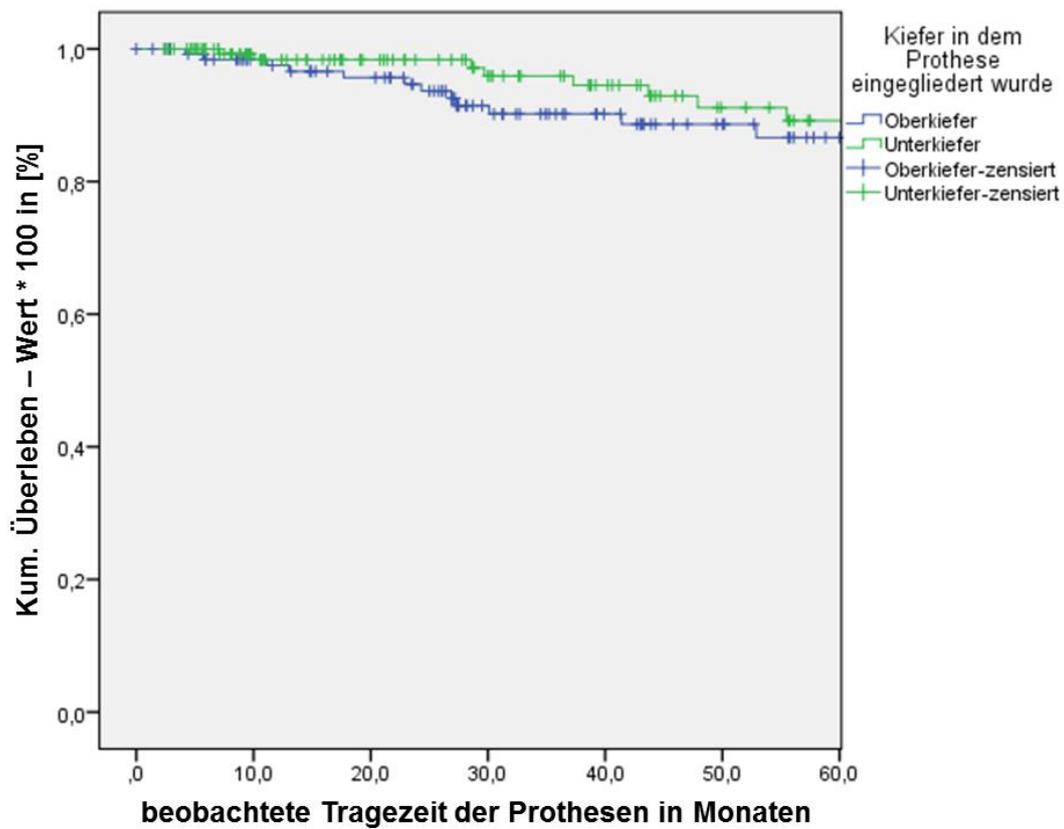


Abbildung 10: Kumulatives Überleben der Prothesen in Abhängigkeit vom Kiefer

Überlebenszeit-Kaplan-Meier Prothesen - Steffelklassen

Die Verteilung der Ankerzähne im Kiefer, auf denen die Prothese gelagert ist, hat einen signifikanten Einfluss auf das Überleben der Prothesen (Log-Rank-Test, $p=0,000$).

Auffällig ist der Abfall der Überlebenswahrscheinlichkeit für Prothesen, die der Steffelklasse A zugeteilt sind. Nach 60 Monaten liegt diese bei 51,5 % (KI: 30,9 - 72,1 %).

Alle anderen Klassen zeigen deutlich höhere Werte. Die Klassen E und F zeigen bis 60 Monate sogar eine kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit von 100 %.

Der Anstieg des 95 %-Konfidenzintervalls ist exemplarisch für die Klasse A grafisch durch die schwarzen Balken dargestellt. Im Vergleich dazu wurde für die nicht nach Steffel einzuteilenden Prothesen die Veränderung des Konfidenzintervalls mit hellblauen Balken eingezeichnet (s. Abb. 11).

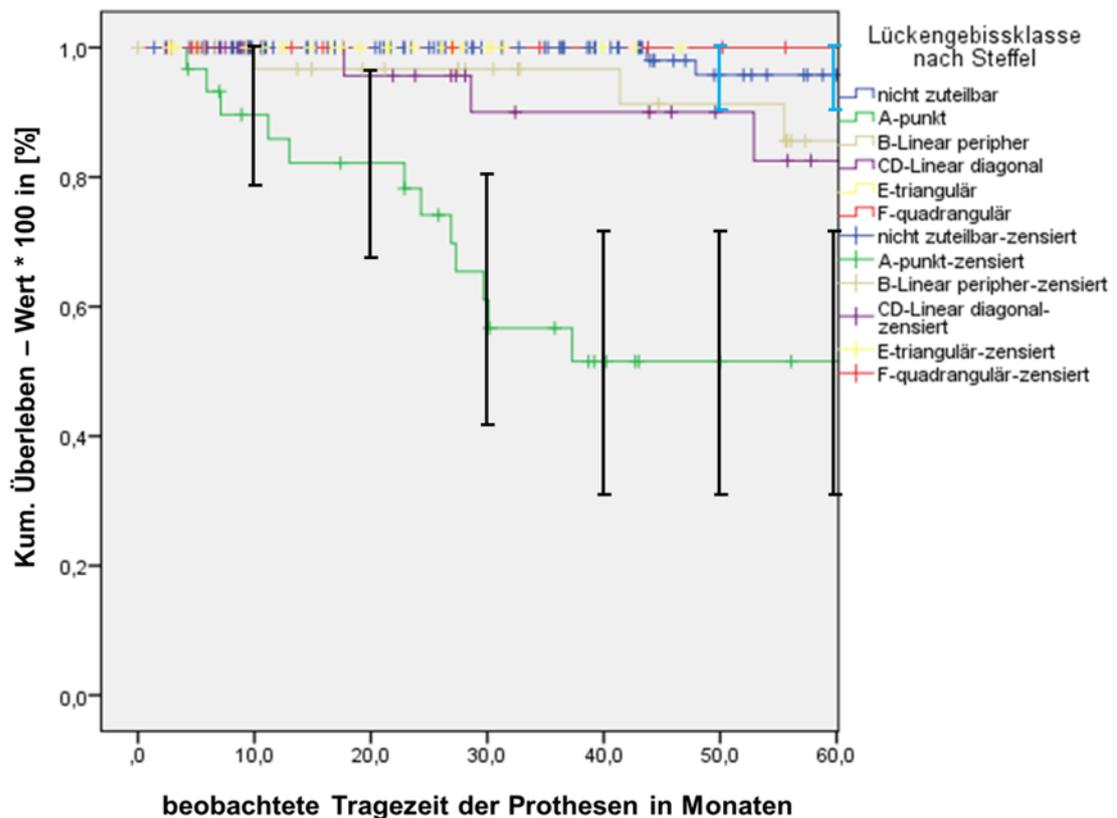


Abbildung 11: Kumulatives Überleben der Prothesen in Abhängigkeit von der Steffelklasse

Überlebenszeit-Kaplan-Meier Prothesen - Unterfütterung

Die Unterfütterung von Prothesen hatte keinen signifikanten Einfluss auf das Überleben der Prothesen (Log-Rank-Test, $p=0,142$).

Nach 60 Monaten ergibt sich für nicht unterfütterte Prothesen eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 89,4 % (KI: 83,4 - 95,4 %). Für unterfütterte Prothesen ergibt sich nach 60 Monaten eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 84,2 % (KI: 73,4 - 95 %); (s. Abb. 12).

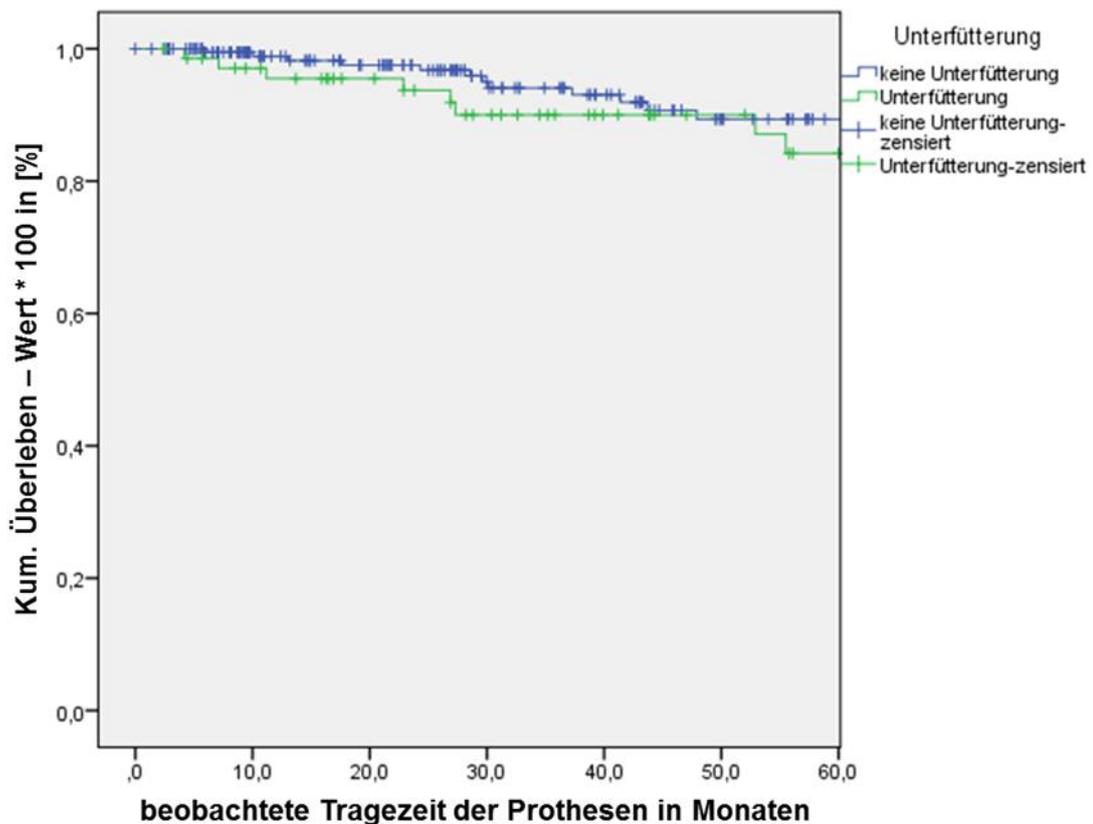


Abbildung 12: Kumulatives Überleben der Prothesen in Abhängigkeit von Unterfütterungen

Überlebenszeit-Kaplan-Meier Prothesen - Aktivierung

Die Aktivierung einer Prothese hatte keinen signifikanten Einfluss auf ihr Überleben (Log-Rank-Test, $p=0,845$).

Nach 60 Monaten ergibt sich für aktivierte Prothesen eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 89,7 % (KI: 77,7 – 100 %).

Für nicht aktivierte Prothesen ergibt sich nach 60 Monaten eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 89,3 % (KI: 82,9 - 95,7 %); (s. Abb. 13).

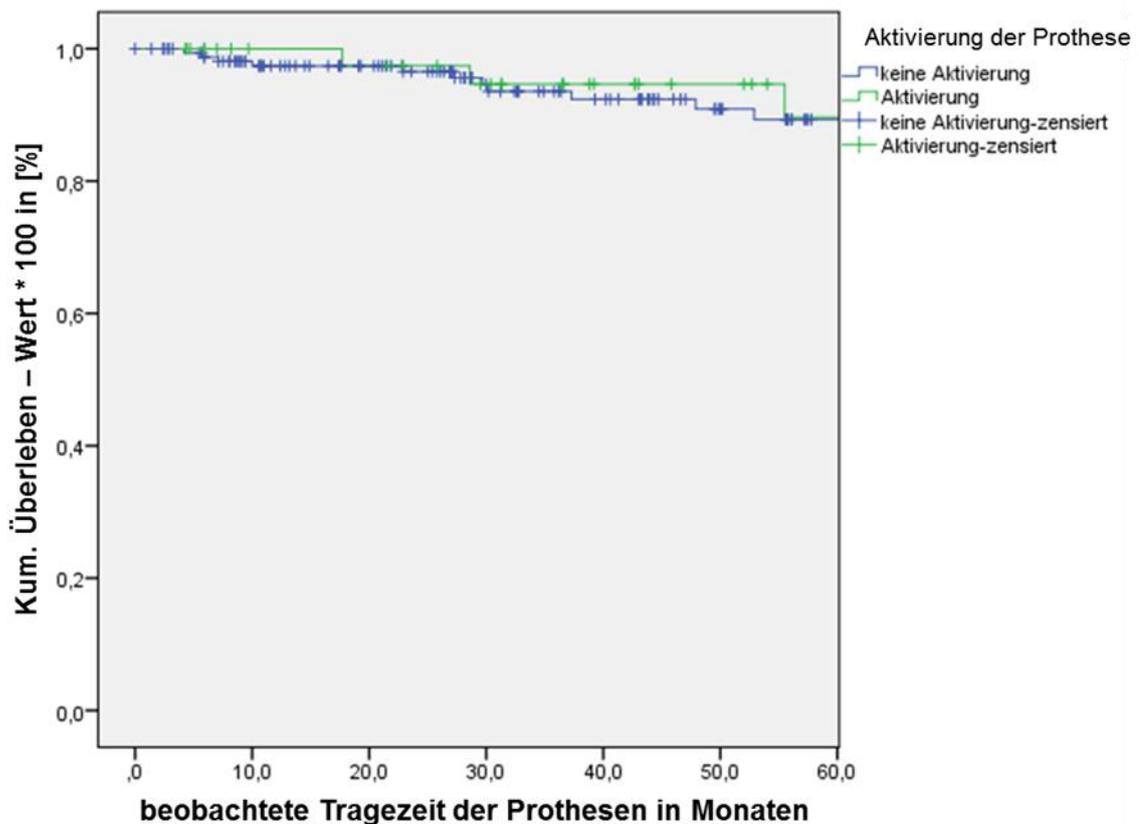


Abbildung 13: Kumulatives Überleben der Prothesen in Abhängigkeit von Aktivierungen

Überlebenszeit – Prothesen (multivariable Analyse)

Für die multivariable Analyse der Überlebenszeit der Prothesen mit Hilfe der Cox-Regression wurden folgende, das Überleben beeinflussende Faktoren als Variablen in die Berechnung einbezogen: Patientenalter bei Eingliederung des Zahnersatzes, Geschlecht der Patienten, jeweiliger Kiefer und die Klassifikation nach Steffel (1962).

Auf das Überleben der Prothesen hat einzig die Steffelklasse einen signifikanten Einfluss.

Das Alter der Patienten wirkt sich, wenn auch nicht signifikant, auf das Versagensrisiko ihrer Prothesen aus. Das Risiko eines Versagens der Prothese steigt pro Lebensjahr um 1,1 %.

Ebenfalls nicht signifikant wirken sich das Geschlecht und der Kiefer auf das Versagensrisiko aus. Frauen haben ein 31,7 % geringeres Risiko als Männer. Unterkieferprothesen haben ein 13,1 % geringeres Versagensrisiko als Oberkieferprothesen.

Prothesen nach Steffelklassifikation betrachtet haben in Klasse A das höchste Risiko aller Klassen zu versagen. Im Vergleich zu Klasse F liegt dieses um 603,7 % höher.

Die Hazard Ratios und die jeweiligen 95 %-Konfidenzintervalle sind in Tabelle 9 aufgeführt.

Tab. 9: *Cox-Regression für die Prothesen; Variablen Patientenalter, Geschlecht, Kiefer, Steffelklasse; Beobachtungszeitraum 103,5 Monate*

Variable	Unterteilung	Hazard Ratio	95 %-KI	p-Wert
Patientenalter		1,011	0,975 - 1,049	0,547
Geschlecht	Frauen vs. Männer	0,683 (31,7 %)	0,308 - 1,514	0,348
Kiefer	Unter- vs. Oberkiefer	0,869 (13,1 %)	0,402 - 1,879	0,721
Steffelklassen	nicht zuteilbar vs. Klasse F	0,274	0,029 - 2,579	0,258
	Klasse A vs. Klasse F	7,037 (603,7 %)	0,857 - 57,819	0,069
	Klasse B vs. Klasse F	1,194	0,133 - 10,746	0,875
	Klasse C/D vs. Klasse F	0,939	0,094 - 9,370	0,957
	Klasse E vs. Klasse F	0,116	0,007 - 2,007	0,138

4.9 Überlebenszeit der Doppelkronen

Im folgenden Abschnitt beziehen sich alle Angaben zur kumulativen Überlebenswahrscheinlichkeit nach Kaplan-Meier auf 60 Monate. Das angegebene 95 %-Konfidenzintervall bezieht sich immer jeweils auf die Überlebenswahrscheinlichkeit nach 60 Monaten. Der Log-Rank-Test schließt die gesamte Beobachtungszeit von 103,5 Monaten ein.

4.9.1 Versagen der Doppelkronen

Als Versagen der Doppelkrone wurde der Funktionsverlust eines Ankerzahnes gewertet. Das bedeutet, entweder kam es zur Extraktion oder zur Dekapitation des Zahnes. Während der gesamten Beobachtungszeit wurde in 74 Fällen extrahiert und in 16 Fällen dekapitiert.

4.9.2 Überlebenszeitanalyse

Überlebenszeit nach Kaplan-Meier - Ankerzähne

Das kumulative Überleben der Ankerzähne betrug nach 60 Monaten 83,4 % (KI: 79,6 - 87,2 %). Der Anstieg des 95 %-Konfidenzintervalls ist grafisch durch die schwarzen Balken dargestellt (s. Abb. 14).

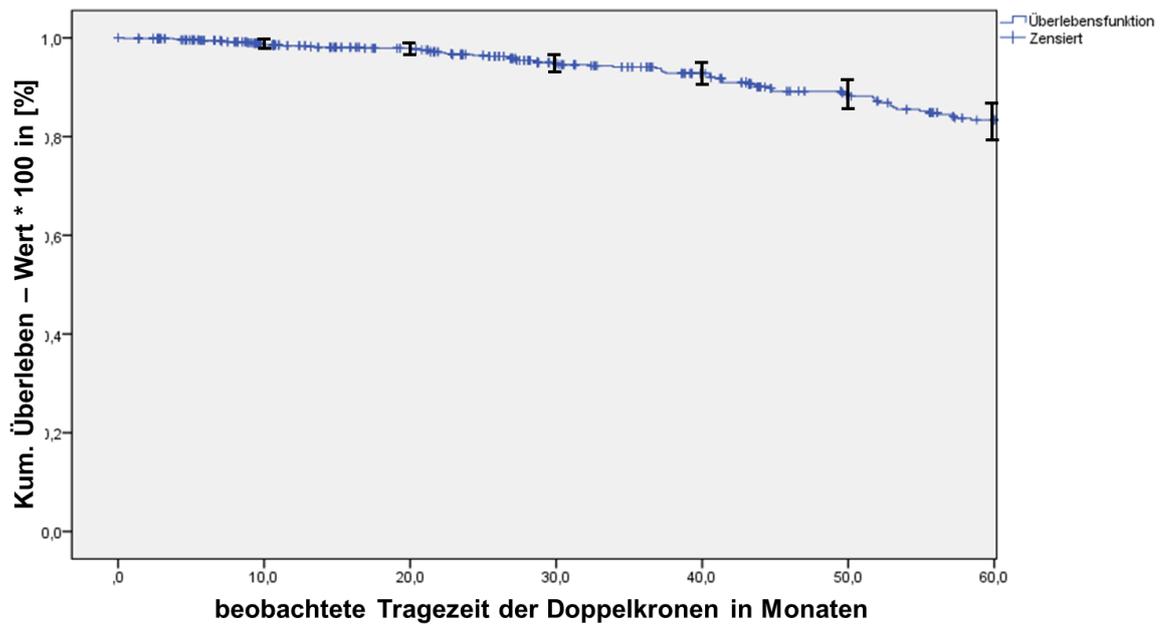


Abbildung 14: Kumulatives Überleben der Prothesen in Abhängigkeit von Aktivierungen

Überlebenszeit-Kaplan-Meier Ankerzähne - Geschlecht

Das Geschlecht der Patienten hat keinen signifikanten Einfluss auf das Überleben der Ankerzähne (Log-Rank-Test, $p=0,209$).

Mit 80,8 % ist dieses bei Frauen nach 60 Monaten (KI: 74,6 – 87 %) niedriger als bei Männern mit 85,6 % (KI: 80,6 - 90,6 %); (s. Abb. 15).

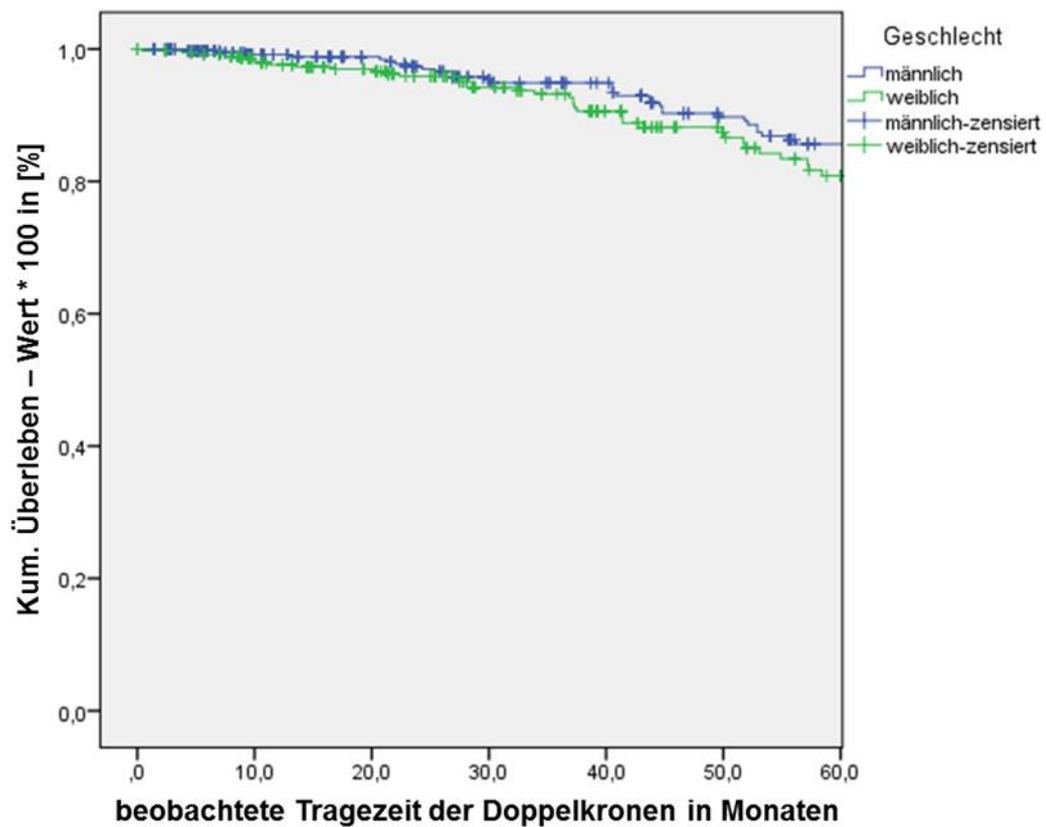


Abbildung 15: Kumulatives Überleben der Doppelkronen in Abhängigkeit vom Geschlecht

Überlebenszeit-Kaplan-Meier Ankerzähne - Patientenalter

Das Alter der Patienten hat keinen signifikanten Einfluss auf das Überleben der Ankerzähne (Log-Rank-Test, $p=0,314$).

Die kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit der Ankerzähne wurde jeweils für ein Patientenalter unterhalb und oberhalb des Altersmedians bestimmt. Dieser lag bei 62,4 Jahren.

Nach 60 Monaten ergab sich für ein Patientenalter unterhalb des Medians eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 86 % (KI: 80,6 - 91,4 %).

Für ein Patientenalter oberhalb des Medians ergab sich eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 81,1 % nach 60 Monaten (KI: 75,5 - 86,7 %); (s. Abb. 16).

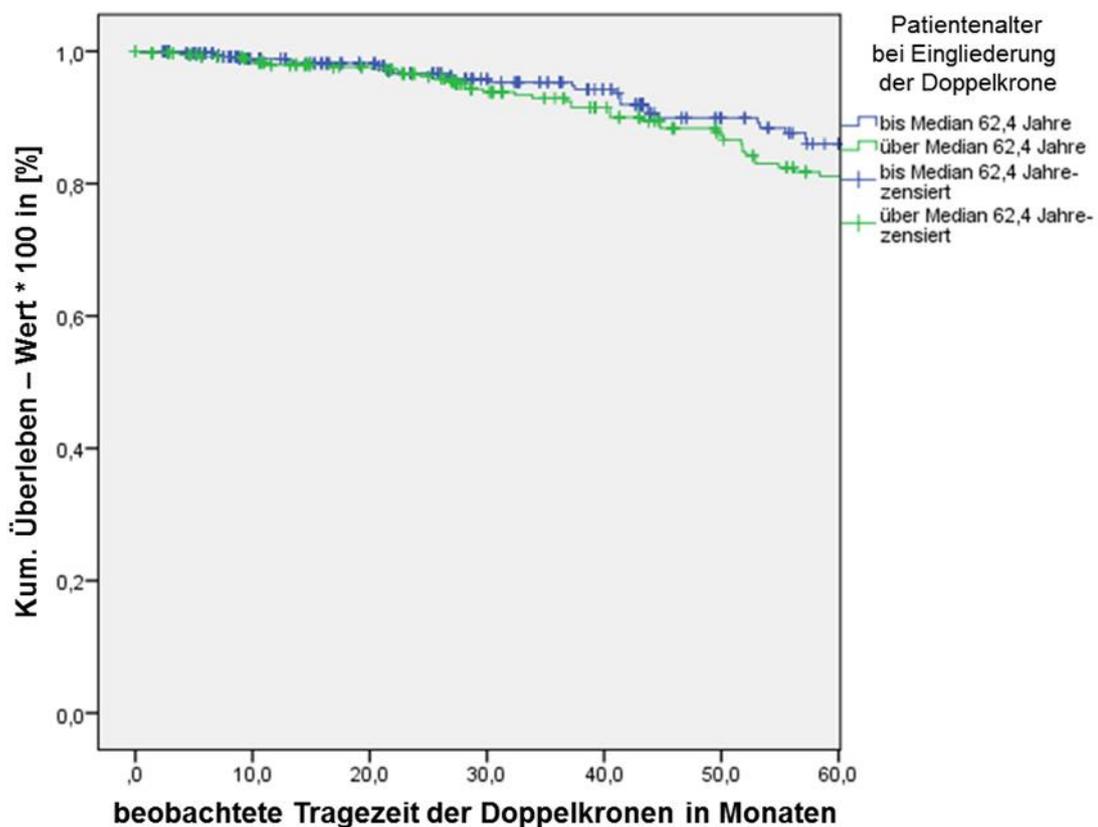


Abbildung 16: Kumulatives Überleben der Doppelkronen in Abhängigkeit vom Patientenalter

Überlebenszeit-Kaplan-Meier Ankerzähne - Kiefer

Der Kiefer, in dem sich die Prothese befindet, hat keinen signifikanten Einfluss auf das Überleben der Ankerzähne (Log-Rank-Test, $p=0,233$).

Nach 60 Monaten ergibt sich für Oberkieferankerzähne eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 81,8 % (KI: 76 - 87,6 %).

Für Unterkieferankerzähne ergibt sich nach 60 Monaten eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 84,9 % (KI: 79,7 - 90,1 %); (s. Abb. 17).

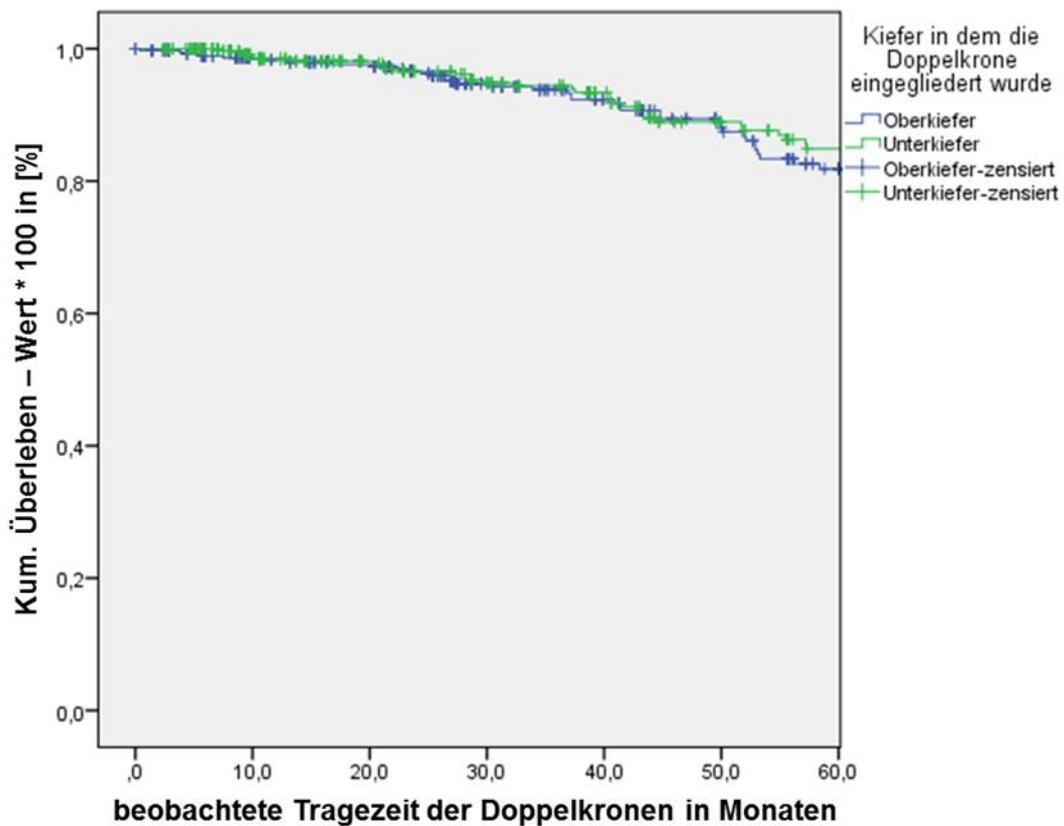


Abbildung 17: Kumulatives Überleben der Doppelkronen in Abhängigkeit vom Kiefer

Überlebenszeit-Kaplan-Meier Ankerzähne - Vitalität

Die Vitalität der Ankerzähne hat einen signifikanten Einfluss auf das Überleben der Ankerzähne (Log-Rank-Test, $p=0,002$).

Nach 60 Monaten ergibt sich für vitale Ankerzähne eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 85,6 % (KI: 81,8 - 89,4 %).

Für devitale Ankerzähne ergibt sich nach 60 Monaten eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 67,2 % (KI: 52,4 – 82 %); (s. Abb. 18).

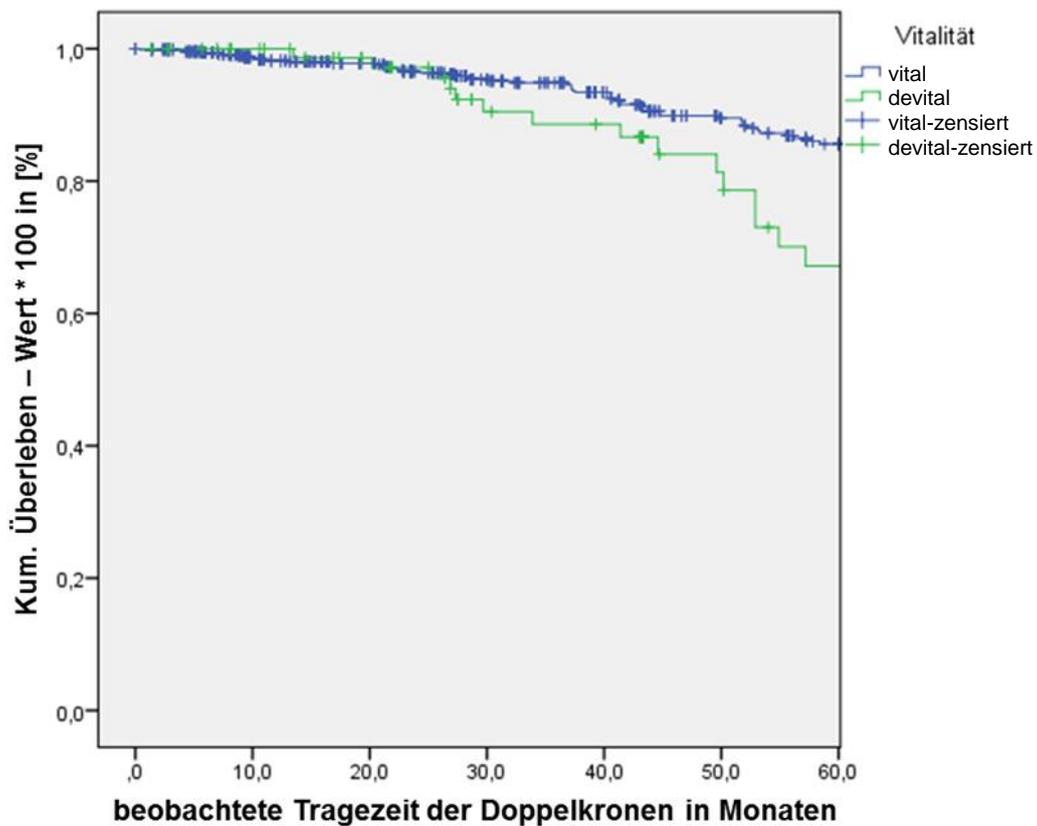


Abbildung 18: Kumulatives Überleben der Doppelkronen in Abhängigkeit von der Vitalität

Überlebenszeit-Kaplan-Meier Ankerzähne - endodontische Maßnahmen vor Überkronung

Die Art der endodontischen Maßnahme hat signifikanten Einfluss auf das Überleben der Ankerzähne (Log-Rank-Test, $p=0,001$).

Nach 60 Monaten ergibt sich für vitale Ankerzähne eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 85,6 % (KI: 81,8 - 89,4 %).

Für wurzelgefüllte Ankerzähne ergibt sich nach 60 Monaten eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 60 % (KI: 33,8 - 86,2 %).

Für wurzelgefüllte Ankerzähne mit Stiftaufbau ergibt sich nach 60 Monaten eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 70,4 % (KI: 52,2 - 88,6 %); (s. Abb. 19).

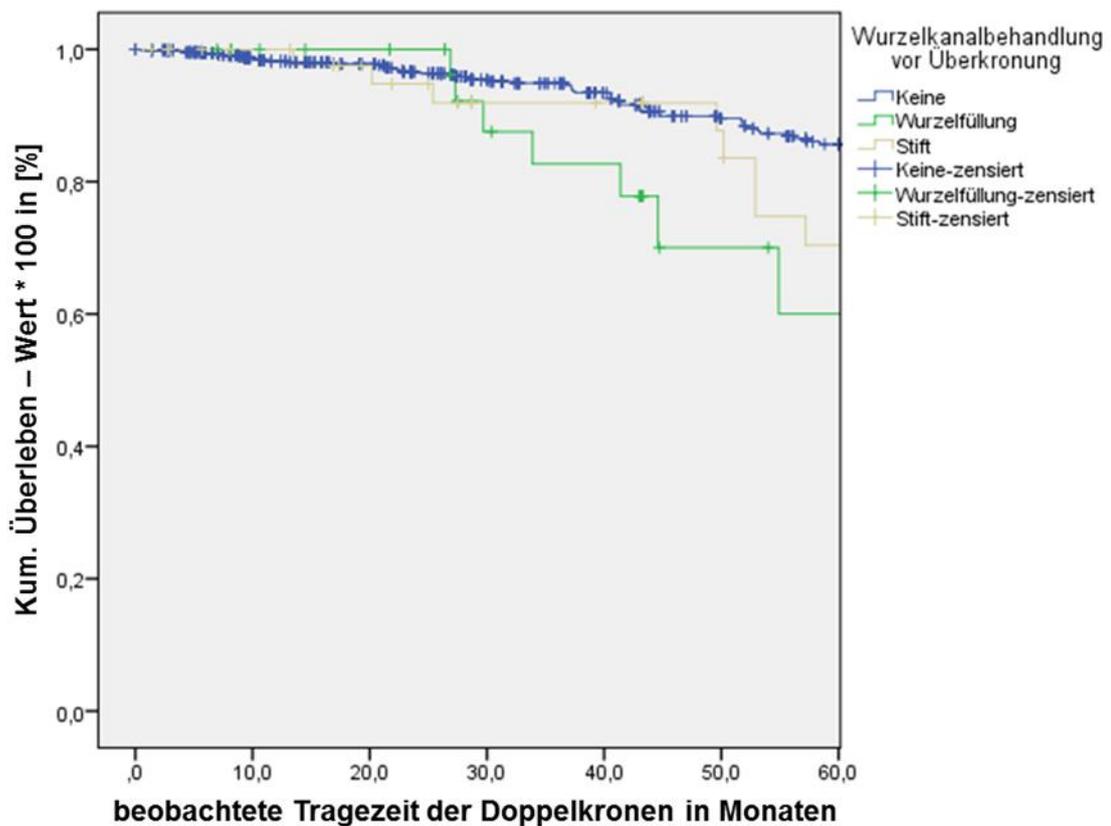


Abbildung 19: Kumulatives Überleben der Doppelkronen in Abhängigkeit von Wurzelkanalbehandlung

Überlebenszeit-Kaplan-Meier Ankerzähne - Anzahl Doppelkronen gruppiert

Die Anzahl der Ankerzähne hat signifikanten Einfluss auf ihr Überleben (Log-Rank-Test, $p=0,000$).

Auffällig ist der Abfall der Überlebenswahrscheinlichkeit für Restgebisse mit nur noch einem Ankerzahn. Nach 60 Monaten liegt diese bei 57,6 %. (KI: 38,4 - 76,8 %).

Alle anderen Gruppen zeigen deutlich höhere Werte (s. Abb. 20).

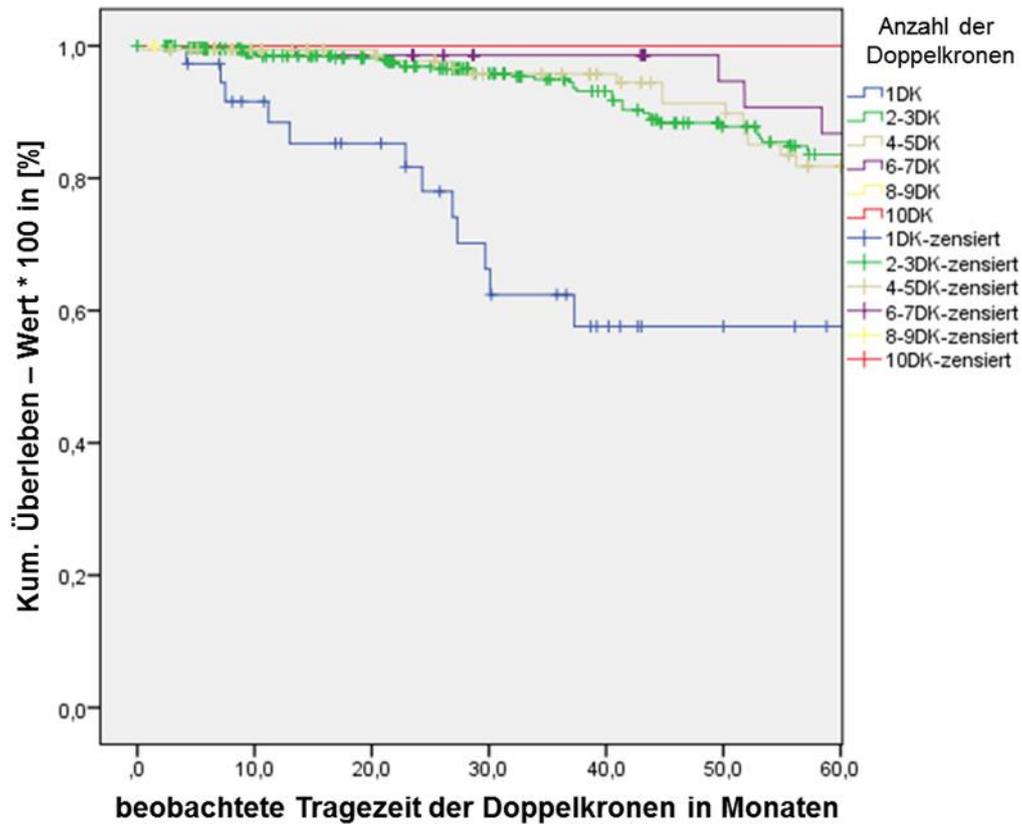


Abbildung 20: Kumulatives Überleben der Doppelkronen in Abhängigkeit von deren Anzahl

Überlebenszeit-Kaplan-Meier Ankerzähne - Verteilung nach Zahnart

Die Position der Ankerzähne im FDI-Schema hat keinen signifikanten Einfluss auf ihr Überleben (Log-Rank-Test, $p=0,505$).

Egal an welcher Position die Ankerzähne im Kiefer stehen, unterscheiden sich die jeweiligen Überlebenswahrscheinlichkeiten kaum.

Einzig die Unterkieferfrontzähne zeigen bis 60 Monate keine Verluste (s. Abb. 21).

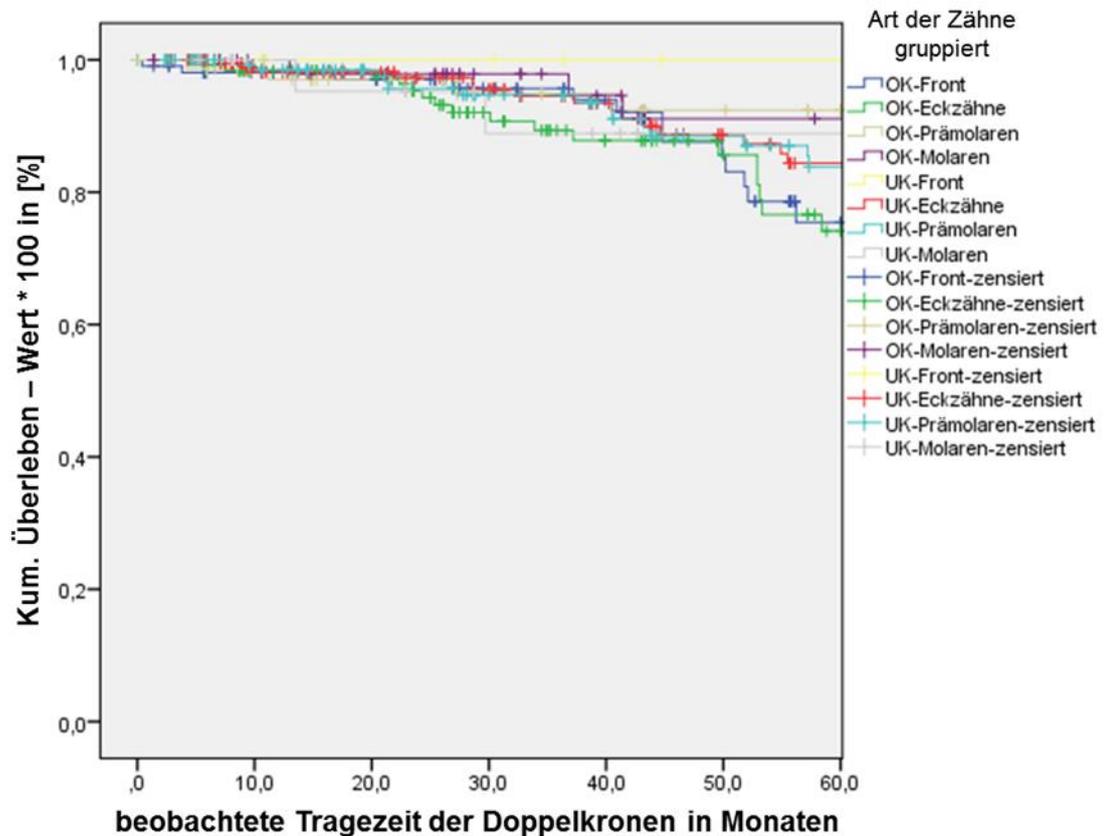


Abbildung 21: Kumulatives Überleben der Doppelkronen in Abhängigkeit von der Art der Zähne

Überlebenszeit-Kaplan-Meier Ankerzähne - Steffelklasse

Die Verteilung der Ankerzähne im Kiefer hat signifikanten Einfluss auf ihr Überleben (Log-Rank-Test, $p=0,000$).

Auffällig ist die geringe Überlebenswahrscheinlichkeit der Ankerzähne in Steffelklasse A. Nach 60 Monaten liegt diese bei 51,5 % (KI: 30,9 - 72,1 %).

Alle anderen Klassen zeigen deutlich höherer Werte.

Der Anstieg des 95 %-Konfidenzintervalls ist exemplarisch für die Klasse A grafisch durch die schwarzen Balken dargestellt. Im Vergleich dazu wurde für die nicht nach Steffel einzuteilenden Ankerzähne die Veränderung des Konfidenzintervalls mit hellblauen Balken eingezeichnet (s. Abb. 22).

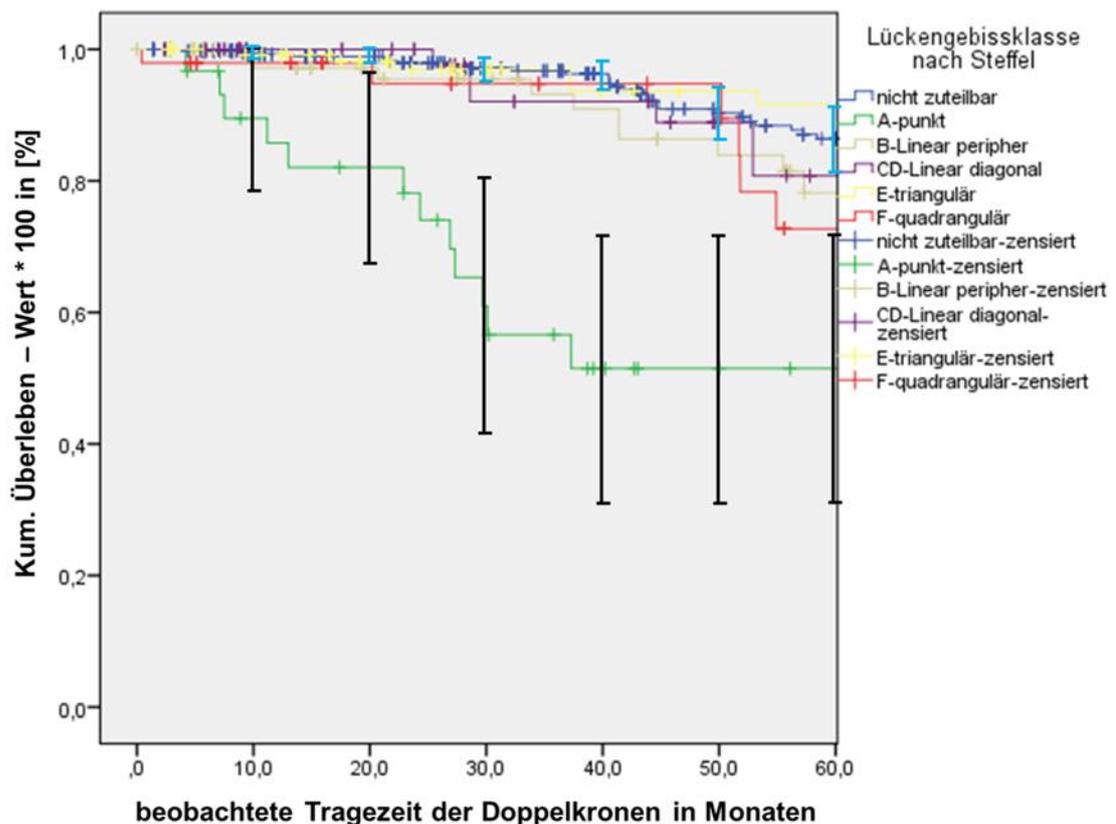


Abbildung 22: Kumulatives Überleben der Doppelkronen in Abhängigkeit von der Steffelklasse

Überlebenszeit-Kaplan-Meier Ankerzähne - Unterfütterung

Eine Unterfütterung hat signifikanten Einfluss auf das Überleben der Ankerzähne (Log-Rank-Test, $p=0,001$).

Für Ankerzähne unterfütterter Prothesen ergibt sich nach 60 Monaten eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 80,6 % (KI: 73 - 88,2 %).

Für Ankerzähne nicht unterfütterter Prothesen ergibt sich nach 60 Monaten eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 84,6 % (KI: 80,2 - 89 %); (s. Abb. 23).

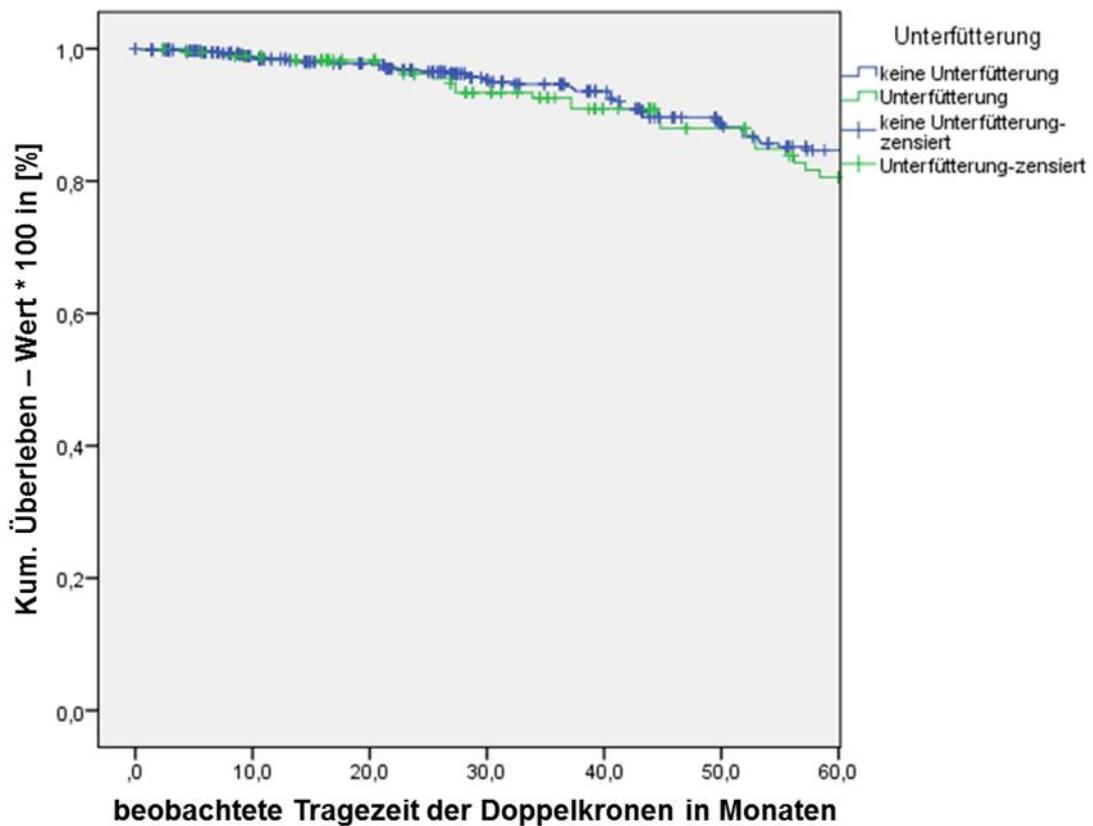


Abbildung 23: Kumulatives Überleben der Doppelkronen in Abhängigkeit von Unterfütterungen

Überlebenszeit – Ankerzähne (multivariable Analyse)

Für die multivariable Analyse der Überlebenszeit der Ankerzähne mithilfe der Cox-Regression wurden folgende, das Überleben beeinflussende Faktoren als Variablen in die Berechnung einbezogen: Patientenalter bei Eingliederung des Zahnersatzes, Geschlecht der Patienten, jeweiliger Kiefer, Vitalität der Ankerzähne und die Klassifikation nach Steffel (1962).

Auf das Überleben der Ankerzähne haben das Patientenalter, die Vitalität und die Steffelklasse signifikanten Einfluss.

Das Alter der Patienten wirkt sich, wenn auch nicht signifikant, auf das Versagensrisiko der Ankerzähne aus. Dieses Risiko steigt pro Lebensjahr um 2,3 %.

Frauen haben ein 37,9 % höheres Risiko. Unterkieferankerzähne haben ein 14,2 % geringeres Versagensrisiko. Devitale Zähne wiesen ein 115,2 % höheres Risiko auf zu versagen. Ankerzähne der Steffelklasse A haben das höchste Versagensrisiko aller Klassen. Dieses liegt im Vergleich zu Klasse F um 346,7 % höher. Die Hazard Ratios und die jeweiligen 95 %-Konfidenzintervalle sind in Tabelle 10 aufgeführt.

Tab. 10: Cox-Regression für die Ankerzähne; Variablen Patientenalter, Geschlecht, Vitalität, Kiefer, Steffelklasse; Beobachtungszeitraum 103,5 Monate

Variable	Unterteilung	Hazard Ratio	95 %-KI	p-Wert
Patientenalter		1,023	1,003 - 1,043	0,024
Geschlecht	Frauen vs. Männer	1,379 (37,9 %)	0,898 - 2,118	0,143
Kiefer	Unter- vs. Oberkiefer	0,858 (14,2 %)	0,559 - 1,316	0,482
Vitalität	devital vs. vital	2,152 (115,2 %)	1,281 - 3,615	0,004
Steffelklassen	nicht zuteilbar vs. Klasse F	0,466	0,202 - 1,076	0,074
	Klasse A vs. Klasse F	4,767 (346,7 %)	1,825 - 12,449	0,001
	Klasse B vs. Klasse F	0,803	0,313 - 2,061	0,649
	Klasse C/D vs. Klasse F	0,550	0,182 - 1,658	0,288
	Klasse E vs. Klasse F	0,422	0,161 - 1,107	0,079

5. Diskussion

Über Doppelkronen verankerte Prothesen zeichnen sich durch ihr breites Indikationsspektrum aus. Dieses Therapiemittel besitzt sowohl bei Behandlern als auch Patienten eine hohe Akzeptanz und Beliebtheit.

Da doppelkronenverankerte Prothesen in ihren verschiedenen Ausführungen seit etlichen Jahrzehnten erfolgreich eingesetzt werden, existiert auch eine Vielzahl von Nachuntersuchungen darüber (s. Tab. 1-7, S.16-24).

Es ist die Frage zu klären, wo sich die kaum nachuntersuchten CoCrMo-Doppelkronen mit Friktionsstift im Vergleich zu länger etablierten Doppelkronenarten einordnen lassen.

5.1 Kritische Wertung der Methodik

Da es sich bei der vorliegenden Arbeit um eine retrospektive Studie handelt, ist diese mit den dafür typischen Unzulänglichkeiten behaftet. Zwar befand sich ein großer Teil des Patientengutes in regelmäßiger Kontrolle durch Zahnärzte der Univ.-Zahnklinik, dennoch wurden die Patienten nicht explizit im Zusammenhang mit der Datenerhebung nachuntersucht. Die ausgewerteten Daten wurden ausschließlich aus der Patientendokumentation gewonnen.

Da die Frage nach den Überlebensraten der Prothesen und der Ankerzähne im Vordergrund stand, wurden auch nur „harte“ Kriterien erfasst und ausgewertet. Diese waren: Patientenanzahl, Prothesenanzahl, Anzahl der Ankerzähne, Beobachtungszeitraum und Zustand der Pfeiler. In allen Nachuntersuchungen zum Thema finden sich diese Kriterien wieder (s. Tab. 1-7, S.16-24). Andere mögliche Kriterien wurden aus folgenden Gründen bewusst vernachlässigt:

Beispielweise konnten nicht alle zahnbezogenen Befunde erfasst werden, da diese nicht zwangsläufig in der Patientenakte dokumentiert waren.

Wie bei jeder zahnärztlichen Behandlung liegen bei der Versorgung eines Zahnes mit Zahnersatz die Therapieentscheidungen im Ermessen des Behandlers. Sicherlich wurden keine Zähne mit Doppelkronen versorgt, die nicht die passende Indikation dafür hatten. Dennoch kann aus den Patientenakten nicht nachvollzogen werden, ob ein Ankerzahn große bzw. mehrere Aufbaufüllungen erhalten hatte. Es wurde immer nur eine Aufbaufüllung abgerechnet.

Ein nächstes Beispiel für vernachlässigte Daten ist das Alter von Wurzelfüllungen. Wurden Wurzelfüllungen extern der Univ.-Zahnklinik erbracht, ist unklar, seit wann diese in situ sind. Somit macht es keinen Sinn, die Liegedauer von Wurzelfüllungen zu erfassen, obwohl dies ein für die Prognose der Zähne relevanter Faktor ist.

Ebenso wurde in der Datenerhebung nicht erfasst, durch welchen Behandler die prothetische Versorgung erfolgte. Mindestens 50 % der betrachteten Prothesen sind im Rahmen des studentischen Behandlungskurses angefertigt worden. Es ist denkbar, dass die Berufserfahrung einen Einfluss auf das Überleben des Zahnersatzes haben kann. Vorstellbar ist, dass ein vergleichsweise unerfahrener Student bei der Präparation der Ankerzähne einen höheren Zahnhartsubstanzauftrag vornimmt als ein bereits länger praktizierender Zahnarzt. Dies könnte sich negativ auf die Frakturanfälligkeit und die Überlebensdauer der Ankerzähne auswirken.

Auch der parodontale Zustand der Ankerzähne wurde nicht erfasst. Dies ist retrospektiv nicht möglich. Bei parodontal unauffälligen Zuständen, die einer

Versorgung nicht widersprachen, waren in der Patientenakte meist keine Angaben über Lockerungsgrade und PSI-Code vermerkt. Dies verhindert eine Auswertung.

Ebenfalls nicht erfasst wurden Allgemeinerkrankungen der Patienten und ihre entsprechende Medikation. Verschiedene Medikamente können eine Xerostomie auslösen oder fördern. Da ein normaler Speichelfluss Grundvoraussetzung für eine gute orale Abwehrlage und die Fähigkeit zur Selbstreinigung ist, können Medikamente die Prognose des Zahnersatzes relevant beeinflussen.

Ein geringer Teil der versorgten Patienten wurde zuvor im Zuge einer Tumorbehandlung im Kopf-Halsbereich bestrahlt. Die Bestrahlung führt dazu, dass Zähne verspröden, was deren Frakturrisiko tendenziell erhöht. Bei diesen Patienten kommt es ebenfalls häufig auf Grund der Bestrahlung zu einer Xerostomie (Ehrenfeld und Winter, 2009).

Da keine generelle Nachuntersuchung der Patienten stattfand, konnte das Prothesen-trageverhalten nicht eruiert werden. Für das Überleben der Prothese ist denkbar, dass es einen Unterschied macht, ob sie Tag und Nacht oder nur tagsüber getragen wird.

Unterfütterungen von Prothesen wurden erfasst. Dies betraf ausschließlich definitive laborgefertigte und über Heil- und Kostenpläne abgerechnete Unterfütterungen. Einige Prothesen wurden während ihrer Tragezeit im Rahmen einer zahnärztlichen Routinekontrolle „chairside“ unterfüttert, mitunter auch nur teilweise. Wurden die provisorischen Unterfütterungen in definitive umgesetzt, so wurden diese wiederum in der Statistik erfasst.

Denkbar ist, dass auch die antagonistische Bezahnung Einfluss auf das Überleben des Zahnersatzes hat. Ob die Gegenbezahnung aus einer Teilprothese, einer Totalprothese oder aus natürlichen Zähnen bestand, wurde nicht erfasst. Das Erfassen erschien wenig sinnvoll, da sich die Versorgung des Gegenkiefers während der Beobachtungszeit mehrfach hätte ändern können.

Bei der Einteilung der Prothesen und Ankerzähne in die Klassifikation nach Steffel kann es zu gewissen Ungenauigkeiten gekommen sein. Es wurde strikt nach der Zahnbezeichnung nach dem FDI-Schema klassifiziert. Denkbar ist, dass gewanderte Ankerzähne die Einschätzung der Prothesendynamik verfälschen. Ein trianguläres Stützfeld kann beispielsweise durch Abwanderung der Ankerzähne aus regelhafter Position unterschiedlich groß sein.

Durch Zahnwanderung ergibt sich eine weitere Problematik. So kann beispielsweise ein nach mesial gewanderter erster Prämolare in der Patientenakte fälschlicherweise als Eckzahn deklariert worden sein. In der Statistik könnte dies zu Ungenauigkeiten in der

Einschätzung der Überlebenswahrscheinlichkeit dieser Zahngruppe führen. Die der Eckzähne würde dadurch unzutreffend gesenkt.

Die Aktivierung von Prothesen betreffend war der Patientenakte nicht zu entnehmen, ob alle Doppelkronen einer Prothese nachaktiviert wurden oder nur einzelne. Eine Nachaktivierung erfolgte meist erst auf Verlangen des Patienten. Wie stark die Retention bei der Nachaktivierung eingestellt wurde, hängt vom Patientenempfinden ab und ist somit nicht verifizierbar. Somit wurde nur erfasst, ob die Prothesen aktiviert wurden oder nicht.

5.2 Diskussion der Ergebnisse

5.2.1 Verteilung des Patientenguts

Alle Patienten, die zwischen 2006 und 2016 in der Univ.-Zahnklinik mittels CoCrMo-Doppelkronen mit funkenerodiertem Friktionsstift versorgt wurden, wurden in dieser Nachuntersuchung erfasst. Dabei kam ein durchschnittlicher Beobachtungszeitraum von 3,3 Jahren zustande. Dieser Wert liegt im Vergleich unter dem von Werdeckers (2002) Studie zur gleichen Doppelkronenart, welche die relevanteste für diese Nachuntersuchung darstellt. Werdecker (2002) gab 6,33 Jahre an.

In der vorliegenden Untersuchung wurden 233 Patienten betrachtet, davon waren 52,4 % Männer und 47,6 % Frauen. Werdecker (2002) kam auf eine deutlich geringere Fallzahl von 151 Patienten, mit 56 % Frauen und 44 % Männern.

Das durchschnittliche Patientenalter bei Eingliederung war mit 62 Jahren gleich.

Im Vergleich mit den durchschnittlichen Werten der in Literaturübersicht angegebenen Nachuntersuchungen, liegen Beobachtungszeit und Patientenanzahl im Rahmen der dortigen Angaben (siehe dazu Tab. 2-7, S.16-24).

5.2.2 Merkmale der untersuchten Prothesen

In der vorliegenden Untersuchung konnten 278 Prothesen betrachtet werden. Dabei handelte es sich um 132 Oberkiefer- und 146 Unterkieferprothesen. Werdecker (2002) konnte insgesamt auf 196 Prothesen zurückgreifen. Dabei handelte es sich um 97 Ober- und 99 Unterkieferprothesen.

Ein Vergleich der Prothesen anhand der Lückengebissklassifikation ist nicht möglich. Werdecker (2002) benutzte in seiner Untersuchung die Kennedy-Klassifikation. In der vorliegenden Arbeit wurde bewusst die Steffelklassifikation bevorzugt, um unter anderem auch Aussagen über den Behandlungserfolg im stark reduzierten Restgebiss treffen zu können. Daher ist der Vergleich mit der Arbeit von Szentpétery und Setz (2015) sinnvoll. Darin wurde sich speziell mit dem Thema des stark reduzierten Restgebisses

auseinandergesetzt. Es fanden sich dort von insgesamt 82 Prothesen 23 in Klasse A, 11 in Klasse B, 23 in Klasse C/D und 25 in Klasse E.

In der hier vorliegenden Arbeit befanden sich insgesamt 144 Prothesen in stark reduzierten Restgebissen, 30 in Klasse A, 36 in Klasse B, 34 in Klasse C/D und 44 in Klasse E. Außer unterschiedlicher Fallanzahl ist eine Vergleichbarkeit beider Untersuchungen gegeben.

Werdecker (2002) gab in seiner Untersuchung an, während der Beobachtungszeit ein Drittel der 97 Oberkieferprothesen und 40 % der 99 Unterkieferprothesen unterfüttert zu haben. Dies entspricht ca. 37 % der insgesamt 196 Prothesen.

In der hier vorliegenden Arbeit wurden von den insgesamt 278 Prothesen 70, also 25 %, unterfüttert. Dies könnte bei Werdecker an regelmäßigeren engmaschigen Kontrollen des Unterfütterungsbedarfs liegen. Es kann davon ausgegangen werden, dass die von Werdecker versorgten und nachuntersuchten Patienten eine größere Bindung zu ihrem Behandler und dessen Praxis hatten. Im Klinikbetrieb, mit wechselnden Behandlern, ist dies möglicherweise nicht der Fall. Eventuell sind Patienten bei engerer Arzt-Patienten-Bindung für regelmäßige zahnärztliche Kontrollen motivierter.

Zum Thema der Aktivierung von Prothesen macht Werdecker (2002) keine Angaben. Ein Vergleich mit Studien, in denen andere Doppelkronenarten untersucht wurden, erscheint nicht sinnvoll, da die Möglichkeit zur Nachaktivierung ein Alleinstellungsmerkmal von Doppelkronen mit Friktionsstiften ist.

Wenz und Kern (2007) stellten fest, dass Doppelkronenprothesen langfristig betrachtet günstig sind. Neuanfertigungen sind selten. Anfallende Reparaturen wie beispielsweise Verblendfrakturen können relativ günstig erfolgen.

Durch die zusätzliche Möglichkeit, den Friktionsstift der hier untersuchten CoCrMo-Doppelkronen zu aktivieren und die Verwendung von EMF-Legierungen, sind langfristig weitere kostensenkende Faktoren gegeben.

5.2.3 Merkmale der untersuchten Doppelkronen

Von den hier betrachteten 773 Doppelkronen waren 376 im Oberkiefer und 397 im Unterkiefer lokalisiert. Einundachtzig Ankerzähne waren devital. Durchschnittlich waren die Prothesen auf jeweils ca. 2,78 Doppelkronen gelagert.

Im Vergleich dazu befanden sich bei Werdecker (2002) von insgesamt 566 Doppelkronen 276 im Oberkiefer und 290 im Unterkiefer. 56 Ankerzähne waren devital. Im Durchschnitt waren die Prothesen auf ca. 2,9 Doppelkronen gelagert.

Szentpétery und Setz (2015) gaben an, 173 Doppelkronen, von denen sich 77 in Oberkiefern und 96 in Unterkiefern befanden, nachuntersucht zu haben. Dreiunddreißig Ankerzähne waren devital. Durchschnittlich waren die Prothesen auf ca. 2,1 Doppelkronen gelagert. Bezüglich der Pfeilertopografie verteilten sich nach Steffel 23 Ankerzähne auf Klasse A, 24 auf Klasse B, 49 auf Klasse C/D und die restlichen 77 auf Klasse E.

Im Vergleich dazu befanden sich in der vorliegenden Untersuchung 314 Doppelkronen in stark reduzierten Restgebissen. Dreißig Ankerzähne entfielen auf Klasse A, 84 auf Klasse B, 68 auf Klasse C/D und 132 auf Klasse E.

5.2.4 Überlebenszeitanalysen

Aufgrund der geringen Fallzahl nach 60 Monaten Beobachtungszeit und der Zunahme von zensierten Fällen, welche ohne zu versagen vorzeitig ausschieden, wurde entschieden, nur Überlebenswahrscheinlichkeiten bis 60 Monate anzugeben.

Wahrscheinlich ist, dass die Prothesen in den zensierten Fällen gut funktionierten und die Patienten aus nicht nachvollziehbaren Gründen keine weiteren zahnärztlichen Kontrollen wahrnahmen. Denkbar ist, dass diese Patienten entweder verzogen oder verstarben.

Die Ausfälle nach 60 Monaten werden nur anhand einer geringen Patientenzahl errechnet, somit verlieren diese Werte an Aussagekraft und sind nicht repräsentativ. Dies zeigt sich am 95 %-Konfidenzintervall. Eine Begrenzung der Zeitachse wurde auch von Pocock et al. (2015) empfohlen.

Überlebenszeit der Prothesen nach Kaplan-Meier

Betrachtet man das Überleben der Prothesen ohne weitere beeinflussende Faktoren, so erreichten die über CoCrMo-Doppelkronen verankerten Prothesen eine kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit von 87,7 % nach 60 Monaten.

Werdecker (2002) gab für Prothesen seiner Untersuchung bis zur Umarbeitung zur Totalprothese eine kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit von 98 % nach 60 Monaten und 80 % nach 120 Monaten an. Außerdem wurde eine kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit bis zum Verlust des ersten Ankerzahnes angegeben. Diese lag bei 92 % nach 60 Monaten und 61 % nach 120 Monaten Beobachtungszeit.

Werdecker (2002) behandelte alle von ihm untersuchten Patienten selbst in seiner Einzelpraxis. Die besseren Ergebnisse könnten mit der längeren durchschnittlichen Beobachtungszeit und einer geringeren Anzahl an ausgeschiedenen Patienten zusammenhängen. Seine Patienten besaßen eventuell eine bessere Eigenmotivation zu

zahnärztlichen Kontrollen. Dagegen wird der durchschnittliche Klinikpatient meist nur bei Problemen mit seinem Zahnersatz vorstellig.

Außerdem ist denkbar, dass es durch die durchschnittlich höhere Anzahl von Ankerzähnen pro Prothese länger dauert, bis eine Prothese zur Totalprothese umgearbeitet werden muss. Als Beispiel seien Prothesen mit einem Ankerzahn genannt. Bei einem Zahnverlust müssen diese direkt zur Totalprothese umgearbeitet werden. Sollte die untersuchende Gruppe also eine größere Anzahl von Prothesen mit nur einem Restzahn enthalten, so ist wahrscheinlich, dass es zu einer höheren Ausfallrate kommt. In der vorliegenden Untersuchung waren 30 Prothesen auf einem Ankerzahn gelagert. Bei Werdecker (2002) waren es im Gegensatz dazu nur rund 14 Prothesen.

Verma et al. (2013) gaben für über Doppelkronen verankerte Prothesen Werte von 66,7 % bis 98,6 % nach sechs- bis zehnjähriger Beobachtungszeit an, ohne genauer auf die Doppelkronenart einzugehen.

Speziell für Friktionsteleskope im stark reduzierten Restgebiss gaben Szentpétery und Setz (2015) bis zur Erweiterung zur Totalprothese eine Überlebenswahrscheinlichkeit von $90,9 \pm 7,2$ % nach 60 Monaten und $82,6 \pm 17$ % nach 120 Monaten an. Die geringfügig besseren Ergebnisse sind damit zu erklären, dass es sich um eine prospektive Studie handelte. Alle nachuntersuchten Patienten wurden speziell ausgewählt und wurden von wenigen Behandlern versorgt. Die Patienten wussten also im Vorfeld um die Studie und waren dadurch evtl. motivierter, zu regelmäßigen Kontrollen zu erscheinen. Die Ausscheiderquote ist dadurch geringer und notwendige Umarbeitungen bzw. Unterfütterungen konnten rechtzeitig durchgeführt werden. Von den 74 versorgten Patienten schieden nach fünf Jahren nur 22 Patienten aus.

Von Schwindling et al. (2017) wurden für über Galvanodoppelkronen verankerte Prothesen eine kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit von 96,4 % nach 36 Monaten angegeben.

Insgesamt bleibt festzustellen, dass über CoCrMo-Doppelkronen verankerte Teilprothesen mit Friktionsstift ähnlich hohe Überlebensraten zeigen, wie es bei anderen Doppelkronenarten der Fall ist.

Überlebenszeit der Ankerzähne nach Kaplan-Meier

In der hier vorliegenden Untersuchung wurde eine kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit der Ankerzähne von 83,4 % nach 60 Monaten ermittelt.

Werdecker (2002) gab in seiner Untersuchung für Ankerzähne eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 96 % nach 60 Monaten und 70 % nach 120 Monaten an.

Die im Vergleich dazu etwas schlechteren Ergebnisse der eigenen Untersuchung lassen sich eventuell damit erklären, dass die Arbeiten von einer Vielzahl verschiedener Behandler angefertigt wurden. Dadurch kann es zu unterschiedlichen Indikationsstellungen gekommen sein. Es ist denkbar, dass versucht wurde, Zähne mit einer fragwürdigen Prognose zu erhalten, was zumindest temporär einen Stabilitätsvorteil bringen sollte.

Wenz & Kern (2007) schlussfolgerten, dass langfristiges Überleben der Ankerzähne nicht von der Auswahl der Doppelkronenart abhängt, sondern vielmehr von der Pfeilerbewertung und dem Parodontalstatus.

Für Ankerzähne, die mit Friktionsteleskopen im stark reduzierten Restgebiss versorgt wurden, gaben Szentpétery und Setz (2015) eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 90,4 % nach 60 Monaten und 79,3 % nach 120 Monaten an.

Wenz & Kern (2007) gaben die durchschnittliche Überlebenswahrscheinlichkeit von Friktionsteleskope tragenden Ankerzähnen mit 93,4 % nach 60 Monaten und 80,5 % nach acht bis zehn Jahren an. Konuskronen erreichten durchschnittlich 86,9 % nach 60 Monaten und durchschnittlich 74,6 % nach zehn bis zwölf Jahren. Doppelkronen mit zusätzlichen Halteelementen („Marburger-Doppelkronen“) wurden hier mit einer durchschnittlichen Überlebenswahrscheinlichkeit von 91,5 % nach 60 Monaten und nach sieben bis zehn Jahren mit 75,6 % aufgeführt.

Verma et al. (2013) gaben eine kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit von Friktionsteleskopen und Konuskronen mit Werten zwischen 82,5 % auf 96,5 % nach einer Beobachtungszeit von 3,4 - 6 Jahren an.

Schwindling (2015) gab die durchschnittliche kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit in einem Bereich von 80,6 % bis 95,3 % nach fünf bis sechs Jahren an, ohne auf die Doppelkronenart einzugehen.

Die Überlebenswahrscheinlichkeit der hier untersuchten CoCrMo-Doppelkronen mit Friktionstift spiegelt das Ergebnis zahlreicher Studien, in denen andere Doppelkronenarten untersucht wurden, wieder (s. Tab. 1-7, S.16-24).

Einfluss des Geschlechts auf die Überlebenszeit

In der vorliegenden Untersuchung konnten keine signifikanten Hinweise dafür gefunden werden, dass das Geschlecht der Patienten einen Einfluss auf die Prothesen- und Ankerzahnüberlebenswahrscheinlichkeit hat. Dennoch lag die Prothesenüberlebenswahrscheinlichkeit bei Frauen mit 92,3 % nach 60 Monaten etwas höher als bei Männern mit 83,7 %.

Umgekehrt war es bei der Ankerzahnüberlebenswahrscheinlichkeit. Hier schnitten Ankerzähne männlicher Patienten mit 85,6 % nach 60 Monaten besser ab als bei Frauen mit 80,8 %.

Auch Werdecker (2002) gab an, geschlechtsspezifisch keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Ankerzähne gefunden zu haben. Nach zehn Jahren betrug diese 76 % bei Frauen und 71 % bei Männern.

Das Geschlecht scheint also keinen Einfluss für den langfristigen Erfolg von CoCrMo-Doppelkronen mit Friktionsstift zu haben.

Einfluss des Alters auf die Überlebenszeit

Das Alter der Patienten hatte weder auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Prothesen, noch auf die der Ankerzähne einen signifikanten Einfluss. Für Prothesen unterhalb des Altersmedians ergab sich eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 86,1 % nach 60 Monaten. Oberhalb des Medians lag die Überlebenswahrscheinlichkeit bei 89,4 % nach 60 Monaten.

Für Ankerzähne ergaben sich unterhalb des Medians Überlebenswahrscheinlichkeiten von 86 % und oberhalb von 81,1 % nach 60 Monaten.

Werdecker (2002) unterteilte seine Patienten ab dem 50. Lebensjahr in Gruppen von jeweils zehn Jahresschritten. Dadurch ist ein Vergleich nicht uneingeschränkt möglich. Für die Gruppe der unter 50-Jährigen wurden höhere Doppelkronenüberlebenswahrscheinlichkeiten gefunden.

Szentpétery und Setz (2015) konnten für Friktionsteleskope im stark reduzierten Restgebiss ebenfalls keine signifikanten Unterschiede ober- und unterhalb des Altersmedians finden.

Es scheint vorstellbar, dass mit zunehmendem Patientenalter aufgrund von eventuell abnehmender manueller Geschicklichkeit und damit verbundener schlechter werdender Mundhygiene die Überlebenswahrscheinlichkeit sinkt. Dies ist aber nicht belegt worden.

Einfluss des Kiefers auf die Überlebenszeit

Der Kiefer, in den der Zahnersatz eingegliedert wurde, beeinflusste weder die Überlebenswahrscheinlichkeit der Ankerzähne noch die der Prothesen signifikant.

Tendenziell wurden im Unterkiefer minimal höhere Überlebenswahrscheinlichkeiten erreicht. Nach 60 Monaten ergab sich für Oberkieferprothesen eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 86,6 %. Für Unterkieferprothesen ergaben sich nach 60 Monaten 89,2 %. Für Ankerzähne im Oberkiefer ergab sich nach 60 Monaten eine Überlebens-

wahrscheinlichkeit von 81,8 %. Für Ankerzähne im Unterkiefer waren es 84,9 % nach 60 Monaten.

Das bestätigt Werdeckers (2002) Angaben. Dieser fand in seiner Untersuchung heraus, dass Oberkieferankerzähne häufiger verloren gingen als Unterkieferankerzähne. Nach neun Jahren waren 25 % der Ankerzähne im Oberkiefer und 16 % im Unterkiefer extrahiert worden.

Szentpétery und Setz (2015) fanden in Bezug auf den versorgten Kiefer keine signifikanten Unterschiede. Dennoch schnitt auch hier der Unterkiefer beim Überleben der Primärkronen etwas besser ab. Bei der Frakturnrate fanden sich mit 24,7 % etwas höhere Werte für den Oberkiefer als für den Unterkiefer mit 13,5 %. Dieser Unterschied war aber nicht signifikant.

Es ist vorstellbar, dass Oberkieferzähne aufgrund des filigraneren Aufbaus des Oberkiefers im Vergleich zum Unterkiefer häufiger verloren gehen (Watzek et al., 2009). Dies wirkt sich aber nicht signifikant auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Ankerzähne aus.

Einfluss von Unterfütterungen auf die Überlebenszeit

Die Unterfütterung hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Prothesenüberlebenswahrscheinlichkeit. Nicht unterfütterte Prothesen zeigten mit 89,4 % nach 60 Monaten sogar leicht höhere Werte als unterfütterte Prothesen mit 84,2 %.

Auf das Überleben der Ankerzähne hatte die Unterfütterung von Prothesen hingegen signifikanten Einfluss. Auch hier zeigen sich für Ankerzähne unter nicht unterfütterten Prothesen geringfügig bessere Werte. So erreichten diese nach 60 Monaten 84,6 %. Die Ankerzähne unter unterfütterten Prothesen erreichten nach 60 Monaten 80,6 %.

Durch schlechter werdende Prothesenbasispassung infolge physiologisch fortschreitender Atrophie des Alveolarfortsatzes ist eine stärkere Belastung der Ankerzähne durch Kippbewegungen vorstellbar. Dadurch könnte es zu einer höheren Frakturnrate kommen.

In der hier vorliegenden Untersuchung zeigte sich, dass Unterfütterungen nicht in erhöhtem Maß nötig waren. Dies könnte daran gelegen haben, dass es sich bei einer größeren Anzahl der Patienten um Menschen handelte, die zu einer weniger starken Kieferatrophie neigen. Die Geschwindigkeit der Kieferresorption ist sehr individuell ausgeprägt und hängt von der Knochendichte, hormonellen Vorgängen, vorangegangenen Parodontalerkrankungen und der Kaudruckbelastung durch Prothesen ab. Die Resorption ist im ersten Jahr nach Zahnverlust am größten und im Ober- und Unterkiefer unterschiedlich (Tallgren, 1972; Riediger, 2009).

Es ist also denkbar, dass es sich bei den untersuchten Patienten zufällig um solche handelte, die günstige biologische Voraussetzungen mitbrachten oder aber schon länger zahnlos waren und es dadurch während der Beobachtungszeit zu einer geringen Resorption kam. Hinzu kommt, dass die nicht unterfütterten Prothesen zufällig eine günstige Abstützung aufweisen könnten, also das Knochen-Schleimhautlager wenig belastet haben, was wiederum zu einer geringeren Resorption des Kiefers führte.

Wie bereits unter 5.1 diskutiert besteht die Möglichkeit, dass Prothesen „chairside“ ohne Unterfütterungsvermerk in der Abrechnung (HKP) tatsächlich unterfüttert wurden. Trotz der geringfügig erhöhten Überlebenswahrscheinlichkeit der nicht unterfütterten Prothesen sollte, beruhend auf Daten der einschlägigen Literatur, der Unterfütterungsbedarf bei jeder zahnärztlichen Kontrolle geprüft und falls nötig die entsprechende Wiederherstellungsmaßnahme vorgenommen werden.

Auch Werdecker (2002) machte in seiner Untersuchung Angaben zu Unterfütterungen. So gab er an, dass ein Drittel der von ihm untersuchten Oberkieferprothesen und 40 % der Unterkieferprothesen unterfüttert wurden. Dies stellt im Vergleich zur eigenen Untersuchung einen höheren Prozentsatz an Unterfütterungen dar. Hier wurden rund 25,9 % der Oberkiefer- und 24,7 % der Unterkieferprothesen unterfüttert. Dabei wurden keine Angaben gemacht, ob Unterfütterungen Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit besitzen.

Wenz & Kern (2007) schlussfolgerten in ihrer Auswertung, dass der Patienten-Recall und eine regelmäßige Kontrolle der Unterfütterungsbedürftigkeit einen Einfluss auf den Langzeiterfolg von über Doppelkronen verankerten Prothesen haben.

Einfluss der Aktivierung auf die Überlebenszeit

In der Literatur sind keine vergleichbaren Angaben zur Aktivierung zu finden, da allein Doppelkronen mit Friktionsstift individuell nachaktivierbar sind. Die Aktivierung von Prothesen hatte keinen signifikanten Einfluss auf deren Überleben und wirkte sich nicht negativ aus. So erreichten aktivierte Prothesen nach 60 Monaten eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 89,7 %. Nicht aktivierte Prothesen erreichten mit 89,3 % nach 60 Monaten ähnlich hohe Werte. Arnold (2013) stellte außerdem gegenüber anderen Doppelkronenarten ein konstruktionsbedingt günstiges Verschleißverhalten fest.

Somit ist die Möglichkeit, die Retention des Zahnersatzes direkt und individuell am Behandlungsstuhl einzustellen, als großer Vorteil gegenüber klassischen Doppelkronenarten anzusehen.

Einfluss der Vitalität und endodontischer Maßnahmen auf die Überlebenszeit

Die Vitalität der Ankerzähne hatte einen signifikanten Einfluss auf ihre Überlebenswahrscheinlichkeit. So erreichten vitale Ankerzähne nach 60 Monaten 85,6 % kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit. Devitale Ankerzähne kamen auf deutlich schlechtere Werte von 67,2 %. Die Vitalität hat also einen entscheidenden Einfluss darauf, ob ein Zahn langfristig als Prothesenanker dient.

Auf einen Einfluss der Vitalität schlussfolgerten auch Wenz & Kern (2007). Diese sehen die Vitalität, ebenso wie Schwindling (2015), als ein wichtiges Erfolgskriterium für auf Zähnen gelagerte Prothesen an.

Für das stark reduzierte Restgebiss gaben Szentpétery und Setz (2015) an, dass vitale Zähne signifikant seltener frakturierten als initial devitale und wurzelkanalbehandelte. Von 140 vitalen Zähnen frakturierten 21 Zähne bzw. 15 % nach zehn Jahren. Von den 33 dort untersuchten devitalen Ankerzähnen waren es 11 Zähne bzw. 33,3 %. Die nicht vitalen Zähne wiesen eine signifikant geringere Überlebensrate der Primärkronen von 88,4 % zu 42 % nach fünf Jahren auf.

Die hier vorliegende Untersuchung zeigt, dass auch die Art der endodontischen Vorbehandlung signifikanten Einfluss auf das Überleben der Ankerzähne hat. Interessant ist der Unterschied zwischen einfach wurzelgefüllten Zähnen und Zähnen mit zusätzlichem Stiftaufbau. Die einfach gefüllten Ankerzähne zeigten nach 60 Monaten eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 60 %. Ankerzähne mit zusätzlichem Stiftaufbau zeigten mit 70,4 % deutlich höhere Werte.

In der vorliegenden Untersuchung waren initial 10,5 % wurzelbehandelte Zähne versorgt worden. Am Beobachtungsende stieg dieser Wert allerdings nur auf 17,2 % an.

Werdecker (2002) gab an, dass 10 % der von ihm versorgten Ankerzähne wurzelkanalbehandelt waren. Am Ende der Beobachtungszeit kamen 14 % dazu, somit waren 76 % aller Ankerzähne noch vital. Werdecker (2002) schlussfolgert, dass sich endodontische Maßnahmen negativ auf den Verbleib als Ankerzahn auswirken.

Wenn Zähne devital bzw. wurzelgefüllt sind, wird der Zahn nicht mehr mit Nährstoffen versorgt. Es kommt zu einer Versprödung der Zahnhartsubstanz, was Frakturen und daraus resultierende Zahnverluste begünstigt. Damit ist auch der Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit nachvollziehbar. Bei einem wurzelgefüllten Zahn ist meist der ursprüngliche Kronenanteil mehr oder weniger stark geschädigt und durch Aufbaufüllungen ersetzt worden. Bei hohem Zahnhartsubstanzverlust muss mitunter ein Stift zur Verankerung des plastischen Aufbaus gesetzt werden. Diese stabilitätsschwächende Maßnahme kann sich ebenfalls negativ auf die Dauerhaltbarkeit auswirken. Gerade

diese mit Stiftaufbau versorgten Zähne zeigten sich aber als langfristig haltbarer. Eventuell könnte dies an einer günstigeren Belastung beim Ein- und Ausgliedern durch die CoCrMo-Doppelkronen mit Friktionsstift liegen.

Einfluss der Steffelklasse und der Doppelkronenanzahl auf die Überlebenszeit

Die Verteilung der Ankerzähne in Bezug auf die Lückentopografie hat sowohl auf das Überleben der Ankerzähne als auch auf das der Prothesen signifikanten Einfluss. Am ungünstigsten zeigt sich hier die Steffelklasse A. Die Prothesen, die dieser Klasse zugerechnet werden, zeigten nach 60 Monaten eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 51,5%, ebenso die der Ankerzähne. Alle anderen Klassen zeigten deutlich höhere Werte.

Die Klassen E und F zeigen im Vergleich zu den Klassen A bis D deutlich bessere Werte. Dies ist zum einen mit dem Vorhandensein eines Unterstützungspolygons und mit der höheren Anzahl statisch günstiger verteilter Ankerzähne zu erklären. Die Anzahl der Ankerzähne ist also ein Cofaktor zur Verteilung.

Auffällig ist außerdem, dass die Klassen B bis E ähnlich hohe Überlebenswahrscheinlichkeiten wie Ankerzähne und Prothesen im nicht stark reduzierten Restgebiss zeigten.

Wenz & Kern (2007) gaben an, dass die Verteilung der Zähne einen Einfluss auf die Überlebensrate hat. Schwindling (2015) gibt für auf Zähnen gelagerte Prothesen an, dass eine günstige Verteilung der Ankerzähne eine wichtige Voraussetzung für den langfristigen Erfolg einer prothetischen Versorgung mittels Doppelkronen sei.

Für die Frakturrate von Zähnen im stark reduzierten Restgebiss gaben Szentpétery und Setz (2015) deutlich höhere Werte für Klasse A mit 36,4 % an. Auch die Überlebenswahrscheinlichkeit der Primärkronen war in Klasse A deutlich geringer.

Im gleichen Kontext ist die Anzahl der Ankerzähne zu sehen. Diese hatte ebenfalls signifikanten Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Ankerzähne. Auffällig ist auch hier der Abfall der Überlebenswahrscheinlichkeit für Restgebisse mit nur noch einem Ankerzahn. Die Überlebenswahrscheinlichkeit der Ankerzähne von Einzahnprothesen erreicht nach 60 Monaten 57,6 %. Alle anderen Klassen zeigen auch hier deutlich höhere Werte.

Auch Werdecker (2002) machte Angaben zur Auswirkung der Anzahl der Ankerzähne auf das Prothesenüberleben. Dabei nahm er eine Einteilung in vier Gruppen vor. Generell schlussfolgerte er, je mehr Prothesenanker vorhanden sind, desto höher sind die Überlebenszeiten. Ein bis zwei Anker erreichten 68,4 %, drei bis vier Anker 81,9 %, fünf bis sechs Anker 82,6 % und sieben und mehr Anker 86,0 % nach neun Jahren.

Außerdem musste häufiger extrahiert werden, je weniger Ankerzähne vorhanden waren.

Wenz & Kern (2007) sahen die Anzahl der Zähne, auf denen die Prothese gelagert werden kann, als einen wichtigen Einflussfaktor an. Ebenso wie Schwindling (2015) wird eine strategische Pfeilervermehrung empfohlen, um den Erfolg der Prothese zu steigern. Von der Extraktion aller Zähne zugunsten von Implantaten wurde abgeraten, da auch Hybridprothesen gute Überlebenswahrscheinlichkeiten zeigten.

Speziell im stark reduzierten Restgebiss gaben Szentpétery und Setz (2015) für die Überlebenswahrscheinlichkeit von Primärkronen keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Zahnanzahl an. Dennoch zeigten auch hier Konfigurationen mit nur einem Zahn die geringste Überlebenswahrscheinlichkeit. Auch die Frakturnrate war, wenn auch nicht signifikant, bei Prothesen mit einem Ankerzahn mit 34,8 % am höchsten.

Die erzielten Ergebnisse zeigen auch hier deutlich, dass mehr Ankerzähne günstiger für den langfristigen Erfolg eines Zahnersatzes sind. Dies hängt damit zusammen, dass mehr Zähne zusammengerechnet eine größere Wurzeloberfläche besitzen. Dies sorgt dafür, dass ein höherer Anteil an Kaukräften parodontal aufgenommen wird und sich die absolut angreifenden Kräfte auf mehr Wurzeloberfläche verteilen. Dadurch sinkt die Belastung pro Flächeneinheit. Deshalb sollte gerade im stark reduzierten Restgebiss nicht auf parodontal vorgeschädigte Zähne als Anker verzichtet werden. Jeder zusätzliche Anker bringt eine drastische Verbesserung der Überlebenswahrscheinlichkeit mit sich. Ein Mehr an Ankerzähnen bedeutet meist auch eine statisch günstigere Verteilung der Ankerzähne im Kiefer. Das Vorhandensein und die Größe eines Unterstützungspolygons reduzieren angreifende Kräfte, welche zu einer Kippung der Zähne führen. Dies verdeutlicht noch einmal die große Bedeutung der Zahnerhaltung.

Einfluss der Ankerzahnposition auf die Überlebenszeit

Ob es sich bei den versorgten Zähnen um Schneidezähne, Eckzähne, Prämolaren oder Molaren handelte, hatte keinen signifikanten Einfluss auf das Überleben der Ankerzähne. Die Überlebenswahrscheinlichkeiten der einzelnen Gruppen liegen auf ähnlichem Niveau. Einzig die Unterkieferfrontzähne zeigen eine höhere Überlebenswahrscheinlichkeit. Diese ist aber aufgrund der geringen Fallzahl als nicht repräsentativ anzusehen. Außerdem kamen Unterkieferfrontzähne ausschließlich als zusätzliche Anker, niemals als alleinige vor. Somit sind diese als zusätzliche Anker von einer auf mehreren Ankern gelagerten Prothese zu sehen.

Für die unterschiedlichen Zahnarten stellten Szentpétery und Setz (2015) bezüglich der Frakturnrate keine signifikanten Unterschiede fest. Molaren zeigten die besten Wer-

te. Ebenso zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Überlebenswahrscheinlichkeit der Primärkronen. Hier zeigten die Prämolaren und Molaren mit $87,8 \pm 9,4\%$ nach fünf Jahren etwas bessere Werte als Schneide- und Eckzähne mit $77,0 \pm 8,8\%$.

Man könnte annehmen, dass Zähne mit einer größeren Wurzeloberfläche stabiler sind und sich dies in höheren Überlebensraten zeigt. Das bestätigte sich aber nicht.

Grund dafür könnte beispielsweise sein, dass Molaren häufiger parodontale Probleme aufweisen und dadurch verloren gehen. Gerade Eckzähne als letzte Ankerzähne müssen oft große Kaukräfte kompensieren und gehen dadurch eher verloren. Zähne, wie beispielsweise Unterkieferfrontzähne, werden sich hingegen nur in Ankerzahnkonfigurationen finden, in denen sie nicht die alleinigen Anker darstellen. Meist sind hier noch weitere günstig verteilte Eckzähne, Prämolaren oder Molaren vorhanden.

Überlebenszeit nach Cox-Regression

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Überlebenswahrscheinlichkeit der Prothesen und der Ankerzähne zusätzlich mithilfe der Cox-Regression bestimmt. Dabei werden in der Berechnung verschiedene, das Überleben beeinflussende Parameter gleichzeitig betrachtet. Für die Prothesen waren dies: Patientenalter bei Eingliederung, Geschlecht, Kiefer und die entsprechende Einteilung nach Steffel. Dabei zeigte sich, dass die Steffelklasse als einzige Variable einen signifikanten Einfluss besaß. Es kann die Aussage getroffen werden, dass das Risiko eines Prothesenversagens pro Lebensjahr um 1,1 % ansteigt. Das geringste Risiko für ein Prothesenversagen haben Frauen mit einer Unterkieferprothese in der quadrangulären abgestützten Steffelklasse F.

Für die Doppelkronen tragenden Ankerzähne wurde ebenfalls eine Cox-Regression berechnet. Hierbei wurden die Parameter Patientenalter, Geschlecht, Kiefer, Vitalität der Zähne und die Verteilung nach Steffel berücksichtigt. Einen signifikanten Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit hatten hierbei Patientenalter, die Vitalität und die Steffelklasse. Es konnte festgestellt werden, dass das Risiko, einen Ankerzahn zu verlieren, pro Lebensjahr um 2,3 % steigt. Die höchste Überlebenswahrscheinlichkeit haben vitale Unterkieferzähne bei Männern, wenn diese sich unter einer quadrangulär abgestützten Prothese befinden.

Auch Szentpétery und Setz (2015) führten diese Berechnung für die Überlebenswahrscheinlichkeit der Primärkronen durch. Die eingeschlossenen Parameter waren auch hier: Geschlecht, Kiefer, Vitalität, Steffelklasse und Patientenalter, welches als einziges keinen signifikanten Einfluss hatte. Das geringste Risiko, eine Primärkrone nach fünf Jahren zu verlieren, hatten Frauen mit drei bis vier vitalen Unterkieferzähnen und einer triangulären Abstützung.

Das alles bestätigt die von Wenz und Kern (2007) gemachten Angaben, dass die Anzahl und Verteilung der Ankerzähne, ebenso wie die Vitalität dieser, einen großen Einfluss auf den langfristigen Erfolg von über Doppelkronen verankerten Prothesen haben. Dies gilt genauso für die hier untersuchten CoCrMo-Doppelkronen mit Friktionsstift.

5.3 Schlussfolgerungen und künftige Untersuchungsaufgaben

Die Dauerhaltbarkeit der mit über CoCrMo-Doppelkronen verankerten Teilprothesen mit Friktionsstiften ist weder besser noch schlechter als die von über andere Doppelkronenarten verankerten Prothesen. Vielmehr hat sich in der Nachuntersuchung gezeigt, dass biologische Faktoren im Vergleich zu mechanischen Komplikationen einen größeren Einfluss auf das Überleben der Ankerzähne und des Zahnersatzes haben.

Der klare Vorteil von CoCrMo-Doppelkronen mit Friktionsstift im Gegensatz zu edelmetallhaltigen Doppelkronensystemen besteht in der Verwendung kostengünstiger edelmetallfreier Legierung. Dadurch sinken anfallende Kosten sowohl für Patienten als auch für die Krankenkassen. Ein weiterer dominierender Vorteil ist die Möglichkeit, die Prothese aktivieren zu können. Sowohl initial als auch nach Verlust der Haltekraft über die Tragedauer. Auch dies senkt wiederum langfristig Kosten. Andere Doppelkronenarten können, wenn überhaupt möglich, nur aufwendig in einem zahntechnischen Labor aktiviert werden. Die Neuanfertigung von Prothesen aufgrund von mangelnder Haltewirkung wird so vermieden. Dadurch wird im Vorfeld bereits präventiv gehandelt. Mit jeder Erneuerung einer über Doppelkronen verankerten Prothese ist die Erneuerung der Primärkronen verbunden. Dies führt immer auch zu Verlusten von Zahnhartsubstanz aufgrund der notwendigen Nachpräparation der Ankerzähne vor erneuter Überkronung. Somit wird das Risiko, dass Ankerzähne ihre Vitalität verlieren oder frakturieren, erhöht.

Die über CoCrMo-Doppelkronen verankerten Teilprothesen mit Friktionsstiften zeigten auch im stark reduzierten Restgebiss eine gute Überlebenswahrscheinlichkeit, die im Verhältnis dazu mit statisch günstiger abgestützten Prothesen vergleichbar ist. Wie zu erwarten war, zeigten sich Prothesen mit einem letzten Ankerzahn als am anfälligsten, diesen zu verlieren. Das führt Patienten und Behandler automatisch dazu, das Konzept der Doppelkronenprothese aufgeben zu müssen. Aus diesem Grund sollten möglichst auch kompromissbehaftete Zähne in die Versorgung eingeschlossen werden. Auch ein wurzelgefüllter oder parodontal vorgeschädigter Zahn kann als Anker genutzt werden. Dies trägt, wenn auch nur temporär, zur Verbesserung der Überlebensprognose der Prothese bei. Selbst vorgeschädigte Zähne in einer günstigen Lückentopografie vertei-

len angreifende Kaukräfte deutlich besser. Das wiederum bedeutet eine Verbesserung der Überlebenswahrscheinlichkeit des einzelnen Zahnes.

Aus genannten Gründen ist zu einer strategischen Vermehrung der Anker mittels Implantaten zu raten. So könnten Patienten beispielsweise von einer linearen Abstützung in eine quadranguläre überführt werden. Dies führt durch eine bessere Lastverteilung und Reduktion von Rotationsmomenten an der Prothese zu einer Entlastung der natürlichen Ankerzähne. Dadurch kann deren Extraktion verhindert oder zumindest hinausgezögert werden.

Um den genauen Einfluss von Mundhygiene und Unterfütterungen auf den parodontalen Zustand der mit CoCrMo-Doppelkronen versorgten Zähne bewerten zu können, sollte eine randomisierte klinische Studie angestrebt werden. In dieser könnte besser auf den Zusammenhang von regelmäßigen Nachkontrollen und Ausgangsbefunden eingegangen werden. Außerdem sollte eine längere Beobachtungsdauer angestrebt werden.

Des Weiteren ist noch die Frage zu klären, ob wurzelkanalbehandelte Zähne anstelle einer Versorgung mit Doppelkronen besser gleich mit Wurzelstiftkappen versorgt werden sollten. Die niedrigeren Überlebensraten von wurzelkanalbehandelten Zähnen deuten eventuell darauf hin, dass diese durch Doppelkronen übermäßig stark belastet werden.

5.4 Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung wurden die Patientenakten von 233 Patienten ausgewertet. Ziel war es, eine Aussage darüber treffen zu können, welche Überlebenswahrscheinlichkeiten die 278 mittels CoCrMo-Doppelkronen mit Friktionsstift verankerten Prothesen erreichen. Diese Prothesen wurden zwischen 2006 und 2016 von verschiedenen Behandlern, ein Großteil von Studenten des 5. Studienjahres, angefertigt.

Nach genauer Durchsicht der einzelnen Patientenakten wurden die zu erhebenden Daten statistisch analysiert.

Die 278 Prothesen verteilten sich zu rund 52,9 % (n=147) auf Männer und zu 47,1 % (n=131) auf Frauen. Dabei handelte es sich bei 47,5 % (n=132) um Oberkieferprothesen und bei 52,5 % (n=146) um Unterkieferprothesen.

Der Altersmedian der Patienten lag bei 61,85 Jahren. Der durchschnittliche Beobachtungszeitraum erstreckte sich über 3,3 Jahre. Die maximale Beobachtungszeit lag bei ca. 8,6 Jahren.

Die Geschlechterverteilung war mit einem Anteil von 52,4 % (n=122) Männern zu 47,6 % (n=111) Frauen relativ gleichmäßig.

Auffällig war der hohe Anteil von Prothesen, die sich in einem stark reduzierten Restgebiss befanden. Dies war bei rund 51,8 % (n=144) der Prothesen der Fall. Die restlichen 48,2 % (n=134) Prothesen fielen nicht darunter.

Die untersuchten Prothesen waren auf insgesamt 773 Ankerzähnen gelagert. Dies entspricht einer durchschnittlichen Ankeranzahl von 2,78 pro Prothese.

Das kumulative Überleben der Prothesen wurde nach Kaplan-Meier bestimmt und lag nach 60 Monaten bei 87,8 %.

Ebenso wurde das kumulative Überleben nach Kaplan-Meier für die Ankerzähne bestimmt, dies betrug nach 60 Monaten 83,4 %.

Zusätzlich wurde sowohl für die Prothesen als auch für die Ankerzähne eine Cox-Regression durchgeführt, um die das Überleben beeinflussenden Faktoren einbeziehen zu können.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass ein geschlechtsspezifischer Unterschied auf die Überlebensrate des Zahnersatzes nicht nachzuweisen war. Ob die Versorgung im Ober- oder im Unterkiefer lokalisiert war, hatte keinen Einfluss. Als positiv zu werten ist, dass die Aktivierung der Prothesen ebenso keinen Einfluss auf die Überlebensraten des Zahnersatzes hatte. Somit können die Patienten uneingeschränkt von der Möglichkeit der individuellen Anpassung der Haltekraft bzw. der Aktivierung bei Verlust der Haltekraft profitieren.

Als Faktoren, die einen wesentlichen Einfluss auf die Überlebensrate haben, zeigten sich die Vitalität, die Anzahl und die Verteilung der Ankerzähne. So gilt für die CoCrMo-Doppelkronen mit Friktionsstift ebenso wie für alle anderen Doppelkronenarten, dass eine Prothese auf möglichst vielen, günstig verteilten Ankerzähnen die höchsten Überlebenschancen besitzt.

Die Anwendung dieser Doppelkronenart kann anhand der Studienergebnisse empfohlen werden. Eine Kontraindikation im stark reduzierten Restgebiss wurde nicht festgestellt, selbst im Vergleich mit statisch günstigeren Verteilungen und Ankeranzahlen sind vergleichsweise hohe Überlebensraten zu finden. Es wurde zudem aufgezeigt, dass mit jeder Verbesserung der Ankerverteilung die Überlebenschancen steigen.

6. Literaturverzeichnis

- Arnold C. 2013. Retentionsverhalten teleskopierender Doppelkronen mit und ohne zusätzliche Halteelemente – eine In-vitro-Studie [Dissertation]. Halle: Universität
- Bhagat TV, Walke AN (2015) Telescopic Partial Dentures-Concealed Technology. *Journal of International Oral Health* 7(9):143-147.
- Böttger H: Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Prothetik. Johann Ambrosius Barth, Leipzig, 1960.
- Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung, Bevölkerungsentwicklung (2013) Daten zum Demografischen Wandel in Deutschland - Bevölkerungsentwicklung und -struktur, Geburten, Lebenserwartung und Pflege.
- Cho JH, Cho SA (2016) The Use of Telescopic Crowns in Removable Partial Denture Treatment for Patients with Severe Periodontal Disease: Two Patient Case History Reports. *Int J Prosthodont* 29(2):175-178.
- Ehrenfeld M, Winter W: 6. Entzündungen des Knochens. In: Schwenzer N, Ehrenfeld M (Hrsg): Zahn- Mund- Kiefer- Heilkunde, Zahnärztliche Chirurgie. 4. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, New York, 2009, S.150-171.
- Gemeinsamer Bundesausschuss: Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses zur Bestimmung der Befunde und der Regelversorgungsleistungen für die Festzuschüsse nach §§ 55, 56 SGB V zu gewähren sind (Festzuschuss-Richtlinie) sowie über die Höhe der auf die Regelversorgungsleistungen entfallenden Beträge nach § 56 Absatz 4 SGB V (Festzuschuss-Richtlinie) in der Fassung vom 3. November 2004 veröffentlicht im Bundesanzeiger 2004 (S. 24 463) in Kraft getreten am 1. Januar 2005 zuletzt geändert am 25. November 2016 veröffentlicht im BAnz AT 30.12.2016 B3 in Kraft getreten am 1. Januar 2017 Festzuschuss-Richtlinie Stand: 2. Januar 2017, S.18.
- Gesetz zur Dämpfung der Ausgabenentwicklung und zur Strukturverbesserung in der gesetzlichen Krankenversicherung (Krankenversicherungs-Kostendämpfungs-KVKG) (27.06.1977) Bundesgesetzesblatt S.1074 §368g.
- Groten M, Rübeling G (2009) Hybridteleskope zur Verankerung von kombiniert festsitzend-herausnehmbarem Zahnersatz - Rekonstruktive und klinische Aspekte rein NEM-basierter Teleskopprothesen. *Quintessenz Zahntech* 35(12):1568-1580.
- Gupta SH, Viswambaran M, Vijayakumar R (2015) Telescopic retainers for removable partial dentures. *Medical Journal Armed Forces India* 71: 578-580.
- Häupl K: Lehrbuch der Zahnheilkunde. Zweiter Band Urban&Schwarzenberg, Wien-Innsbruck, 1950, S. 80-83.
- Häupl K, Reichborn-Kjennerud I: Moderne Zahnärztliche Kronen- und Brückenarbeiten. 1. Aufl. Verlag von Hermann Meusser, Berlin, 1929, S. 183-185.
- Hofmann M (1966) Die Versorgung von Gebissen mit einzelstehenden Restzähnen mittels sog. Cover-Denture-Prothesen. *Dtsch Zahnärztl Z* 21(3):478-482.
- Ishida K, Nogawa T, Takayama Y, Saito M, Yokoyama A (2017) Prognosis of double crown-retained removable dental prostheses compared with clasp-retained removable dental prostheses: A retrospective study, *J Prosthodont Res* <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpor.2016.12.006>.
- Jordan AR, Micheelis W, Cholmakow-Bodechtel C, Füßl-Grünig E, Geyer S, Hertrampf K, Hoffmann T, Holtfreter B, Kocher T, Nitschke I, Noffz S, Scharf L, Schiffner U, Schützhold S, Stark H, Zimmer S: Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V) – Kurzfassung, 1. Auflage. Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung, 2016, S.6-36.

- Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung: KZBV Jahrbuch 2016. Statistische Basisdaten zur vertragszahnärztlichen Versorgung. Köln: KZBV, 2016.
- Kern M, Böning KW, Stark H, Wolowski A, Wöstmann B, Walter MH (2011) Präventionsorientierte Strategien in der prothetischen Zahnmedizin Bundesgesundheitsblatt 54:1102–1109.
- Körber KH (1968) Konuskronen – ein physikalisch definiertes Teleskopsystem. Dtsch Zahnärztl Z 23(6):619-630.
- Lehmann KM (1999) Doppelkronen aus NEM-Legierungen. ZT-Magazin für innovative Zahntechnik 6:324-328.
- Lehmann KM, Gente M: Doppelkronen als Verankerung für herausnehmbaren Zahnersatz. In: Kettler W (Hrsg.) Deutscher Zahnärztekalendar. München: Carl Hanser, 1988:106-120.
- Lehmann KM, Hellwig E: Zahnärztliche Propädeutik: Einführung in die Zahnärztliche Propädeutik. 10. Aufl. Urban & Fischer München, 2005, S. 266.
- Lindigkeit J (2002) Mehr als Billiglösungen für die soziale Indikation Edelmetallfreie Legierungen und Titan DZW-Spezial, 1-2/2002, S. 20-23.
- Niedermeier W: Prothesenkinematik. In: Koeck B (Hrsg.). Praxis der Zahnheilkunde. Band 6 Teilprothesen. München-Wien-Baltimore: 3. Aufl. Urban & Schwarzenberg, 1996:78-99.
- Pocock SJ, McMurray JJV, Collier TJ (2015) Making Sense of Statistics in Clinical Trial Reports Part 1 of a 4-Part Series on Statistics for Clinical Trials. Journal of the American College of Cardiology Vol. 66 (22):2536-2549.
- Riediger D: 8. Präprothetische Chirurgie. In: Schwenzer N, Ehrenfeld M (Hrsg): Zahn-Mund- Kiefer- Heilkunde, Zahnärztliche Chirurgie. 4. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, New York, 2009, S.198-216.
- Rübeling G, Popall K (2007) Teleskopierender Zahnersatz mit Doppelkronen im Einstückmodellgussverfahren aus CrCoMo mit steuerbarer Friktion. Quintessenz Zahntech, Special Doppelkronen 33(12):1518-1532.
- Schwindling FS (2015) Wie erfolgreich sind Doppelkronen heute? – Eine systematische Literaturrecherche. Quintessenz Zahntech 41 (10):1276-1289.
- Schwindling FS, Lehmann F, Terebesi S, Corcodel N, Zenthöfer A, Rammelsberg P, Stober T (2017) Electroplated telescopic retainers with zirconia primary crowns: 3-year results from a randomized clinical trial. Clin Oral Invest DOI 10.1007/s00784-017-2067-5.
- Statistisches Bundesamt: Neue Bevölkerungsvorausberechnung für Deutschland bis 2060, Pressemitteilung vom 28. April 2015 – 153/15.
- Steffel VL (1962) Planning removable partial dentures. J Prosthet Dent;12:524-535.
- Strub JR, Kern M, Trüp JC, Witkowski S, Heydecke G, Wolfart S: Curriculum Prothetik Band 1-3, 4. überarbeitete und erweiterte Auflage, Quintessenz Verlag, 2011, S.783-801.
- Szentpétery V. 2005. Bewährung von Friktionsteleskopen im stark reduzierten Restgebiss – eine Pilotstudie [Dissertation]. Halle: Universität
- Szentpétery V, Lautenschläger C, Setz JM (2010) Mobilität von Friktionsteleskopfeilern im stark reduzierten Restgebiss - 3-Jahresergebnisse einer klinischen Studie. Dtsch Zahnärztl Z 65(11):654-664.
- Szentpétery V, Lautenschlager C, Setz JM (2012) Frictional telescopic crowns in severely reduced dentitions: a 5-year clinical outcome study. Int J Prosthodont 25(3):217-20.

- Szentpétery V, Setz JM (2015): Das stark reduzierte Restgebiss: Versorgung mit Teleskopprothetik Quintessenz Verlag; Auflage: 1. Auflage (15. Oktober 2015) ISBN-10: 3868672583 ISBN-13: 978-3868672589.
- Tallgren A (1972) The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: A mixed-longitudinal study covering 25 years. *J Prosthet Dent*;27(2):120-132.
- Verma R, Joda T, Brägger U, Wittneben JG (2013) Systematic Review of the Clinical Performance of Tooth-Retained and Implant-Retained Double Crown Prostheses with a Follow-Up of ≥ 3 Years. *Journal of Prosthodontics* 22 (2013), 2–12.
- Wadhwa B, Jain V, Pruthi G (2014) Strategic Use of Telescopic Retainers and Semi-rigid Precision Attachments in a Geriatric Patient: A Case Report. *J Indian Prosthodont Soc* 14(Suppl. 1):S232–S237.
- Watzek G, Fürhauser R, Mailath-Pokorny G: 9. Zahnärztliche Implantate. In: Schwenzer N, Ehrenfeld M (Hrsg): Zahn- Mund- Kiefer- Heilkunde, Zahnärztliche Chirurgie. 4. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, New York, 2009, S.227-271.
- Weber H (1986) Standortbestimmung der zahnärztlichen Prothetik. *Quintessenz* 3: 457-500(472).
- Weber H (1989) Neue Technologien in der zahnärztlichen Prothetik. *Dtsch Zahnärztl Z* 44:817-821.
- Weber H, Frank G, Diehl J, Geis-Gerstorfer J (1988) Klinik der Funkenerosionstechnik: Kombiniert festsitzend/herausnehmbarer Zahnersatz aus Nichtedelmetall. Sonderdruck aus Zahnärztliche Mittelungen Heft 17/88, 78. Jahrgang, Druck: Deutscher Ärzte-Verlag, Köln.
- Weber H, Frank G (1993) Spark erosion procedure: A method for extensive combined fixed and removable prosthodontic care. *J Prosthet Dent* 69(2):222-227.
- Weber H, Setz JM: 6. Teilprothetik. In: Gernet W, Biffar R, Schwenzer N, Ehrenfeld M (Hrsg): Zahn- Mund- Kiefer- Heilkunde, Zahnärztliche Prothetik. 4. Aufl. Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, New York, 2011, S. 151, 152, 159.
- Wenz HJ, Lehmann KM (1998) A Telescopic Crown Concept for the Restoration of the Partially Edentulous Arch: The Marburg Double Crown System. *Int J Prosthodont* 11(6):541-550.
- Wenz HJ, Lehmann KM, Gente M, Hertrampf K (1999) Perioprothetische Rekonstruktion des teilbezahnten Kiefers mit doppelkronenverankerten Teilprothesen. *Quintessenz* 50(4):359-371.
- Wenz HJ, Kern M (2007) Langzeitbewahrung von Doppelkronen. *Quintessenz Zahntech* 33 (12):1482-1494.
- Werdecker HJ. 2002. Zur durchschnittlichen Verweildauer von teleskopverankerten Einstückgussprothesen mit funkenerodierten Friktionsstiften [Dissertation]. Gießen: Universität
- Zoidis P, Panagiota S, Polyzois G (2015) A Fixed Telescopic Prosthesis Designed to Retrieve and Convert to Fixed-Removable Combination Case: A Clinical Report. *Acta stomatol Croat* 49(2):145-150.

7. Thesen

1. Über CoCrMo-Doppelkronen mit Friktionsstift verankerte Prothesen stellen ein etabliertes Therapiemittel dar.
2. Der Langzeiterfolg einer über CoCrMo-Doppelkronen mit Friktionsstift verankerten Prothese hängt in hohem Maße von den biologischen Gegebenheiten des Patienten ab. Da diese sehr unterschiedlich sein können, sollte eine gründliche Anamnese erfolgen.
3. Die Aktivierbarkeit der Prothesen ist von großem Nutzen für eine möglichst lange Tragedauer.
4. Die Erweiterung von über CoCrMo-Doppelkronen mit Friktionsstift verankerten Prothesen ist einfach und kostensparend möglich.
5. CoCrMo-Doppelkronen mit Friktionsstift sind auf lange Sicht günstiger als andere Doppelkronenarten.
6. Über CoCrMo-Doppelkronen mit Friktionsstift verankerte Prothesen stellen im stark reduzierten Restgebiss die optimale prothetische Versorgung für den geordneten Übergang bis hin zur Totalprothese dar.
7. Im stark reduzierten Restgebiss sollten möglichst auch kompromissbehaftete Zähne als Anker genutzt werden. Dies trägt zur Verbesserung der Überlebensprognose der Prothese bei.
8. Eine strategische Pfeilervermehrung mittels Implantaten, um zumindest ein trianguläres Unterstützungspolygon zu generieren, ist sinnvoll.
9. Je günstiger Prothesen abgestützt sind, desto höher ist deren Überlebenswahrscheinlichkeit.
10. Bei nur einem verbliebenen Restzahn besteht ein deutlich höheres Risiko, diesen zu verlieren.

8. Anlagen

Kongressvortrag:

Hinz S: Klinische Bewährung von Teilprothesen mit CoCr–Doppelkronenverankerung – eine retrospektive Studie, 44. Internationale Fortbildungstagung für Zahntechniker 26.02. – 04.03.2017, St. Moritz, Schweiz.

Publikation der Ergebnisse:

Hinz S, Arnold C, Setz J, Hey J, Schweyen R. Complications of endodontically treated abutment teeth after restoration with non-precious metal double crowns. *Clinical Oral Investigations*; 2019: doi: 10.1007/s00784-019-03145-y.

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich - Sebastian Hinz, geboren am 07.03.1984 - die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe angefertigt zu haben.

Ich habe mich ausschließlich der von mir angegebenen Quellen und Hilfen bedient.

Ermlitz, den 06.01.2018

Sebastian Hinz

Erklärung über frühere Promotionsversuche

Ich erkläre weiterhin, dass frühere Promotionsversuche mit der gleichen oder einer anderen Dissertation nicht erfolgt sind. Die vorliegende Arbeit wird erstmalig und nur an der Medizinischen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg eingereicht.

Ermlitz, den 06.01.2018

Sebastian Hinz

Danksagung

Bei Herrn *Univ.- Prof. Dr. med. dent. habil. Jürgen M. Setz* bedanke ich mich ganz besonders für die Überlassung des Themas, seine hervorragende Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit und für seine unersetzliche Hilfe bei der Programmierung der Datenerfassungssoftware.

Bei *apl. Prof. Dr. Andreas Wienke* und *OÄ Dr. Ramona Schweyen* bedanke ich mich für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung.

Ebenso gilt mein Dank meinen geschätzten Kollegen, die mir jederzeit mit Ratschlägen und Anmerkungen zur Seite standen.

Meiner Familie danke ich für die unermüdliche Unterstützung, den Rückhalt und die Motivation, die zur Erstellung dieser Arbeit nötig waren.