

Aus der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik  
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Direktorin: Univ.-Prof. Dr. P. Gierthmühlen

Doppelkronen verankerte Prothesen in ihrer klinischen  
Bewährung

Dissertation

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

vorgelegt von

Zara Adina von Zitzewitz

2022

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

gez.:

Dekan: Prof. Dr. med. Nikolaj Klöcker

Erstgutachter: Prof. Dr. med. dent. Alfons Hugger

Zweitgutachter: Prof. Dr. rer. nat. Ralph Brinks

## Abkürzungsverzeichnis

<b>Abb.</b>	Abbildung
<b>AndereRep</b>	andere Reparatur
<b>DK</b>	Doppelkrone
<b>DP</b>	Doppelkronen verankerte Prothese
<b>Eck</b>	Eckzähne
<b>Erneu</b>	Erneuerung
<b>Extr</b>	Extraktion
<b>Frnt</b>	Frontzähne
<b>GeKiVers</b>	Gegenkieferversorgung
<b>HR</b>	Hazard-Rate
<b>ID</b>	Identität
<b>i.V.</b>	im Vergleich
<b>KI</b>	Konfidenzintervall
<b>Loc</b>	Lokalisation
<b>M</b>	männlich
<b>Mlrn</b>	Molaren
<b>O</b>	Obere
<b>OK</b>	Oberkiefer
<b>o.ä.</b>	oder ähnliches
<b>Prm</b>	Prämolaren
<b>Rep</b>	Reparatur
<b>RezEinf</b>	einfache Rezentierung
<b>RezMehrf</b>	mehrfache Rezentierung
<b>RVO</b>	Reichsversicherungsordnung
<b>Steffel</b>	Steffelklasse
<b>Sti</b>	Stift
<b>Tab.</b>	Tabelle
<b>TK</b>	Teleskopkrone
<b>TP</b>	Teleskopprothese
<b>U</b>	Untere

<b>UK</b>	Unterkiefer
<b>UnterfEinf</b>	einfache Unterfütterung
<b>UnterfMehrf</b>	mehrfache Unterfütterung
<b>Vdek</b>	Verband der Ersatzkassen e. V.
<b>Vit</b>	vital
<b>Vs</b>	versus
<b>W</b>	weiblich
<b>WKB</b>	Wurzelkanalbehandlung
<b>ZE</b>	Zahnersatz

## Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1.** Einteilung nach Steffel
- Abb. 2.** Modellgussprothese
- Abb. 3.** Doppelkronen verankerte Prothese vor der Inkorporation
- Abb. 4.** Altersverteilung der Patienten zum Zeitpunkt der Eingliederung
- Abb. 5.** Verteilung der Patienten nach Krankenkassen- Zugehörigkeit
- Abb. 6.** Beobachtete Doppelkronen verankerte Prothesen pro Patient
- Abb. 7.** Beobachtete Doppelkronen verankerte Prothesen nach Steffelklasse
- Abb. 8.** Verteilung der Doppelkronen verankerten Prothesen nach Behandler
- Abb. 9.** Verteilung der Doppelkronen auf die entsprechenden Zahnpositionen
- Abb. 10.** Verteilung der Kronen nach Vitalitätszustand
- Abb. 11.** Häufigkeiten anderer Maßnahmen an Doppelkronen verankerten Prothesen
- Abb. 12.** Häufigkeit der Erneuerung von Doppelkronen
- Abb. 13.** Häufigkeit der Optimierung von Doppelkronen
- Abb. 14.** Kaplan-Meier Kurve für fehlerfreies Funktionieren der Doppelkrone
- Abb. 15.** Kaplan-Meier Kurve für fehlerfreies Funktionieren der Doppelkronen verankerten Prothese
- Abb. 16.** Kumulative Inzidenzen aus Sicht einer Doppelkrone
- Abb. 17.** Kumulative Inzidenzen aus Sicht einer Doppelkronen verankerten Prothese

## Tabellenverzeichnis

- Tab. 1.** Klassifikation der Doppelkronen nach Lehmann und Gente
- Tab. 2.** Beobachtete Patienten nach Geschlecht
- Tab. 3.** Verteilung der Doppelkronen auf die eingegliederten Prothesen
- Tab. 4.** Häufigkeit der Anzahl von Unterfütterungen
- Tab. 5.** Zeitspanne beginnend von der Eingliederung bis zum Eintreten eines bestimmten Ereignisses einer Doppelkronen verankerten Prothese in Jahren
- Tab. 6.** Häufigkeit der Rezementierung von Doppelkronen
- Tab. 7.** Häufigkeit endodontischer Maßnahmen bei Doppelkronen tragenden Zähnen
- Tab. 8.** Häufigkeit und Gründe für die Extraktion von Doppelkronen tragenden Zähnen
- Tab. 9.** Zeitspanne beginnend von der Eingliederung bis zum Eintreten eines bestimmten Ereignisses einer Doppelkrone in Jahren
- Tab. 10.** Häufigkeit und Art von Nachfolge- Zahnersatz
- Tab. 11.** Anteil fehlerfrei funktionierender Doppelkronen nach Jahren
- Tab. 12.** Einfluss verschiedener Faktoren auf das Überleben der Doppelkrone
- Tab. 13.** Einfluss des Alters auf das Überleben der Doppelkrone
- Tab. 14.** Einfluss verschiedener Faktoren in Kombination auf das Überleben der Doppelkrone
- Tab. 15.** Anteil fehlerfrei funktionierender Doppelkronen verankerter Prothesen nach Jahren
- Tab. 16.** Einfluss verschiedener Faktoren auf das Überleben der Doppelkronen verankerten Prothese
- Tab. 17.** Einfluss der Situation des Gegenkiefers auf das Überleben der Doppelkronen verankerten Prothese
- Tab. 18.** Einfluss verschiedener Faktoren in Kombination auf das Überleben der Doppelkronen verankerten Prothese
- Tab. 19.** Anteil der Zielereignisse an den Doppelkronen nach 10 Jahren
- Tab. 20.** Vollständiger Verlust einer Doppelkrone nach Zeit
- Tab. 21.** Einfluss verschiedener Faktoren auf das Ereignis „Erneuerung der Doppelkrone“

- Tab. 22.** Einfluss verschiedener Faktoren auf das Ereignis „Einfache Rezementierung“
- Tab. 23.** Einfluss verschiedener Faktoren auf das Ereignis „Mehrfache Rezementierung“
- Tab. 24.** Einfluss verschiedener Faktoren auf das Ereignis „Andere Reparaturen auf Doppelkronen-Ebene“
- Tab. 25.** Einfluss verschiedener Faktoren auf das Ereignis „endodontische Maßnahmen“
- Tab. 26.** Einfluss verschiedener Faktoren auf das Ereignis „Extraktion“
- Tab. 27.** Anteil der Zielereignisse an den Doppelkronen verankerten Prothesen nach 10 Jahren
- Tab. 28.** Vollständiger Verlust der Doppelkronen verankerten Prothesen nach Zeit
- Tab. 29.** Einfluss verschiedener Faktoren auf das Ereignis „Einfache Unterfütterung“
- Tab. 30.** Einfluss verschiedener Faktoren auf das Ereignis „Mehrfache Unterfütterung“
- Tab. 31.** Einfluss verschiedener Faktoren auf das Ereignis „Andere Reparatur auf Ebene der Doppelkronen verankerten Prothesen“
- Tab. 32.** Einfluss verschiedener Faktoren auf das Ereignis „Nachfolge- Zahnersatz“
- Tab. 33.** Anteil der Prothesen, die nach 5, 10 und 20 Jahren in Funktion waren
- Tab. 34.** Risikofaktoren für ein bestimmtes Zielereignis
- Tab. 35.** Anteil der Doppelkronen, die nach 5, 10 und 20 Jahren in Funktion waren
- Tab. 36.** Vergleich verschiedener Studien hinsichtlich der prozentualen Menge an Rezementierungen
- Tab. 37.** Risiko- und Präventionsfaktoren für ein bestimmtes Zielereignis

# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
1.1. Fünfte deutsche Mundgesundheitsstudie.....	1
1.2. Lückengebisse.....	2
1.3. Folgen des Zahnverlustes .....	3
1.4. Versorgungsmöglichkeiten des Lückengebiss .....	4
1.5. Festsitzender Zahnersatz.....	4
1.6. Partieller Zahnersatz.....	5
1.7. Modellgussprothese (herausnehmbarer Zahnersatz) .....	7
1.8. Geschiebeprothetik (kombiniert festsitzend- herausnehmbarer Zahnersatz) .....	8
1.9. Doppelkronensysteme.....	9
1.10. Vorteile von Doppelkronen .....	13
1.11. Nachteile von Doppelkronen.....	14
1.12. Anwendungsgebiete der Doppelkronen.....	15
2. Ziele der Arbeit .....	16
3. Material und Methoden .....	17
3.1. Ethikkommission.....	17
3.2. Patientengut.....	17
3.3. Charakterisierung der Doppelkronen und Doppelkronen verankerten Prothesen .....	17
3.4. Datenmaterial.....	18
3.5. Datenerfassung.....	18
3.6. Variablenliste .....	19
3.7. Statistische Auswertung .....	26
3.7.1. Kaplan-Meier-Methode.....	28
3.7.2. Cox-Regressions-Methode.....	28
3.7.3. Hazard-Rate .....	29
3.7.4. Konkurrierende Risiken und Fine-Gray-Modell .....	29

4. Ergebnisse.....	30
4.1. Patientenverteilung .....	30
4.2. Beobachtete Doppelkronen verankerte Prothesen.....	32
4.3. Beobachtete Doppelkronen .....	34
4.4. Häufigkeit der Maßnahmen an Doppelkronen verankerten Prothesen.....	36
4.5. Häufigkeit der Maßnahmen an Doppelkronen und ihren Pfeilerzähnen .....	39
4.6. Häufigkeit von Nachfolge-Zahnersatz.....	43
4.7. Kombinierte Endpunktanalyse auf der Basis der Doppelkronen .....	44
4.8. Kombinierte Endpunktanalyse auf der Basis der Doppelkronen verankerten Prothesen .....	51
4.9. Einzel-Endpunkte auf der Basis der Doppelkronen .....	55
4.10. Einzel-Endpunkte auf der Basis der Doppelkronen verankerten Prothesen.....	63
5. Diskussion .....	67
5.1. Methodische Kritik .....	67
5.2. Patientenbezogene Ergebnisse .....	67
5.3. Prothesenbezogene Ergebnisse.....	69
5.3.1. Allgemein .....	69
5.3.2. Überleben .....	69
5.3.3. Risikofaktoren für alle Zielereignisse .....	71
5.3.4. Risikofaktoren für ein bestimmtes Zielereignis .....	74
5.4. Vergleich der Doppelkronen bezogenen Daten .....	75
5.4.1. Allgemein .....	75
5.4.2. Überleben .....	76
5.4.3. Maßnahmen an den Doppelkronen tragenden Zähnen .....	77
5.4.4. Risikofaktoren für alle Zielereignisse .....	80
5.4.5. Risikofaktoren für ein bestimmtes Zielereignis .....	83
6. Schlussfolgerung und Prognose.....	86
7. Zusammenfassung.....	87
8. Quellenverzeichnis .....	89

# **1. Einleitung**

## ***1.1. Fünfte deutsche Mundgesundheitsstudie***

Die fünfte Auflage der deutschen Mundgesundheitsstudie prognostiziert, dass aufgrund des demografischen Wandels der Behandlungsbedarf im Bereich der Zahnmedizin steigt (Bundeszahnärztekammer, 2016).

Zahnerkrankungen verlagern sich weiter ins höhere Alter. 65% der jüngeren Senioren (65 bis 74 Jahre) leiden an einer parodontalen Erkrankung, bei den 75- bis 100-Jährigen weisen bereits neun von zehn eine Parodontitis auf. Folgen der Parodontitis sind Zahnverlust, Zahnlockerungen und Zahnwanderungen. Dies zieht umfassende prothetische Versorgungen nach sich. Ein weiteres kritisches Thema wird in den Mittelpunkt gerückt: Die Zahnerkrankungen verlagern sich nicht nur immer weiter ins höhere Alter, sondern auch auf Menschen mit Pflegebedarf. Menschen mit Pflegebedarf haben laut Studie eine höhere Karieserfahrung, weniger eigene Zähne und häufiger herausnehmbaren Zahnersatz, als die gesamte Gruppe der älteren Senioren. Knapp 30% der Pflegebedürftigen benötigen Unterstützung bei der Mundpflege (Bundeszahnärztekammer, 2016).

Somit bleibt, trotz der beschriebenen Erfolge in der Prophylaxe, ein enormer Bedarf an Versorgung von Lückengebissen (Möser, 1997). Dabei muss, besonders bei Pflegebedürftigen, eine leichte Handhabung und Pflege durch den Patienten und das Pflegepersonal im Vordergrund stehen.

## **1.2. Lückengebisse**

Durch den Zahnverlust entstehen zum einen zahnbegrenzte Lücken und zum anderen Freiendsituationen. Die prägnantesten Lückengebissklassifikation stellen die Einteilung nach Kennedy und die Einteilung nach Eichner dar. Kennedy teilt die Lückengebisse in vier Grundklassen ein (Kennedy, 1932). Sobald mindestens der zweite Molar fehlt, gilt der Zahnbogen als verkürzt.

Die Grundklassen teilen sich ein wie folgt:

-I: beidseitig verkürzte Zahnreihe

-II: einseitig verkürzte Zahnreihe

-III: einseitig, doppelseitig oder mehrfach unterbrochene Zahnreihe

-IV: über die Mittellinie reichende frontale beziehungsweise frontolaterale Schalllücke

Je nach Lückenanzahl kann eine genauere Einordnung mit Hilfe der arabischen Ziffern 1 bis 3 vorgenommen werden (1. mit einer Lücke; 2. mit mehreren Lücken; 3. Geringer Restzahnbestand).

Die Einteilung nach Eichner stellt sich allerdings etwas anders dar: bei ihr spielt die Stützzone eine entscheidende Rolle (Eichner, 1955). Die Stützzone bezeichnet den Kontakt zwischen oberen und unteren Prämolaren sowie Molaren einer Seite (1. Stützzone: Prämolaren der linken Seite; 2. Stützzone: Prämolaren der rechten Seite; 3. Stützzone: Molaren der linken Seite; 4. Stützzone: Molaren der rechten Seite). Als Optimum gelten hierbei vier Stützzonen. Je nachdem wie viele Stützzonen vorhanden sind, unterteilt Eichner 3 Hauptgruppen: A bedeutet, dass alle vier Stützzonen antagonistischen Kontakt haben; B bedeutet, dass weniger als vier Stützzonen antagonistischen Kontakt haben; C bedeutet, dass kein antagonistischer Zahnkontakt vorliegt (Strub et al., 2011).

### **1.3. Folgen des Zahnverlustes**

Was ist nun aber das Fatale am Zahnverlust und den damit einhergehenden Lückengebissen? Die Patienten leiden an „Einschränkungen des Kauvermögens, Beeinträchtigung der Ästhetik und der Sprachfunktion“ (Strub et al., 2011). Die Behinderungen im Kauvorgang lassen sich folgendermaßen erklären: Durch den Verlust von Zähnen ist weniger Antagonistenkontakt vorhanden und somit kann die Nahrung schlechter zerkleinert werden. Nahrung kann sich besonders in kleineren Lücken festsetzen und Folgen der schlechter zerkleinerten Nahrung können Beschwerden des Gastrointestinaltrakts sein.

Wir leben in einer Gesellschaft, in der eine geschlossene Zahnreihe und weiße Zähne zum gepflegten Erscheinungsbild gehören. Somit ist die Ästhetik massiv eingeschränkt, besonders, wenn sich Lücken im Frontzahnbereich befinden. Dies kann zur sozialen Ausgrenzung führen und damit einhergehenden psychischen Leiden. Der Zahnverlust kann aber, besonders in ausgedehnten Maßen, zur Beeinträchtigung der Sprachfunktion führen, denn die Zähne spielen im Zusammenspiel mit der Zunge eine entscheidende Rolle bei der Lautbildung. Stigmatisierung kann eine Folge darstellen.

Stellt man sich eine Lücke in einer geschlossenen Zahnreihe vor, so kann es zu diversen Mechanismen kommen: der Antagonist elongiert, die Nachbarzähne kippen in die Lücke, die Okklusion kann sich verändern (Früh- und Störkontakte) und es kann zu Kiefergelenk- und Kaumuskelbeschwerden kommen. Des Weiteren bildet sich der Knochen in unbezahnten Gebieten zurück, was eine spätere Versorgung mit Zahnersatz gegebenenfalls erschweren kann.

#### **1.4. Versorgungsmöglichkeiten des Lückengebiss**

Um nun die verlorengegangenen Zähne zu ersetzen, kommen diverse prothetische Möglichkeiten in Frage. Therapieziel ist die Prävention und die Aufhebung von Defiziten „der orofazialen Funktionen hinsichtlich Mastikation, Sprache, Ästhetik und Okklusion“ (Heydecke, Seedorf, & Kern, 2015). Grundsätzlich kann zwischen feststehendem und herausnehmbarem Zahnersatz sowie der Nichtversorgung (Konzept der verkürzten Zahnreihe) gewählt werden.

Welche Versorgungsmöglichkeit gewählt wird, hängt unter anderem ab von:

- der Pfeilerposition und -menge sowie dessen Konstitution
- der parodontalen Gesundheit
- des Knochenangebots und der Schleimhautverhältnisse
- des Allgemeinzustandes des Patienten
- der Mundhygiene und Compliance des Patienten
- den individuellen Wünschen und finanziellen Möglichkeiten des Patienten

Das Hauptaugenmerk bei der Entscheidungsfindung sollte auf den Nutzen beziehungsweise den gesundheitlichen Mehrwert in Relation zu den bestehenden Risiken gelegt werden (Walter, 2007).

#### **1.5. Feststehender Zahnersatz**

Als Zahnersatz bei kleineren zahnbegrenzten Lücken ist ein feststehender zahn- und/oder implantatgetragener Zahnersatz indiziert (Aryobsei, Mengel, & Weber, 2021). Der Vorteil einer Brücke liegt hier in der guten Adaptation des stomatognathen Systems. Die Patienten gewöhnen sich schneller an die neue Situation im Vergleich zu herausnehmbaren Prothesen. Durch Anpassung der Zahnfarbe an das restliche Gebiss können ästhetisch ansprechende Ergebnisse erzielt werden. Problematisch hingegen ist, dass es durch das notwendige Beschleifen der Zähne zu einem mehr oder weniger ausgeprägten Substanzverlust kommt, der als Folge ein Trauma mit anschließendem Vitalitätsverlust haben kann. Eine häufige Komplikation ist das Auftreten von Sekundärkaries an den Kronenrändern. Ein weiterer Nachteil ist, dass bei konventionellen Brücken keine Erweiterung möglich ist.

Die besondere Stellung der Implantate unter den Möglichkeiten des festsitzenden Zahnersatzes ist dadurch begründet, dass es als einziges Therapiemittel dem Knochenabbau in unbezahnten Kieferbereichen entgegenwirkt (Walter, 2007). Ein weiterer Vorteil ist, dass keine „gesunden“ Zähne beschliffen werden müssen. Implantate vermitteln ein festes Bissgefühl und bieten einen langlebigen Zahnersatz. Als Nachteil gelten die lange Dauer der Behandlung, der chirurgische Eingriff und damit verbunden die Operationsrisiken sowie die auf den Patienten zukommenden Kosten, die die Kosten der Brücken übersteigen und zum größten Teil privat getragen werden müssen.

### **1.6. Partieller Zahnersatz**

Ebenfalls kommt für die Versorgung eines Lückengebisses ein partieller Zahnersatz, also eine herausnehmbare Arbeit, in Frage. Wie sich Teilprothesen einteilen lassen, wird nach Strub et al. im Folgenden beschrieben (Strub et al., 2011).

Die Einteilung nach der *topographischen Lage* beschreibt im Prinzip die Art des Lückengebisses und die daraus resultierende Ausdehnung der Teilprothese. Freundprothesen werden bei ein- oder beidseitig verkürzten Zahnreihen verwendet. Befindet sich die Zahnlücke innerhalb der Zahnreihe so wird eine Schaltprothese verwendet, diese kann ebenfalls ein- oder doppelseitig vorliegen. Befinden sich die zu ersetzenden Zähne im Frontzahnbereich, kommt eine Schließungsprothese zum Einsatz. Ist die Zahnreihe sowohl unterbrochen als auch verkürzt werden Kombinationen der beiden obengenannten Prothesen eingesetzt.

Teilprothesen können ebenfalls eingeteilt werden nach der *Tragedauer*. Hier unterscheidet man die sogenannten Interimsprothesen, welche provisorisch getragen werden, von den definitiven (dauerhaften) Prothesen.

Eine weitere Einteilung ist die nach dem *Material oder der zugrunde liegenden zahntechnischen Konstruktion*. Beim Material unterscheidet man die hauptsächlich verwendeten Kunststoffprothesen von den bei Allergikern verwendeten Kautschukprothesen. Je nachdem wie die Prothese verankert ist unterscheidet man Modellguss-, Doppelkronen-, Geschiebe- und Klammerprothesen.

Des Weiteren muss die Form der Lagerung einer prothetischen Versorgung betrachtet werden. Demnach kann eine *funktionelle Einteilung* zu beschreiben. Diese beschreibt wie der Zahnersatz getragen wird:

-parodontal: Die Prothese ist rein dental getragen.

-parodontal- tegumental: Die Prothese wird sowohl auf dem Restgebiss als auch auf der Schleimhaut getragen.

-tegumental: Die Prothese wird ausschließlich auf der Schleimhaut getragen.

Abschließend spielt die Einteilung nach der Abstützungsmöglichkeit eine wichtige Rolle. Diese Einteilung nach Steffel beinhaltet die Abstützung der Prothese, je nachdem wie der Restzahnbestand sich darstellt. Dies kann man in Abbildung 1 erkennen: quadrangulär (a), triangulär (b), linear (sagittal (c1), diagonal (c2), transversal (c3)) oder punktuell (d).

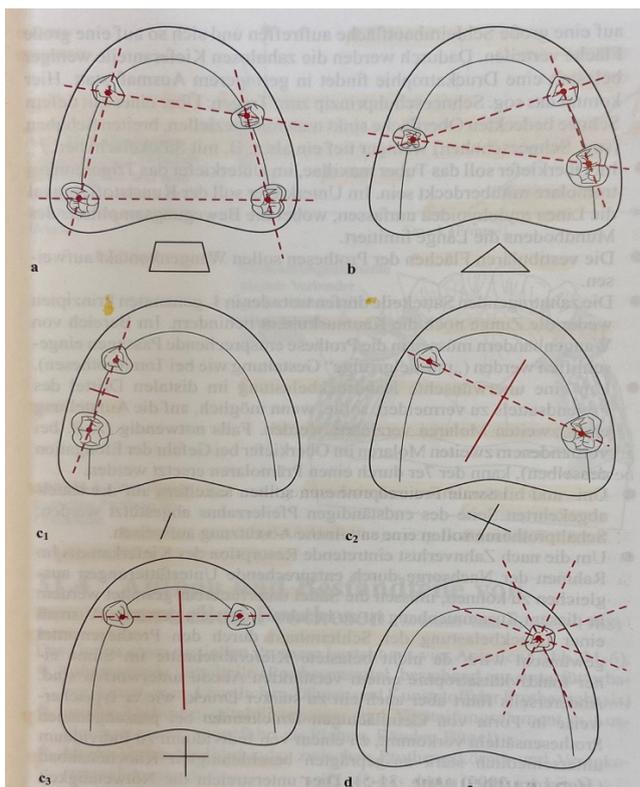


Abb. 1. Einteilung nach Steffel (Strub et al., 2011)

### **1.7. Modellgussprothese (herausnehmbarer Zahnersatz)**

Die unkomplizierteste Versorgungsmöglichkeit im Bereich des permanenten Zahnersatzes bietet die Modellgussprothese. Es handelt sich hierbei um einen vollständig herausnehmbaren Zahnersatz. Mit Hilfe einer Modellgussprothese können nahezu alle Situationen im Lückengebiss funktionell versorgt werden. Diese Form der Prothese wird in einem Stück gegossen, sie besteht aus den Klammern, den kleinen und großen Verbindern sowie dem Prothesensattel, der je nach Situation unterschiedlich weit ausgedehnt ist.

Die Klammern spielen eine übergeordnete Rolle, denn ihre Aufgaben sind die „Retention, Abstützung und Absteifung“ (Biffar, 2007). Zu den Vorteilen einer Modellgussprothese gehören die geringen Kosten, die einfache und schnelle Versorgung, die geringe Invasivität und die mögliche Erweiterbarkeit. Problematisch hingegen ist, dass zwischen Zahn und Gingiva eine unterschiedliche Resilienz besteht, dadurch kommt es zum ungleichmäßigen Einsinken der Prothese und zu Kippachsen, die dafür sorgen, dass es zu einer Überbelastung der Pfeilerzähne kommen kann (Biffar, 2007). Durch die breite Auflage der Klammern besteht ein erhöhtes Kariesrisiko. Um eine ausreichende Festigkeit der Modellgusslegierung zu erreichen müssen die Klammern oft sehr voluminös gestaltet werden (Hupfaut & Stüttgen, 1988), sodass sie deutlich sichtbar sind und schränken damit das ästhetische Gesamtbild ein. Viele Patienten fühlen sich gestört durch den großen Verbinder, welcher im Oberkiefer den Gaumen bedeckt. Er kann zu veränderter Sprachbildung und eingeschränkter Geschmackempfindung führen. Im Vergleich zu einem festsitzenden Zahnersatz ist der Halt wesentlich geringer.



Abb. 2. Modellgussprothese

### **1.8. Geschiebeprothetik (kombiniert festsitzend- herausnehmbarer Zahnersatz)**

Festsitzend- abnehmbarer Zahnersatz umfasst alle Prothesenkonstruktionen, die durch im Mund festzementierter Prothesenanker reversibel befestigt werden können (Hupfauf & Stüttgen, 1988). Geschiebe sind starre Haltelemente. Sie bestehen aus der Matrize (Außenteil, Sekundärteil) diese stellt das umschließende Negativeil dar, und der Matrize, welche das dazu passende umschlossene Positiveil (Innenteil, Primärteil) ist. Bei einem Geschiebe ist das Primärteil fest mit dem Zahn verknüpft und das Sekundärteil ist im herausnehmbaren Zahnersatz befestigt. Der Halt kann durch unterschiedliche Mechanismen zustande kommen. Erstens durch die Friktion, welche durch die Parallelität zwischen Primärteil und Sekundärteil zustande kommt. Zweitens durch Verkeilung und Drittens können zusätzlich noch weitere Retentionselemente eingefügt werden (Strub et al., 2011). Es werden unterschiedliche Geschiebearten unterschieden:

1. Hülsengeschiebe (Doppelkronen): weitere Ausführung kommen in folgenden Abschnitten

2. Teilhülsengeschiebe (Rillen-Schulter-Geschiebe, Rillen-Schulter-Stift-Geschiebe): auf dem Zahn ist ein hülsen- oder teilkronenartiges Innenteil zementiert, dieses wird vom Außenteil nur teilweise umfasst und gelangt durch eine zervikale Stufe und/ oder okklusale Stufe in die Endposition.

3. Konfektionierte Geschiebe: die Haltelemente werden fabrikmäßig hergestellt und sind entweder angießbar (Präzisionsgeschiebe) oder als ausbrennbares Kunststoffteil mit der Restauration gegossen (Semipräzisionsgeschiebe)

4. Steggeschiebe und Steggelenke: verblocken zwei oder mehrere Zähne und bestehen aus einem parallelwandigem Steg und einer auf ihm sitzenden Hülse

5. Scharniergelenke, Resilienzgelenke: gelenkige Verbindungen die eine Bewegungsfreiheit aufweisen

6. Druckknopfsysteme (Strub et al., 2011).

### 1.9. Doppelkronensysteme

Den größten Teil der Geschiebeprothetik machen Doppelkronen aus (Strub et al., 2011, p. 765). Sie sind seit vielen Jahren ein bewährtes Therapiemittel in der zahnärztlichen Prothetik zur Versorgung des Lückengebisses (Böttger, 1969; Böttger & Gründler, 1978a). In der Klassifikation nach Lehmann und Gente (Lehmann & Gente, 1988) unterscheidet man folgende Grundformen (Tab. 1.):

1. Konuskrone
2. Teleskopkrone
3. Doppelkrone mit Halteelement
4. Doppelkrone mit Resilienzspielraum

Alle diese Systeme beruhen auf dem Prinzip der Doppelkronen, sie unterscheiden sich allerdings in der Haftung und Art der Passung (Heners, 1990).

Art der Doppelkrone	Konuskrone	Teleskopkrone	Doppelkrone mit Halteelement	Doppelkrone mit Resilienzspielraum
Haltewirkung der Doppelkrone	ja Verkeilung	ja Friktion	ja Halteelement	nein
Prothesenhalt	über Doppelkrone			funktionelle Randgestaltung der Prothese
Abstützung der Doppelkrone	ja Matrize sitzt passgenau auf Patrize			nein Abstand zw. Patrize und Matrize entspricht Schleimhautresilienz
Abstützungsprinzip der Prothese	starre Lagerung			bewegliche Lagerung
Indikation der Doppelkrone	dental getragener und dental-gingival getragener Zahnersatz			gingival getragener Zahnersatz

Tab.1. Klassifikation der Doppelkronen nach Lehmann und Gente (Lehmann & Gente, 1988)



Abb. 3. Doppelkronen verankerte Prothese vor der Inkorporation

### 1. Konuskrone

Die Konuskronen nach Körber sind dadurch gekennzeichnet, dass die Innenkronen konisch gefräst sind (Körber, 1968). Zwischen den Primär- und Sekundärkronen liegt auch im gefügten Zustand ein okklusaler Spaltraum vor (Schwindling, 2015). Die Haftkraft der Konuskronen wird in erster Linie durch den Konuswinkel definiert. Der Haftungsmechanismus geschieht durch den Konuseffekt: Durch die konische Form des Innenteleskops kommt es zu einer Verkeilung der Innen- und Außenkrone, wenn sich die Sekundärkrone nahezu in Endposition befindet. Somit liegen die Vorteile diese Systems in der gut bestimmbaren Haftkraft des Ankers, des geringen Materialverschleißes der Haftflächen und der Benutzerfreundlichkeit für den Patienten (Strub et al., 2011). Ein weiterer Vorteil ist das kein Nachlassen der Haftkräfte zu befürchten ist, da sich die Kronen ohne Gleitreibung voneinander lösen. Indiziert ist die Konuskrone in erster Linie bei rein parodontal gelagerten Zahnersatz (Hupfauf & Stüttgen, 1988).

## 2. Teleskopkrone

Die Teleskopkronen nach Böttger, auch Zylinderteleskope genannt, bestehen aus parallelgefrästen Primär- und Sekundärteilen. Die Haltekraft wird über die Friktion der parallelisierten Flächen erreicht (Wenz & Kern, 2007). Hupfauf definiert die Friktion wie folgt: „Unter dem Begriff der Friktion faßt man in der zahnärztlichen Prothetik all jene Kräfte zusammen, die der gleitenden Relativbewegung von teleskopierenden Elementen einen Widerstand entgegensetzen.“ (Hupfauf & Stüttgen, 1988). Es kommt zu Kontakt zwischen der Matrize und Patrize durch hervorragende Anteile der unebenen Metalloberfläche, die man Leisten oder Nasen vergleichen kann (Böttger & Gründler, 1978a). Die Friktionsfläche besteht aus der Summe kleiner Metallnasen (Hupfauf & Stüttgen, 1988).

Zylinderteleskope gelten als stabilste Anwendungsform eines Geschiebes, da sie den Zahn am körperlichsten fassen. Indiziert sind sie als klammerlose Verbindungselemente sowohl bei rein parodontal als auch parodontal- gingival gelagerten Zahnersatz. Als Kontraindikationen gelten kurze klinische Kronen, da hier nicht genügend Haftreibung erzielt werden kann sowie bei Oberkiefer Eckzähnen, da bei der Präparation meist nicht genügend Platz geschaffen werden kann um die prominent stehenden Eckzähne in die Fluchtlinie der Zahnreihe einzugliedern, sodass die Krone oft plump wirkt (Hupfauf & Stüttgen, 1988).

Die Ein- und Ausgliederung erfordert eine höhere manuelle Geschicklichkeit bedingt durch den langen Führungsweg. Auch die technische Herstellung bei dieser Art der Doppelkronen erscheint besonders schwierig und fordert somit viel Erfahrung der Zahntechniker. Dies liegt daran, dass die Friktion sehr schwer einstellbar ist und bereits kleine Ungenauigkeiten zu Problemen führen (Strub et al., 2011). Mit der Zeit kann die Friktion der Teleskopkronen nachlassen (Hupfauf & Stüttgen, 1988). Laut Diedrichs stehen allerdings mit den teleskopierenden Ankern feinmechanisch präzise und gleichzeitig robuste Verbindungselemente zur Verfügung, die sowohl Halte- als auch Stützfunktion haben (Diedrichs, 1990).

### 3. Doppelkronen mit zusätzlichen Haltelementen

Bei den Doppelkronen mit zusätzlichen Haltelementen gibt es verschiedene Möglichkeiten, um eine Retention zu schaffen. Die wahrscheinlich berühmteste Methode ist die der „Marburger Doppelkrone“. Hierbei besteht keine Haftreibung zwischen dem Primär- und Sekundärteil, sondern eine Spielpassung. Durch Verwendung eines kugelförmigen Kunststoffelements (TK-Snap) kann genügend Halt erzielt werden. Des Weiteren können Haltelemente in Form von Friktionsstiften verwendet werden, die durch Funkenerosion in edelmetallfreie Doppelkronen eingebracht werden (Szentpétery & Setz, 2016).

### 4. Doppelkrone mit Resilienzspielraum

Beim sogenannte Resilienzteleskop nach Hofmann handelt es sich um ein parallelwandiges System, bei dem es durch Gestaltung des okklusalen Spaltes erst zur Haftung kommt, wenn der Prothesensattel in Endposition auf dem Kieferkamm liegt. Laut Heners impliziert das Resilienzteleskop die Gestaltung der partiellen Prothese als „Coverdenture“ (Heners, 1990). Der Spalt zwischen Primär- und Sekundärteil beträgt im Mittel 0,3mm. Diese Zahl berücksichtigt den Resilienzbetrag der Schleimhaut. So kann sich die Prothese bei Belastung in die Schleimhaut einlagern und in Ruhe ist eine Rückstellung gewährleistet. Die Seitenflächen des Teleskops werden parallel gestaltet, dadurch übernehmen sie die Führungs- und Kippmeiderfunktion.

Diese Form des Teleskops hat keine primäre Abstützungsfunktion, sondern soll die Beweglichkeit der Schleimhaut berücksichtigen, das Abkippen der Prothese beim Kauen verhindern und Stabilität verleihen. Bei Belastung wird der Teleskopzahn okklusal belastet, dadurch wird eine Elongation und mögliche Abbauvorgänge des Zahnhalteapparats verhindert. Indiziert ist eine solche Prothese bei Kiefern mit maximal drei einzelnen Restzähnen, deren Befund auf eine Lebensdauer von unter 3 Jahren hinweist (besonders parodontale Schädigung), sowie bei problematischer topographischer Anordnung (Rarisch, 1976).

### **1.10. Vorteile von Doppelkronen**

Diedrichs fasste in ihrem Artikel „Ist das Teleskopsystem noch zeitgemäß?“ diverse Vorteile zusammen, die im Folgenden zusammengefasst werden (Diedrichs, 1990). Durch den Formschluss zwischen Primär- und Sekundärteil kommt es zu einer guten körperlichen Fassung des Pfeilerzahns. Der Zahnersatz ist so gestaltet, dass der Pfeilerzahn beim Kauvorgang axiale und damit physiologisch belastet wird. Diese Belastungsweise wirkt sich besonders günstig auf das lebende Gewebe aus, denn dadurch wird ein Gewebeumbau ausgelöst, der den Zahnhalteapparat in einen Zustand funktioneller Anpassung versetzt. Durch die parodontale Belastung hat der Patient das Gefühl, auf eigenen Zähnen zu kauen. Der feste und eindeutige Sitz der Prothese wirkt durch die sekundäre Verblockung als Schienung für die Restzähne. Eine gut angepasste Doppelkronen verankerte Prothese bietet einen hohen Patientenkomfort und lässt sich gut ein- und ausgliedern.

Ein enormer Vorteil ist die gute Erweiterbarkeit, somit können Zähne mit weniger guter Prognose (pulpatote, wurzelgefüllte Zähne, Zähne mit Zustand nach Wurzelspitzenresektion, parodontal geschwächte Zähne) risikolos in den Zahnersatz mit einbezogen werden. Auch parodontalhygienisch bietet die Doppelkronen verankerte Prothese enorme Vorteile auf Grund der guten Reinigungsmöglichkeit, denn die Primärkrone lässt sich zum Putzen zirkulär gut erreichen (Diedrichs, 1990).

Des Weiteren bietet die Art der Versorgung die Möglichkeit der Parodontienfreiheit. Dies ist der Fall, wenn alle Zähne eines Kiefers integriert werden (totale Pfeilerintegration). Somit müssen keine großen Verbinder angewendet werden und ein dentoalveoläres Design ist möglich. Die Parodontien werden weder bedeckt noch traumatisiert durch Prothesenelemente. Daher kann eine Gaumenfreiheit ermöglicht werden, welche wesentlich angenehmer für den Patienten ist. Daneben haben wir bei der totalen Pfeilerintegration einen wirtschaftlichen Vorteil, denn sollte es zum Verlust von Pfeilerzähnen kommen, muss die Prothese nicht erneuert werden sondern kann bis zur Zahnlosigkeit erhalten bleiben (Pospiech, 2001). Durch die gute Handhabbarkeit ist eine solche Prothese auch für ältere Patienten geeignet, da die manuelle Geschicklichkeit und das Sehvermögen mit dem Alter abnehmen (Aryobsei et al., 2021).

### **1.11. Nachteile von Doppelkronen**

Die Versorgung mit Doppelkronen bedeutet einen arbeits-, zeit- und kostenintensiven Weg von der Planung bis zur Eingliederung. Zudem muss die Compliance des Patienten hoch sein und eine enge Zusammenarbeit zwischen Zahntechniker und Zahnarzt erfolgen.

Bei einer Doppelkronen verankerten Prothese handelt es sich um eine teure Versorgung, da eine solche Teilprothese von der Krankenkasse nur in bestimmten Fällen als Regelversorgung (nur bei Restbezahnung von 1-3 Zähnen Zuschuss für alle Zähne als Teleskopkronen) angesehen wird und damit nur eine geringe Bezuschussung besonders bei größeren teleskopierenden Arbeiten erfolgt. Patienten wünschen in der Regel eher festsitzenden Zahnersatz, insbesondere wenn so eine große Investition getätigt werden muss. Es bestehen einige Vorbehalte gegenüber der Herausnehmbarkeit (Diedrichs, 1990).

Ein weiterer Nachteil ist die sogenannte Demaskierung: Wenn das Sekundärteil herausgenommen wird, dann sind die meist metallischen Primärteile zu sehen, dies führt zu psychischer Belastung der Patienten. Auch als negativ anzusehen ist der Substanzverlust durch die Präparation, die etwas stärker ausfallen muss als bei herkömmlichen Kronen, da sowohl Primär- als auch Sekundärteil Platz finden müssen.

### **1.12. Anwendungsgebiete der Doppelkronen**

Das Anwendungsgebiet der Doppelkronen ist sehr weitreichend. Sie kommen bei sehr geringem Zahnbestand genauso in Frage, wie bei abnehmbaren Brücken. Die Hauptanwendung finden sie bei partiellen Prothesen, aber sie eignen sich auch hervorragend für die Behandlung eines parodontal erkrankten Gebisses, bei der Behandlung funktionell bedingter Erkrankungen der Kiefergelenke und besonders auch im Fachgebiet der Kiefer-Gesichts-Prothetik zum Beispiel als Resektionsprothese oder bei Lippen-Kiefer-Gaumenspalten (Diedrichs, 1990).

Die Indikation ist ebenfalls gegeben, wenn andere Prothesen aufgrund technischer Aspekte nicht in Frage kommen, zum Beispiel wenn keine gemeinsame Einschubrichtung für eine klammerverankerte Prothese gefunden werden kann (Tepper, Pommer, & Zechner, 2012).

Die Indikationen zur Inkorporation von kombiniert festsitzend-herausnehmbarem Zahnersatz besteht laut Hupfauf und Stüttgen insbesondere (Hupfauf & Stüttgen, 1988):

- aus stabilisierenden Gründen
- um vertikale und horizontale Kräfte in günstigerer Richtung auf den Pfeilerzahn zu übertragen
- aus hygienischen Erwägungen
- aus ästhetischen Gründen
- weil einfache gegossene Stütz- und Halteelemente aus physiognomischen, anatomischen oder topographischen Gründen nicht einzusetzen sind

## **2. Ziele der Arbeit**

In der Literatur gibt es diverse Studien über die klinische Langzeitbewährung von Doppelkronenverankerten Prothesen. Dabei stammte das Datenmaterial überwiegend aus Patientenkollektiven der Universitätskliniken, bei der die Patienten strenge Recallintervalle durchlaufen. Die Ergebnisse dieser Studien konnten zeigen, dass doppelkronenverankerte Prothesen ein sehr gutes Therapiemittel für die Versorgung des Lückengebisses über einen langen Beobachtungszeitraum darstellen (Schwindling, 2015). Dabei stellt sich die Frage, ob die Ergebnisse auch auf das Patientenkollektiv einer zahnärztlichen Praxis übertragbar sind. Um dies herauszufinden ist eine umfassende Studie mit repräsentativen Probanden unter arbeitsalltäglichen Bedingungen notwendig.

Die dieser Promotion zugrunde liegende Studie soll Aufschluss über die Verweildauer von Doppelkronen verankerten Prothesen im „Feld“, das heißt in einer normalen zahnärztlichen Praxis und nicht in einer universitätsmedizinischen Einrichtung geben und mit publizierten Daten vergleichen. Dabei wird sowohl das Überleben der einzelnen Doppelkrone als auch der Doppelkronen verankerten Prothese untersucht. Berücksichtigt werden alle vorgenommenen Maßnahmen zur Reparatur und Verbesserung. Diese Arbeit soll deutlich machen, welche Art und Anzahl von Korrekturen auf Prothesenebene und Kronenebene durchgeführt wurden. Des Weiteren werden unter anderem mögliche Einflüsse des Geschlechtes und des Alters des Patienten untersucht.

## **3. Material und Methoden**

### ***3.1. Ethikkommission***

Für retrospektive Studie wurde zunächst einen Ethikantrag an die Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (Studennummer:5707) gestellt. Dieser wurde am 06.10.2016 bewilligt.

### ***3.2. Patientengut***

Die Daten entstammten einer Praxis im westlichen Nordrhein-Westfalen, deren engagierter Inhaber über mehrere Jahrzehnte doppelkronenverankerte Prothesen eingliederte. Bei der vorliegenden Untersuchung handelte sich um eine rein retrospektive, aus Karteikartendokumentation erhobene Studie. Alle Patienten wiesen einen erheblichen Zahnverlust auf, sodass kein festsitzender Zahnersatz zum Lückenschluss verwendet werden konnte.

### ***3.3. Charakterisierung der Doppelkronen und Doppelkronen verankerten Prothesen***

Die Doppelkronen tragenden Pfeiler wurden zum größten Teil durch den Praxisinhaber selbst und zu einem geringen Teil von Assistenz Zahnärzten präpariert. In der Regel wurde tangential beschliffen. In Ausnahmefällen, bei besonders massiven Zähnen, wurde aus kosmetischen Gründen tangential beschliffen mit einer bukkalen Abschrägung. Die Doppelkronenarbeiten wurden ausnahmslos im Dentallabor des Bruders des Praxisinhabers hergestellt. Die Primärteile wiesen eine zirkulär gefräste Hohlkehle auf. Der Präparationsanstellwinkel wurde individuell auf der Grundlage des Patientenfalls vom Dentallabor festgelegt. Das Primärteil wurde je nach Anforderung mit Winkeln von 2, 4 oder 6 Grad gefräst. Je kürzer der Zahnstumpf war, desto steiler war der Fräswinkel. Ebenfalls war der Fräswinkel abhängig von der Zahnstellung. Als wichtig galt, dass die Einschubrichtung gewährleistet war. Es konnten auch an einem Zahn die Winkel vestibulär und lingual unterschiedlich sein. Anhand des Zahnbefundes war zu erkennen, dass die Kiefer meistens ausschließlich mit Doppelkronen versorgt wurden. Häufig waren die Kiefer allerdings noch mit weiteren Kronen versehen. Gelegentlich wurden zu den Teleskopen noch weitere Halte- und Stützelemente, wie Modellgussklammern, hinzugefügt.

### ***3.4. Datenmaterial***

Für jeden Patienten gab es in der Praxis eine angelegte Karteikarte mit ausführlichen Dokumentationen. Dazu gehörte die Anamnese, die Befunde (Zahnbefund und Röntgenbefund) sowie Behandlungsmaßnahmen mit verwendeten Materialien, Laboraufträgen und Kürzel der jeweiligen Behandler. Die Gesamtheit aller Daten gab Aufschluss über Langlebigkeit und Neuanfertigungs- und Wiederherstellungsmaßnahmen des eingegliederten Zahnersatzes.

### ***3.5. Datenerfassung***

Es sollten in dieser Studie, die Doppelkronen verankerten Prothesen vom Tag der Eingliederung bis zum Tag der letzten Sichtung beobachtet werden. Dabei sollten alle Ereignisse und Maßnahmen kalendarisch berücksichtigt werden. Nicht nur die Doppelkronen verankerten Prothesen mit den einzelnen Doppelkronen wurden erfasst, sondern auch die patientenbezogenen Charakteristika wie Alter und Geschlecht wurden integriert. Somit konnte man drei Ebenen unterscheiden: der Patient, die Prothese und die einzelnen Doppelkronen.

Im ersten Schritt wurden die prägnantesten Informationen über jeden Behandlungsfall in eine separate Excel-Tabelle übertragen. Als Grundlage dafür dienten die Patientendaten aus den Behandlungsakten. Alle relevanten Variablen wurden übersichtlich den Patientenfällen zugeordnet. Die Patientendaten wurden durch Patientennummern anonymisiert. Es entstand eine Tabelle mit diversen Eingabevariablen bezogen auf die drei Ebenen.

### **3.6. Variablenliste**

Aus den Behandlungskarten wurden folgende Informationen entnommen, um sie in die Excel-Tabelle zu übertragen:

#### 1. Allgemeine Angaben

Bei den allgemeinen Angaben handelt es sich um die patientenbezogenen Daten:

##### **-Patienten ID**

*Jeder Patientenfall erhielt eine anonymisierte Patienten-ID.*

##### **-Geburtsdatum**

*Das Datum wurde nach der DIN 5008 in Tag- Monat- Jahr angegeben.*

##### **-Altersgruppe**

*Das Alter beim Zeitpunkt der Eingliederung wurde berechnet und es wurde folgende Klassifizierung in Altersgruppen vorgenommen:*

*1: <30 Jahre*

*2: 30-39 Jahre*

*3: 40-49 Jahre*

*4: 50-59 Jahre*

*5: 60-69 Jahre*

*6: >70 Jahre*

##### **-Geschlecht**

*Das angegebene Geschlecht wurde in zwei Gruppen eingeteilt:*

*1: männlich*

*2: weiblich*

### **-Krankenkasse**

*Den unterschiedlichen Kassenarten wurden Nummern zugewiesen, sodass die Zugehörigkeit der Patienten einer Krankenkasse bestimmt werden konnte:*

*1: RVO (Reichsversicherungsordnung mit AOK (Allgemeine Ortskrankenkasse), BKK (Betriebskrankenkasse), IKK (Innungskrankenkassen), KBS (Knappschaft-Bahn-See) und SVLFG (Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau))*

*2: VDEK (Verband der Ersatzkassen e.V. mit TK (Techniker Krankenkasse), BARMER, DAK (Deutsche Angestellten Krankenkasse), KKH (Kaufmännische Krankenkasse), HKK (Handelskrankenkasse), HEK (Hanseatische Krankenkasse))*

*3: Privat*

*4: Andere (Zoll, Polizei, Bundeswehr)*

### **-Behandler**

*Es wurde unterschieden, ob der Praxisinhaber oder ein Assistenzarzt als Behandler fungierte:*

*1: Praxisinhaber*

*2: Assistenzarzt*

### **-Zahnersatz Nummer**

*Die einzelnen Prothesen wurden mit einer laufenden Nummer versehen.*

## 2. Prothesenbezogene Daten

Bei diesen Daten wurden alle relevanten Informationen der Doppelkronenverankerten Prothese erfasst:

### **-Eingliederungsdatum des Zahnersatzes**

*An diesem Datum wurde die Prothese definitiv eingegliedert.*

### **-Datum der letzten Sichtung des Zahnersatzes**

*An diesem Datum war entweder der letzte Zahnarztbesuch oder die letzte Sichtung der Prothese in situ. In Fällen, in denen eine Nachfolgeversorgung eingegliedert wurde, ist dieses Datum mit dem Datum der Eingliederung der Nachfolgeversorgung identisch.*

### **-Anzahl Doppelkronen verankerten Prothesen pro Patient**

*Ein Patient kann mehrere Prothesen besitzen, entweder wenn er sowohl im Oberkiefer als auch im Unterkiefer eine Prothese trägt oder wenn er eine weitere Prothese als Folgezahnersatz erhält.*

**-Anzahl der Oberkieferprothesen**

*Anzahl der Prothesen, die insgesamt im Oberkiefer eingegliedert wurden.*

**-Anzahl der Unterkieferprothesen**

*Anzahl der Prothesen, die insgesamt im Unterkiefer eingegliedert wurden.*

3. Reparatur/Optimierung der Doppelkronen verankerte Prothese

Alle Daten zu Maßnahmen an den Doppelkronen verankerten Prothesen wurden unter diesem Punkt zusammengefasst:

**-Datum der ersten Unterfütterung**

*An diesem Datum fand die Eingliederung der ersten Unterfütterung statt.*

**-Anzahl der Unterfütterungen**

*Diese Zahl beschreibt die Anzahl der Unterfütterungen unabhängig von Material und Ausdehnung.*

**-Andere Reparaturmaßnahmen**

*Es wurden verschiedene andere Reparaturen neben der Unterfütterung durchgeführt. Diese werden im folgendem aufgeführt (alle Einträge unter der Ziffer zwei bedeuten, dass eine Unterfütterung stattfand):*

*2: Sublingual- oder Transversalbügel neu*

*3: Sublingualbügel verlegen*

*4: Modellguss neu bei vorhandenen TK*

*5: Modellguss gebrochen*

4. Doppelkronen bezogene Daten

Bei diesen Daten wurden alle relevanten Informationen der Doppelkronen erfasst:

**-Eingliederungsdatum der Doppelkronen**

*An diesem Datum wurde die Doppelkrone eingegliedert.*

**-Datum der letzten Sichtung der Doppelkrone**

*An diesem Datum war entweder der letzte Zahnarztbesuch oder die letzte Sichtung der Doppelkrone in situ. Sollte die Doppelkrone durch eine andere Kronenart ersetzt worden sein oder durch Extraktion verlorengegangen sein, entspricht das jeweilige Datum dieser Maßnahme dem Datum der letzten Sichtung.*

### **-Anzahl der Doppelkronen pro Prothese**

*Ein Patient kann mehrere Doppelkronen pro Prothese besitzen.*

### **-Lokalisierung der einzelnen Kronen im jeweiligen Kiefer**

*Der mit einer Doppelkrone versehene Zahn wurde nach dem Schema der Fédération Dentaire Internationale benannt.*

### **-Vitalität des Doppelkronen tragenden Zahns**

*Die Vitalität des Doppelkronen tragenden Zahns wurde vor der Eingliederung bestimmt und das Ergebnis des Vitalitätstest wurde wie folgt klassifiziert:*

*1: vital*

*2: non-vital*

*3: non-vital mit Stift*

*0: unklar*

### **-Verteilung der Kronen nach Steffelklasse**

*Die Verteilung der Kronen im Kiefer wurde nach der Einteilung der Steffelklasse klassifiziert. Hierbei wurden neben den Doppelkronen tragenden Zähnen auch Zähne, die mit Klammerelementen versehen wurden, beachtet:*

*1: punktförmig*

*2: tangential*

*3: diagonal*

*4: transversal*

*5: triangulär*

*6: quadrangulär*

## 5. Erneuerung der Doppelkronen

Alle Daten zu den Erneuerungen der Doppelkronen wurden unter diesem Punkt zusammengefasst:

### **-Datum der neuen Doppelkrone**

*An diesem Datum wurde eine neue Doppelkrone eingegliedert. Es wurde ausschließlich die Doppelkrone erneuert, die Doppelkronen verankerte Prothese blieb unberührt.*

### **-Art der neuen Doppelkrone**

*Das Ausmaß der Erneuerung der Doppelkrone konnte unterschiedlich sein, daher wurde eine Klassifizierung vorgenommen:*

*1: Doppelkrone insgesamt neu*

*2: Primärteil neu*

*3: Sekundärteil neu*

*5: Doppelkrone an Zahnersatz ergänzt*

*6: Doppelkrone durch andere Kronen ersetzt (vor allem Cover Denture)*

## 6. Reparatur/Optimierung der Doppelkronen

Alle Daten zu Maßnahmen an den Doppelkronen wurden unter diesem Punkt zusammengefasst:

### **-Rezementierungsdatum der Doppelkrone**

*An diesem Datum wurde die erste Rezementierung der Doppelkrone durchgeführt.*

### **-Anzahl der Rezementierungen**

*Diese Zahl beschreibt die Anzahl der Rezementierungen der ursprünglichen Doppelkrone nach Ablösung vom Zahn.*

### **-Andere Reparaturen der Doppelkrone**

*Es wurden verschiedene andere Reparaturen neben der Rezementierung durchgeführt. Diese werden im folgendem aufgeführt (alle Einträge unter der Ziffer zwei bedeuten, dass eine Rezementierung stattfand):*

*2: Friktion geändert*

*3: Sekundärteil wiederbefestigt oder angelötet*

*4: Primär- oder Sekundärteil gelötet*

## 7. Endodontische Maßnahmen an Doppelkronen tragenden Zähnen

Zum Erhalt der Doppelkronen tragenden Zähne musste in einigen Fällen eine Wurzelkanalbehandlung eingeleitet werden. Die Daten zu allen endodontischen Maßnahmen sind unter diesem Punkt aufgeführt:

### **-Datum der endodontischen Behandlung**

*An diesem Datum wurde die erste endodontische Behandlung durchgeführt.*

### **-Art der endodontischen Behandlung**

*Die Art die Wurzelkanalbehandlung wurde bestimmt und klassifiziert.*

*1: Vitalexstirpation*

*2: Wurzelkanalbehandlung ohne Stiftaufbau*

*3: Wurzelkanalbehandlung mit Stiftaufbau*

## 8. Extraktion von Doppelkronen tragenden Zähnen

In einigen Fällen konnte der Zahn trotz verschiedener Maßnahmen nicht erhalten werden, sodass eine Extraktion die Folge war:

### **-Datum Extraktion des Doppelkronen tragenden Zahns**

*An diesem Datum wurde der Pfeilerzahn inklusive der Doppelkrone extrahiert. Hierbei ist hinzuzufügen, dass Zähne, welche durch Progression des Lockerungsgrades ohne Zutun des Zahnarztes verlorengegangen sind, mit dem vom Patienten angegebenen Verlustdatum eingetragen worden sind.*

### **-Grund der Extraktion des Doppelkronen tragenden Zahns**

*Der Grund der Extraktion wurde bestimmt und es wurde folgende Klassifizierung vorgenommen:*

*1: zerstört oder frakturiert*

*2: Parodontopathie*

*3: Zahnersatz*

*4: endodontischer Misserfolg*

*5: unbekannt*

*6: Schmerzen*

## 9. Kieferbezogene Daten

Alle Daten zu den Kiefern und den dort vorhandenen Zähnen werden unter diesem Punkt aufgeführt:

### **-Anzahl der Zähne im therapierten Kiefer**

*Diese Zahl beschreibt die Anzahl aller Zähne im prothesentragenden Kiefer unabhängig von deren Versorgung.*

### **-Anzahl der Zähne im Gegenkiefer**

*Die Zahl beschreibt die Anzahl der Zähne im Gegenkiefer unabhängig von deren Versorgung.*

### **Versorgung der Zähne im Gegenkiefer**

*Der Zahnersatz im Gegenkiefer wurde bestimmt und wie folgend klassifiziert:*

*1: Totalprothese*

*2: partielle Prothese*

*3: festsitzend (kein Zahnersatz außer Kronen und Brücken)*

## 10. Nachfolge Zahnersatz

Wenn die Doppelkronen verankerte Prothese exkorporiert und ein Folgezahnersatz hergestellt werden musste, wurden Die Daten unter diesem Punkt aufgelistet:

### **-Eingliederungsdatum des Folgezahnersatzes**

*An diesem Datum wurde der Folgezahnersatz eingegliedert.*

### **-Art des Folgezahnersatzes**

*Es gab verschiedene Möglichkeiten der Nachfolgeversorgung. Die Nachfolgeversorgung wurde bestimmt und wie folgend klassifiziert:*

*1: identische Doppelkronen verankerte Prothese*

*2: geänderte Doppelkronenverankerte Prothese*

*3: Klammerprothese*

*4: Totalprothese*

*5: Unterfütterung*

*6: andere Prothese mit Kronen*

### **3.7. Statistische Auswertung**

Die statistische Auswertung erfolgte zum einen mit Hilfe des SPSS-Programms durch die Autorin selbst. Hierbei wurde der Berechnung der Überlebenskurven nach Kaplan und Meier eine besondere Gewichtung beigemessen. Zum anderen unterstützte Professor Dr. Ralph Brinks fachlich bei den tiefergehenden statistischen Fragen, wobei besonders die „konkurrierenden Risiken“ („competing risks“) eine große Rolle spielten.

Es handelt sich bei den Daten um einen hierarchischen Datensatz. Dabei ist die Hierarchie erster Ordnung der Patient, die Hierarchie zweiter Ordnung die Prothese und die Hierarchie dritter Ordnung sind die einzelnen Doppelkronen. Sowohl die Prothesen als auch die Doppelkronen können verschiedene Ereignisse ereilen, die untereinander konkurrieren. Der hierarchische Aufbau macht eine besondere Form der statistischen Analyse erforderlich, nämlich die Berücksichtigung von Abhängigkeiten innerhalb der Hierarchie-Stufen durch sogenannte „Cluster-Effekte“. Unter Cluster-Effekten versteht man zum Beispiel Ähnlichkeiten der Beanspruchung von Doppelkronen beim gleichen Patienten. Physikalische Belastungen beispielsweise durch Ausprägung der Kaumuskulatur oder Wahl der Kost sind bei gleichen Patienten sehr wahrscheinlich homogener als patientenübergreifend. Um diese (nicht-gemessenen) Intra-Patienten-Effekte bei der statistischen Analyse zu berücksichtigen, wurden die statistischen Modelle mit einem zufälligen Cluster-Effekt (Therneau & Grambsch, 2000) berechnet.

Die statistische Auswertung gliedert sich in folgende Schritte:

- 1.Deskriptive Beschreibung der erhobenen Daten
- 2.Kombinierte Endpunkte: Überlebensanalysen auf der Basis der kombinierten Endpunkte aller möglichen Ereignisse
- 3.Einzelendpunkte: Überlebensanalyse auf der Basis von Einzelereignissen

Bei der statistischen Analyse unterscheidet man zwischen der Betrachtung der kombinierten Endpunkte und der einzelnen Endpunkte. Bei den kombinierten Endpunkten besteht ein „fehlerfreies Funktionieren“ beziehungsweise „Überleben“ bis ein Zielereignis, zum Beispiel die Unterfütterung einer Prothese oder Extraktion eines Doppelkronen tragenden Zahnes, eintritt. Dieses lässt sich betrachten aus Sicht der Doppelkrone und aus Sicht der Prothese.

Bei der Überlebensanalyse von Doppelkronen verankerten Prothesen wurden folgende Zielereignisse festgelegt:

- die Unterfütterung
- die mehrfachen Unterfütterungen
- andere Reparaturen außer Unterfütterungen
- der Nachfolgezahnersatz

Bei der Überlebensanalyse von Doppelkronen wurden folgende Zielereignisse festgelegt:

- die Erneuerung der Doppelkrone
- die Rezementierung
- die mehrfachen Rezementierungen
- andere Reparaturmaßnahmen außer Rezementierungen
- endodontische Maßnahmen
- die Extraktion

Als Methoden zur Ereigniszeit-Analyse wurden hier die Kaplan-Meier-Kurven und die Cox-Regressionen für verschiedene Einflussfaktoren gewählt. Bei den Cox-Regressionen lassen sich univariable und multivariable Regressionen unterscheiden. Bei dem univariablen Modell wird der Einfluss einzelner Faktoren auf das Eintreten eines Zielereignisses analysiert. Bei dem multivariablen Modell wird der Einfluss verschiedener Faktoren in Kombination auf das Eintreten eines Zielereignisses analysiert, das heißt es kann ermittelt werden, inwieweit die einzelnen Risikofaktoren im Kontext aller Variablen stabil bleiben.

Bei der Betrachtung der Einzel-Endpunkte stehen die einzelnen Ereignisse im Fokus und die zugehörigen kumulativen Inzidenzen für das Eintreten dieses Ereignisses werden berechnet. Es kann zum einen der dominierende Effekt der Fehlerrate aus Sicht der Doppelkrone und Prothese ermittelt werden und zum anderen mit Hilfe des Fine-Gray-Modells die Gewichtung der Einflussfaktoren auf ein einzelnes Ereignis.

### *3.7.1. Kaplan-Meier-Methode*

Die Kaplan-Meier-Analyse ist eine Methode, Überlebenskurven zu berechnen, um daraus die Überlebensraten- und Überlebenszeiten abzulesen (A. Ziegler, S. Lange, & R. Bender, 2007). Die Überlebenszeit definiert sich als die Zeit zwischen zwei definierten Zeitpunkten. Dabei kann die inhaltliche Bedeutung des Endzeitpunktes frei gewählt werden, dies muss nicht zwangsläufig das Scheitern der Prothese bedeuten, es kann auch eine einfache Reparaturmaßnahme sein. Die Überlebenskurve ist die grafische Darstellung der Fälle, in denen das Zielereignis pro Zeitabschnitt noch nicht aufgetreten ist.

Da die Überlebensstudie über einen festgelegten Anfang und ein festgelegtes Ende besteht, können oft nicht alle Fälle bis zum Eintreten des Zielereignisses betrachtet werden. Jeder Fall wird so lange untersucht, bis entweder das Zeitereignis eintritt oder die Studiendauer zu Ende ist. Tritt das Zielereignis ein, so lässt sich die „echte Überlebenszeit“ berechnen. Ist die Studiendauer zu Ende, ohne dass das Ereignis zu Stande kam, weiß man nur, dass in diesem Fall die Überlebenszeit mindestens bis Ende der Studiendauer anhält. Auf Grund dessen werden diese Analysen „zensiert“ genannt.

Welche Ergebnisse können uns nun die Analysen liefern? Unter anderem kann der zeitliche Verlauf des Überlebens (Zielereignis tritt nicht ein) charakterisiert werden und auch die Überlebensrate zu einem bestimmten Zeitpunkt kann angegeben werden (Krentz, 2005).

### *3.7.2. Cox-Regressions-Methode*

Die Cox-Regressions-Methode kommt zum Einsatz, wenn untersucht werden soll, welcher Effekt eine Einflussgröße auf eine Zielvariable hat (A. Ziegler, S. Lange, & R. Bender, 2007). Dabei spielt eine besondere Rolle, wie groß der Einfluss eines Risikofaktors auf die Überlebenswahrscheinlichkeit ist. Positive Koeffizienten senken die Überlebenswahrscheinlichkeit, negative vergrößern sie (Krentz, 2005).

Für die Bestimmung von Risikogruppen ist die Kenntnis prognostischer Faktoren von großer Bedeutung. Die Einflussfaktoren müssen herausgefiltert werden, die die Abweichungen in den Überlebenszeiten ausreichend deklarieren. Ziel ist es, Risikogruppen zu bestimmen und die Prognoserelevanz zu prüfen (Edler, 1986).

### 3.7.3. Hazard-Rate

Für die Beurteilung des Erfolgs des Zahnersatzes ist nicht nur die Überlebenswahrscheinlichkeit, sondern auch das Risiko des Verlustes von Bedeutung. Das Verlustrisiko für einen Fall zu einem definierten Zeitpunkt  $t$  wird durch die Hazard-Funktion dargestellt (Muhs, 2006). Umso höher die Hazard-Rate ist, desto kürzer ist die Zeitspanne bis zum Verlust beziehungsweise desto kürzer ist die Lebensdauer (Krentz, 2005).

### 3.7.4. Konkurrierende Risiken und Fine-Gray-Modell

Unter einem konkurrierenden Risiko versteht man ein Ereignis, dessen Auftreten das Auftreten des erstrangigen Ereignisses verhindert. Somit kann entweder das eine oder das andere Ereignis eintreten. Mit Hilfe von konkurrierenden Regressionsmodellen kann man in der Überlebensanalyse grundlegende Informationen erhalten. Es kann erschlossen werden, welche Kovariate die Häufigkeit des Vorkommens von Ereignissen beeinflussen und welche die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Ereignissen im Laufe der Zeit beeinflussen (Austin & Fine, 2017).

Im Fine-Gray-Modell werden Kovariaten so gewertet, dass sie sich auf die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Ereignissen im Laufe der Zeit auswirken oder auf die kumulative Inzidenzfunktion. Wenn es nun also zu einer Änderung der Kovariate um eine Einheit kommt, gibt der potenzierte Regressionskoeffizient die Größe der relativen Änderung der aktuellen Häufigkeit des Auftretens des Ereignisses an. Dies gilt in der Gruppe der Personen, die komplett ereignisfrei geblieben sind oder ein anderes (konkurrierendes) Ereignis durchlebt haben (Austin & Fine, 2017). Zum Beispiel kann so unter anderem der Einfluss der Vitalität eines Zahns oder das Alter einer Person bei der Eingliederung auf das Überleben einer Prothese analysiert werden.

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Patientenverteilung

Die Studie umfasste 976 Patienten. Bei einer Geschlechterverteilung von 457 Männern und 519 Frauen überwog mit 6,4% Vorsprung das weibliche Geschlecht (Tab. 2.).

Geschlecht	Anzahl	Prozente
Mann	457	46,8%
Frau	519	53,2%

Tab. 2. Beobachtete Patienten nach Geschlecht

Um eine bessere Übersicht über die Altersverteilung zum Zeitpunkt der Eingliederung der Doppelkronen verankerten Prothese zu erhalten, wurden die Patienten in 6 Klassen eingeteilt:

I: <30 Jahre

II: 30-39 Jahre

III: 40-49 Jahre

IV: 50-59 Jahre

V: 60-69 Jahre

VI: >70 Jahre

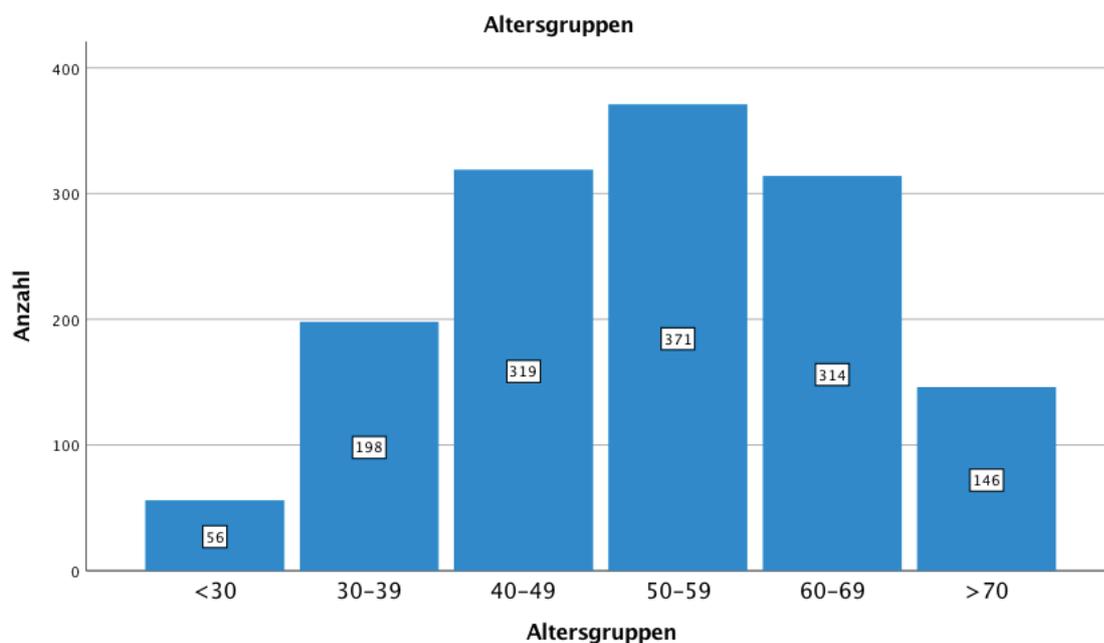


Abb. 4. Altersverteilung der Patienten zum Zeitpunkt der Eingliederung

Anhand der Abbildung 4 ist zu erkennen, dass die meisten Patienten zwischen 50 und 59 Jahren (Klasse IV) alt waren zum Zeitpunkt der Eingliederung. Mit 26,4% stellte diese Altersklasse den höchsten Wert in der Altersverteilung dar, dicht gefolgt von Klasse III mit 22,7% und Klasse V mit 22,4%. Die wenigsten Patienten bekamen mit unter 30 Jahren eine Doppelkronen verankerte Prothese, hier entspricht der Wert nur 4%.

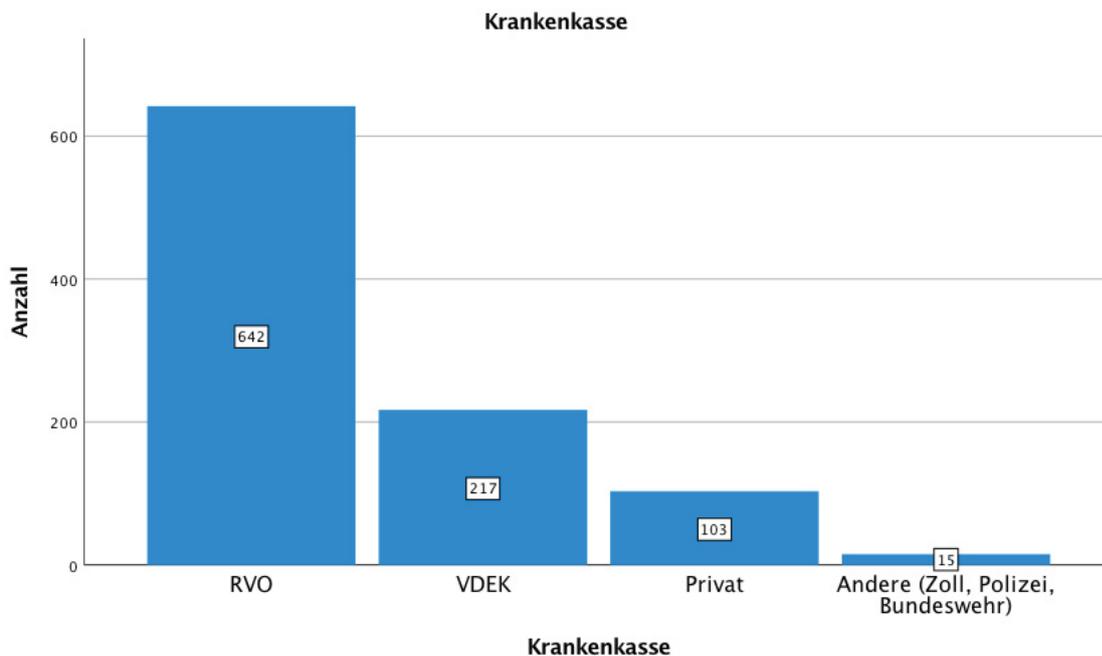


Abb. 5. Verteilung der Patienten nach Krankenkassen- Zugehörigkeit

Abbildung 5 zeigt, dass mit 65,8% die meisten Patienten zu den Primärkassen der Reichsversicherungsordnung (RVO) gehörten. Es handelt sich hierbei um folgende gesetzliche Krankenkassen: Ortskrankenkassen (AOK), Betriebskrankenkassen (BKK), Innungskrankenkassen (IKK), Deutsche Rentenversicherung Knappschaft-Bahn-See (KBS) und Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (SVLFG) (DeutschesApothekenPortal, 2020). Den zweitgrößten Teil der Krankenkassen macht der Verband der Ersatzkassen e.V. (VDEK) aus mit 22,1%. Zu der VDEK gehört die Techniker Krankenkasse, die Barmer, die DAK-Gesundheit, die Kaufmännische Krankenkasse, die Handelskrankenkasse und die Hanseatische Krankenkasse (vdek, 2020). Die Schlusslichter hinsichtlich der Häufigkeit bilden die privaten Krankenkassen mit 10,6% und die „Anderen“ Krankenkassen (Zoll, Bundeswehr, Polizei) mit 1,5%.

#### 4.2. Beobachtete Doppelkronen verankerte Prothesen

Ein Patient kann im Laufe seines Lebens mehrere Prothesen eingegliedert bekommen. Insgesamt wurden 1405 Doppelkronen verankerte Prothesen beobachtet. Davon waren 573 Prothesen im Oberkiefer und 832 Prothesen im Unterkiefer. Im Oberkiefer wurden zu 85,9% eine Prothese (427), zu 12,9% zwei Prothesen (64) und zu 1,2% drei Prothesen (6) eingegliedert. Im Unterkiefer verhielt sich die Verteilung ähnlich: 85,1% eine Prothese (609), 13,7% zwei Prothesen (98 Stück) und 1,3% drei Prothesen (9).

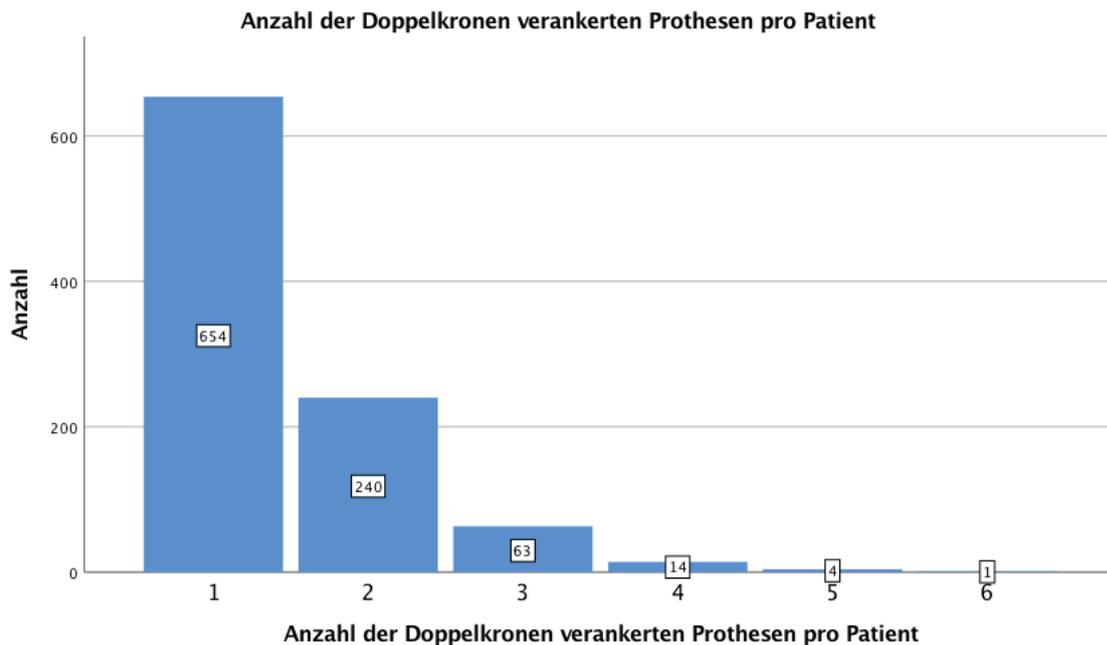


Abb. 6. Beobachtete Doppelkronen verankerte Prothesen pro Patient

Betrachtet man die Gesamtverteilung der Prothesen im Ober- und Unterkiefer in Abbildung 6, ist deutlich zu erkennen, dass mit 67% die meisten Patienten nur eine Prothese erhielten. 24,6% der Patienten erhielten zwei Prothesen, danach sinken die Prozentzahlen bis zum Höchstwert von 6 Prothesen pro Patient (0,1%).

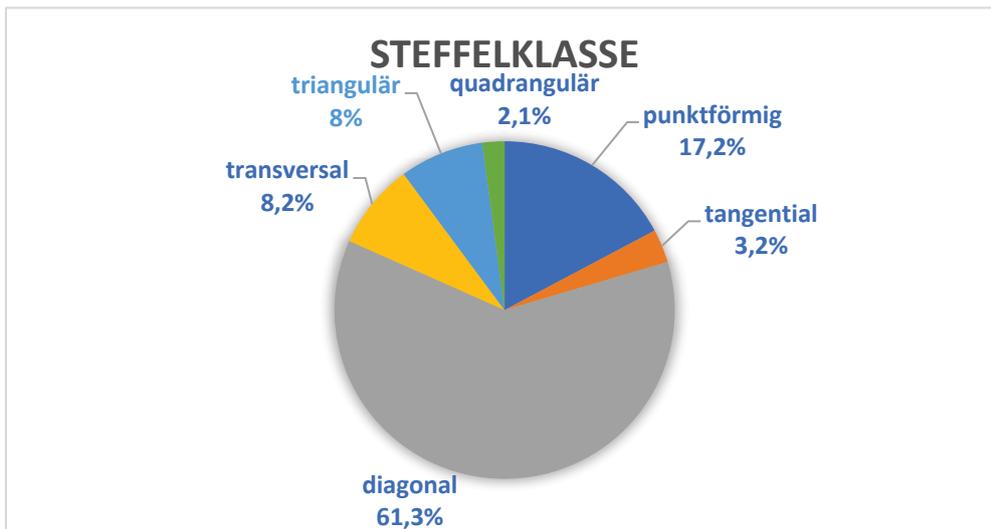


Abb. 7. Beobachtete Doppelkronen verankerte Prothesen nach Steffelklasse

Die Steffelklasse beschreibt die Anordnung der Doppelkronen tragenden Zähne im Kiefer und die daraus resultierende Form der Abstützung. Ganz deutlich mit 61,3% überwog die diagonale Abstützung (Abb. 7.). Am zweithäufigsten mit 17,2% wurde die punktförmige Abstützung gewählt. Im nahezu gleichen Maße folgten die transversale (8,2%) und die trianguläre (8,0%) Abstützung. Am seltensten wurde die tangentiale Abstützung mit 3,2% verzeichnet.

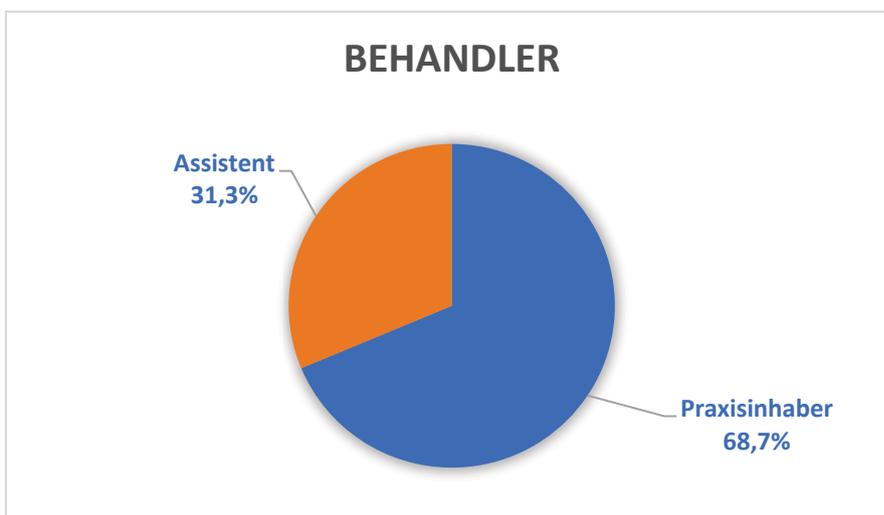


Abb. 8. Verteilung der Doppelkronen verankerten Prothesen nach Behandler

Abbildung 8 zeigt, dass der Praxisinhaber der Hauptbehandler in dieser Studie war. 68,7% der Doppelkronenverankerten Prothesen wurden durch ihn eingegliedert. Als „Assistent“ wurden angestellte Zahnärzte bezeichnet, sie gliederten 31,3% der Doppelkronen verankerten Prothesen ein.

### 4.3. Beobachtete Doppelkronen

Insgesamt wurden 3597 Doppelkronen eingegliedert.

Anzahl der Doppelkronen	Anzahl der Prothesen mit entsprechender Doppelkronen Anzahl	Prozente
1	102	7,3%
2	734	52,2%
3	342	24,3%
4	159	11,3%
5	47	3,3%
6	16	1,1%
7	4	0,3%
8	1	0,1%

Tab. 3. Verteilung der Doppelkronen auf die eingegliederten Prothesen

In einer Prothese können unterschiedlich viele Doppelkronen integriert sein. Dies hängt von den individuellen Gegebenheiten, der Statik und der Qualität der Pfeilerzähne ab. In der Tabelle 3 ist zu erkennen, dass die Spannweite von 1 bis zu 8 Zähnen ging. Mit 52,5% sind am häufigsten 2 Doppelkronen konstruiert worden.

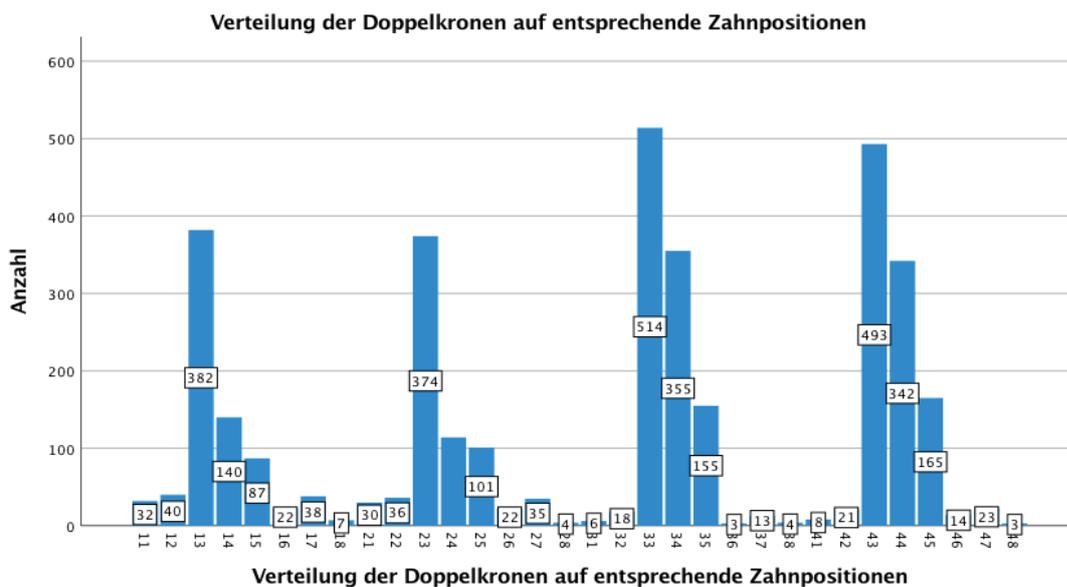


Abb. 9. Verteilung der Doppelkronen auf die entsprechenden Zahnpositionen

Am häufigsten wurden die Doppelkronen auf den Eckzähnen im Unterkiefer lokalisiert (Abb. 9.). Den höchsten Prozentanteil hatte der Zahn 33 mit 14,3% (514), dicht gefolgt von dem Zahn 43 mit 13,7% (493). Im Unterkiefer schlossen sich dann zunächst die ersten Prämolaren (34 und 44) und dann die zweiten Prämolaren an (35 und 45). Im Oberkiefer zeigte sich ein ähnliches Bild: die Mehrzahl der Doppelkronen befand sich an den Eckzähnen (13 mit 10,6% und 23 mit 10,4%). Sehr selten wurden sowohl im Oberkiefer als auch im Unterkiefer die Frontzähne sowie die Weisheitszähne verwendet.

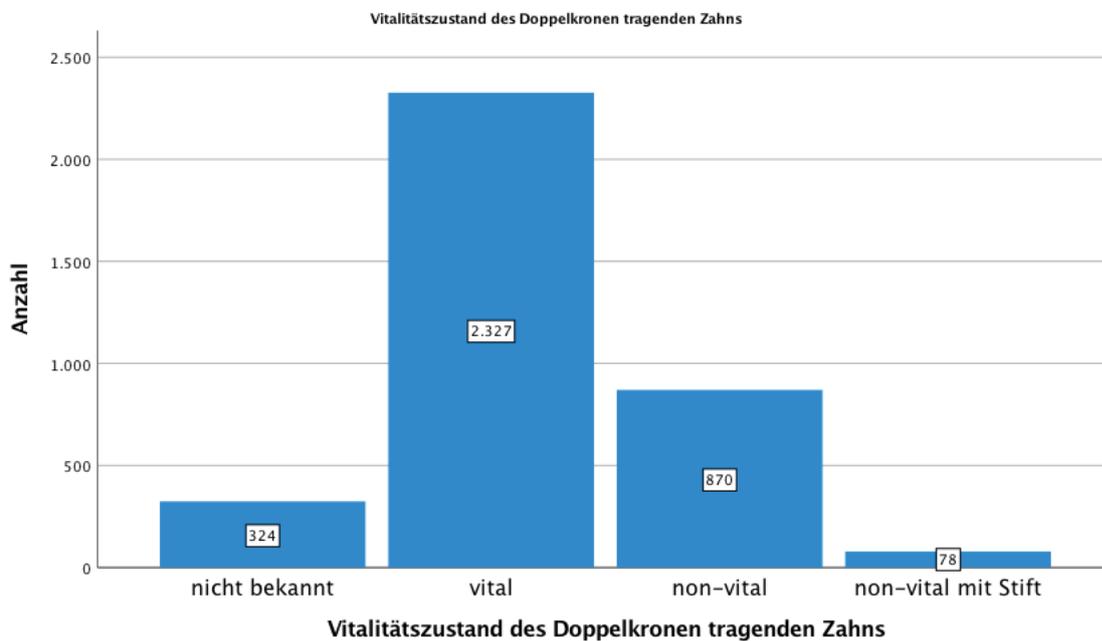


Abb. 10. Verteilung der Kronen nach Vitalitätszustand

Es wurden drei verschiedene Vitalitätszustände festgelegt. 71,1% der Pfeilerzähne zeigten Vitalität, 26,6% der Zähne zeigten keine Reaktion auf einen Kältetest, das heißt sie waren non-vital und 2,4% der beschliffenen Zähne waren non-vital und erhielten zur Stabilisierung einen Stift (Abb. 10.).

#### 4.4. Häufigkeit der Maßnahmen an Doppelkronen verankerten Prothesen

##### Häufigkeit und Anzahl von Unterfütterungen

<b>Anzahl durchgeführter Unterfütterungen</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Prozente</b>
1	307	65,5%
2	110	23,5%
3	34	7,2%
4	11	2,3%
5	4	0,9%
6	2	0,4%
8	1	0,2%

Tab. 4. Häufigkeit der Anzahl von Unterfütterungen

Generell wurden 469 Unterfütterungen an den Doppelkronen verankerten Prothesen durchgeführt. Dabei wurde, wie in Tabelle 4 ersichtlich, meist nur eine Unterfütterung durchgeführt (65%). Zwei Unterfütterungen kamen mit 23,5% ebenfalls noch recht häufig vor. Bei steigender Anzahl von Unterfütterung sinken die Prozentpunkte immer weiter bis zum Maximum von 8 Unterfütterungen an einer Prothese auf 0,2%.

## Häufigkeit anderer Maßnahmen an Doppelkronen verankerten Prothesen

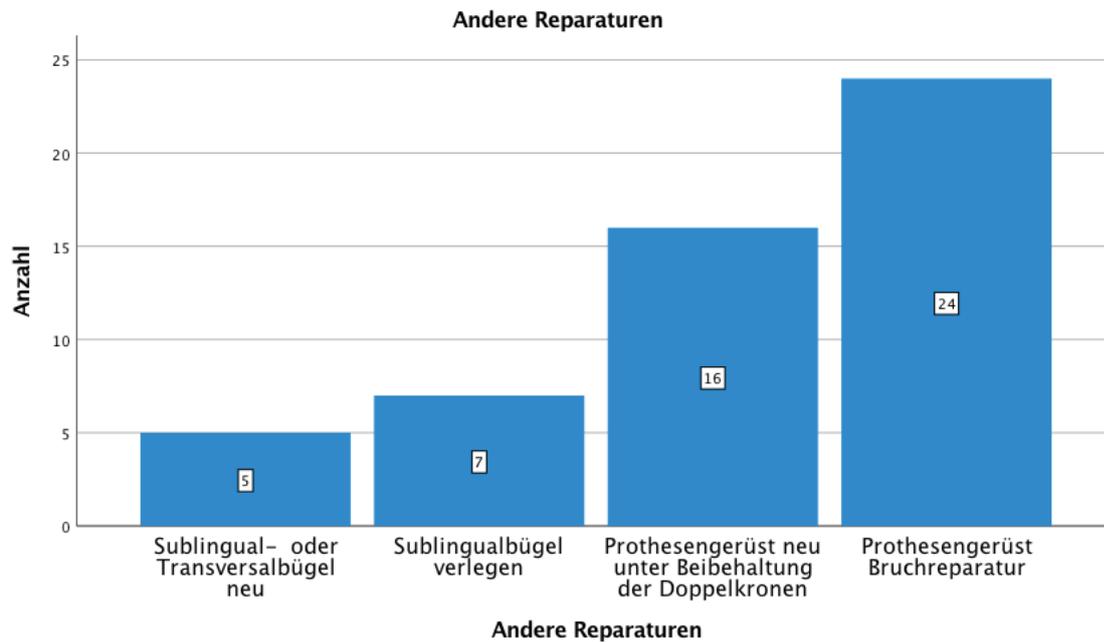


Abb. 11. Häufigkeiten anderer Maßnahmen an Doppelkronen verankerten Prothesen

Neben der Unterfütterung wurden auch andere Maßnahmen zur Reparatur der Doppelkronen verankerten Prothesen vorgenommen. Von diesen anderen Maßnahmen übernahm mit 46,2% den größten Teil die Reparatur des Prothesengerüsts (Abb. 11.). Eine ebenfalls häufige Maßnahme war, das Prothesengerüst neu zu gestalten, unter Beibehaltung der Doppelkronen. Diese Variante machte 30,8% der anderen Maßnahmen an Doppelkronen verankerten Prothesen aus. Seltenerer Aktionen waren eine Erneuerung des Sublingual- oder Transversalbügels mit 13,5% und eine Verlegung der Sublingualbügel mit 9,6%.

Zeit bis zum Eintreten eines Ereignisses einer Doppelkronen verankerten Prothese

	<b>Minimum</b>	<b>Erstes Quartil</b>	<b>Medianwert</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Drittes Quartil</b>	<b>Maximum</b>
Zeit bis zur Einfach-Unterfütterung	0,003	3,076	6,240	7,923	10,140	28,153
Zeit bis zur Mehrfach-Unterfütterung	0,011	2,378	5,077	6,029	8,150	23,264
Zeit bis zur anderen Reparatur	0,052	3,962	7,274	8,955	13,183	25,374
Zeit bis zum Folgezahnersatz	0,019	5,654	9,062	9,993	13,112	31,745

Tab. 5. Zeitspanne beginnend von der Eingliederung bis zum Eintreten eines bestimmten Ereignisses einer Doppelkronen verankerten Prothese in Jahren

Die Tabelle 5 zeigt, dass die ersten Maßnahmen bereits kurz nach der Eingliederung stattgefunden haben. Die Medianwerte aller Ereignisse ähnelten sich und lagen in einem Bereich zwischen sechs und neun Jahren. Die Zeit bis zum Folgezahnersatz betrug im Maximalwert 31,754 Jahren und zeigte damit die längste Zeitspanne.

#### 4.5. Häufigkeit der Maßnahmen an Doppelkronen und ihren Pfeilerzähnen

##### Häufigkeit der Erneuerung von Doppelkronen

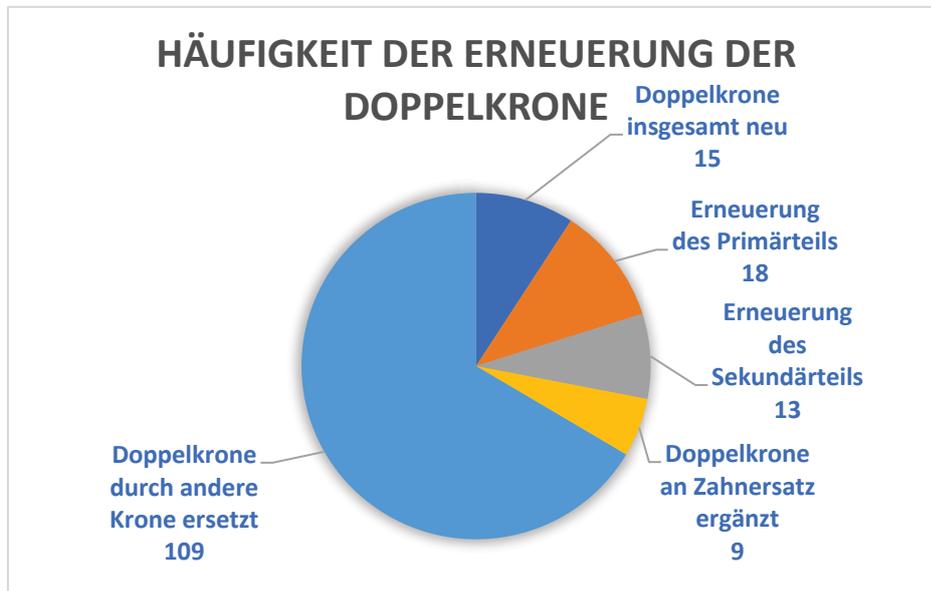


Abb. 12. Häufigkeit der Erneuerung von Doppelkronen

Insgesamt wurde 164 Mal eine Doppelkrone erneuert. Dabei gab es unterschiedliche Ausprägungsgrade dieser Maßnahme. 109 Mal wurde die Doppelkrone durch eine andere Kronenart ersetzt, dies macht den größten Anteil von 66,5% aus (Abb. 12.). Die anderen Erneuerungsarten wurden relativ selten, alle im einstelligen Prozentbereich, durchgeführt.

##### Häufigkeit und Anzahl von Rezementierung von Doppelkronen

Anzahl der Rezementierung	Anzahl	Prozente
1	327	73,5%
2	81	18,2%
3	30	6,7%
4	4	0,9%
5	2	0,4%
8	1	0,2%

Tab. 6. Häufigkeit der Rezementierung von Doppelkronen

Rezementierungen wurden in 445 Fällen durchgeführt. Dabei wurde diese Nachbesserung zu 73,5% einmalig, zu 18,2% zweimalig und zu 6,7% dreimalig gemacht. In wenigen Einzelfällen wurden sie auch 4-fach, 5-fach und 8-fach veranlasst (Tab. 6.).

### Häufigkeit der Optimierung von Doppelkronen

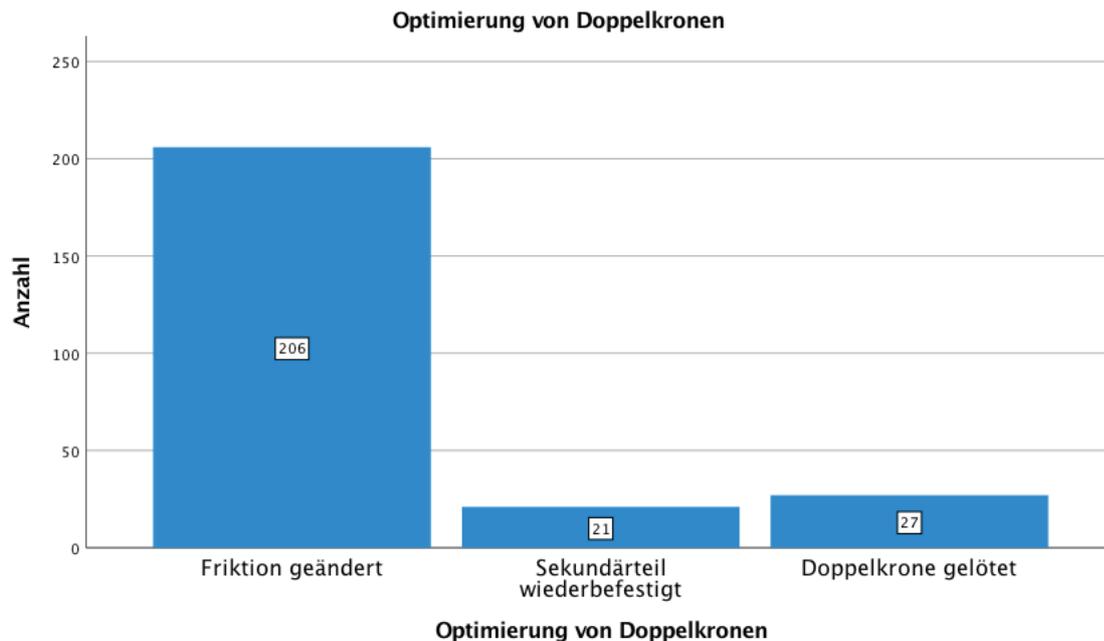


Abb. 13. Häufigkeit der Optimierung von Doppelkronen

Abbildung 13 zeigt, dass mit 206 Fällen und damit 81,8% die Friktionsänderung die meistgewählte Form der Optimierung war. Die anderen beiden Reparaturformen machten nur kleine Anteile aus.

### Häufigkeit endodontischer Maßnahmen bei Doppelkronen tragenden Zähnen

Endodontische Maßnahmen	Anzahl	Prozente
Vitalexstirpation	101	35,2%
Wurzelkanalbehandlung ohne Stiftaufbau	121	42,2%
Wurzelkanalbehandlung mit Stiftaufbau	65	22,6%

Tab. 7. Häufigkeit endodontischer Maßnahmen bei Doppelkronen tragenden Zähnen

Eine Wurzelkanalbehandlung ist ein Erhaltungsversuch des Zahnes. Muss ein vitaler Zahn zum Beispiel aufgrund pulpitischer Beschwerden wurzelkanalbehandelt werden, spricht man von einer Vitalexstirpation. Dies traf auf 35,2% der in der Studie durchgeführten Wurzelkanalbehandlungen zu (Tab. 7.).

Je nachdem wie viel Restzahnsubstanz vorhanden war, wurde eine Wurzelkanalbehandlung bei wenig Anlagerungsfläche für das Aufbaumaterial unter Einbeziehung eines Stiftaufbaus durchgeführt. Dies geschah in 22,6% der endodontischen Behandlungen. Die meisten Behandlungen fanden allerdings ohne Stiftaufbau statt (42,2%).

#### Häufigkeit der Extraktion von Doppelkronen tragenden Zähnen

<b>Gründe für die Extraktion von Doppelkronen tragenden Zähnen</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Prozente</b>
zerstört/frakturiert	332	41,4%
Parodontopathie	262	32,7%
neuer Zahnersatz	15	1,9%
endodontischer Misserfolg	56	7,0%
unbekannt	100	12,5%
Schmerzen	37	4,6%

Tab. 8. Häufigkeit und Gründe für die Extraktion von Doppelkronen tragenden Zähnen

In der Gesamtheit mussten 802 Doppelkronen tragende Zähne aus diversen Gründen gezogen werden. Bei Betrachtung der Tabelle 8 ist zu erkennen, dass der überwiegende Teil der Extraktionen auf eine Zerstörung beziehungsweise Fraktur (41,4%) und auf eine Parodontopathie (32,7%) der entsprechenden Zähne zurückzuführen war.

Zeit bis zum Eintreten eines Ereignisses einer Doppelkronen

	<b>Minimum</b>	<b>Erstes Quartil</b>	<b>Medianwert</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Drittes Quartil</b>	<b>Maximum</b>
Zeit bis zur Erneuerung	0,000	3,240	7,044	8,456	12,508	31,064
Zeit bis zur einfachen Rezementierung	0,003	0,290	1,691	3,684	5,953	28,153
Zeit bis zur mehrfachen Rezementierung	0,008	0,135	0,988	2,948	4,126	24,986
Zeit bis zu anderen Reparaturmaßnahmen	0,003	0,019	0,773	3,320	4,493	22,401
Zeit bis zu endodontischen Maßnahmen	0,011	2,255	6,074	7,234	11,077	27,754
Zeit bis zur Extraktion	0,019	5,653	9,062	9,993	13,112	31,745

Tab. 9. Zeitspanne beginnend von der Eingliederung bis zum Eintreten eines bestimmten Ereignisses einer Doppelkrone in Jahren

Die Tabelle 9 zeigt, dass sich die Zeiten bis zum Eintreten verschiedener Ereignisse einer Doppelkrone deutlich unterschieden. So waren die Medianwerte einer einfachen und mehrfachen Rezementierung sowie anderen Reparaturmaßnahmen mit Werten im Bereich eines Jahres deutlich geringer als die Zeit bis zur Extraktion (9,062 Jahre) und Erneuerung (7,044 Jahre).

#### 4.6. Häufigkeit von Nachfolge-Zahnersatz

Arten von Nachfolge-Zahnersatz	Anzahl	Prozente
identische Doppelkronen verankerte Prothese	74	14,4%
geänderte Doppelkronen verankerte Prothese	183	35,5%
Klammerprothese	12	2,3%
Totalprothese	144	28,0%
Unterfütterung	55	10,7%
andere Prothese mit Kronen	9	1,7%
Prothesengerüst neu unter Beibehaltung der Doppelkronen	14	2,7%
Erweiterung	23	4,5%

Tab. 10. Häufigkeit und Art von Nachfolge-Zahnersatz

Musste ein neuer Zahnersatz aufgrund von Zahnverlust oder eines irreparablen Defekts der Prothese hergestellt werden, kamen verschiedene Nachfolgemöglichkeiten in Betracht. In erster Linie wurde erneut eine geänderte Doppelkronen verankerte Prothese gewählt (35,5%). Waren keine Zähne mehr vorhanden, so musste, sofern nicht auf Implantate ausgewichen wurde, eine Totalprothese angefertigt werden (28%). Selten wurde auf eine andere Prothese mit Kronen (1,7%) zum Beispiel eine Cover Denture Prothese oder auf eine Klammerprothese (2,3%) ausgewichen (Tab. 10.).

#### 4.7. Kombinierte Endpunktanalyse auf der Basis der Doppelkronen

Im folgendem werden die Überlebensanalysen auf der Basis der kombinierten Endpunkte aller möglichen Ereignisse für die Doppelkronen dargelegt. Bei den kombinierten Endpunkten besteht ein „fehlerfreies Funktionieren“ beziehungsweise „Überleben“ bis eines der Zielereignisse eintritt (siehe 3.6. Statistische Auswertung).

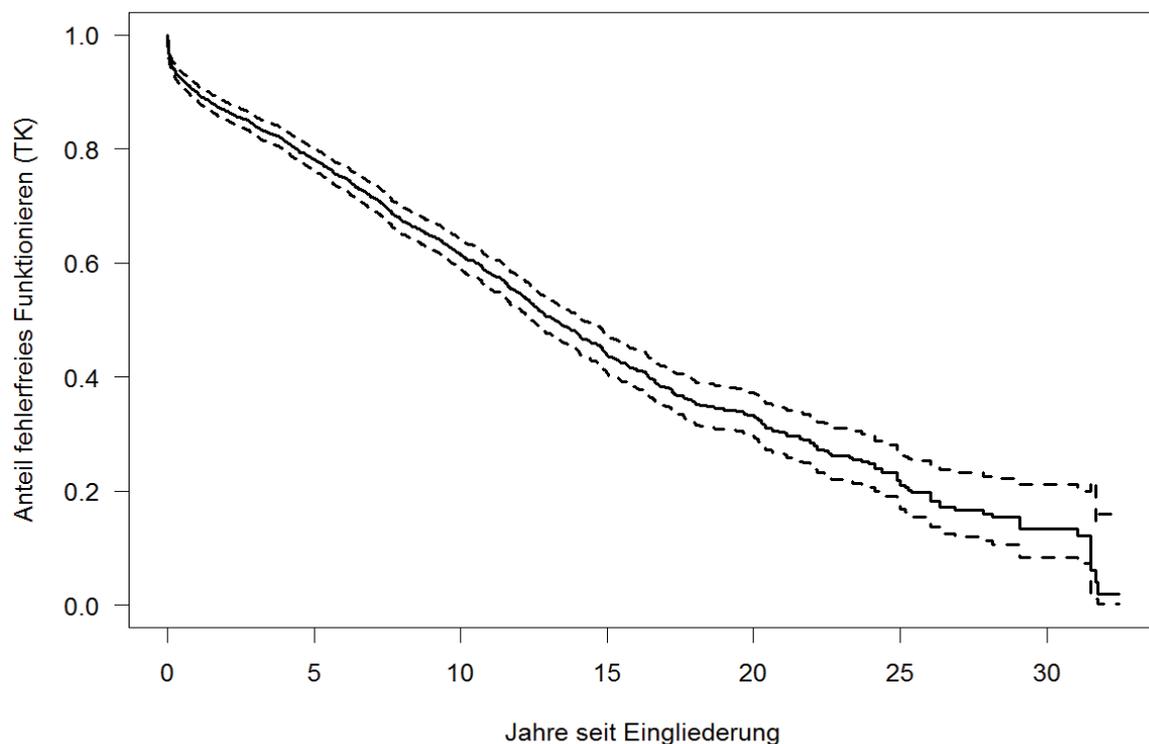


Abb. 14. Kaplan-Meier Kurve für fehlerfreies Funktionieren der Doppelkrone

Jahre	Anteil fehlerfrei funktionierender Doppelkronen
5	78,1%
10	61,3%
20	33,2%

Tab. 11. Anteil fehlerfrei funktionierender Doppelkronen nach Jahren

Nach 10 Jahren waren 61,3 % der Doppelkronen noch fehlerfrei (Abb. 14. & Tab. 11). Im Mittel betrug die Überlebensdauer bis ein Ereignis eintrat 13,2 Jahre (mit 95%KI 12,4 – 14,1).

## A. Univariabes Modell

Das univariable Modell beschreibt den Einfluss der einzelnen Faktoren auf das Eintreffen eines kombinierten Endpunktes.

	<b>Hazard- Rate</b>	<b>95%- Konfidenzintervall untere Grenze</b>	<b>95%- Konfidenzintervall obere Grenze</b>	<b>p-Wert</b>
<b>Geschlecht</b>	0,994	0,856	1,155	0,941
<b>Alter(Jahre)</b>	1,012	1,006	1,018	0,0001***
<b>Frontzähne</b>	0,824	0,596	1,138	0,240
<b>Molaren</b>	0,639	0,464	0,881	0,006*
<b>obere Eckzähne</b>	0,997	0,850	1,170	0,970
<b>obere Prämolaren</b>	0,546	0,434	0,686	p<0,0001***
<b>untere Prämolaren</b>	0,712	0,624	0,813	p<0,0001***
<b>Nonvitale Zähne</b>	1,417	1,255	1,640	p<0,0001***
<b>Nonvitale Zähne mit Stift</b>	1,803	1,385	2,438	p<0,0001***
<b>Steffelklasse B</b>	0,396	0,206	0,762	0,006**
<b>Steffelklasse C</b>	0,672	0,554	0,815	p<0,0001***
<b>Steffelklasse D</b>	0,572	0,408	0,801	0,001**
<b>Steffelklasse E</b>	0,517	0,358	0,745	0,0004***
<b>Steffelklasse F</b>	0,679	0,357	1,292	0,239
<b>Kalenderzeit</b>	1,010	1,002	1,018	0,019*

Tab. 12. Einfluss verschiedener Faktoren auf das Überleben der Doppelkrone

Tabelle 12 beschreibt den Einfluss verschiedener Faktoren auf das Überleben der Doppelkrone. In dieser und in den folgenden Tabellen wurde bei der Bestimmung des Einflusses des Geschlechts das weibliche Geschlecht als Referenz verwendet. Bei den Lokalisationen der Pfeilerzähne wurde jeweils mit der Referenzgruppe der unteren Eckzähne verglichen. Bei Analyse des Einflusses der Vitalität wurden die vitalen Zähne als Referenz bestimmt und beim Vergleich der Steffelklassen galt die Steffelklasse A als Referenz. Bei der Lokalisation der Doppelkronen verankerten Prothese wurde der Oberkiefer als Referenz festgelegt.

Die Hazard-Rate beschreibt die Gefahrenrate und damit das Verlustrisiko. Umso höher die Hazard-Rate war, desto kürzer war die Zeitspanne bis zum Verlust beziehungsweise desto kürzer war die Lebensdauer der Doppelkrone (Krentz, 2005). Das 95%-Konfidenzintervall ist der Bereich, der den theoretischen Wert des interessierenden Parameters mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% beinhaltet. Aus dem Konfidenzintervall ließen sich Schlüsse bezüglich der statistischen Signifikanz ziehen (Bender & Lange, 2007).

Außerdem galten folgende Signifikanz Codes, die mit „p“ bezeichnet wurden:

\* entspricht p-Wert von  $<0,05$

\*\* entspricht p-Wert von  $<0,01$

\*\*\* entspricht p-Wert von  $<0,001$

Für Werte mit  $p > 0,05$  galt keine statistische Signifikanz und für Werte mit  $p \leq 0,05$  galt eine statistische Signifikanz.

### Einfluss des Geschlechts

Bei Betrachtung der Risikofaktoren für die Überlebensdauer einer Doppelkrone, lässt sich erkennen, dass der Einfluss des Geschlechts keine wesentliche Rolle spielte.

### Einfluss des Alters (kontinuierlich)

Das Alter des Patienten bei Eingliederung zeigte sich als deutlicher Risikofaktor für das Überleben der Doppelkronen. Damit lässt sich festhalten, dass je älter der Patient war, desto kürzer war die Überlebenszeit der Doppelkrone. Mit jedem voranschreitenden Lebensjahr stieg das Verlustrisiko um 1,2% an. Betrachtet man dies bei einem Altersunterschied von einem Jahrzehnt stieg das Verlustrisiko um 12%.

### Einfluss des Ortes der Krone (klassiert, Referenzklasse: Untere Eckzähne)

Des Weiteren wurde der Einfluss der Lokalisation untersucht, dabei wurde als Referenzklasse die unteren Eckzähne gewählt. Es zeigte sich ein protektiver Einfluss, wenn die Molaren mit Doppelkronen versehen wurden. Gegenüber einer Doppelkrone, die auf den unteren Eckzähnen zementiert wurde, hat eine Doppelkrone auf den Molaren eine nur 0,639-fache Ausfallrate. Auch die Verwendung der Prämolaren war protektiv, sowohl im Oberkiefer (Fehlerrate: 0,546) als auch im Unterkiefer (Fehlerrate: 0,712).

### Einfluss des Vitalitätsstatus

Der Einfluss des Vitalitätsstatus zeigte sich als signifikant. So war die Geschwindigkeit bis zum Eintreten eines negativen Ereignisses, zum Beispiel einer Extraktion, bei nonvitalen Zähnen 1,417 Mal so schnell wie bei vitalen Zähnen. Bei nonvitalen Zähnen, die zusätzlich mit einem Stift versorgt wurden, ist der Beschleunigungsfaktor auf 1,803 gestiegen.

### Einfluss der Steffelklasse (Referenzklasse: A)

Wie die Doppelkronen innerhalb eines Kiefers angeordnet sind, beschreibt die Steffelklasse. Als Referenzklasse wurde die Steffelklasse A, das heißt eine punktuelle Abstützung, gewählt. Die anderen Abstützungsformen wurden mit der punktuellen Abstützung verglichen. Es zeigte sich, dass alle anderen Steffelklassen (B-F) protektiv gegenüber der Klasse A sind. Bei der Steffelklasse B (tangentele Abstützung) besteht eine Risikoreduktion von 61%, bei der Steffelklasse C (diagonale Abstützung) von 33%, bei der Steffelklasse D (transversale Abstützung) von 43% und bei der Steffelklasse E (trianguläre Abstützung) von 48%.

### Einfluss der Kalenderzeit (Periode)

Die Kalenderzeit beschreibt den zeitlichen Verlauf der Studie. Der Einfluss der Kalenderzeit war deutlich zu erkennen. Damit ist gemeint: je später die Doppelkrone im zeitlichen Verlauf eingegliedert wurde, desto schneller wurde sie dysfunktional. Wurde eine Krone beispielsweise im Jahr 1980 eingegliedert, war ihre Überlebensspanne länger als wenn sie im Jahr 2000 eingegliedert wurde. Mit jedem Jahr späterer Eingliederung stieg das Risiko eines Verlusts um 1% an.

Klassifizierter Einfluss des Alters des Patienten bei Eingliederung (Referenzklasse: am häufigsten vorkommende Klasse entspricht 50-59 Jahren)

	<b>Hazard-Rate</b>	<b>95%- Konfidenzintervall untere Grenze</b>	<b>95%- Konfidenzintervall obere Grenze</b>	<b>p-Wert</b>
<b>0-29 Jahre</b>	0,696	0,469	1,033	0,072
<b>30-39 Jahre</b>	0,881	0,701	1,106	0,275
<b>50-59 Jahre</b>	1	Referenz		
<b>40-49 Jahre</b>	0,824	0,669	1,015	0,067
<b>60-69 Jahre</b>	0,948	0,773	1,163	0,609
<b>70-79 Jahre</b>	1,326	1,044	1,684	0,021*
<b>80-100 Jahre</b>	3,419	1,932	6,050	p<0,0001***

Tab. 13. Einfluss des Alters auf das Überleben der Doppelkrone

Bei Patienten, die beim Eingliederungsdatum zwischen 80 und 100 Jahren alt waren, war das Verlustrisiko 3,419 Mal so groß wie bei der Referenzklasse (Patienten zwischen 50 und 59 Jahren). Bei Patienten zwischen 70 und 79 Jahren im Jahr der Eingliederung war die Fehlerrate 1,326 Mal so groß wie bei der Referenzklasse. Die Altersspanne zwischen 0 und 29 Jahren galt als protektiver Faktor, hier war nur eine Fehlerrate von 70% der Referenzklasse zu verzeichnen. Die anderen Altersklassen zeigten keine Signifikanz im Vergleich zur Referenzgruppe (Tab. 13.).

## B. Multivariables Modell

Das multivariable Modell beschreibt den Einfluss verschiedener Faktoren in Kombination auf das Eintreffen eines kombinierten Endpunktes. Es kann ermittelt werden inwieweit die einzelnen Risikofaktoren im Kontext anderer Variablen stabil bleiben oder beeinflusst werden. Außerdem können die Zusammenhänge zwischen den Variablen ermittelt werden.

	<b>Hazard- Rate</b>	<b>95%- Konfidenzintervall untere Grenze</b>	<b>95%- Konfidenzintervall obere Grenze</b>	<b>p-Wert</b>
<b>Geschlecht</b>	1,054	0,894	1,243	0,531
<b>Alter(Jahre)</b>	1,011	1,003	1,019	0,005**
<b>Frontzähne</b>	1,008	0,570	1,783	0,979
<b>Molaren</b>	0,951	0,593	1,527	0,836
<b>obere Eckzähne</b>	0,934	0,766	1,138	0,496
<b>obere Prämolaren</b>	0,620	0,467	0,825	0,001**
<b>untere Prämolaren</b>	0,694	0,559	0,862	0,001***
<b>Nonvitale Zähne</b>	1,330	1,101	1,606	0,003**
<b>Nonvitale Zähne mit Stift</b>	1,172	0,719	1,909	0,524
<b>Steffelklasse B</b>	0,368	0,193	0,702	0,002**
<b>Steffelklasse C</b>	0,711	0,586	0,863	0,001***
<b>Steffelklasse D</b>	0,627	0,431	0,915	0,015*
<b>Steffelklasse E</b>	0,514	0,350	0,753	0,001***
<b>Steffelklasse F</b>	0,738	0,397	1,371	0,336
<b>Kalenderzeit</b>	1,008	0,998	1,018	0,133

Tab. 14. Einfluss verschiedener Faktoren in Kombination auf das Überleben der Doppelkrone

Es ist in Tabelle 14 zu erkennen, dass die Risikofaktoren „Alter“ und „nonvitale Zähne“ auch bei Bestehen anderer Faktoren eine Signifikanz aufwiesen, dies bedeutet, dass ein hohes Alter bei der Eingliederung und der Verlust der Vitalität ein wichtiges Indiz für den Verlust einer Doppelkrone darstellte. Die Lokalisation der Doppelkronen an den oberen sowie unteren Prämolaren und die Abstützung durch Steffelklasse B, C, D, E zeigte auch in der Gesamtkonstellation einen präventiven Effekt.

Keine Signifikanz im Rahmen des multivariablen Modells, im Gegensatz zum univariablen Modell, konnte hingegen bei nonvitalen Zähnen mit Stift, der Kalenderzeit und bei der Lokalisation der Doppelkrone auf den Molaren festgestellt werden.

#### 4.8. Kombinierte Endpunktanalyse auf der Basis der Doppelkronen verankerten Prothesen

Im folgendem werden die Überlebensanalysen auf der Basis der kombinierten Endpunkte aller möglichen Ereignisse für die Doppelkronen verankerten Prothesen dargelegt.

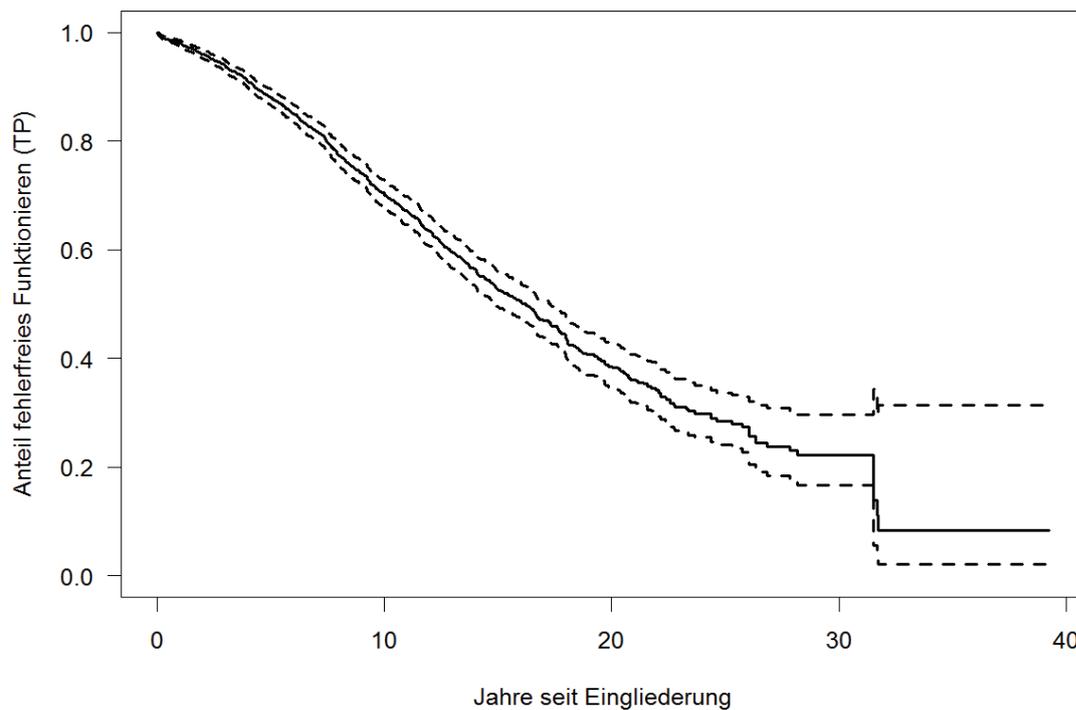


Abb. 15. Kaplan-Meier Kurve für fehlerfreies Funktionieren der Doppelkronen verankerten Prothese

Jahre	Anteil fehlerfrei funktionierender Doppelkronen verankerten Prothesen
5	87,9%
10	70,1%
20	38,5%

Tab. 15. Anteil fehlerfrei funktionierender Doppelkronen verankerter Prothesen nach Jahren

Nach 10 Jahren waren ungefähr 70,1 % der Doppelkronen verankerten Prothesen noch fehlerfrei (Abb. 15. & Tab. 15). Im Mittel betrug die Überlebensdauer bis ein Ereignis eintrat 16,2 Jahre (mit 95%KI 14,9 – 17,3).

## A.Univariables Modell

	<b>Hazard- Rate</b>	<b>95%- Konfidenzintervall untere Grenze</b>	<b>95%- Konfidenzintervall obere Grenze</b>	<b>p-Wert</b>
<b>Geschlecht</b>	1,002	0,851	1,179	0,983
<b>Alter(Jahre)</b>	1,026	1,020	1,033	p<0,0001***
<b>Kiefer</b>	1,101	0,943	1,286	0,221
<b>Kronenanzahl</b>	1,052	0,969	1,141	0,225
<b>Kalenderzeit</b>	1,036	1,026	1,046	p<0,0001***

Tab. 16. Einfluss verschiedener Faktoren auf das Überleben der Doppelkronen verankerten Prothese

Im folgendem wird der in Tabelle 16 zu erkennende Einfluss verschiedener Faktoren auf das Überleben der Doppelkronen verankerten Prothese beschrieben:

### Einfluss des Geschlechts

Bei Betrachtung der Risikofaktoren für das Überleben einer Doppelkronen verankerten Prothese, lässt sich erkennen, dass der Einfluss des Geschlechts keine wesentliche Bedeutung hatte.

### Einfluss des Alters (kontinuierlich)

Deutlich zu erkennen ist, dass das Alter erneut eine hohe Bedeutung aufwies. Je älter ein Patient bei der Eingliederung der Doppelkronen verankerten Prothese war, desto schneller trat eines der Zielereignisse auf. Pro Jahr stieg das Risiko um 2,6%.

### Einfluss des Kiefers der Prothese (Referenzklasse: Oberkiefer)

Ob eine Doppelkronen verankerte Prothese im Oberkiefer eingliedert wurde oder im Unterkiefer, zeigte keinen signifikanten Unterschied.

### Einfluss der Kronenanzahl

Der Einfluss der Anzahl von Doppelkronen, die in einer Doppelkronen verankerten Prothese integriert wurden, spielte keine maßgebende Rolle für die Reparaturanfälligkeit der Prothese.

Einfluss der Kalenderzeit (Periode)

Im zeitlichen Verlauf nahm die Fehlerrate der Doppelkronen verankerten Prothesen zu. Dies bedeutet, dass mit jedem Jahr späterer Eingliederung das Risiko für einen Mangel an der Prothese um 3,6% anstieg.

Einfluss der Situation des Gegenkiefers (Referenzwert: partielle Prothese)

<b>Situation Gegenkiefers</b>	<b>Hazard- Rate</b>	<b>95%- Konfidenzintervall untere Grenze</b>	<b>95%- Konfidenzintervall obere Grenze</b>	<b>p-Wert</b>
<b>Totalprothese</b>	1,465	1,198	1,781	0,0002***
<b>Partielle Prothese</b>	1	Referenz		
<b>Festsitzend</b>	9,264	7,664	1,120	0,430

Tab. 17. Einfluss der Situation des Gegenkiefers auf das Überleben der Doppelkronen verankerten Prothese

Befand sich eine Totalprothese im Gegenkiefer des Patienten, stieg das Risiko für einen Schaden an der Doppelkronen verankerten Prothese im Vergleich zu Patienten, die im Gegenkiefer festsitzend versorgt waren, um 46,5% an (Tab. 17.).

## B. Multivariables Modell

	<b>Hazard- Rate</b>	<b>95%- Konfidenzintervall untere Grenze</b>	<b>95%- Konfidenzintervall obere Grenze</b>	<b>p-Wert</b>
<b>Alter(Jahre)</b>	1,018	1,010	1,026	p<0,0001***
<b>Kiefer</b>	1,327	1,139	1,545	0,0003***
<b>Kronenanzahl</b>	1,038	0,955	1,218	0,383
<b>Kalenderzeit</b>	1,025	1,014	1,036	p<0,0001***

Tab. 18. Einfluss verschiedener Faktoren in Kombination auf das Überleben der Doppelkronen verankerten Prothese

Werden die einzelnen Risikofaktoren in Tabelle 18 im multivariablen Modell in Korrelation betrachtet, so zeigte sich, dass das Alter und die Kalenderzeit bedeutsam blieben. Hinzu kam allerdings der Einfluss der Lokalisation der Prothese. Gegenüber einer Doppelkronen verankerten Prothese, die im Oberkiefer eingliedert wurde, hatte eine solche Prothese, die im Unterkiefer eingliedert wurde, eine 1,327-fach erhöhte Fehlerrate.

#### 4.9. Einzel-Endpunkte auf der Basis der Doppelkronen

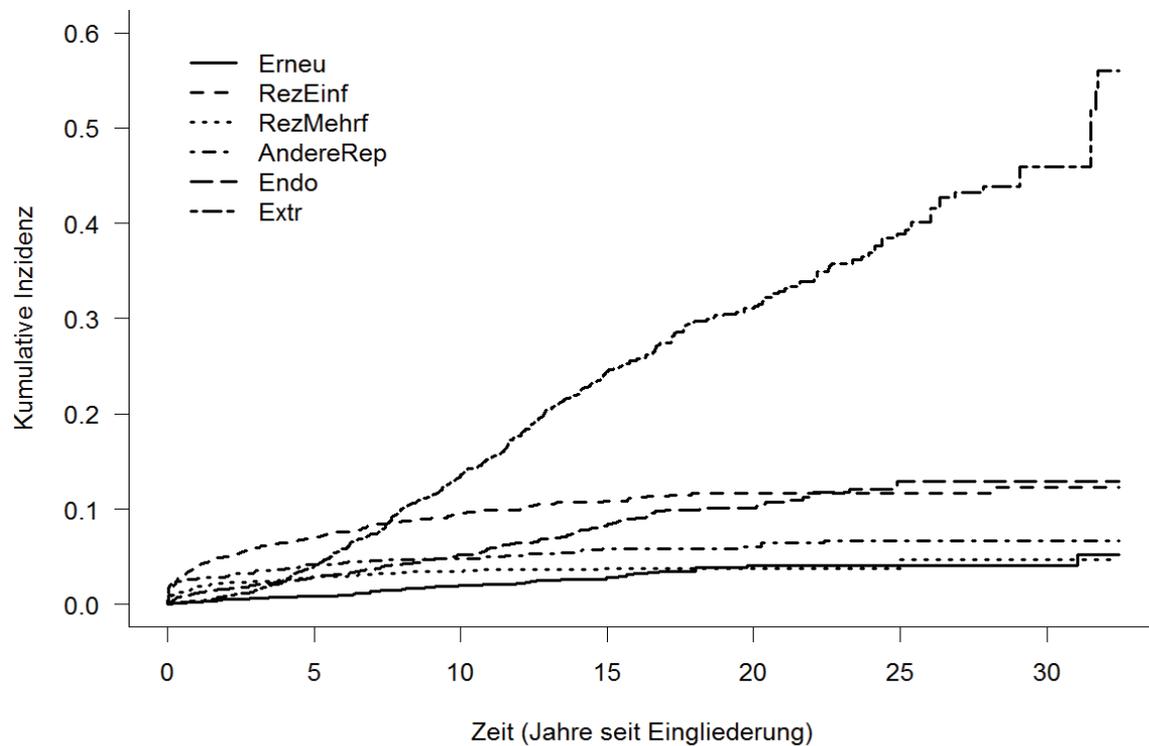


Abb. 16. Kumulative Inzidenzen aus Sicht einer Doppelkrone

Erneu.: Erneuerung der Doppelkrone; RezEinf.: einfache/ einmalige Rezementierung der Doppelkrone; RezMehrf.: mehrfache Rezementierung der Doppelkrone; AndereRep.: andere Reparaturmaßnahmen an der Doppelkrone; Endo.: endodontische Behandlung des Doppelkronen tragenden Zahns; Extr.: Extraktion des Doppelkronen tragenden Zahns

In Abbildung 16 sind die kumulativen Inzidenzen der Zielereignisse einer Doppelkrone im zeitlichen Verlauf zu erkennen.

<b>Ereignis- Typ</b>	<b>Anteil an defekten Doppelkronen nach 10 Jahren</b>
1. Erneuerung der Doppelkrone	2%
2. Rezementierung	9,5%
3. mehrfache Rezementierungen	3,5%
4. andere Reparaturmaßnahmen	4,8%
5. endodontische Maßnahmen	5,1%
6. Extraktion	13,4%

Tab. 19. Anteil der Zielereignisse an den Doppelkronen nach 10 Jahren

Nach 10 Jahren ereignete sich bei 61,3% der Doppelkronen kein Zielereignis (siehe Abschnitt 4.7. Wert aus Kaplan-Meier-Analyse entnommen), das heißt sie waren „fehlerfrei“. Von den 38,7% der defekten Doppelkronen gingen 13,4% Prozentpunkte auf das Ereignis Extraktion zurück (Tab. 19.). In den ersten Jahren dominierte das Ereignis der einfachen Rezementierung, dieses wurde dann von der Extraktion abgelöst (Abb. 16.).

<b>Zeit</b>	<b>Anteil an eliminierten Doppelkronen</b>
5 Jahre	4,8%
10 Jahre	15,4%
20 Jahre	34,9%

Tab. 20. Vollständiger Verlust einer Doppelkrone nach Zeit

Ereignis 1 (Erneuerung der Doppelkrone) und Ereignis 6 (Extraktion) definierten zusammen den vollständigen Verlust einer Doppelkrone. Bei den anderen Maßnahmen konnte die Doppelkrone weiter bestehen. Tabelle 20 zeigt, dass nach fünf Jahren 4,8%, nach zehn Jahren 15,4% und nach zwanzig Jahren 34,9 % der Doppelkronen verloren gingen.

Ereignis-Typ 1: Erneuerung der Doppelkrone

	<b>Hazard- Rate</b>	<b>95%- Konfidenzintervall untere Grenze</b>	<b>95%- Konfidenzintervall obere Grenze</b>	<b>p-Wert</b>
<b>Alter(Jahre)</b>	1,006	0,977	1,036	0,668
<b>Geschlecht(wVsm)</b>	1,312	0,609	2,828	0,488
<b>Kalenderzeit</b>	0,9456	0,914	0,978	0,001***
<b>Steffelklasse C</b>	0,940	0,370	2,386	0,896
<b>Steffelklasse D</b>	0,699	0,129	3,795	0,678
<b>Nonvitale Zähne</b>	2,818	1,354	5,864	0,006**
<b>Molaren</b>	1,87	0,155	9,184	0,869
<b>obere Eckzähne</b>	0,474	0,184	1,221	0,122
<b>obere Prämolaren</b>	0,265	0,036	1,958	0,193
<b>untere Prämolaren</b>	0,804	0,326	1,982	0,635

Tab. 21. Einfluss verschiedener Faktoren auf das Ereignis „Erneuerung der Doppelkrone“

Mit Hilfe des Fine-Gray-Modells konnte in Tabelle 21 ermittelt werden, welche Risiken für das Ereignis der Erneuerung der Doppelkrone signifikant waren. Mit jedem Verlust der Vitalität eines Pfeilerzahns stieg die Hazard-Rate für das Ereignis der Erneuerung der Doppelkrone um den Faktor 2,818 und zwar in der Gruppe der Personen, die komplett ereignisfrei geblieben sind oder ein konkurrierendes Ereignis erfahren haben. Ein weiterer signifikanter Faktor für das obengenannte Ereignis, aber diesmal präventiv, war die Kalenderzeit. Dies bedeutet, mit jedem Jahr der späteren Eingliederung sank die Wahrscheinlichkeit, dass eine Doppelkrone erneuert werden musste, um den Faktor 0,946.

*Ereignis-Typ 2: Einfache Rezementierung*

	<b>Hazard- Rate</b>	<b>95%- Konfidenzintervall untere Grenze</b>	<b>95%- Konfidenzintervall obere Grenze</b>	<b>p-Wert</b>
<b>Alter(Jahre)</b>	0,995	0,979	1,011	0,5557
<b>Geschlecht</b>	1,041	0,744	1,019	1,458
<b>Kalenderzeit</b>	1,019	0,997	1,042	0,967
<b>Steffelklasse B</b>	0,478	0,148	1,546	0,218
<b>Steffelklasse C</b>	0,718	0,473	1,089	0,119
<b>Steffelklasse D</b>	0,986	0,512	1,900	0,967
<b>Steffelklasse E</b>	0,668	0,325	1,376	0,274
<b>Steffelklasse F</b>	0,485	0,117	2,002	0,317
<b>Nonvitale Zähne</b>	1,607	1,120	2,307	0,0101*
<b>Nonvitale Zähne mit Stift</b>	1,593	0,678	3,747	0,286
<b>Frontzähne</b>	2,051	0,869	4,838	0,101
<b>Molaren</b>	0,945	0,390	2,288	0,899
<b>obere Eckzähne</b>	1,185	0,776	1,810	0,432
<b>obere Prämolaren</b>	0,472	0,226	0,987	0,0461*
<b>untere Prämolaren</b>	0,807	0,509	1,279	0,361

Tab. 22. Einfluss verschiedener Faktoren auf das Ereignis „Einfache Rezementierung“

Nonvitale Zähne galten als Risikofaktor für das Ereignis der einfachen Rezementierung (Tab. 22.). Doppelkronen auf Zähnen, die keine Vitalität mehr zeigten, zeigten eine 1,6-fach erhöhte Rate an erstmaligen Rezementierungen. Das Risiko konnte minimiert werden, indem obere Prämolaren als Pfeiler verwendet wurden. Bei der Lokalisation der Doppelkronen an oberen Prämolaren bestand nur ein 0,472-faches Risiko für eine einfache Rezementierung im Vergleich zur Verwendung von unteren Eckzähnen.

*Ereignis-Typ 3: Mehrfache Rezementierung*

	<b>Hazard- Rate</b>	<b>95%- Konfidenzintervall untere Grenze</b>	<b>95%- Konfidenzintervall obere Grenze</b>	<b>p-Wert</b>
<b>Alter(Jahre)</b>	1,006	0,983	1,011	1,030
<b>Geschlecht</b>	1,166	0,681	1,997	0,575
<b>Kalenderzeit</b>	0,988	0,955	1,023	0,495
<b>Steffelklasse B</b>	0,394	0,049	3,146	0,379
<b>Steffelklasse C</b>	0,568	0,297	1,088	0,088
<b>Steffelklasse D</b>	0,578	0,161	2,068	0,399
<b>Steffelklasse E</b>	1,052	0,391	2,829	0,920
<b>Steffelklasse F</b>	3,508	1,122	10,968	0,031*
<b>Nonvitale Zähne</b>	2,258	1,287	3,958	0,004**
<b>Nonvitale Zähne mit Stift</b>	0,793	0,098	6,383	0,827
<b>Frontzähne</b>	2,293	0,679	7,743	0,182
<b>Molaren</b>	0,262	0,038	1,797	0,173
<b>obere Eckzähne</b>	0,932	0,488	1,779	0,831
<b>obere Prämolaren</b>	0,723	0,240	2,177	0,564
<b>untere Prämolaren</b>	0,332	0,124	0,889	0,028*

Tab. 23. Einfluss verschiedener Faktoren auf das Ereignis „Mehrfache Rezementierung“

Risikobehaftet hinsichtlich einer mehrfachen Rezementierung zeigten sich Doppelkronen, die im Sinne einer Steffelklasse F im Kiefer angeordnet waren (Tab. 23.). Sie zeigten im Vergleich zur Referenzklasse A ein 3,5-fach so großes Risiko für mehrfache Rezementierungen. Auch der Anstieg des Vitalitätsstatus auf nonvital führte zu einem 2,6-fachen Risiko. Präventiv hingegen wirkte sich die Lokalisation auf den unteren Prämolaren mit einem nur 0,3-fachen Risiko aus.

*Ereignis-Typ 4: Andere Reparaturen auf der Doppelkronen-Ebene*

	<b>Hazard- Rate</b>	<b>95%- Konfidenzintervall untere Grenze</b>	<b>95%- Konfidenzintervall obere Grenze</b>	<b>p-Wert</b>
<b>Alter(Jahre)</b>	1,023	1,002	1,045	0,032*
<b>Geschlecht</b>	1,047e	0,641	1,711	0,853
<b>Kalenderzeit</b>	0,927	0,090	0,952	p<0,0001***
<b>Steffelklasse C</b>	1,981	0,897	4,378	0,091
<b>Steffelklasse D</b>	0,661	0,161	2,711	0,566
<b>Steffelklasse E</b>	0,867	0,199	3,782	0,849
<b>Steffelklasse F</b>	1,669	0,341	8,167	0,528
<b>Nonvitale Zähne</b>	1,413	0,765	2,610	0,269
<b>Nonvitale Zähne mit Stift</b>	<0,0001	<0,0001	<0,0001	p<0,0001***
<b>Frontzähne</b>	1,669e	0,305	9,137	0,555
<b>Molaren</b>	5,437	2,072	14,260	0,001***
<b>obere Eckzähne</b>	0,649	0,2486	1,534	0,324
<b>obere Prämolaren</b>	2,484	1,172	5,263	0,018*
<b>untere Prämolaren</b>	1,334	6,823	2,609	0,399

Tab. 24. Einfluss verschiedener Faktoren auf das Ereignis „Andere Reparaturen auf Doppelkronen-Ebene“

Andere Reparaturen auf der Doppelkronen-Ebene beinhalteten Friktionsänderungen, Sekundärteil-Wiederbefestigungen und Lötungen an Doppelkronen. Als Risikofaktoren stachen in Tabelle 24 besonders das Alter mit einer erhöhten Hazard-Rate von 1,02 sowie die Lokalisation an den Molaren (Hazard-Rate: 5,437) und an den oberen Prämolaren (Hazard-Rate: 2,484) im Vergleich zur Lokalisation an unteren Eckzähnen hervor. Protektiv zeigte sich die Verwendung von Zähnen, die nonvital waren und einen Stift erhalten hatten (Hazard-Rate: <0,0001), gegenüber der Verwendung von vitalen Zähnen als Doppelkronen tragende Pfeiler.

Auch die Kalenderzeit hatte einen positiven Einfluss: Je später die Doppelkronen eingegliedert wurden, desto geringer war die Wahrscheinlichkeit, dass andere Reparaturmaßnahmen durchgeführt wurden (Hazard-Rate: 0,9278).

Ereignis-Typ 5: Endodontische Maßnahmen

	<b>Hazard- Rate</b>	<b>95%- Konfidenzintervall untere Grenze</b>	<b>95%- Konfidenzintervall obere Grenze</b>	<b>p-Wert</b>
<b>Alter(Jahre)</b>	1,011	0,991	1,032	0,272
<b>Geschlecht</b>	0,852	0,550	1,270	0,399
<b>Kalenderzeit</b>	0,984	0,961	1,008	0,186
<b>Steffelklasse B</b>	0,393	0,052	2,947	0,364
<b>Steffelklasse C</b>	1,167	0,669	2,036	0,587
<b>Steffelklasse D</b>	1,444	0,654	3,232	0,371
<b>Steffelklasse E</b>	0,414	0,106	1,624	0,206
<b>Nonvitale Zähne</b>	0,197	0,084	0,459	0,0001***
<b>Frontzähne</b>	<0,0001	<0,0001	<0,0001	p<0,0001***
<b>Molaren</b>	<0,0001	<0,0001	<0,0001	p<0,0001***
<b>obere Eckzähne</b>	0,732	0,452	1,187	0,206
<b>obere Prämolaren</b>	0,128	0,031	0,522	0,004**
<b>untere Prämolaren</b>	0,576	0,334	0,993	0,047*

Tab. 25. Einfluss verschiedener Faktoren auf das Ereignis „endodontische Maßnahmen“

Als Risikofaktoren für eine endodontische Maßnahme konnten keine signifikanten Faktoren ermittelt werden (Tab. 25.). Allerdings zeigten sich nonvitale Zähne gegenüber vitalen Zähnen als protektiver Faktor (Hazard- Rate: 0,197). Auch die Lokalisation der Doppelkronen im Bereich der Frontzähne (Fehlerrate: <0,0001) sowie der Molaren (Fehlerrate: <0,0001) hatte einen positiven Einfluss gegenüber der Lokalisation an den unteren Eckzähnen (Referenzklasse).

Ereignis-Typ 6: Extraktionen

	<b>Hazard- Rate</b>	<b>95%- Konfidenzintervall untere Grenze</b>	<b>95%- Konfidenzintervall obere Grenze</b>	<b>p-Wert</b>
<b>Alter(Jahre)</b>	1,008	0,997	1,020	0,142
<b>Geschlecht</b>	1,065	0,826	1,372	0,627
<b>Kalenderzeit</b>	1,020	1,004	1,036	0,012*
<b>Steffelklasse B</b>	0,620	0,285	1,348	0,227
<b>Steffelklasse C</b>	0,624	0,461	0,846	0,002**
<b>Steffelklasse D</b>	0,591	0,348	1,005	0,052
<b>Steffelklasse E</b>	0,504	0,290	0,878	0,016*
<b>Steffelklasse F</b>	0,485	0,169	1,391	0,178
<b>Nonvitale Zähne</b>	1,072	0,802	1,433	0,637
<b>Nonvitale Zähne mit Stift</b>	1,830	0,896	3,740	0,097
<b>Frontzähne</b>	0,545	0,166	1,789	0,317
<b>Molaren</b>	1,002	0,496	2,019	0,999
<b>obere Eckzähne</b>	1,252	0,825	1,535	0,457
<b>obere Prämolaren</b>	0,926	0,592	1,448	0,735
<b>untere Prämolaren</b>	0,845	0,603	1,186	0,331

Tab. 26. Einfluss verschiedener Faktoren auf das Ereignis „Extraktion“

Der einzige in Tabelle 26 erkennbare Risikofaktor für eine Extraktion war die Kalenderzeit. Mit jedem Jahr späterer Eingliederung stieg das Risiko für eine Extraktion um den Faktor 1,020. Die Chancen, eine Extraktion zu verhindern, waren erhöht bei Steffelklasse B (Hazardrate: 0,620) und Steffelklasse E (Hazard-Rate: 0,504).

#### 4.10. Einzel-Endpunkte auf der Basis der Doppelkronen verankerten Prothesen

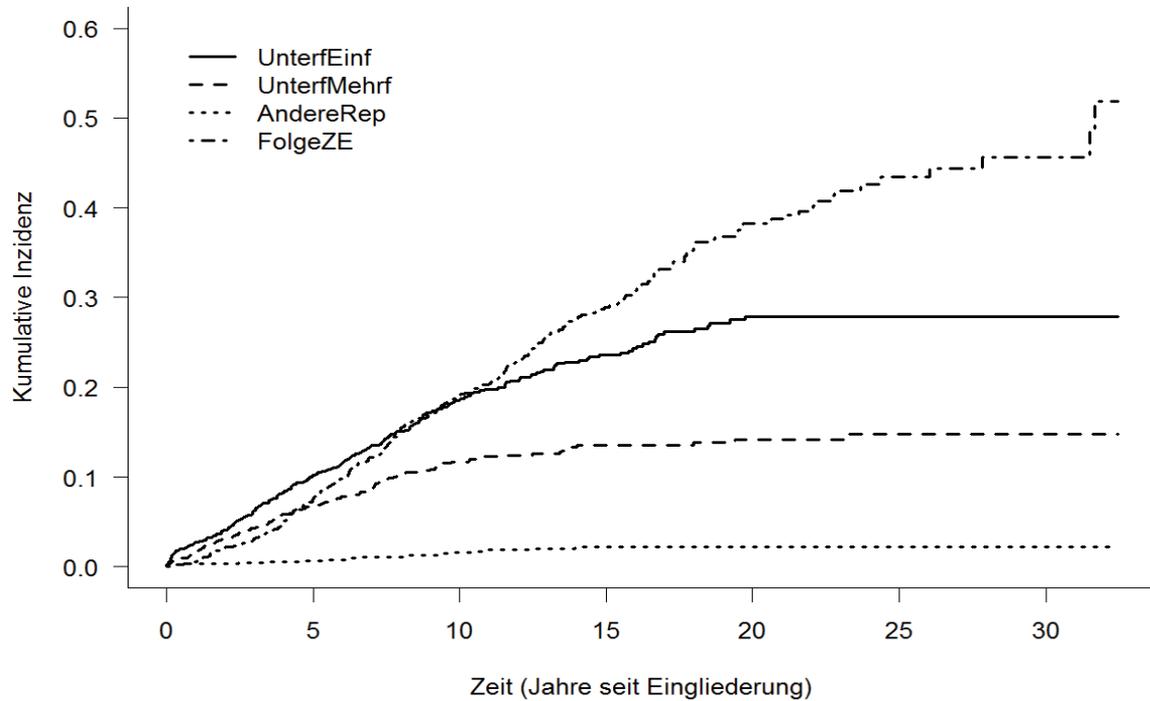


Abb. 17. Kumulative Inzidenzen aus Sicht einer Doppelkronen verankerten Prothese

UnterfEinf.: einfache Unterfütterung; UnterfMehrf.: mehrfache Unterfütterung; AndereRep.: andere Reparaturmaßnahmen; FolgeZE: Folgezähnersatz

In Abbildung 17 sind die kumulativen Inzidenzen der Zielereignisse einer Doppelkronen verankerten Prothese im zeitlichen Verlauf zu erkennen.

Ereignis- Typ	Anteil an defekten Doppelkronen verankerten Prothesen nach 10 Jahren
1. Unterfütterung	7,2%
2. mehrfache Unterfütterung	4,6%
3. andere Reparaturmaßnahmen	1,1%
4. Nachfolgezähnersatz	16,6%

Tab. 27. Anteil der Zielereignisse an den Doppelkronen verankerten Prothesen nach 10 Jahren

Nach 10 Jahren ereignete sich bei 70,1% der Doppelkronen verankerten Prothesen kein Zielereignis, das heißt sie waren „fehlerfrei“. Von den 29,9% der defekten Prothesen gingen 16,6 Prozentpunkte auf das Ereignis Folge-Zahnersatz zurück (Abb. 17. & Tab. 27.).

<b>Zeit</b>	<b>Anteil an eliminierten Doppelkronen verankerten Prothesen</b>
5 Jahre	5%
10 Jahre	16,6%
20 Jahre	40,6%

Tab. 28. Vollständiger Verlust der Doppelkronen verankerten Prothesen nach Zeit

Das Ereignis 4 (Nachfolgezahnersatz) bestimmte die definitive Elimination der Doppelkronen verankerten Prothese. Alle anderen Zielereignisse manipulierten die Prothese zwar, führten aber zu keiner Exkorporation. Tabelle 28 zeigt, dass es nach fünf Jahren zu einem Verlust von 5%, nach zehn Jahren von 16,6% und nach zwanzig Jahren von 40,6% der Doppelkronen verankerten Prothesen kam.

Ereignis-Typ 1: Einfache Unterfütterung

	<b>Hazard-Rate</b>	<b>95%-Konfidenzintervall untere Grenze</b>	<b>95%-Konfidenzintervall obere Grenze</b>	<b>p-Wert</b>
<b>Alter(Jahre)</b>	1,008	0,995	1,022	0,225
<b>Kalenderzeit</b>	1,022	1,004	1,040	0,016*
<b>Kiefer</b>	1,335	1,022	1,742	0,034*
<b>Anzahl der Doppelkronen</b>	0,967	0,851	1,098	0,603

Tab. 29. Einfluss verschiedener Faktoren auf das Ereignis „Einfache Unterfütterung“

Die Risikofaktoren für eine einfache Unterfütterung waren zum einen die Kalenderzeit und zum anderen die Lokalisation im Unterkiefer (Tab. 29.). Pro Jahr stieg das Risiko für eine einfache Unterfütterung um 1%. War die Prothese im Unterkiefer lokalisiert, war das Risiko für eine einfach Unterfütterung 1,3 Mal so groß, als wenn sie im Oberkiefer lokalisiert wäre.

*Ereignis-Typ 2: Mehrfache Unterfütterung*

	<b>Hazard- Rate</b>	<b>95%- Konfidenzintervall untere Grenze</b>	<b>95%- Konfidenzintervall obere Grenze</b>	<b>p-Wert</b>
<b>Alter(Jahre)</b>	1,014	0,998	1,031	0,090
<b>Kalenderzeit</b>	0,980	0,959	1,002	0,077
<b>Kiefer</b>	2,862	1,877	4,363	p<0,0001***
<b>Anzahl der Doppelkronen</b>	1,438	1,220	1,694	p<0,0001***

Tab. 30. Einfluss verschiedener Faktoren auf das Ereignis „Mehrfache Unterfütterung“

Für eine mehrfache Unterfütterung war erneut als Risikofaktor der Unterkiefer (2,8-fach erhöhtes Risiko) im Vergleich zum Oberkiefer zu nennen. Ebenfalls wirkte sich die Anzahl der Pfeilerzähne auf die mehrfache Unterfütterung aus. So zeigt Tabelle 30, dass je mehr Zähne mit Doppelkronen versehen wurden, desto häufiger musste eine mehrfache Unterfütterung durchgeführt werden. Mit jeder zusätzlichen Doppelkrone stieg das Risiko um den Faktor 1,438.

*Ereignis-Typ 3: Andere Reparatur auf Ebene der Doppelkronen verankerten Prothesen*

	<b>Hazard- Rate</b>	<b>95%- Konfidenzintervall untere Grenze</b>	<b>95%- Konfidenzintervall obere Grenze</b>	<b>p-Wert</b>
<b>Alter(Jahre)</b>	0,988	0,958	1,019	0,453
<b>Kalenderzeit</b>	0,972	0,926	1,021	0,258
<b>Kiefer</b>	4,039	1,146	14,239	0,030*
<b>Anzahl der Doppelkronen</b>	0,833	0,554	1,251	0,378

Tab. 31. Einfluss verschiedener Faktoren auf das Ereignis „Andere Reparatur auf Ebene der Doppelkronen verankerten Prothesen“

Wurde eine Doppelkronen verankerte Prothese im Unterkiefer verwendet, erhöhte sich das Risiko für eine andere Reparatur auf Ebene der Doppelkronen verankerten Prothese im Vergleich zu einer Prothese, die im Oberkiefer eingesetzt wurde, um den Faktor 4,039. Somit war die Lokalisation im Unterkiefer als Risikofaktor einzustufen (Tab. 31.).

*Ereignis-Typ 4: Folge-Zahnersatz*

	<b>Hazard-Rate</b>	<b>95%-Konfidenzintervall untere Grenze</b>	<b>95%-Konfidenzintervall obere Grenze</b>	<b>p-Wert</b>
<b>Alter(Jahre)</b>	1,003	0,992	1,014	0,569
<b>Kalenderzeit</b>	1,000	0,987	1,014	0,967
<b>Kiefer</b>	0,679	0,540	0,855	0,001**
<b>Anzahl der Doppelkronen</b>	1,014	0,901	1,142	0,819

Tab. 32. Einfluss verschiedener Faktoren auf das Ereignis „Nachfolge- Zahnersatz“

Wie in Tabelle 32 ersichtlich ist, konnte kein signifikanter Risikofaktor das Ereignis des Folge-Zahnersatzes ermittelt werden. Allerdings zeigte sich in diesem Fall, dass die Lokalisation der Prothese im Unterkiefer im Vergleich zum Oberkiefer einen protektiven Effekt hatte (Hazard-Rate: 0,679).

## **5. Diskussion**

### ***5.1. Methodische Kritik***

Alle eingegliederten zahntechnischen Arbeiten stammten aus dem zahntechnischen Labor, welches von dem Bruder des Praxisinhabers geführt wurde. Leider fehlen genaue Angaben zu verwendeten Materialien und Herstellungsverfahren. Der Großteil der Patienten stellte sich regelmäßig im Rahmen der Kontrolluntersuchungen vor, dabei wurden der Zustand der Doppelkronen verankerten Prothesen sowie der Doppelkronen überprüft und gegebenenfalls Reparaturmaßnahmen durchgeführt. Es gab allerdings kein festgelegtes Recallintervall, welches die Vergleichbarkeit der Daten erleichtert hätte. Zu den Daten der Patienten wurden die Krankenkasse, das Geschlecht und das Alter angegeben. Es gab keine Informationen über die Kriterien der Auswahl der Patienten, dabei wäre von Interesse gewesen, inwieweit sie sich „compliant“ zeigten oder wie der parodontale Zustand der Patienten war. Des Weiteren gab es keine Informationen zu der Auswahl der Pfeilerzähne, zu deren parodontalen Zustand und deren Vorbehandlung (Aufbaufüllungen o.ä.). Dadurch, dass alle Patienten einer Zahnarztpraxis entstammten, ist zu erwarten, dass die Behandlungsstrategien einen typischen Verlauf zeigten.

### ***5.2. Patientenbezogene Ergebnisse***

Die Besonderheit dieser Studie zeigt sich vor allem darin, dass Patientenfälle untersucht wurden, die nicht einer Universitätsklinik entstammten wie bei den meisten vergleichbaren Studien, zum Beispiel bei Muhs (Muhs, 2006), sondern einer inhabergeführten zahnärztlichen Praxis. Das führt zu systematischen Unterschieden in den Studien.

Es gilt zu beachten, dass in den Universitätskliniken beispielsweise im Rahmen von Studentenkursen oder der Assistenzarztausbildung ganz andere zeitliche und finanzielle Möglichkeiten bestehen. Bei der Anfertigung der Arbeit in der Universitätsklinik ist nicht nur ein Zahnarzt wie bei dieser Studie involviert, sondern werden alle eingegliederten Prothesen in der Regel zusätzlich von einem Oberarzt oder Professor abgenommen und damit können Fehlerquellen minimiert werden. In den Universitätskliniken ist die Fallzahl der Patienten geringer, daher kann mehr Zeit für die einzelnen Behandlungen aufgebracht werden.

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um retrospektiv ausgewertete Daten, wie bei dem Großteil solcher Publikationen (Schwindling, 2015). Untersucht wurde ein vergleichsweise großes Patientenkollektiv mit entsprechend großer Anzahl an Doppelkronen verankerten Prothesen und Doppelkronen. Dies bietet sowohl eine große Bandbreite an Ereignissen als auch eine große statistische Sicherheit. Je höher die Anzahl der analysierten Fälle, desto aussagekräftiger die Ergebnisse und desto wertvoller ist die statistische Aussage.

Es wurden 1405 Doppelkronen verankerte Prothesen und 3597 Doppelkronen beobachtet. Im Vergleich dazu wurden in Studien von Mock et al. nur 92 Doppelkronen verankerte Prothesen (Mock, Schrenker, & Stark, 2005) oder Rehmann et al. nur 554 Doppelkronen verankerte Prothesen (Rehmann, Weber, Wöstmann, & Ferger, 2006) untersucht. Auch bei der Anzahl der Pfeilerzähne übersteigt die vorliegende Studie andere Beobachtungen um ein Vielfaches: Wöstmann et al. untersuchte im Jahr 2007 1758 Pfeilerzähne (Wöstmann, Balkenhol, Weber, Ferger, & Rehmann, 2007) und Behr et al. inspizierte im Jahr 2009 1807 Pfeilerzähne (Behr et al., 2009).

Der Großteil der Patienten befand sich in der Altersgruppe zwischen 50 und 59 Jahren (26,4%). Dies deckt sich mit anderen Studien wie bei Hertrampf et al., dort zeigte sich ein Durchschnittsalter von 57 Jahren (Hertrampf, Wenz, & Lehmann, 2002) und bei Wenz und Lehmann ein Durchschnittsalter von 57,5 Jahren (Wenz & Lehmann, 1998). Bei der Geschlechterverteilung zeigte sich ein erhöhter Anteil an Frauen: 53,2% Frauen und 46,8% Männer. Ebenfalls konnte mit 51% ein erhöhter Frauenanteil bei Muhs (Muhs, 2006) und bei Möser mit 53,4% (Möser, 1997) festgestellt werden.

### **5.3. Prothesenbezogene Ergebnisse**

#### *5.3.1. Allgemein*

Es wurden 40,8% der Doppelkronen verankerte Prothesen im Oberkiefer und 59,2% der Prothesen im Unterkiefer eingegliedert. Die zahlenmäßige Überlegenheit der Prothesen im Unterkiefer zeigt sich ebenfalls in anderen Studien, zum Beispiel bei Szentpétery (Szentpétery, Lautenschläger, & Setz, 2011), dort sind 56,1% der Prothesen im Unterkiefer lokalisiert. Eine mögliche Begründung für den höheren Anteil der Unterkieferprothesen ist, dass wie die vorliegende Studie zeigt, die Eckzähne die häufigsten Pfeilerzähne sind (siehe Abschnitt 4.3.) und diese überleben im Unterkiefer länger als im Oberkiefer (Muhs, 2006). Des Weiteren sind die Bemühungen des Zahnerhalts im Unterkiefer besonders hoch, da der Halt einer Unterkiefertotalprothese wesentlich schlechter ist (Gernet, 1985).

#### *5.3.2. Überleben*

In der vorliegenden Studie wurde das Überleben wie folgt definiert: Zeitraum beginnend von der Eingliederung bis zu einem der definierten Ereignisse (Unterfütterung, mehrfache Unterfütterung, andere Reparaturmaßnahmen, Folge-Zahnersatz). Im Mittel betrug die Überlebensdauer, bis ein Ereignis eintrat, 16,2 Jahre. Nach 5 Jahren waren 87,9% der Prothesen unverändert, nach 10 Jahren 70,1% der Prothesen und nach 20 Jahren 38,5% der Prothesen frei von Manipulation. Das heißt allerdings nicht, dass alle Prothesen, bei denen ein Zielereignis eintrat, nicht weitergetragen werden konnten. Bei den Punkten Unterfütterung, mehrfache Unterfütterung und andere Reparaturmaßnahmen handelt es sich um Modifikationen, die dafür sorgen, dass die Prothese weiter in situ bleiben kann. Lediglich das Zielereignis Folge-Zahnersatz ist mit einem Scheitern der Prothese gleichzusetzen, da ein neuer Zahnersatz inkorporiert wird.

<b>Autor</b>	<b>3 Jahre</b>	<b>5 Jahre</b>	<b>7 Jahre</b>	<b>10 Jahre</b>	<b>20 Jahre</b>
Zou et al. 2013	100%	-	-	-	-
Stober et al. 2012	100% (Konus)	-	-	-	-
Behr et al. 2009	-	-	-	98,8% (Teleskop) 92,9% (Konus) 86,6% (Resilienz- teleskop)	-
Wöstmann 2007	-	95,1%	-	-	-
Muhs 2006	-	99,2%	-	89,1%	-
Rehmann et al. 2006	-	92,7%	-	-	-
Schwindling et al. 2015	-	-	93,8%	-	-
von Zitzewitz 2022	-	95%	-	83,4%	59,4%

Tab. 33. Anteil der Prothesen, die nach 5, 10 und 20 Jahren in Funktion waren

Tabelle 33 zeigt, gestützt durch die hohen Prozentzahlen, dass Doppelkronenverankerung eine lange Verweildauer haben. Dies bestätigt auch Schwindling in seiner Analyse. Er gibt an, dass das Überleben der Prothesen circa 90% nach 7-10 Jahren betrage (Schwindling, 2015). Ein möglicher Grund dafür ist die gute Erweiterbarkeit. So kann trotz Wegfall einzelner Pfeilerzähne die Prothese weitergetragen und es muss keine neue Arbeit angefertigt werden (Schwindling, Dittmann, & Rammelsberg, 2014).

Dennoch ist die Abnahme der funktionsfähigen Prothesen im zeitlichen Verlauf deutlich erkennbar. Dies liegt zum einen daran, dass die Prothese im täglichen Gebrauch einer gewissen Materialabnutzung unterliegt. Zum anderen kann die Abnahme durch eine fehlerhafte Handhabung insbesondere durch mangelnde oder falsche Pflege, sowie durch Fehlbelastungen in Folge einer veränderten Bisslage, begründet werden.

### *5.3.3. Risikofaktoren für alle Zielereignisse*

Im Folgenden sollen die Risikofaktoren für das Eintreten eines der Zielereignisse diskutiert werden.

#### *Einfluss des Alters*

Bei der Analyse zeigte sich, dass je älter ein Patient bei der Eingliederung der Doppelkronen verankerten Prothese war, desto schneller trat eines der Zielereignisse auf. Pro Jahr stieg das Risiko um 2,6%. Auch in Möser's Studie zeigte sich, dass die Prothesenverweildauer mit zunehmenden Alter sinkt (Möser, 1997). Eine Begründung dafür könnten die abnehmenden motorischen Fähigkeiten im Alter sein, die notwendig sind für die Mundhygiene und die Prothesenhygiene. Des Weiteren nimmt die Kieferkammatrophy, die den Halt der Prothese maßgeblich beeinflusst, zu, je länger Zahnverlust besteht.

Dadurch verschlechtert sich der Sitz der Prothese und es muss mit Hilfe einer Unterfütterung interveniert werden.

#### *Einfluss des Kiefers der Prothese*

Im Gegensatz zu einer Doppelkronen verankerten Prothese, die im Oberkiefer eingegliedert wurde, hatte eine solche Prothese, die im Unterkiefer eingegliedert wurde, eine 1,3-fach erhöhte Fehlerrate. Die Studie von Mock et al. bestätigt ebenfalls, dass das Verlustrisiko der Pfeilerzähne höher ist, wenn die Prothese im Unterkiefer lokalisiert ist (Mock et al., 2005). Häufig liegt die Ursache dafür im Zungendruck, mit dem die Patienten die Prothese „abhebeln“ und so zu Verschleißerscheinungen und Fehlbelastungen provozieren. Außerdem sind aufgrund ihrer Lokalisation Unterkieferprothesen stärker plaquegefährdet (Stark & Schrenker, 1998).

### *Einfluss der Situation des Gegenkiefers*

Befand sich eine Totalprothese im Gegenkiefer des Patienten, stieg das Risiko für einen Schaden an der Doppelkronen verankerten Prothese im Vergleich zu Patienten, die feststehend versorgt waren, um 46,5% an. Dies könnte darin begründet liegen, dass Totalprothesen häufig durch mangelnden Halt eine leichte Beweglichkeit aufweisen. Dadurch hat der Patient keinen stabilen Biss und die Doppelkronen verankerte Prothese im Gegenkiefer kann fehlbelastet werden und dies führt zu einer erhöhten Fehleranfälligkeit. Zu diesem Sachverhalt gibt es wenig Daten in der Literatur. So konnte auch Schindler, der sich in seiner Arbeit mit dem Einfluss der Beschaffenheit der Gegenbezahnung bei feststehenden und herausnehmbaren Zahnersatz beschäftigte, keine Aussagen treffen, ob die Beschaffenheit der Gegenbezahnung einen Einfluss hat (Schindler, 2008).

### *Einfluss der Kronenanzahl*

Je mehr Kronen in einer Doppelkronen verankerte Prothese integriert waren, desto höher war das Risiko, dass eines der Zielereignisse eintrat. Mit jeder Krone stieg die Fehleranfälligkeit um 11%. Dieses Ergebnis lässt sich allerdings nicht mit der Literatur decken. Aryobsei et al. stellte fest, dass sich eine geringe Pfeileranzahl negativ auf die Überlebensrate auswirkt (Aryobsei et al., 2021) und auch Wöstmann et al. (Wöstmann et al., 2007) beschreibt einen präventiven Einfluss mit steigender Pfeileranzahl. Je mehr Pfeilerzähne vorhanden sind, desto besser ist die Abstützung einer Doppelkronen tragenden Prothese und desto geringer ist die Prothesenbewegung. Kaukräfte können besser abgefangen werden und die Lagebeständigkeit schützt vor parodontalen Schäden und Frakturen der Pfeilerzähne (Aryobsei et al., 2021). Die Studie von Wagner und Kern (Wagner & Kern, 2000) belegt, dass nicht nur die Pfeileranzahl sondern vielmehr die topographische Anordnung im Kiefer einen signifikanteren Einfluss hat.

### *Einfluss der Kalenderzeit*

Speziell in dieser Studie wurde herausgefunden, dass die Fehlerrate der Doppelkronen verankerten Prothesen im zeitlichen Verlauf zunimmt. Dies bedeutet, dass mit jedem Jahr späterer Eingliederung das Risiko für einen Mangel an der Prothese um 3,6% stieg. Da wir ungenügend Informationen über die Behandlungsabläufe und die zahntechnischen Materialien haben, muss in diesem Fall für eine Erklärung spekuliert werden. In den siebziger Jahren gab es eine deutlich höhere Vergütung für Doppelkronen verankerte Prothesen, so wurden zu dieser Zeit häufig qualitativ hochwertige hochgoldhaltige Legierungen verwendet. Ab den achtziger und neunziger Jahren kam es immer mehr zu Einsparungen im Gesundheitssystem, sodass auf Kosten der Qualität vermehrt auf goldreduzierte Legierungen und Nichtedelmetalle umgestiegen wurde.

Durch die verarbeitungsspezifischen Charakteristiken der Nichtedelmetalllegierungen wird im Gegensatz zu hochgoldhaltigen Legierungen der Arbeits- und Zeitaufwand erhöht (Strub et al., 2011). Der erhöhte zahntechnischen Aufwand kann zu einer erhöhten Fehleranfälligkeit führen und dies kann möglicherweise das geringere Überleben erklären.

Goldlegierungen enthalten Legierungsbestandteile, die das Bakterienwachstum hemmen (Ewald, Hauck, & Thull, 2006). Durch das verminderte Bakterienwachstum wird auch der Ausbildung von Sekundärkaries an den Kronenrändern entgegengewirkt, wodurch ein prophylaktischer Effekt erzielt wird. Außerdem haben Edelmetalllegierungen ein besseres Korrosionsverhalten als Nichtedelmetalllegierungen (Kaspers, 2005), was zu einer besseren Verträglichkeit des Gewebes führt.

#### 5.3.4. Risikofaktoren für ein bestimmtes Zielereignis

Mit Hilfe des Fine-Gray- Modells konnten die Risikofaktoren für die einzelnen Zielereignisse analysiert werden.

Zielereignis	Anteil nach 10 Jahren	Risikofaktor
Unterfütterung	7,2%	-späterer Eingliederungszeitpunkt -Unterkiefer
mehrfache Unterfütterung	4,6%	-Unterkiefer -hohe Anzahl an Doppelkronen
andere Reparaturmaßnahmen	1,1%	-Unterkiefer

Tab. 34. Risikofaktoren für ein bestimmtes Zielereignis

#### *Unterfütterungen*

Nur 11,8% der Prothesen wurden insgesamt nach 10 Jahren unterfüttert. Dies erscheint im Vergleich zu anderen Autoren ein geringer Prozentsatz. In der Untersuchung von Rehmann et al. 2006 wurden in einem Beobachtungszeitraum von 5,3 +/- 2,9 Jahren 16% der Prothesen unterfüttert (Rehmann, Weber, Balkenhol, Wöstmann, & Ferger, 2006). Bei dieser Studie handelt es sich allerdings um eine Studie, die an einer Universitätsklinik durchgeführt wurde. Durch die häufigeren Recalluntersuchungen wurde die Notwendigkeit der Unterfütterung schneller erkannt und somit auch zahlenmäßig vermehrt durchgeführt. Wie Muhs in ihrer Arbeit schildert, ist eine Unterfütterung „keine vermeidbare technische Komplikation“, sondern es müsse die Inkongruenz zwischen Tegument und der Prothesenbasis ausgeglichen werden (Muhs, 2006).

Wie man in Tabelle 34 erkennen kann, ist die Lokalisation der Prothese im Unterkiefer ein Risikofaktor, sowohl für einfache als auch für mehrfache Unterfütterungen. Dies lässt sich dadurch erklären, dass die vertikale Resorption der Mandibula viermal größer ist als die der Maxilla (Eichner & Stecklina, 1994; Soikkonen, Aniamo, & Xie, 1996).

### *Andere Reparaturmaßnahmen*

Für andere Reparaturmaßnahmen zeigte sich erneut die Lokalisation im Unterkiefer als Risikofaktor. Den größten Anteil dieser Reparaturmaßnahmen umfasste ein Bruch der Prothesenbasis. Dieser kann laut Utz unter anderem durch mangelnde Passform, mangelhafte Okklusion, Hinfallen beim Reinigen, werkstoffkundliche Ermüdung und Verarbeitungsfehler des Labors zustande kommen (Utz, 1988). Die Brüche an der Doppelkronen verankerten Prothese können an unterschiedlichen Stellen erfolgen: im Kunststoffbereich, in der Metallbasis oder immer Bereich der Prothesenzähne (Makowski, 2010).

## **5.4. Vergleich der Doppelkronen bezogenen Daten**

### *5.4.1. Allgemein*

Insgesamt wurden pro Prothese zwischen einem bis acht Pfeilerzähne integriert. Mit 52,5% sind am häufigsten 2 Doppelkronen konstruiert worden. In vergleichbaren Studien zeigten 3 Doppelkronen den größten Anteil (Makowski, 2010; Werdecker, 2002). Da alle Patienten vom Praxisinhaber selbst oder von einem Assistenten behandelt wurden, spricht dies für eine behandler-spezifische Versorgung in der Praxis. Bei ein bis drei Restzähnen pro Kiefer ist eine solche Prothese die Regelversorgung, somit zeigte sich bei der vorliegenden Untersuchung ein kassenkonformes Verhalten.

Dass die Doppelkronen am häufigsten auf den Eckzähnen im Unterkiefer lokalisiert wurden, deckt sich mit weiterer Fachliteratur (Muhs, 2006). Da die Wurzeln der Eckzähne besonders lang sind und dadurch eine sehr hohe horizontale Belastbarkeit haben (Gernet, 1985), sind diese sehr beliebt als Doppelkronenpfeiler.

Die meisten Pfeilerzähne zeigten Vitalität (71,1%). 26,6% der Zähne waren non-vital und nur 2,4% der beschliffenen Zähne waren non-vital und erhielten zur Stabilisierung einen Stift. Auch andere Studien verwendeten am häufigsten vitale Zähne, zum Beispiel bei Muhs waren 81,9% der Doppelkronenpfeiler bei der Eingliederung vital (Muhs, 2006). Vitale Zähne werden bevorzugt verwendet, da pulpatote Zähne im Rahmen eines dentogenen Herdgeschehens den Organismus schädigen können und apikale Entzündungen aufweisen können, die eine Extraktion und damit eine Herausnahme der Doppelkrone notwendig machen können (Böttger & Gründler, 1978b).

Pulpatote Zähne sollten nur in eine Prothesenkonstruktion mit einbezogen werden, wenn sie lege artis versorgt wurden (Hupfauf & Stüttgen, 1988). Das bedeutet, dass die pulpatoten Zähne durch eine Wurzelkanalbehandlung desinfiziert werden, aufbereitet werden und mit einem Wurzelfüllmaterial gefüllt werden. Bei Bedarf werden diese Zähne mit einem Stift versehen. Ein Stift wird dann in den Wurzelkanal eingebracht, wenn bei stark zerstörten Zähnen zu wenig Zahnhartsubstanz vorhanden ist, um einen adäquaten Aufbau zu befestigen (Stollwerk, 2009).

#### 5.4.2. Überleben

Auch bei den Doppelkronen wurde das Überleben definiert, als der Zeitraum beginnend von der Eingliederung bis eins der definierten Ereignisse (Erneuerung der Doppelkrone, Rezementierung, mehrfache Rezementierungen, andere Reparaturmaßnahmen, endodontische Maßnahmen, Extraktion) eintritt. Im Mittel betrug die Überlebensdauer bis ein Ereignis eintrat 13,2 Jahre. Nach 5 Jahren waren 78,1%, nach 10 Jahren 61,3% und nach 20 Jahren 33,2% der Doppelkronen ohne Veränderung.

Sollten die Doppelkronen rezementiert, endodontisch behandelt oder durch andere Reparaturmaßnahmen behandelt worden sein, waren sie nach wie vor in situ und damit in Funktion. Nur die Zielereignisse Extraktion und Erneuerung der Doppelkrone bedeuten, dass die Doppelkrone vollständig entfernt werden musste und definieren damit das „harte“ Versagen.

<b>Studie</b>	<b>5 Jahre</b>	<b>10 Jahre</b>	<b>20 Jahre</b>
Wenz et al. 2001	97%	85%	-
Rehmann et al. 2006	94%	85%	-
Wöstmann 2007	95,3%	-	-
Werdecker 2002	96%	70%	-
Muhs 2006	93,9%	85,3%	-
Aryobsei 2021	92%	80%	71%
von Zitzewitz 2022	95,2%	84,6%	65,1%

Tab. 35. Anteil der Doppelkronen, die nach 5, 10 und 20 Jahren in Funktion waren

Schwindlings Zusammenfassung der Analyse über die Langzeitbewährung von Doppelkronen von Wenz und Kern (Wenz & Kern, 2007) passt zu den in Tabelle 35 genannten Werten: Die Überlebenswahrscheinlichkeit zeige sich in den eingeschlossenen Untersuchungen auf einem vergleichbaren Niveau und lege nach fünf Jahren bei über 90% und nach acht bis zehn Jahren bei circa 80% (Schwindling, 2015). Man kann erkennen, dass die Werte der vorliegenden Studie sich mit den Vergleichsstudien ähneln. Dies spricht für die Evidenz der prozentualen Angaben.

#### *5.4.3. Maßnahmen an den Doppelkronen tragenden Zähnen*

Im Folgenden werden die Maßnahmen, die an den Doppelkronen durchgeführt wurden, in aufsteigender Häufigkeit aufgeführt. Die Prozentangabe bezieht sich auf die ersten 10 Jahre nach Eingliederung.

##### *1. Erneuerung der Doppelkrone 2%*

Insgesamt wurde 164 Mal eine Doppelkrone erneuert. Dabei gab es unterschiedliche Ausprägungsgrade dieser Maßnahme. Als Gründe für eine Erneuerung führt Muhs unter anderem folgende Punkte an: totaler Retentionsverlust zwischen Primär- und Sekundärteil, Karies/Sekundärkaries, parodontologische Komplikationen, ästhetische Probleme oder Verlust der Innenkrone. Ihre Erneuerungsrate liegt mit 6,7% nach 10 Jahren etwas höher als bei der vorliegenden Studie (Muhs, 2006). Muhs Daten stammen aus einem Universitätsklinikum, somit könnte die Ursache dieser Diskrepanz die häufigeren Recalluntersuchungen an Universitätskliniken im Vergleich zu normalen Zahnarztpraxen sein. Dort werden möglicherweise Defekte schneller erkannt und damit häufiger behandelt.

## *2. Andere Reparaturmaßnahmen 4,8%*

Zu den „anderen Reparaturmaßnahmen“ gehören die Friktionsänderung, das Wiederbefestigen oder Anlöten des Sekundärteils und die Lötungen an Doppelkronen. Mit 206 Fällen und damit 81,8% war die Friktionsänderung die meistgewählte Form der Optimierung. Bei der Friktion handelt es sich um Reibung, die entsteht, wenn die zueinander parallelen Primär- und Sekundärteile aufeinandergesetzt werden. Es kommt jedoch, bedingt durch die zahntechnischen Herstellungsverfahren, nicht zu einem flächigen Kontakt zwischen der Innen- und Außenkrone, sondern nur einzelne kleine „Nasen“ der Sekundärkrone treten in Kontakt mit der Innenkrone und daraus entstehen die charakteristischen Schleifspuren (Pospiech, 2001). Eine individuelle Friktionseinstellung ist im Regelfall erforderlich in Abhängigkeit von (Hupfau & Stüttgen, 1988):

- der Anzahl der verwendeten teleskopierenden Elemente
- dem Parodontalzustand des bzw. der Ankerzähne
- der Geschicklichkeit des Patienten

Das Ergebnis einer Studie von Geginat 1978 war, dass die Haftkraft teleskopierender Anker in den ersten Jahren geringgradig sinkt und nach 14 Jahren mit circa 90% der Haftkraft konstant bleibt (Geginat, 1978).

## *3. Endodontische Maßnahmen 5,1%*

Die endodontischen Maßnahmen sind häufig durch den unvermeidlichen Substanzverlust bei der Präparation zur Aufnahme einer Doppelkrone zurückzuführen (Makowski, 2010). In anderen Studien wie zum Beispiel von Makowski (Daten entstammen einer Uniklinik), lag der Anteil an Wurzelkanalbehandlungen mit 18% deutlich höher (Makowski, 2010).

Hier kann über die Ursache der Diskrepanz nur spekuliert werden und erneut auf den Unterschied der häufigeren Recalluntersuchungen an Universitätskliniken, bei denen auch Vitalitätstest durchgeführt werden, verwiesen werden. So könnten pulpatote Zähne häufiger erkannt werden und eine Wurzelkanalbehandlung eingeleitet werden. Eine weitere Ursache könnte auch ein abweichendes präparationsbezogenes Vorgehen in der zahnärztlichen Praxis sein.

4. Rezementierungen 13% (einfache und mehrfache zusammengefasst)

Studie	Einmalige Rezementierung	Mehrfache Rezementierung
Werdecker(Werdecker, 2002)	19%	5%
Makowski(Makowski, 2010)	16,7%	5%
von Zitzewitz 2022	9,5%	3,5%

Tab. 36. Vergleich verschiedener Studien hinsichtlich der prozentualen Menge an Rezementierungen

Eine einfache Rezementierung wurde in 9,5% und eine mehrfache Rezementierung in 3,5% der Fälle durchgeführt. Wie man in Tabelle 36 sehen kann, war der Anteil der einfachen Rezementierungen höher als der der mehrfachen Wiederbefestigung.

Die Gründe für Rezementierungen sind mannigfaltig. Dabei gibt es vier große Hauptfehler bei denen Fehler passieren können: die Präparation, die Zementierung, die Qualität des Zahnersatzes und die Handhabung durch den Patienten. Bei der Präparation spielen besonders der Präparationswinkel und ein ausreichend großer Stumpf eine Rolle, damit genügend Retentionsfläche gegeben ist. Bei der Zementierung ist die richtige Verarbeitung des Befestigungszements entscheidend. Die Qualität und Passung des Zahnersatzes ist wichtig, da bei Fehlbelastung, erhöhter Spannung oder zu starken Abzugskräften eine erhöhte Gefahr der Schädigung der Restauration besteht. Die Handhabung der Prothese durch den Patienten beinhaltet die sachgemäße Ein- und Ausgliederung sowie gute Pflege derselben. Eine ausreichende Patientenaufklärung könnte also eine „unsachgemäße Handhabung“ verhindern. Außerdem ist anhand der Risikofaktoren ablesbar, dass der Erfolg im großen Maße von der Sorgfalt und Erfahrung des behandelnden Zahnarztes abhängt. Da an Universitätskliniken häufig Studenten solche Arbeiten vornehmen, musste zumindest in puncto Erfahrung Einbußen bei Studien mit Daten aus einer Uniklinik gemacht werden (Muhs, 2006). Dies könnte die höheren Rezementierungsraten im Vergleich zu der vorliegenden Studie erklären.

Aryobsei gibt in seiner Arbeit ähnliche Ursachen für den Haftverlust an: eine zu hohe Friktion zwischen Primär- und Sekundärkrone oder eine unzureichende Zementierung der Primärkrone im Bezug zur Pfeilergeometrie (Aryobsei et al., 2021).

#### *5. Extraktion 13,4%*

Es wurden 13,4% der Doppelkronen tragenden Zähne nach 10 Jahren extrahiert. In der Studie von Muhs wurde ein ähnlicher Prozentsatz mit 12,1% festgestellt (Muhs, 2006). In der vorliegenden Studie geht der größte Teil der Extraktionen auf Zerstörung beziehungsweise Fraktur (41,4%) zurück. Mit einem Anteil von 47% waren Zahnfrakturen ebenfalls in der Studie von Rehmann et al. der führende Extraktionsgrund (Rehmann, Weber, Balkenhol, et al., 2006). Der zweitgrößte Anteil geht auf Parodontopathie (32,7%) der entsprechenden Zähne zurück. Schon 1992 konnten Heners und Walther in ihrer Studie feststellen, dass parodontal vorgeschädigte Zähne, welche als Teleskopträger verwendet wurden, eine wesentlich geringere Wahrscheinlichkeit des Überlebens aufwiesen (Walther & Heners, 1992; Wenz & Kern, 2007).

#### *5.4.4. Risikofaktoren für alle Zielereignisse*

Im folgendem werden die Risikofaktoren für das Eintreten eines der Zielereignisse diskutiert.

##### *Einfluss des Alters*

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass ein hohes Alter ein Risikofaktor für den Verlust einer Doppelkrone war. Damit lässt sich festhalten, dass je älter der Patient war, desto kürzer war die Überlebenszeit der Doppelkrone. Mit jedem voranschreitenden Lebensjahr stieg das Verlustrisiko um 1,2% an. Bei Patienten, die beim Eingliederungsdatum zwischen 80 und 100 Jahren alt waren, war das Verlustrisiko 3,419 Mal so groß wie bei der Referenzklasse (Patienten zwischen 50 und 59 Jahren). Zu den altersphysiologischen Vorgängen gehören die nachlassenden neuromotorischen Fähigkeiten. Die verminderte Nervenleitgeschwindigkeit mit Verlust von Reaktionsvermögen und Sensibilität wirkt sich negativ auf die Adaptation des Zahnersatzes und die Möglichkeit der adäquaten Mundhygiene aus (Götz, 2011). Bei ungenügender Reinigung werden Pfeilerzähne zum einen schnell kariös, was eine erhöhte Frakturanfälligkeit mit sich bringt, und zum anderen kann es zu Zahnfleischentzündungen, die als Folge eine parodontale Erkrankung haben, kommen.

### *Einfluss des Ortes der Krone*

Für die Betrachtung der Auswirkung der der Lokalisation wurden die Eckzähne als Referenzklasse gewählt, da sie, wie bereits diskutiert, am häufigsten verwendet wurden. Gegenüber einer Doppelkrone, die auf den unteren Eckzähnen zementiert wurde, hatte eine Doppelkrone auf den Molaren und den Prämolaren eine im Mittel nur 0,6-fache Fehlerrate. Muhs schrieb in ihrer Studie, dass keiner der Oberkiefermolaren als Pfeilerzahn extrahiert werden musste (Muhs, 2006). In der Studie von Eisenburger et al. wurden die kürzesten Überlebensraten für Pfeilerzähne, die an den Unterkieferschneidezähnen lokalisiert wurden, verzeichnet (Versagen 50% in 3,3, Jahren) (Eisenburger, Gray, & Tschernitschek, 2000).

Molaren haben eine höhere Pfeilerwertigkeit im Bezug auf die parodontale Verankerung als Unterkieferfrontzähne, da sie eine etwa doppelt so große Wurzeloberfläche haben (Rammelsberg, 2011). Somit kann bei den einwurzeligen Zähnen ein geringerer parodontaler Halt erzielt werden. Des Weiteren muss verhältnismäßig viel Zahnhartsubstanz entfernt werden, damit eine Doppelkrone ästhetisch ansprechend in der Unterkieferfront positioniert werden kann, dies kann unter Umständen die Stabilität des Zahnes gefährden und eine höhere Frakturanfälligkeit mit sich bringen.

### *Einfluss des Vitalitätsstatus*

Avitale Zähne zeigten sich als Risikofaktor für das Eintreten eines Zielereignisses (1,417 Mal i.V. zu vitalen Zähnen). Studien haben gezeigt, dass bei devitalen Zähnen die Reizempfindung und die Nozizeption vermindert sind (Randow & Glantz, 1986). Dadurch kann ein verminderter Schutzreflex beim Zusammenbeißen vorliegen und es kann schneller zu einer Überbelastung der marktoten Zähne kommen. Durch eine längere unphysiologische Kaubelastung können Frakturen folgen (Muhs, 2006).

Ein noch größerer Risikofaktor sind nonvitale Zähne, die zusätzlich mit einem Stift versorgt wurden (1,803 Mal i.V. zu vitalen Zähnen). Die mit Stift versorgten Zähne zeigten sich ebenfalls bei Rehmann et al. als Risikofaktor. So war die Überlebenswahrscheinlichkeit nach 8 Jahren bei Zähnen mit einem Stift bei 67,5% und bei Zähnen ohne Stift 87% (Rehmann, Weber, Wöstmann, et al., 2006).

### *Einfluss der Steffelklasse*

Da in der vorliegenden Studie die punktuelle Abstützung als Referenzpunkt gewählt wurde, zeigte sich, dass sich alle anderen Formen der Abstützung protektiv gegenüber der punktuellen Abstützung waren. Somit ist die Steffelklasse A eindeutig als Risikofaktor einzuordnen.

Auch bei Wagner und Kern konnte festgestellt werden, dass bei der punktuellen Abstützung der höchste Doppelkronenverlust vorlag (Wagner & Kern, 2000). Szentpétery stellte ebenfalls fest, dass das Überleben der Primärkronen abhängig von der Pfeilerverteilung ist. Die punktuelle Abstützung zeigte ein 3,6fach erhöhtes Verlustrisiko gegenüber der triangulären Abstützung (Szentpétery et al., 2011).

Als Grund für das erhöhte Risiko der punktuellen Abstützung ist die Konzentration aller Abzugskräfte auf einen Bereich des Kiefers, anzuführen. Ist die Prothese auf mehreren Punkten abgestützt, sind die Kräfte besser verteilt und somit lasten weniger Kräfte auf den einzelnen Zähnen. Des Weiteren hat die Prothese bei einer triangulären oder quadrangulären Abstützung einen besseren Halt am Kiefer und dadurch treten weniger unphysiologische Kräfte durch ein Hin- und Herrutschen der Prothese auf.

### *Einfluss der Kalenderzeit*

Auch der Einfluss der Kalenderzeit war deutlich zu erkennen. In dieser Studie wurde herausgefunden, dass die Fehlerrate der Doppelkronen im zeitlichen Verlauf zunahm. Je später die Doppelkrone eingegliedert wurde, desto schneller wurde sie dysfunktional. Mit jedem Jahr späterer Eingliederung stieg das Risiko eines Verlusts um 1% an. Hier ist auf Abschnitt 5.3.3. zu verweisen, der die möglichen Ursachen dafür erläutert.

#### 5.4.5. Risikofaktoren für ein bestimmtes Zielereignis

Mit Hilfe des Fine-Gray- Modells konnten die Risikofaktoren für die einzelnen Zielereignisse analysiert werden.

Zielereignis	Risikofaktor	Prävention
Erneuerung Doppelkrone	-Vitalitätsverlust	-
Rezementierung	-Vitalitätsverlust	-obere Prämolaren
mehrfache Rezementierungen	-Steffelklasse F -Vitalitätsverlust	-untere Prämolaren
andere Reparaturmaßnahmen	-Alter -obere Molaren und Prämolaren	-Zähne mit Stift -späterer Eingliederungszeitpunkt
endodontische Maßnahmen	-	-nonvitale Zähne -Frontzähne -Molaren
Extraktion	-späterer Eingliederungszeitpunkt	-Steffelklasse B und E

Tab. 37. Risiko- und Präventionsfaktoren für ein bestimmtes Zielereignis

In Tabelle 37 kann man für jedes Zielereignis einer Doppelkrone und des zugehörigen Doppelkronen tragenden Zahns die Risikofaktoren und die Präventionsfaktoren, die als Ergebnis dieser Studie herauskamen, ablesen.

Es ist zu erkennen, dass besonders der Vitalitätsverlust vermehrt als Risikofaktor auftritt. Häufig folgt auf einen Vitalitätsverlust eine endodontische Maßnahme, bei der durch die Primärkrone hindurch ein Zugang zum Pulpencavum geschaffen werden muss. Eine mögliche Folge kann eine Ablösung der Krone vom Stumpf sein, die eine Rezementierung notwendig macht. Im schlimmsten Falle ist der Defekt des Primärteils so groß, dass eine neue Doppelkrone angefertigt werden muss.

Diskussionsbedarf liefert das Ergebnis, dass nonvitalen Zähne ein prophylaktischer Faktor für endodontische Maßnahmen sind. Denn wie bereits oben besprochen, werden Zähne, die keine Vitalität mehr aufweisen, in den meisten Fällen einer Wurzelkanalbehandlung unterzogen. Als nonvitalen Zähne galten in dieser Studie Zähne, die auf einen Test mit einem Kältespray (-45 Grad) keine Sensibilität zeigten. Allerdings gibt ein solcher Sensibilitätstest keine Auskunft über die Pulpavitalität oder die Vaskularisation (von Arx, Winzap-Kälin, & Hänni, 2005). Somit kann festgehalten werden, dass bereits durch die Testmethode keine sichere Auskunft über die Vitalität der Zähne getroffen werden kann.

Die Sensibilität ist nicht gleichzusetzen mit der Vitalität, die Sensibilität ist nur eins von verschiedenen Indizien für die Vitalität. Durch verschiedene Faktoren kann die Empfindlichkeit gegenüber dem Kälte-Test herabgesetzt sein. Das Durchschnittsalter der Patienten, die mit einer Doppelkrone verankerten Prothese versorgt werden, ist hoch. Je älter ein Patient ist, desto kleiner ist sein Pulpencavum und desto weniger reagieren die Zähne auf einen Kälte-Test. Des Weiteren werden meist Zähne beschliffen, die bereits große Füllungen oder Defekte haben. Bei jenen Zähnen lässt sich ebenfalls eine Verringerung des Pulpenvolumens erkennen. Zeigten die Zähne keine Reaktion auf den Test, kann es sein, dass einige Zähne fälschlicherweise als avital bezeichnet wurden. Da sich das Pulpencavum bereits zurückgezogen hat, ist der Abstand der Präparationsgrenze bis zur Pulpa größer und die Zähne reagieren nicht mehr so empfindlich auf den Substanzverlust, der mit der Präparation einhergeht. Solche Zähne neigen durch das Beschleifungstrauma weniger zu einer irreversiblen Pulpitis, die eine endodontische Maßnahme nach sich ziehen würde, als deutlich vitalere Zähne.

Um gegebenenfalls falsche Aussagen hinsichtlich der Sensibilität zu verhindern, könnte man nicht nur mit herkömmlichen Kältespray, sondern auch mit Kohlenstoffdioxid-Schnee (-78 Grad) die Sensibilität testen, um genauere Ergebnisse zu erlangen. Außerdem sollten die Sensibilitätsproben mehrfach wiederholt werden und mit anderen Zähnen des Patienten verglichen werden. Um eine Auskunft über die Vitalität zu geben, muss mehr Aufwand betrieben werden. Entweder wird die Pulpadurchblutung mit der Laser-Doppler-Messmethode oder die Pulsrate durch zum Beispiel die Pulsoxymetrie bestimmt. Apparat- und verfahrenstechnisch zeigen sich diese Methoden als sehr aufwendig und es ist daher fraglich, in wie weit eine solche Diagnostik in der Praxis sinnvoll ist. Eine Wurzelkanalbehandlung sollte erst dann eingeleitet werden, wenn das Zusammenspiel aus klinischen und röntgenologischen Befunden eine Pulpanekrose wahrscheinlich erscheinen lassen (von Arx et al., 2005).

Besonders präventiv für unterschiedliche Zielereignisse zeigen sich bestimmte Zahngruppen. Die Prämolaren und die Molaren haben sich schon als Präventionsfaktor für das Auftreten aller Zielereignisse bestätigt. Dies lässt sich dadurch erklären, dass der Präparationsstumpf in der Regel größer ist als bei Frontzähnen und somit eine bessere Retention für die Krone bietet. Außerdem besitzen diese Zahngruppen bis auf den zweiten Prämolaren im Oberkiefer und die Prämolaren im Unterkiefer mehrere Wurzeln und sind somit besser im Knochen verankert. Dadurch bieten sie mit der größeren Wurzeloberfläche mehr Halt und können die Abzugskräfte besser abfangen (Rammelsberg, 2011).

## **6.Schlussfolgerung und Prognose**

Die vorliegende Studie zeigt, dass Doppelkronen verankerte Prothesen eine erfolgreiche Variante für die Versorgung eines Lückengebisses darstellen. Bei Beachtung gewisser statischer Parameter, wie zum Beispiel einer gleichmäßigen Abstützung, einer sinnvollen Patientenselektion und einer durchdachten Pfeilerselektion können langfristig zufriedenstellende Ergebnisse erzielt werden. Als sehr wichtig zeigen sich regelmäßige Nachsorgetermine, um bei Reparaturbedarf möglichst schnell handeln zu können, damit Pfeiler und Prothesen möglichst lange erhalten bleiben.

Die Untersuchung macht deutlich, dass Unterfütterungen und Rezementierungen zu den häufigsten Erhaltungsmaßnahmen gehören. Dies zeigt, dass Doppelkronen verankerte Prothesen zwar wartungsintensiv sind, sie aber mit Hilfe geringfügiger Modifikationen ein langanhaltender Zahnersatz sind. Einen Vergleich zu festsitzendem Zahnersatz, der in der Regel längere Überlebenszeiten aufweist, zu ziehen ist nicht sinnvoll, da nur in ausgewählten Fällen Doppelindikationen angezeigt sind (Wenz & Kern, 2007).

Im Jahr 2000 war in Deutschland bereits mehr als die Hälfte der partiellen Prothesen über Doppelkronen verankert (Weinbach & Lauer, 2020). Durch Folgen des demografischen Wandels werden doppelkronenverankerte Prothesen auch in Zukunft eine bedeutende Behandlungsoption darstellen (Schwindling, 2015).

## **7. Zusammenfassung**

In der vorliegenden retrospektiven Studie wurde die Langzeitbewährung von doppelkronenverankerten Prothesen untersucht. Die Daten stammten aus einer inhabergeführten, zahnärztlichen Praxis und wurden anhand von Karteikarten, Anamnesebögen sowie Röntgenbildern erhoben. Mit 68,7% führte der Praxisinhaber die meisten Eingliederungen selbst durch, die restlichen Behandlungen wurden von angestellten Zahnärzten durchgeführt.

Die Studie umfasste 976 Patienten. Davon waren 53,2% Frauen und 46,8% Männer. Der größte Anteil (26,4%) der Patienten befand sich in der Altersklasse zwischen 50 und 59 Jahren.

Es wurden 1405 Doppelkronen verankerte Prothesen eingegliedert. Mit 59,2% überwog die Lokalisation im Unterkiefer. 67% der Patienten erhielten insgesamt nur eine Prothese, 24,6% der Patienten erhielten zwei Prothesen und die höchste Anzahl an Prothesen, die eingegliedert wurden, betrug sechs Prothesen bei 0,1% der Patienten. Zum Zeitpunkt der Eingliederung waren 71,7% der Pfeilerzähne vital, 26,6% avital und 2,4% der Zähne waren avital und erhielten einen Stift.

Am häufigsten wurde die diagonale Abstützung gewählt. In 52,5% der Fälle wurden die Doppelkronen verankerten Prothesen mit zwei Doppelkronen konstruiert. Dabei wurden die Doppelkronen am meisten an den Eckzähnen im Unterkiefer befestigt.

Nach 10 Jahren waren 70,1 % der Doppelkronen verankerten Prothesen noch nicht manipuliert worden und 83,4% in situ. Im Mittel betrug die Verweildauer in situ, ohne dass eine Maßnahme ergriffen wurde, 16,2 Jahre. Folgende Maßnahmen wurden seit Eingliederung an den Prothesen ergriffen:

1. Unterfütterung 7,2%
2. Mehrfache Unterfütterung 4,6%
3. Andere Reparaturmaßnahmen 1,1%
4. Nachfolgezahnersatz 16,6%

Die Hauptrisikofaktoren für den Bedarf an einer der vorher genannten Maßnahmen waren das Alter (pro Jahr stieg die Verlustrate um 2,6%), der Zeitpunkt der Eingliederung (pro Jahr stieg die Verlustrate um 3,6%) und eine Totalprothese im Gegenkiefer (46,5% höhere Fehlerrate als bei feststehendem Zahnersatz im Gegenkiefer).

Nach 10 Jahren waren 61,3 % der Doppelkronen noch nicht manipuliert worden und 84,6% noch in situ. Im Mittel betrug die Verweildauer in situ, ohne dass eine Maßnahme ergriffen wurde, 13,2 Jahre. Folgende Maßnahmen wurden seit Eingliederung an den Doppelkronen ergriffen:

1. Erneuerung der Doppelkrone 2%
2. Rezementierung 9,5%
3. Mehrfache Rezementierungen 3,5%
4. Andere Reparaturmaßnahmen 4,8%
5. Endodontische Maßnahmen 5,1%
6. Extraktion 13,4%

Auch für die Notwendigkeit der Durchführung von Maßnahmen an den Doppelkronen tragenden Zähnen konnten Risikofaktoren festgestellt werden. So war erneut das Alter und der Zeitpunkt der Eingliederung ein Risikofaktor, denn mit jedem späteren Jahr der Eingliederung stieg das Verlustrisiko. Patienten, die zwischen 80 und 100 Jahre alt waren, hatten eine 3,4fach erhöhte Fehleranfälligkeit im Vergleich zu Patienten zwischen 50 und 59 Jahren. Des Weiteren zeigte sich, dass avitale Zähne und Zähne mit einem Stift ein höheres Risiko trugen als vitale Zähne (jeweils  $p < 0,001$ ) und dass die punktuelle Abstützung häufiger zu Interventionsbedarf führte.

## **8. Quellenverzeichnis**

- Aryobsei, H., Mengel, R., & Weber, D. (2021). Langzeiterfolg von Doppelkronenversorgungen auf Zähnen hergestellt in studentischen Behandlungskursen. *Quintessenz*, 72, 1262-1271.
- Austin, P. C., & Fine, J. P. (2017). Practical recommendations for reporting Fine-Gray model analyses for competing risk data. *Stat Med*, 36, 4391-4400.
- Behr, M., Kolbeck, C., Lang, R., Hahnel, S., Dirschl, L., & Handel, G. (2009). Clinical performance of cements as luting agents for telescopic double crown-retained removable partial and complete overdentures. *Int J Prosthodont*, 22, 479-487.
- Bender, R., & Lange, S. (2007). Was ist ein Konfidenzintervall? *Dtsch Med Wochenschr*, 132, 17-18.
- Biffar, R. (2007). Die gegossene Teilprothese. *Zahnmedizin up2date*, 2, 125-144.
- Böttger, H. (1969). *Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Prothetik* (3 Aufl.). Leipzig: Barth.
- Böttger, H., & Gründler, H. (1978). *Das zahnärztliche und zahntechnische Vorgehen beim Teleskopsystem in der Prothetik* (2 Aufl.). München: neuer Merkur.
- Bundeszahnärztekammer. (2016). Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V) – Kurzfassung.  
[https://www.bzaek.de/fileadmin/PDFs/dms/Zusammenfassung\\_DMS\\_V.pdf](https://www.bzaek.de/fileadmin/PDFs/dms/Zusammenfassung_DMS_V.pdf)  
Letzter Zugang: 26.02.2022
- DeutschesApothekenPortal. (2020). DAP Lexikon: Primärkassen.  
<https://www.deutschesapothekenportal.de/rezept-retax/dap-lexikon/primaerkassen/>  
Letzter Zugang: 26.02.2022
- Diedrichs, G. (1990). Ist das Teleskopsystem noch zeitgemäß? *Zahnärztl Welt*, 99, 78-82.
- Edler, L. (1986). *Perspektiven der Informationsverarbeitung in der Medizin Kritische Synopse der Nutzung der Informatik in der Medizin: Auwertungsstrategien mit dem Coxschen Regressionsmodell zu Bestimmung prognostischer Faktoren*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Eichner, K. (1955). Über eine Gruppeneinteilung der Lückengebisse für die Prothetik. *Dtsch Zahnärztl Z*, 10, 1831-1834.
- Eichner, K., & Stecklina, C. (1994). Study of the atrophy of the jaws. *Fogorv Sz*, 87, 255-260.

- Eisenburger, M., Gray, G., & Tschernitschek, H. (2000). Long-term results of telescopic crown retained dentures- a retrospective study. *Eur J Prosthodont Restor Dent*, 8, 33-37.
- Ewald, A., Hauck, F. K., & Thull, R. (2006). Zellbiologische Untersuchungen des Werkstoffes Gold zur Anwendung als Implantatmaterial im Mittelohr. *BioNanoMaterials*, 7, 67-73.
- Geginat, K. (1978). Untersuchungen der Abzugskräfte an teleskopierenden Ankern  
Frikionsmessungen bei Teleskopkronen, Konuskronen und Geschieben,  
(Med. Diss.), Universitätsklinikum Düsseldorf, Düsseldorf.
- Gernet, W. (1985). Der Eckzahn als Pfeiler. *Dtsch Zahnärztl Z*, 40, 1094.
- Götz, W. (2011). Orale Strukturen im Alter-was ist wichtig? *Zahnärztl Welt*, 120, 352-358.
- Heners, M. (1990). Zahnerhaltende Prothetik durch gewebeintegrierende  
Konstruktionsweise. *Zahnärztl Mitt*, 80, 2340.
- Hertrampf, K., Wenz, H.-J., & Lehmann, K. M. (2002). Hat die resiliente Lagerung von  
doppelkronen - verankerten Teilprothesen eine Indikation? *Zahnärztl Welt*, 111, 163-  
167.
- Heydecke, G., Seedorf, H., & Kern, M. (2015). S1-Empfehlung: Festsitzender Zahnersatz für  
zahnbegrenzte Lücken, DGZMK.
- Hupfauf, L., & Stüttgen, U. (1988). Kombiniert festsitzend-abnehmbarer Zahnersatz  
In: Hupfauf, L. (Hrsg.): *Teilprothesen* (2 Aufl.). München: Urban & Schwarzenberg.
- Kaspers, J. (2005). Vergleich der Korrosionsfestigkeit gelöteter und lasergefügter Edelmetall-  
und Nichtedelmetall-Legierungen. (Med. Diss.), Ernst-Moritz-Arndt-Universität  
Greifswald, Greifswald.
- Kennedy, E. (1932). *Zahnprothesen und ihre Herstellung*. Berlin: Meusser.
- Körper, K.-H. (1968). Konuskronen - ein physikalisch definiertes Teleskopsystem. *Dtsch  
Zahnärztl Z*, 23, 619-630.
- Krentz, H. (2005). *Statistische Analysen mit SPSS in der Medizin, Band 2: Schließende  
Statistische Analysen*. Aachen: Shaker.
- Lehmann, K. M., & Gente, M. (1988). *Deutscher Zahnärzte Kalender: Doppelkronen als  
Verankerung für herausnehmbaren Zahnersatz*. München: Hanser.
- Makowski, A. (2010). Die häufigsten Reparaturen bei teleskopverankerten Prothesen. (Med.  
Diss.), Universität Würzburg, Würzburg.
- Mock, F. R., Schrenker, H., & Stark, H. K. (2005). Eine klinische Langzeitstudie zur Bewährung  
von Teleskopprothesen. *Dtsch Zahnärztl Z*, 60, 148-153.

- Möser, M. (1997). Verweildauer von Teleskopkronen und -prothesen in einer zahnärztlichen Praxis. (Med. Diss.), Universität zu Köln, Köln.
- Muhs, S. (2006). Überlebenszeit und Nachsorgebedarf von teleskopierend verankertem partiellen Zahnersatz. (Med. Diss.), Universitätsklinikum Münster, Münster
- Pospiech, P. (2001). Die prophylaktisch orientierte Versorgung mit Teilprothesen. Stuttgart: Georg Thieme.
- Rammelsberg, P. (2011). Brückenprothetik. Zahnmedizin up2date, 5, 43-59.
- Randow, K., & Glantz, P. (1986). On cantilever loading of vital and non vital teeth. An experimental clinical study. Acta Odontol Scand, 44, 271-277.
- Rarisch, B. (1976). Die teleskopierende Totalprothese. Zahnärztl Mitt, 67, 1018-1019.
- Rehmann, P., Weber, A., Balkenhol, M., Wöstmann, B., & Ferger, P. (2006). Retrospektive Longitudinalstudie über die langfristige klinische Bewährung von Teleskopprothesen unter besonderer Berücksichtigung der Instandhaltungskosten. Posterbeitrag im Rahmen der Jahrestagung der DGZPW in Basel.
- Rehmann, P., Weber, A., Wöstmann, B., & Ferger, P. (2006). Klinische Bewährung von Zähnen, die zur Verankerung einer Teilprothese mit Teleskopkronen versorgt wurden. Dtsch Zahnärztl Z, 61, 662-666.
- Schindler, H. (2008). Einfluss der Beschaffenheit der Gegenbezahnung bei feststehendem und herausnehmbarem Zahnersatz: Ein Literaturüberblick. (Med. Diss.), Medizinische Universität Wien, Wien.
- Schwindling, F. S. (2015). Wie erfolgreich sind Doppelkronen heute?- Eine systematische Literaturrecherche. Quintessenz Zahntech, 41, 1276-1289.
- Schwindling, F. S., Dittmann, B., & Rammelsberg, P. (2014). Double-crown-retained removable dental prostheses: a retrospective study of survival and complications. J Prosthet Dent, 112, 488-493.
- Soikkonen, K., Aniamo, A., & Xie, Q. (1996). Height of the residual ridge and radiographic appearance of bony structure in the jaws of clinically edentulous elderly people. J Oral Rehabil, 23, 470-475.
- Stark, H., & Schrenker, H. (1998). Bewährung teleskopverankerter Prothesen - eine klinische Langzeitstudie. Dtsch Zahnärztl Z, 53, 183-186.
- Stober, T., Bermejo, J. L., & Beck-Mussoter, J. (2012). Clinical performance of conical and electroplated telescopic double crown-retained partial dentures: a randomized clinical study. Int J Prosthodont, 209-216.

- Stollwerk, K. (2009). Postendodontischer Aufbau von Zähnen mit FRC-Stiften - Ergebnisse einer prospektiven klinischen Studie. (Med. Diss. ), Medizinische Fakultät der Rheinisch- Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Aachen.
- Strub, J. R., Kern, M., Türp, J. C., Witkowski, S., Heydecke, G., & Wolfahrt, S. (2011). Curriculum Prothetik, Band III (4 Aufl.). Berlin: Quintessenz.
- Szentpétery, V., Lautenschläger, C., & Setz, J. (2011). Bewährung von Friktionsteleskopen im starkreduzierten Restgebiss- 5-Jahresergebnisse einer klinischen Studie. Dtsch Zahnärztl Z, 66, 571-579.
- Szentpétery, V., & Setz, J. (2016). Das stark reduzierte Restgebiss: Versorgung mit Teleskopprothesen. Berlin: Quintessenz.
- Tepper, G., Pommer, B., & Zechner, W. (2012). Patientenwissen und -einstellung zu Zahnimplantaten. IdEnTITy, 1, 3.
- Therneau, P., & Grambsch, P. (2000). Modeling Survival Data: Extending the Cox Model. New York: Springer.
- Utz, K. H. (1988). Maßnahmen zur Wiederherstellung von Zahnersatz  
In: Hupfauf, L. (Hrsg.): Teilprothesen (2 Aufl). München: Urban & Schwarzenberg.
- vdek. (2020). Mitgliedskassen des vdek.  
[https://www.vdek.com/ueber\\_uns/mitgliedskassen.html](https://www.vdek.com/ueber_uns/mitgliedskassen.html)  
Letzter Zugang: 26.02.2022
- von Arx, T., Winzap-Kälin, C., & Hänni, S. (2005). Verletzungen der bleibenden Zähne. Schweiz Monatsschr Zahnmed, 115.
- Wagner, B., & Kern, M. (2000). Clinical evaluation of removable partial dentures 10 years after insertion. Success rates, hygienic problems and technical failures. Clin Oral Investig, 4, 74-80.
- Walter, M. (2007). Zahnverlust-Zahnersatz. Zahnmedizin up2date, 1, 41-60.
- Walther, W., & Heners, M. (1992). Parodontaler Befund und Verlust von Pfeilerzähnen bei herausnehmbaren Zahnersatz. Dtsch Zahnärztl Z, 47, 603-605.
- Weinbach, C., & Lauer, H. C. (2020). Doppelkronenversorgungen - noch up2date? Zahnmedizin up2date, 14, 67-85.
- Wenz, H.-J., Hertrampf, K., & Lehmann, K. M. (2001). Clinical longevity of removable partial dentures retained by telescopic crowns: Outcome of the double crown with clearance fit. Int J Prosthodont, 14, 207-213.
- Wenz, H.-J., & Kern, M. (2007). Langzeitbewährung von Doppelkronen. Quintessenz Zahntech, 33, 1482-1494.

- Wenz, H.-J., & Lehmann, K. M. (1998). A telescopic crown concept for the restoration of the partially edentulous arch: The Marburg double crown system. *Int J Prosthodont*, 11, 541-556.
- Werdecker, H.-J. (2002). Zur durchschnittlichen Verweildauer von teleskopverankerten Einstückgussprothesen mit funkenerodierten Friktionsstiften. (Med. Diss.), Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen.
- Wöstmann, B., Balkenhol, M., Weber, A., Feger, P., & Rehmann, P. (2007). Long-term analysis of telescopic crown retained removable partial dentures: Survival and need for maintenance. *J Dent*, 35, 939-945.
- Ziegler, A., Lange, S., & Bender, R. (2007). Überlebenszeitanalyse: Die Cox-Regression. *Dtsch Med Wochenschr*, 132, 42-44.
- Ziegler, A., Lange, S., & Bender, R. (2007). Überlebenszeitanalyse: Eigenschaften und Kaplan-Meier Methode. *Dtsch Med Wochenschr*, 132, 36-38.
- Zou, D., Wu, Y., & Huang, W. (2013). A 3-year prospective clinical study of telescopic crown, bar, and locator attachments for removable four implant-supported maxillary overdentures. *Int J Prosthodont*, 26, 566-573.