

**Aus der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik  
Klinik der Universität München  
Direktor: Prof. Dr. med. dent. Daniel Edelhoff**

---

**Retrospektive klinische Studie zum  
Langzeitverhalten von herausnehmbarem  
parodontal getragenen Zahnersatz über  
einen Zeitraum von bis zu zehn Jahren**

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

**vorgelegt von  
Christian Stehberger  
aus München**

**2023**

**Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München**

**Berichterstatter:**

Prof. Dr. Daniel Edelhoff

**Mitberichterstatter:**

Priv. Doz. Dr. Katrin Heck

**Mitbetreuung durch den  
promovierten Mitarbeiter:**

Dr. Jean-Marc Pho Duc

**Dekan:**

Prof. Dr. Thomas Gudermann

**Tag der mündlichen Prüfung:**

25.05.2023

Meinen Eltern in ewiger Dankbarkeit.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Literaturübersicht</b>	<b>9</b>
2.1	Zahnverlust	9
2.1.1	Ursachen	9
2.1.2	Folgen	10
2.1.3	Lückengebisse	11
2.2	Teilprothetik	14
2.2.1	Einteilung	14
2.2.2	Aufbau	15
2.2.3	Anforderungen	16
2.3	Modelgussprothese	18
2.3.1	Aufbau von Gussklammern	18
2.3.2	Retentionsmechanismus	20
2.3.3	Vorteile	21
2.3.4	Nachteile	22
2.4	Doppelkronen	23
2.4.1	Entwicklung	23
2.4.2	Konuskronen	24
2.4.3	Friktionsteleskope	25
2.4.4	Resilienzteleskope	26
2.4.5	Vorteile	28
2.4.6	Nachteile	28
2.4.7	Übergang zur Zahnlosigkeit	29
<b>3</b>	<b>Material und Methode</b>	<b>30</b>
3.1	Aktenbasierte Datensammlung	30

3.2	Datenerfassung.....	31
3.3	Statistische Auswertung .....	33
<b>4</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>34</b>
4.1	Allgemeine Daten .....	34
4.1.1	Patientenmerkmale.....	34
4.1.2	Merkmale der Pfeilerzähne .....	36
4.1.3	Merkmale der Prothesen.....	41
4.2	Analytische Statistik.....	45
4.2.1	Risikoanalyse der Pfeilerzähne .....	45
4.2.2	Risikoanalyse der Prothesen .....	56
<b>5</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>68</b>
5.1	Diskussion der Methodik .....	68
5.2	Diskussion der Ergebnisse .....	68
5.2.1	Sekundärkaries .....	68
5.2.2	Wurzelkanalbehandlung.....	69
5.2.3	Pfeilerzahnlockerung.....	70
5.2.4	Nicht erhaltungswürdige Pfeilerzähne .....	70
5.2.5	Druckstelle.....	72
5.2.6	Unterfütterung .....	73
5.2.7	Prothesenreparatur.....	74
5.2.8	Endgültiges Versagen .....	75
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>77</b>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>79</b>
<b>8</b>	<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>84</b>
<b>9</b>	<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>86</b>
<b>10</b>	<b>Danksagung.....</b>	<b>88</b>

<b>11</b>	<b>Eidesstattliche Erklärung .....</b>	<b>89</b>
-----------	--	-----------

# 1 Einleitung

Durch den demografischen Wandel ist es in den letzten Jahrzehnten zu einem stetigen Umbruch in der Bevölkerungsstruktur Deutschlands gekommen. Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, führen die sinkenden Geburtenraten und eine gleichzeitig verbesserte, medizinische Versorgung zu einer deutlich symmetrischeren „Bevölkerungspyramide“.

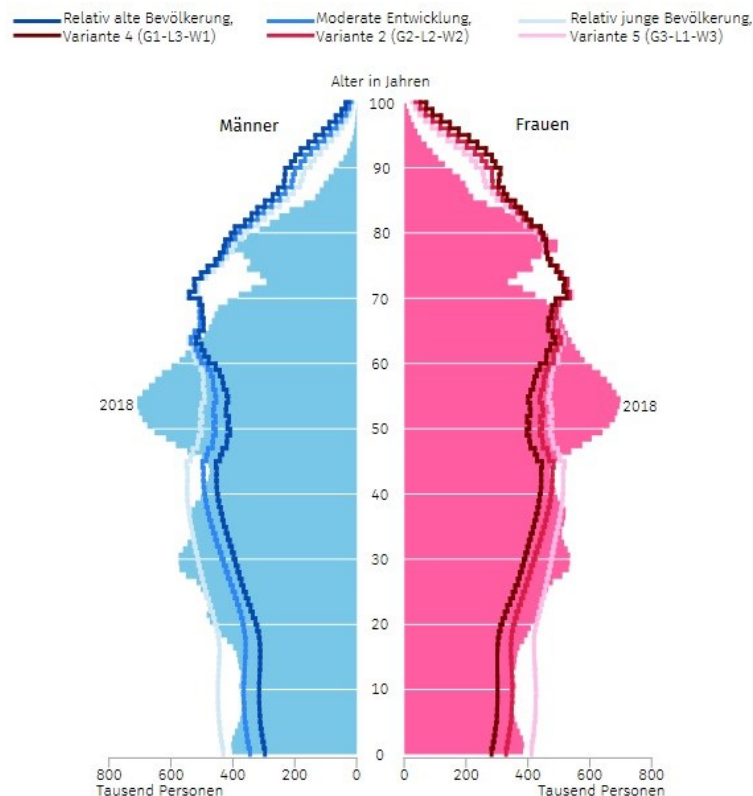


Abb. 1: Altersvergleich der deutschen Bevölkerung von 2018 und 2060 [1]

In der Folge kommt es dementsprechend zu einer sinkenden Anzahl an jungen Menschen bei einer gleichzeitig steigenden Anzahl älterer Menschen [2]. Laut Angaben des Statistischen Bundesamtes ist auch in Zukunft damit zu rechnen, dass der Bevölkerungsanteil der über 65-jährigen von 21,1% im Jahr 2015, bis 2060 auf etwa 30,9% ansteigen wird [3]. Zudem gehen durch zahnerhaltende Therapien und den konsequenten Einsatz präventiver Prophylaxemaßnahmen immer weniger Zähne verloren. Laut der Fünften Deutschen Mundgesundheitsstudie besitzen Patienten der Altersklasse zwischen 65 und 74 Jahren im Durchschnitt noch 16,9 Zähne. Damit hat sich in dieser Personengruppe, im Vergleich zu 1997 mit 17,6 fehlenden Zähnen, die Anzahl verlorengangener Zähne mit heute nur noch 11,1 deutlich reduziert. Von diesen wurden wiederum durchschnittlich 9,3 Zähne prothetisch ersetzt.

	Brückenglieder	Prothesenzähne	Implantate	gesamt ersetzt	nicht ersetzt
	MW	MW	MW	MW	MW
<b>DMS III</b>					
West	1,2	14,7	0,03	15,9	1,2
Ost	0,3	18,1	0,01	18,4	1,4
Gesamt	1,0	15,4	0,03	16,4	1,2
<b>DMS IV</b>					
West	1,3	10,9	0,10	12,3	1,6
Ost	1,0	13,3	0,01	14,3	1,6
Gesamt	1,3	11,4	0,08	12,8	1,6
<b>DMS V</b>					
West	1,6	7,4	0,23	9,2	1,7
Ost	1,4	7,9	0,18	9,5	2,0
Gesamt	1,6	7,5	0,22	9,3	1,8

Abb. 2: Mittlere Anzahl ersetzter Zähne nach verschiedenen Versorgungsformen bei 65- bis 74-Jährigen im Vergleich von DMS III (1997), DMS IV (2005) und DMS V (2014) [4]

Aus Abbildung 2 wird deutlich, dass der Anteil an Zähnen, die durch eine Prothese ersetzt wurden, stark abgenommen und durch Implantate ersetzte Zähne zugenommen haben. Allerdings bilden die Prothesenzähne mit 7,5 der insgesamt 9,3 ersetzten Zähne (80,64%) noch immer die mit Abstand größte Gruppe. Hervorzuheben ist hier aber sicherlich, dass die Totalprothetik als Standardversorgung älterer Menschen immer weiter in den Hintergrund rückt, da sich der Anteil der Patienten mit kompletter Zahnlosigkeit (12,4%) seit 1997 halbiert hat. Dementsprechend muss eine immer größere Anzahl an Patienten mit partiellem Zahnverlust zahnärztlich-prothetisch versorgt werden [4]. Hierbei ist zu sehen, dass obwohl sich die Versorgung mit implantatgetragendem Zahnersatz in den letzten Jahren verdreifacht hat, es vielen Patienten aus Kostengründen nicht möglich ist, auf diese Form der Versorgung zurückzugreifen. Zur Therapie der reduzierten Restgebisse stellen Teleskopprothesen sowie Modellgussprothesen in diesem Fall eine kostengünstigere und bewährte Möglichkeit dar. Vor diesem Hintergrund ist das Ziel dieser Studie, zahngetragene, herausnehmbare Prothesen bezüglich der Auswirkungen verschiedener Einflussfaktoren auf die notwendigen Nachsorgemaßnahmen und aufgetretenen Komplikationen nach Eingliederung der Prothesen zu untersuchen.



## 2 Literaturübersicht

### 2.1 Zahnverlust

#### 2.1.1 Ursachen

Der Verlust eines Zahnes kann durch unterschiedlichste Faktoren begründet sein, wobei Karies und Parodontalerkrankungen die Hauptgründe darstellen. Tabelle 1 gibt einen Überblick der, bei einer Studie des Instituts deutscher Zahnärzte festgestellten, Ursachen für Zahnverlust in Deutschland [5].

Ursache für Zahnextraktion	Anteil in Prozent
Karies	29,7
Parodontitis	28,5
Kombination aus Karies und Parodontitis	11
Weisheitszähne	8,8
kieferorthopädische Gründe	4,7
Trauma	2,9
prothetische Gründe	2,7
sonstige Ursachen	11,6

Tab. 1: Prozentuale Verteilung der Ursachen für Zahnextraktionen

Wie die fünfte deutsche Mundgesundheitsstudie zeigt, ist es in Bezug auf diese Einflussfaktoren in den letzten Jahren zu einem deutlichen Rückgang gekommen. In der Altersgruppe der jungen Erwachsenen im Alter von 35-44 Jahren hat sich seit 2005 der Anteil der Patienten mit einer schweren Parodontitis halbiert, dennoch lässt sich noch bei über der Hälfte (52%) eine parodontale Erkrankung diagnostizieren. Ähnliches lässt sich auch bei den jüngeren Senioren im Alter von 65-74 Jahren erkennen. Das Auftreten einer schweren Parodontitis hat sich seit der letzten Erhebung zwar mehr als halbiert, dennoch leiden mit 65%, zwei von drei Patienten dieser Altersklasse an einer parodontalen Erkrankung. Auch die Karieslast in der Bevölkerung konnte in den letzten Jahren deutlich gesenkt werden. So wurde seit 1997, die Anzahl der Zähne mit Karieserfahrung in der Altersklasse der 35-44-Jährigen von 16,1 auf 11,2 Zähne und in der Gruppe der jüngeren Senioren von 23,6 auf 17,7 Zähne gesenkt. Dies führt folglich dazu, dass deutlich weniger Zähne verloren gehen. Dennoch wird trotz sinkender Prävalenz, auf Grund des demografischen Wandels und der damit verbunden Alterung der Gesellschaft, mit einem erhöhten Behandlungsbedarf gerechnet. Dieser Effekt der „Morbiditätskompression“ beschreibt die Verschiebung des Erkrankungsbeginns und damit nötiger Therapien in ein höheres Lebensalter [6].

## 2.1.2 Folgen

Abhängig von der Lokalisation und der Anzahl verlorener Zähne, können diese weitreichende Folgen für den Patienten haben. Die folgenden Auswirkungen können sich dabei über den Zustand der Mundgesundheit bis hin zur Beeinträchtigung der allgemeinen Lebensqualität erstrecken [7]:

- Beeinträchtigung der Kaufunktion mit damit einhergehender Verlängerung der Kauzeit und Impaktion von Speiseresten zwischen den Lücken
- Positionsänderung der verbliebenen Zähne durch Rotation, Wanderung, Kippung der Nachbarzähne oder Elongation von ehemals antagonistischen Zähnen [8] und damit verbundenen Veränderungen der Okklusion. Das kann wiederum von der Entstehung von Frühkontakten, erhöhter Attrition, Traumatisierung des Zahnhalteapparats bis hin zur Zahnlockerung weitreichende Folgen haben [9].
- Atrophie der zahnlosen Kieferabschnitte
- Kiefergelenks- und Muskulaturveränderungen [8]
- Störung der Ästhetik und Phonetik speziell bei Zahnverlust im Frontzahnbereich, mit Folgen wie Lispeln bis hin zur Entwicklung von psychischen Problemen.

Im Gegensatz dazu gibt es allerdings auch Situationen, in denen diese Folgen ausbleiben. Man spricht dann von einem kompensierten Gebisschaden, bei dem es durch funktionelle Umbauprozesse zu einer Kompensation des Zahnverlustes gekommen ist. In diesem Zustand befindet sich das Lückengebiss in einem stabilen Gleichgewicht, welches ein prothetisches Eingreifen nicht zwingend erforderlich macht. Ähnliches gilt bei Verlust aller Molaren. Wird in dieser Situation vom Patienten keine Therapie gewünscht ist das Prinzip der verkürzten Zahnreihe mit dadurch bedingter Prämolarenokklusion eine geeignete Alternative [10].

Kommt es nach dem Zahnverlust allerdings zum Auftreten von Folgeschäden, liegt ein sogenannter unkompensierter Gebisschaden vor, der die Kompensation, durch eine prothetische Therapie nötig macht [9].

Ziele des dann notwendigen prothetischen Eingreifens sind:

- Behandlung bestehender Erkrankungen
- Wiederherstellung der Kaufunktion und Sicherung der Okklusion
- Wiederherstellung der Ästhetik
- Wiederherstellung der Phonetik
- Prophylaxe und Prävention, um weiteren Folgeschäden entgegenzuwirken

Um diese Ziele zu erreichen, ist von Beginn an eine genaue Planung nötig, um die Erwartungen der Patienten dann schlussendlich auch erfüllen zu können [11].

### 2.1.3 Lückengebisse

Grundsätzlich gilt eine Zahnreihe als verkürzt, wenn ausgenommen der Weisheitszähne noch mindestens der zweite Molar fehlt. Da es nach Körber theoretisch über 268 Millionen Möglichkeiten gibt, in denen sich ein teilbezahntes Gebiss darstellen kann, ist es unerlässlich die verschiedenen Formen in Gruppen einzuteilen. Die Klassifikation der Lückengebisse nach Kennedy ist hierbei die am weitesten verbreitete. Hierbei handelt es sich um eine rein topographische Einteilung der Zahnbögen in vier Klassen, wobei keine Aussagen über die Beziehung, der in Okklusion stehenden Zähne getroffen werden [9]:

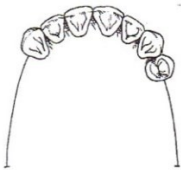
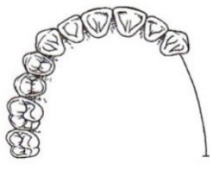



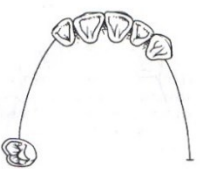
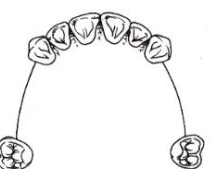
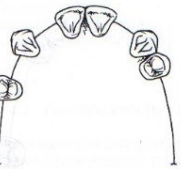
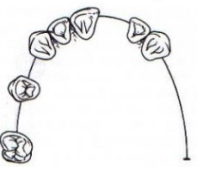
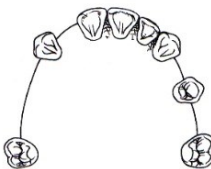
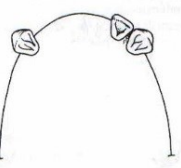

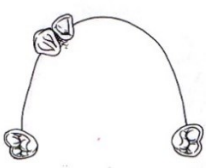
	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV
Grundklasse				
Untergruppe 1				
Untergruppe 2				
Untergruppe 3				

Abb. 3: Einteilung von Lückengebissen nach der Kennedy-Klassifikation [9]

- I : bilateral verkürzte Zahnreihe
- II: unilateral verkürzte Zahnreihe
- III: unterbrochene Zahnreihe
- IV: frontale Schalllücke

Für eine genauere Abgrenzung stehen für die Kennedy Klassen I - III jeweils noch drei weitere

Untergruppen zur Verfügung (Abb.3):

1. eine zusätzliche Lücke
2. mehrere zusätzliche Lücken
3. nur noch wenig restliche Zähne vorhanden

Um neben der Topografie noch eine Aussage über die daraus resultierende Funktionalität von Zahnersatz zu erhalten, eignet sich die Einteilung nach Steffel. Sie beschreibt die

Abstützungsmöglichkeiten einer Teilprothese in Bezug auf den noch vorhandenen Zahnbestand. [12]

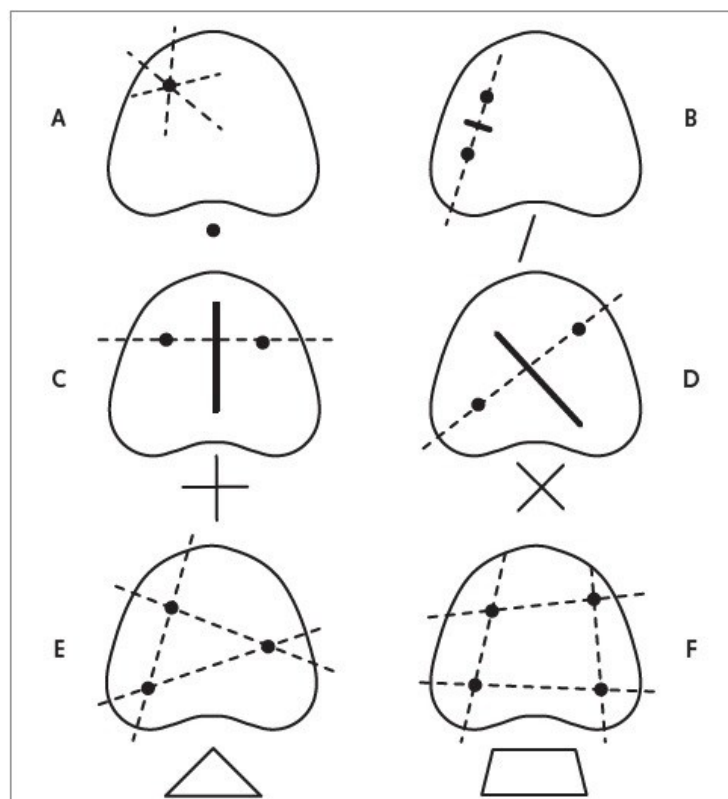


Abb. 4: Abstützungsmöglichkeiten von Prothesen nach der Steffel-Klassifikation [13]

Abbildung 4 veranschaulicht, dass bei den Steffel-Klassen E (trianguläre Abstützung) und F (quadranguläre Abstützung) ein Unterstützungspolygon gebildet und dadurch eine flächige Abstützung der Prothese erreicht werden kann. Allerdings sind hierfür noch mindestens drei beziehungsweise vier Pfeilerzähne notwendig.

Bei den Klassen B (sagittal), C (transversal) und D (diagonal) lässt die Pfeilerzahnverteilung dagegen keine Unterstützungsfläche mehr zu, sondern es ist nur noch eine einzelne lineare Abstützung der Prothese möglich, was die Prothesenkinematik ungünstig beeinflusst.

Klasse A beschreibt den Zustand bei nur noch einem letzten erhaltenen Pfeilerzahn, wodurch die Prothese nur noch punktuell abgestützt werden kann und sich dadurch nochmals zusätzliche Bewegungsmöglichkeiten für die Prothese ergeben [13].

## 2.2 Teilprothetik

Neben der klassischen Kronen-Brückenprothetik ist durch die Versorgung mit Implantaten mittlerweile eine ästhetisch und funktionell überzeugende Möglichkeit gegeben, um Lückengebisse zu behandeln. Dennoch gibt es Situationen, in denen eine festsitzende Versorgung aufgrund der vorliegenden anatomischen Gegebenheiten oder auch schlichtweg des immer noch hohen finanziellen Aufwandes für Implantatprothetik, nicht möglich und die Behandlung mit einer Teilprothese indiziert ist [14].

### 2.2.1 Einteilung

Teilprothesen lassen sich auf unterschiedlichste Art unterteilen. Nach der Verteilung der ersetzten Zähne in:

- Freidendprothesen: zur Therapie von verkürzten Zahnreihen
- Schaltprothesen: um eine unterbrochen Zahnreihe zu schließen
- Kombinationsprothesen: zur Versorgung von Gebissituationen mit Schaltlücke und zusätzlicher verkürzter Zahnreihe

Nach Art der Abstützung:

- parodontal: die Abstützung der Prothese erfolgt ausschließlich auf den noch vorhandenen Zähnen
- tegumental: die Prothese wird nur durch Kieferkamm und Schleimhaut getragen
- parodontal-tegumental: Abstützung sowohl auf der Restbezahnung als auch auf dem Weichgewebe

Oder auch nach den Möglichkeiten zur Abstützung der Teilprothese auf der Restbezahnung [9].

Hierzu hat sich die Klassifikation nach Steffel [15] bewährt, bei der die Abstützungsmöglichkeiten der Prothese in Abhängigkeit von Anzahl und Verteilung, der noch vorhanden Zähne, in sechs Klassen unterteilt werden:

- quadranguläre Abstützung
- trianguläre Abstützung
- linear-sagittale Abstützung
- linear-diagonale Abstützung

- linear-transversale Abstützung
- punktuelle Abstützung

Wie in Abbildung 4 zu erkennen ist, benötigt die quadranguläre Abstützung dementsprechend mindestens vier günstig verteilte Restzähne. Durch das dadurch gebildete Abstützungspolygon können die auftretenden Kräfte noch flächig verteilt werden. Sind weniger als vier Restzähne vorhanden kommt es zur Belastung der Prothese außerhalb des Abstützungspolygons. Die fehlende parodontale Abstützung führt dann durch das Auftreten von Rotationskräften zu einer Beweglichkeit der Prothese. Bei nur noch zwei vorhandenen Zähnen verstärkt sich dieser Effekt durch die von der linearen Verbindungslinie gebildeten Kippachse der Zähne. Ist nur noch ein letzter Zahn vorhanden werden auf Grund der punktförmigen Abstützung, bei Belastung weitere Bewegungen, bis hin zur Drehung der Prothese um diesen Pfeilerzahn möglich [13].

### 2.2.2 Aufbau

Um ein Lückengebiss zu versorgen, stehen in der Prothetik verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung, wobei jede Teilprothese aus vier Komponenten besteht [16]. Der zahntragende Prothesensattel lässt sich in Schalt- und Freiendsättel einteilen. Er besteht aus Kunststoff, der zum Ausgleich von späteren Alveolarkammresorptionen unterfütterbar ist und in den die üblicherweise industriell hergestellten Ersatzzähne eingearbeitet sind. Der große Verbinder verbindet die verschiedenen Prothesenanteile miteinander und sorgt dafür, dass die auftretenden Kräfte gleichmäßig auf die Kieferhälften verteilt werden. Hierfür sollte er möglichst starr konstruiert werden, gleichzeitig aber keine Behinderung für die Zunge darstellen sowie eine adäquate Reinigung möglich machen. Je nach Verteilung der Restzähne und der Lokalisation in Ober- oder Unterkiefer finden hierzu verschiedene Konstruktionen Anwendung. Im Oberkiefer haben sich drei Arten von großen Verbindern etabliert:

- Transversalband: bei Freiendsituationen im Seitenzahnbereich
- Hufeisenförmiges Palatinalband: wenn zusätzlich noch größere Frontzahnücken bestehen
- Skelettierte Platte: Therapie von Schallücken im Seitenzahnbereich und zusätzlicher kleiner Lücken im Bereich der Frontzähne

Im Unterkiefer hat sich die Anwendung eines Sublingualbügels durchgesetzt. Seine Dimensionierung muss sich den anatomischen Gegebenheiten anpassen.

Auf Grund der möglichst parodontalfreundlichen Gestaltung, sollte er ausreichend Abstand zum marginalen Parodont einhalten, ohne dabei die Bewegungen der Mundbodenmuskulatur zu behindern. Kleine Verbinder ermöglichen die Verbindung der großen Verbinder sowie des Prothesensattels mit den Verankerungselementen. Da sie in Kontakt mit der Gingiva stehen, handelt es sich hier um potenzielle Plaque-Retentionsstellen [17]. Aus diesem Grund sollten aus prothesenhygienischer Sicht möglichst nur so wenig kleine Verbinder Verwendung finden, wie auch zwingend von Nöten sind [18].

### **2.2.3 Anforderungen**

Über Verankerungselemente wird die Prothese an den Pfeilerzähnen befestigt und die auftretenden Kräfte auf diese übertragen. Hierfür müssen sie mehrere Anforderungen erfüllen [9]:

- Haltefunktion: die Prothese muss trotz der auftretenden Kräfte lagestabil und gegen abziehende Kräfte gesichert sein
- Kraftverteilungsfunktion: auf die Prothesensättel einwirkende Kaukräfte sollen so gut wie möglich, in axialer Richtung auf die Pfeilerzähne und deren Zahnhalteapparat übertragen werden
- Verblockungsfunktion: Die Prothese sollte möglichst starr mit den Pfeilerzähnen verbunden sein, ohne dass dabei zusätzliche Kräfte entstehen
- Führungsfunktion: die Handhabung beim Ein- und Ausgliedern der Prothese wird durch die Verankerungselemente eindeutig vorgegeben
- Kippmeiderfunktion: die Pfeilerzähne sollten körperlich gefasst sein, um ein Abkippen der Freiersättel zu verhindern

Zudem sollten sie:

- möglichst verschleißfrei und gegebenenfalls leicht auszutauschen oder erneut zu aktivieren sein
- beim Ein- und Ausgliedern eine reziproke Wirkung besitzen, um der dabei entstehenden Kraft auf die Pfeilerzähne entgegenzuwirken
- den ästhetischen Ansprüchen des Patienten genügen
- hygienisch gestaltet sein, um keine zusätzlichen Plaqueadhäsion zu begünstigen [18]



In Bezug auf die Verbindung der Verankerungselemente mit dem Restgebiss lassen sich indirekte von direkten Verankerungselementen unterscheiden. Bei den direkten Verankerungselementen besteht eine unmittelbare Verbindung zum Pfeilerzahn. Hierzu zählen gebogene sowie gegossene Klammern. Unter den indirekten Verankerungselementen versteht man Doppelkronen, Stegversorgungen und Geschiebekonstruktionen. Sie bestehen aus einem fest auf dem Zahn verankertem Primärteil und einem passgenauen Gegenstück, dem Sekundärteil im abnehmbaren Teil der Prothese [9].

## 2.3 Modelgussprothese

Als klassische Modellgussprothese oder auch Einstückgussprothese werden Teilprothesen bezeichnet, die im Modellgussverfahren hergestellt werden. Hier werden die metallischen Anteile der Prothese wie Gussklammern, großer und kleine Verbinder sowie die Prothesenbasis in einem Stück gegossen. Da das verwendete Material möglichst biokompatibel und korrosionsbeständig sein muss wird eine Legierung aus Kobalt, Chrom und Molybdän verwendet, die bei ausreichender Härte und Festigkeit [19] zudem eine grazile und parodontalfreundliche, Gestaltung des Metallgerüsts möglich macht [18]. Die klassische Indikation besteht bei Gebissituationen der Kennedy-Klasse III, wenn die Versorgung mit einer Brücke nicht gewünscht oder möglich ist. Auch bei Befunden der Kennedy Klassen I und II kann die Versorgung mit einer Modellgussprothese durchaus zweckmäßig und indiziert sein. Grundsätzlich gilt hier allerdings, dass noch eine adäquate anteriore Restbezaahnung mit mindestens dem ersten Prämolaren gegeben sein muss [20].

### 2.3.1 Aufbau von Gussklammern

Obwohl es eine Vielzahl unterschiedlichster Klammerarten gibt, bestehen Gussklammern in der Regel aus fünf Anteilen (Abb. 5) [21].

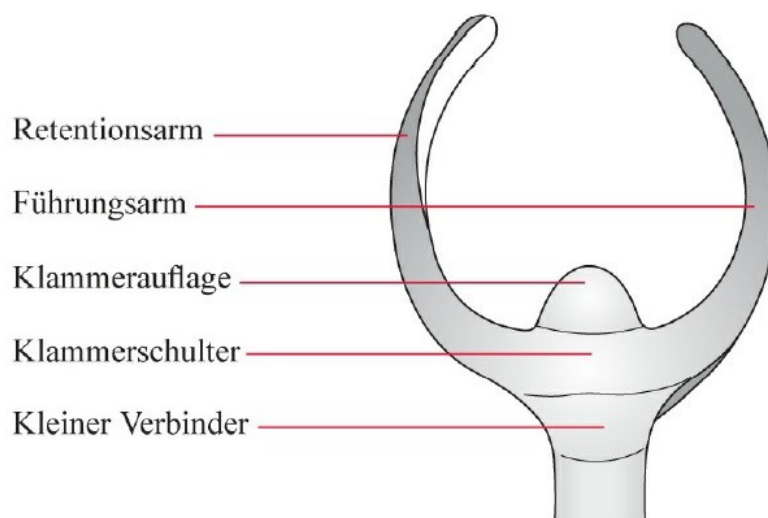


Abb. 5: Bestandteile einer Gussklammer [9]

Der Retentions- oder auch Federarm lässt sich in zwei Anteile unterscheiden. Ausschlaggebend ist hierbei die Einteilung des Zahns in vier Quadranten durch die Äquatorlinien. Bei der Konstruktion verläuft der Retentionsarm der Gussklammer direkt vom ersten in den vierten Quadranten und wird deshalb durch den prothetischen Äquator in einen Ober- und einen Unterarm geteilt (Abb. 6). Speziell der elastische Unterarm fungiert als Halte- und Retentionselement und dient dabei auftretenden, abziehenden Kräften als Gegenspieler.

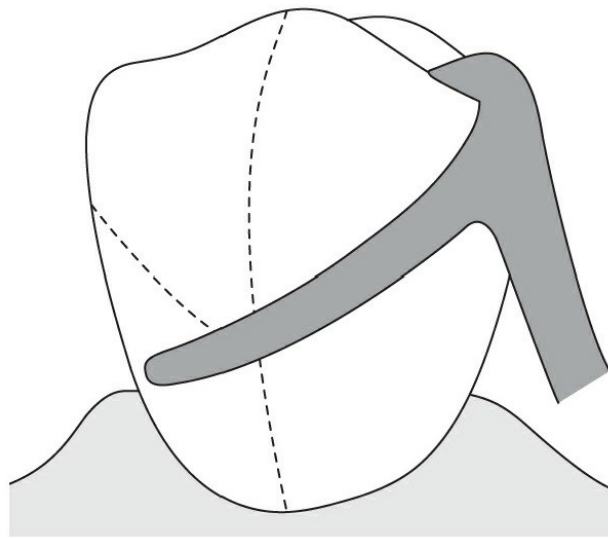


Abb. 6: Verlauf des Retentionsarms einer Gussklammer [9]

Der Führungsarm liegt dagegen in seinem gesamten Verlauf immer über dem prothetischen Äquator. Durch seine reziproke Wirkung wirkt er beim Ein- und Ausgliedern der Prothese, den beim Überqueren des Äquators entstehenden Kräften des Retentionsarms entgegen.

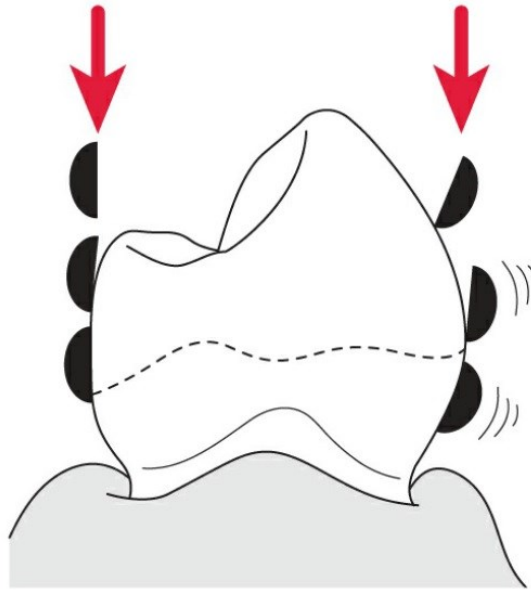


Abb. 7: Lage des Führungsarms (lingual) einer Gussklammer beim Ein- und Ausgliedern [9]

Die Klammerschulter dient als Verknüpfung der beiden Klammerarme. Auf die Klammerschulter folgt die Klammerrücklage. Zusammen sorgen sie dafür, dass die Kaukräfte möglichst axial auf den Klammerzahn und sein Parodont übertragen werden und eine adäquate Abstützung der Prothese möglich ist.

Der kleine Verbinder stellt das Verbindungselement am Übergang der Klammer zum restlichen Gerüst dar.

### 2.3.2 Retentionsmechanismus

Beim Eingliedern der Prothese werden die elastischen Anteile der Gussklammern beim Passieren des prothetischen Äquators kurzzeitig aufgedehnt, um in den darunter liegenden Unterschnitten dann wieder ihre Ausgangsform einzunehmen. Ebenso muss beim Ausgliedern der Prothese eine gewisse Kraft zum Lösen der Klammer vom Pfeilerzahn aufgebracht werden (Abb. 7). Diese Klammerretentionskraft ist dabei abhängig vom Elastizitätsmodul der Legierung, dem Klammerquerschnitt, der Tiefe des Unterschnitts sowie der Klammerlänge.

Die Korrelation dieser vier Faktoren wird in folgender mathematischer Formel [22] beschrieben:

$$F = \frac{E \times D \times U}{L}$$

F: Klammerretentionskraft

E: Elastizitätsmodul

D: Klammerquerschnitt

U: Unterschnittstiefe

L: Klammerlänge

Der Formel ist zu entnehmen, dass mit größerem Querschnitt der Klammer sowie tieferen Unterschnitten die Haftkraft proportional ansteigt. Da die meisten Modellgussprothesen aus einer Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierung hergestellt werden kann der Wert des Elastizitätsmoduls mit etwa 200 000 N/mm<sup>2</sup> bei Verwendung einer solchen Legierung als konstant betrachtet werden. Gleichzeitig lässt sich aber erkennen, dass die zu überwindende Haftkraft bei zunehmender Länge des Klammerarms sinkt.

Um eine unphysiologische Belastung der Zähne sowie ein Verbiegen der Klammern beim Ein- und Ausgliedern der Prothese weitestgehend vermeiden zu können, sollte bei der Klammerkonstruktion eine ideale Haftkraft von 5 N bis 10 N erreicht werden [22].

### 2.3.3 Vorteile

Als Vorteile einer durch Klammern verankerten Prothese sind zu nennen:

- Die noch vorhandene Zahnschubstanz bleibt weitestgehend unangetastet, da teilweise kein oder nur ein geringfügiges Beschleifen der Zähne nötig ist [23].
- Die Kosten für die Herstellung einer Modellgussprothese sind vergleichsweise gering [24]
- Sie sind meist problemlos erweiterbar und oftmals leicht zu reparieren [25]
- Durch die geringe Invasivität bleiben weitere Behandlungsalternativen weiterhin eine Option [26]
- Bei entsprechender Compliance des Patienten ist bei Herausnahme der Prothese eine optimale Reinigung der Pfeilerzähne sowie der Prothese selbst möglich [20]

### 2.3.4 Nachteile

- Die körperliche Fassung der Klammern kann eine erhöhte Plaqueakkumulation an den Pfeilerzähnen begünstigen [27]
- Für eine ausreichende Retention der Modellgussprothese sind korrespondierende Unterschnitte nötig [23]
- Durch die erhöhte Belastung können speziell bereits parodontal vorgeschädigte Pfeilerzähne weiter gelockert werden [28]
- Durch Klammeranteile die im sichtbaren Bereich zu liegen kommen kann die Ästhetik beim Lachen und Sprechen beeinträchtigt sein [20]
- Nicht ausreichend im Nachsorgeprogramm untersuchte Prothesen können die Entstehung einer Craniomandibulären Dysfunktion (im Folgenden: CMD) und von Bruxismus fördern [29]
- Wird die Prothese sowohl auf dem Restgebiss als auch gingival abgestützt so kann es bei exzentrischen Kaubewegungen zu punktuellen Belastungsspitzen kommen, die eine pathologische Kieferkammatrophy begünstigen [25]
- Durch häufiges Ein- und Ausgliedern können die Klammern schnell an Retention verlieren und Ermüdungserscheinungen des Materials bis hin zur Fraktur von Klammeranteilen auftreten [9]
- Verglichen mit einem festsitzenden Zahnersatz ist der orale Komfort deutlich reduziert [20]

## 2.4 Doppelkronen

Prothesen, die über Doppelkronen verankert werden, stellen eine in Deutschland weit verbreitete und beliebte Möglichkeit dar, stark reduzierte Restgebisse zu versorgen. Sie gehören zum kombiniert festsitzend-herausnehmbaren Zahnersatz und sind starr mit der Restbeziehung verbunden.

Doppelkronen bestehen grundsätzlich aus zwei Anteilen. Die Patrize, welche auch als Primärkrone bezeichnet wird, wird fest auf den zuvor präparierten Pfeilerzähnen zementiert. Die Matrize, oder auch Sekundärkrone, stellt das genaue Gegenstück zur Patrize dar und ist fest im herausnehmbaren Anteil der Prothese verankert.

### 2.4.1 Entwicklung

Die Geschichte der Doppelkronen geht bis auf das Ende des 19. Jahrhunderts zurück, als der Amerikaner Walther Starr das System für abnehmbare Brücken verwendete [9]. Durch Häupl (1929) und später dann Böttger (1961) wurde das Doppelkronensystem entscheidend weiterentwickelt. Die Verankerung erfolgte hierbei über die Friktion von parallelwandigen Zylinderteleskopen wodurch die abnehmbare Befestigung von partiellen Prothesen ermöglicht wurde [30]. Im Jahr 1968 führte Körber dann eine neue Form von Doppelkronen, die sogenannte Konuskronen ein. Diese Art der Doppelkronen erhält ihre Stabilität durch sich gegenüberliegende, konische Wände, die den sogenannten Konuswinkel bilden. Die optimale Retention wird hier erst in der Endposition bei einem Winkel von etwa 6 Grad erreicht. Die Beweggründe Körbers zur Entwicklung der Konuskronen, sind hierbei in den Nachteilen des ursprünglichen Systems zu suchen. Hierzu zählten unter anderem eine schwere Handhabung für den Patienten, Probleme beim genauen Einstellen der Haftkraft, sowie schneller Verschleiß und Verlust der Friktion [31]. Lehmann etablierte dann 2001 eine weitere Modifikation des Teleskopsystems, um die Probleme mit dem Verlust der Haftkraft der Kronen abermals zu verbessern. Bei der „Marburger Doppelkrone“ werden die Kronen mit Spielpassung konstruiert, wobei ein zusätzliches Halteelement in der Matrize angebracht ist, welches in eine Vertiefung der Patrize einrastet und so für den nötigen Halt sorgt. Der große Vorteil liegt hier in der leichten Austauschbarkeit dieses Mechanismus bei auftretenden Friktionsverlusten [32].

## 2.4.2 Konuskronen

Wie der Name schon sagt, handelt es sich bei den Konuskronen um ein Doppelkronensystem, bei dem der Halt der Prothese durch die sogenannte „Konushaftung“ zu Stande kommt. Hier wird die Haltekraft über eine Klemmhaftung in der Endposition der Prothese erreicht. Aus diesem Grund sind Einflussfaktoren wie die Rauigkeit der Oberfläche oder die Höhe des präparierten Zahnstumpfes von geringerer Bedeutung. Mathematisch lässt sich die Haftkraft, beziehungsweise die Kraft, welche zum Lösen der Kronen nötig ist, mit folgender Formel [22] berechnen.

$$F_L = \mu_0 \frac{F_A}{\sin(\alpha/2)}$$

$F_L$ : Lösekraft  
 $\mu_0$ : Haftkoeffizient  
 $F_A$ : Anpresskraft  
 $\alpha/2$ : Konuswinkel

Aus der Formel lässt sich erkennen, dass der Konuswinkel entscheidenden Einfluss auf die Lösekraft der Doppelkronen hat. Werden nur kleine Änderungen an diesem Winkel vorgenommen lässt sich der Halt der Prothese modifizieren (Abb. 8). Auf diese Weise lässt sich auch die Belastung der einzelnen Pfeilerzähne steuern, wodurch eine Unterscheidung in Normal-, Stütz-, oder Haftanker möglich wird.

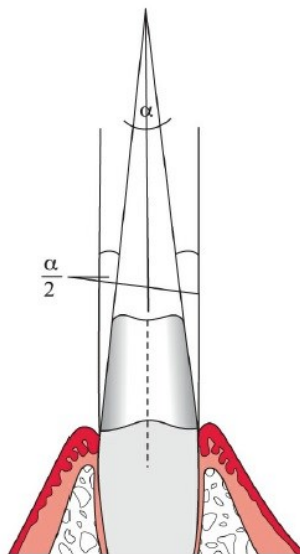


Abb. 8: Konuswinkel als Hälfte des Kegelwinkels [9]



In den meisten Fällen wird auf den Normalanker mit einem Summenwinkel von 12 Grad und einer daraus resultierenden Lösekraft von 6 N (+/- 2,4 N) zurückgegriffen, wodurch die bestmögliche Kraftverteilung auf den Pfeilerzahn erreicht wird.

Stütz- sowie Haftanker kommen dagegen zum Einsatz, wenn entsprechende Höhenabweichungen der klinischen Kronen der Pfeilerzähne vorliegen oder parodontal bereits geschwächte Zähne aus Gründen der Kraftverteilung mit in die Prothese einbezogen werden sollen. Bei nur noch geringer Reststumpfhöhe von 3 -4 mm und dementsprechend kurzen Haftflächen wird bei einem Haftanker, durch einen kleineren Summenwinkel von 11 Grad eine höhere Haftkraft von 9 N (+/- 3,5 N) erreicht. Im Gegensatz dazu werden die Kronen von Stützankern, mit einer langen klinischen Krone von über 7 mm, mit einem Summenwinkel von 13 Grad konstruiert um die Lösekraft auf etwa 5 N (+/- 1,8 N) zu reduzieren [22, 33].

### 2.4.3 Friktionsteleskope

Friktions- oder auch Zylinderteleskope erlangen ihre Funktion, indem der Prothesenhalt durch Friktionskräfte zwischen Innen- und Außenteleskop erreicht wird. Der Erfolg einer über dieses Doppelkronensystem verankerten Prothese hängt dabei von mehreren Faktoren ab. Zum einen muss die Anzahl der Pfeilerzähne, deren Wertigkeit sowie das manuelle Geschick des Patienten beim Ein- und Ausgliedern der Prothese berücksichtigt werden. Zum anderen spielen auch materialspezifische Eigenschaften eine entscheidende Rolle.

Grundvoraussetzung für den Halt von Friktionsteleskopen ist dabei die Parallelität der in Kontakt stehenden, sich gegenüberliegenden Flächen der Kronen. Durch diese frikativ wirkenden Kontaktflächen entsteht eine Haftreibung, wodurch die Prothese stabil gehalten wird [34, 35]. Allerdings gestaltet sich die exakte Einstellung der Friktion zwischen Primär- und Sekundärkrone, auf Grund von Ungenauigkeiten der handelsüblichen Gussverfahren, aus zahntechnischer Sicht als äußerst anspruchsvoll. So zeigt sich, dass beim Eingliedern der Prothese, auf Grund von Rauigkeiten nur etwa 30 % der Oberflächen zueinander in flächigem Kontakt stehen, wodurch auch, die für Friktionsteleskope charakteristischen, Schleifspuren beim Ein- und Ausgliedern der Prothese entstehen. Der dadurch bedingte Materialverschleiß ist in diesem Fall allerdings wünschenswert, da hierdurch eine Verbesserung der Passung der Kontaktflächen zueinander und damit eine Optimierung der Friktion erreicht werden kann [34]. Zu beachten sind zudem die zur Herstellung der Doppelkronen verwendeten Legierungen. Im Idealfall sollten hier edelmetallhaltige Legierungen zum Einsatz kommen. Muss allerdings, auf Grund der finanziellen

Situation des Patienten, auf eine kostengünstigere Alternative zurückgegriffen werden, so wird empfohlen, die Innenteleskope auf Basis einer günstigeren, edelmetallfreien Legierung herzustellen und nur für die Außenteleskope eine hochgoldhaltige Legierung zu verwenden. Hintergrund dafür ist das geringere E-Modul der goldenen Legierung, wodurch sich die Sekundärkronen etwas dehnen und die Friktion leichter einzustellen ist [36]. Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Funktion von Friktionsteleskopen, im Gegensatz zu anderen Doppelkronensystemen, stark vom handwerklichen Können und der Erfahrung des Zahntechnikers, sowie des behandelnden Zahnarztes abhängt. Zudem ist ebenfalls ein höheres manuelles Geschick des Patienten nötig, um das Verkanten der Prothese auf Grund des langen Führungsweges der Kronen beim Ein- und Ausgliedern zu verhindern [37].

Ergänzend seien an dieser Stelle noch die Galvanoteleskope zu erwähnen. Bei dieser Art an Doppelkronen werden im Galvanoverfahren Feingoldkämpchen mit einer Schichtdicke von etwa 0,2 bis 0,3 Millimetern passgenau zu den Innenkronen hergestellt. Anschließend müssen die Goldkämpchen dann zur Stabilisierung, mit dem Sekundärgerüst verklebt werden. Diese Verklebung lässt sich dabei auch intraoral vornehmen, wodurch das langwierige Einstellen der Haftkraft entfällt und die Passgenauigkeit der gesamten Restauration erhöht werden kann [9].

#### **2.4.4 Resilienzteleskope**

Bei den Resilienzteleskopen handelt es sich um eine überarbeitete Form der Zylinderteleskope. Im Gegensatz zu den Zylinderteleskopen beschränkt sich die Parallelisierung der Außenflächen hier allerdings auf das marginale Drittel der Kronen. Zudem werden sie so konstruiert, dass im okklusalen Anteil zwischen Innen- und Außenkrone ein Abstand, der sogenannte Resilienzspielraum entsteht [38]. Dieser Spalt ist 0,3 mm bis 0,4 mm breit und spiegelt damit in etwa die natürliche Resilienz der Schleimhaut wider. Bei Belastung der Prothese fehlt deshalb ein okklusaler Anschlag der Teleskope, was dazu führt, dass die Innen- in die Außenkronen, entsprechend der Schleimhautresilienz einsinken (Abb. 9) [18].

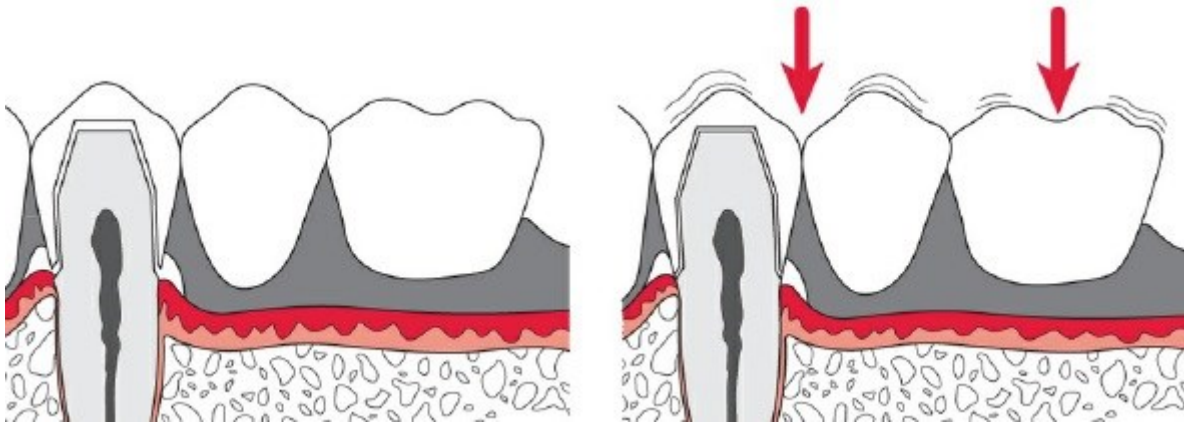


Abb. 9: Resilienzteleskop in unbelastetem (links) und belastetem (rechts) Zustand [9]

Auf Grund dieser Spielpassung erlangen die Resilienzteleskope ihren Halt demnach nicht über friktive Kräfte, sondern entsprechend den Prinzipien einer Totalprothese über die Saugwirkung in Verbindung mit der Abdichtung des Ventilrandes im Bereich der Umschlagfalte [22]. Dadurch werden die auftretenden Kräfte primär von Mukosa und Alveolarknochen getragen und erst nach Ausreizung der Resilienz der Weichgewebe, Belastung auf die Pfeilerzähne übertragen. Durch dieses Zusammenspiel wird eine rein dentale Abstützung des Zahnersatzes umgangen wodurch eine Überlastung der Pfeilerzähne verhindert werden soll [39]. Der Indikationsbereich für Resilienzteleskope liegt bei Patienten mit maximal drei verbliebenen Pfeilerzähnen, welche alle in den Prothesenverbund integriert werden. Die Anforderungen an die verwendeten Pfeilerzähne sind eine Verankerung von mindestens einem Drittel der Wurzel im Knochen sowie eine ausreichende parodontale Aufhängung mit einem hellen Klopfeschall auf Perkussion und einer maximalen Lockerung vom Grad 2. Die Prothese wird dann entsprechend einer Coverdenture-Prothese in der Ausdehnung einer Totalprothese konstruiert. Durch die Kombination dieser beiden Versorgungsformen ist es möglich, selbst bei einem stark reduzierten Lückengebiss und bereits vorgeschädigten Ankerzähnen einen adäquaten Zahnersatz zu fertigen. Im selben Zug wird aber auch der Übergang zu einer später eventuell notwendigen Totalprothese erleichtert, da sich die Patienten bereits an das Gefühl einer komplett überdeckenden Prothese gewöhnen können, gleichzeitig aber über die parodontalen Fasern der verbliebenen Pfeiler ein Restempfinden für die eigenen Zähne verspüren [22, 39, 40]. Allerdings sind Resilienzteleskopprothesen heutzutage umstritten. Grund dafür ist, dass es bei längerer Tragedauer zur Einlagerung der Prothese und damit zum Verlust des Resilienzspielraums kommen kann. Da zugleich aber keine ausreichende Stabilität über die Pfeilerzähne erreicht wird, kann der adäquate Halt der Prothese nicht mehr gewährleistet werden [9].

### 2.4.5 Vorteile

- Doppelkronen erfüllen mit ihrer Führungs-, Halte-, Kippmeider-, Schubverteilungs- und Stützfunktion alle Anforderungen, die an Verankerungselemente gestellt werden in einem Element.
- Dadurch, dass alle Funktionen von einem Stützelement übernommen werden, wird der Aufwand für die Planung sowie die Herstellung des Zahnersatzes reduziert [9].
- Durch die Auflösung der approximalen Kontakte bei Überkronung, sowie die leichte Abnehmbarkeit der ganzen Prothese besteht eine sehr gute Reinigungsmöglichkeit sowohl für die Sekundärkonstruktion als auch für die Pfeilerzähne. Dies ist besonders bei älteren und körperlich oder geistig eingeschränkten Patienten von Vorteil [22, 41].
- Da die Pfeilerzähne körperlich gefasst werden, können die auftretenden Kräfte nahezu optimal axial und demnach physiologisch auf den parodontalen Faserapparat übertragen werden. Dadurch ist es möglich die umgebenden Gewebe zu erhalten und bereits gelockerte Zähne im günstigsten Fall wieder zu festigen [22, 42].
- Speziell wenn alle verbliebenden Zähne eines Kiefers in den Prothesenverbund integriert werden, kann auf kleine Verbinder verzichtet und dadurch eine besonders parodontalfreundliche Konstruktion realisiert werden [22].
- Da sich Teleskopprothesen gut umarbeiten oder auch erweitern lassen, muss selbst bei Verlust von Pfeilerzähnen nicht zwingend eine neue Arbeit hergestellt werden. Meist ist es ausreichend, nach Zahnverlust die übrig gebliebene Außenkrone mit Kunststoff aufzufüllen. So lässt sich bei ursprünglich vollständiger Pfeilerzahnintegration eine Teleskopprothese oft bis zur Zahnlosigkeit verwenden [43, 44].

### 2.4.6 Nachteile

- Bei der zirkulären Präparation der Pfeilerzähne ist ein größerer Substanzabtrag nötig. Da für die Gestaltung der Deckprothese Platz für zwei metallische Kronenwände sowie die Verblendung geschaffen werden müssen, müssen die Zähne dementsprechend stärker beschliffen werden als beispielsweise für die Versorgung mit einer Metallkeramikkrone.
- Die Anforderungen an den Behandler sind erhöht. Auf der einen Seite würde eine unzureichende Präparation eine Überkonturierung der Kronen und damit auch deren Ränder zur Folge haben, welche dadurch wiederum als zusätzliche Plaqueretentionsstellen fungieren

könnten. Andererseits darf auch nicht zu großzügig präpariert werden, um die Gefahr einer Pulpenschädigung möglichst gering zu halten. Zusätzlich sollten die Pfeilerzähne nach Möglichkeit bereits bei der Präparation, im Sinne einer gemeinsamen Einschubrichtung parallelisiert werden [45, 22].

- Bei einigen Patienten kann das Abnehmen der Prothese eine psychische Belastung darstellen und ein großes Schamgefühl auslösen, da sie sich bei direktem Anblick der metallischen Innenteleskope entstellt fühlen und diese oft, selbst im familiären Umfeld, nicht zeigen möchten [9, 22].

### **2.4.7 Übergang zur Zahnlosigkeit**

Bei stark reduziertem Restzahnbestand bietet eine über Doppelkronen verankerte Prothese, eine gute Möglichkeit den Patienten in der Zeitspanne bis zur kompletten Zahnlosigkeit adäquat zu versorgen. In diesem Fall werden alle noch vorhandenen Zähne in den Prothesenverbund integriert. Zusätzlich folgt die Herstellung totalprothetischen Richtlinien. Auf das für Teilprothesen übliche Modellgussgerüst kann aus Stabilitätsgründen zwar nicht verzichtet werden, jedoch wird die Basis aus einem unterfütterbarem Material gestaltet. Bei diesen Coverdenture-Prothesen handelt es sich demnach um dental abgestützte Deckprothesen mit der Ausdehnung einer Totalprothese. Diese Art der Versorgung hat den Vorteil, dass sich die Prothese bei Verlust von Pfeilerzähnen problemlos weiterverwenden lässt. Zugleich wird aber das Gefühl der eigenen Zähne durch die Integration von auch bereits vorgeschädigten Zähnen und deren parodontalem Faserapparat, bis zum Verlust des letzten Zahnes aufrechterhalten. Durch die unterfütterbare Kunststoffbasis lassen sich mögliche Veränderungen der Schleimhaut und des Alveolarknochens zudem leicht ausgleichen. Bei Verlust des letzten Pfeilerzahnes ist es dann durch die totalprothetische Basisgestaltung auch ohne Verankerung möglich den Halt der Prothese, jedenfalls übergangsweise, zu gewährleisten [18].

### 3 Material und Methode

#### 3.1 Aktenbasierte Datensammlung

Im Verlauf dieser Studie wurden die Daten von insgesamt 410 Patienten retrospektiv erfasst. Die Patienten wurden im Zeitraum von 2003 bis 2013 mit herausnehmbaren Restaurationen im Studentenkurs der Poliklinik für zahnärztliche Prothetik der Ludwigs-Maximilians-Universität versorgt. Bei den 410 Patienten handelt es sich um 206 (50,24%) Frauen und 204 (49,76%) Männer (Abb. 10).

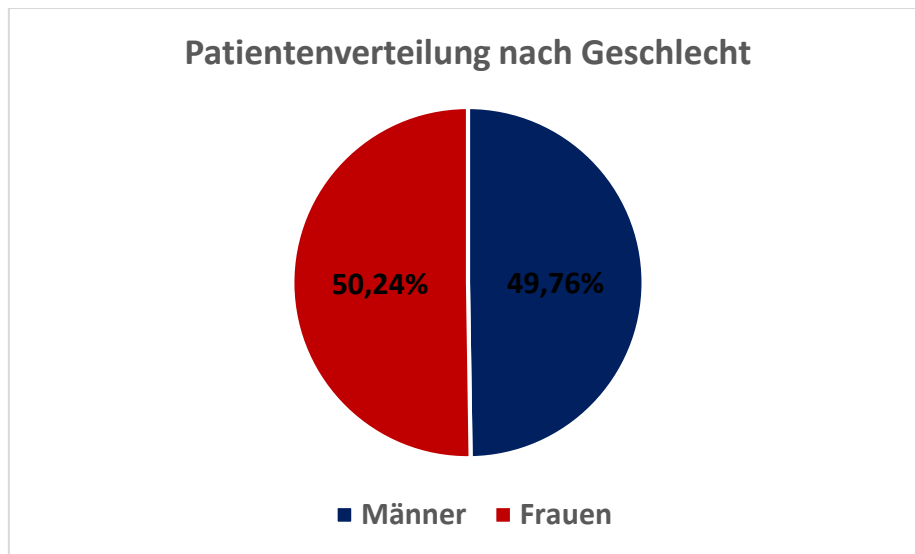


Abb. 10: Patientenverteilung nach Geschlecht

Insgesamt wurden 579 Restaurationen, davon 286 Teilprothesen (49,4%) und 293 Coverdenture-Prothesen (50,6%) nachuntersucht (Abb. 11). Auf Implantaten abgestützte Arbeiten waren in dieser Studie ausgeschlossen.

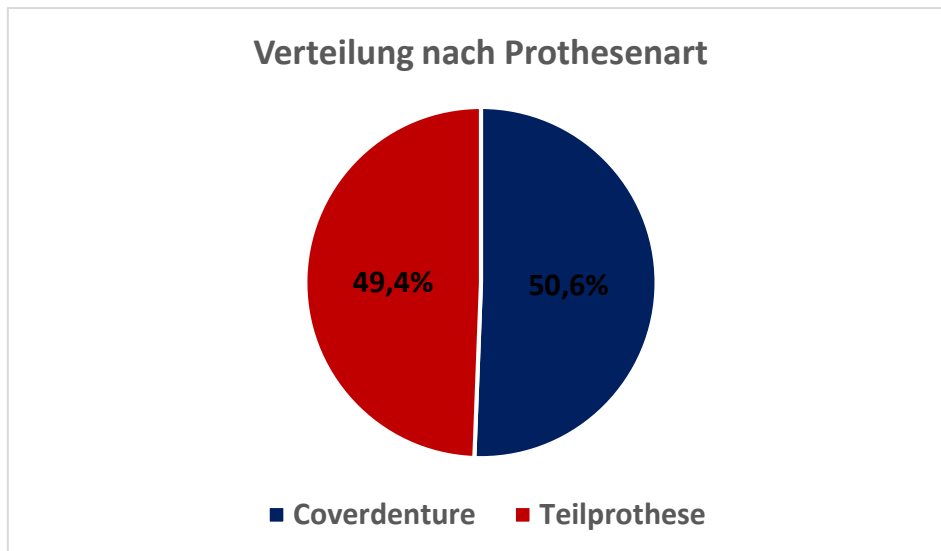


Abb. 11: Prozentuale Verteilung nach Prothesenart

Die Behandlung fand im Rahmen der Studentenkurse unter der Betreuung von Assistenzzahnärzten und Oberärzten der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der LMU München statt.

Die Versorgungen wurden im Hauslabor oder in qualifizierten zahntechnischen Laboren angefertigt.

Die Eingliederung der Suprakonstruktionen wurde durch Studierende der klinischen Kurse I und II durchgeführt. Alle Reparatur- und Nachsorgemaßnahmen, sowie Erneuerungen der Restaurationen wurden in die Datenbank aufgenommen. Ebenso wurden die Nachbehandlungen der Pfeilerzähne erfasst.

### 3.2 Datenerfassung

Die Datenerfassung wurde durch die Auswertung der Behandlungsakten der entsprechenden Patienten durchgeführt. Zu Behandlungsbeginn wurde für jeden Patienten eine Behandlungsakte angelegt, in welcher alle relevanten Patienteninformationen hinterlegt wurden. Diese beinhaltete neben allgemeinen Patientendaten und Anamnese auch speziell zahnmedizinische Informationen wie Ausgangsbefunde, Röntgenbilder, durchgeführte und geplante Behandlungen sowie verwendete Materialien. Außerdem wurden hier ab dem ersten Klinikbesuch des Patienten jegliche Behandlungsmaßnahmen schriftlich festgehalten. Dabei war es unerheblich um welche Art der Behandlung es sich handelt, sei es nur eine routinemäßige Nachkontrolle im Rahmen des halbjährlichen Nachsorgeprogramms oder auch eine aufwendige Neuversorgung, jeder Besuch wird gleichermaßen dokumentiert.

Um Rückschlüsse zu Patienten auf Grund der erhobenen Daten auszuschließen, wurde jedem Patienten und jeder Arbeit bereits zu Studienbeginn eine fortlaufende Nummer zugewiesen und die entsprechenden Daten nach erfolgter Datenauswahl unwiederbringlich gelöscht. Durch dieses Verfahren und die ausschließlich retrospektive Auswertung bereits bestehender Akteneinträge ohne weiteren Kontakt zu den untersuchten Patienten, konnten jegliche Nachteile für diese ausgeschlossen werden. Für die Durchführung dieser Studie wurde ein Ethikantrag gestellt und von der Ethikkommission genehmigt (Antragsnummer 524-14).

Anhand der Einträge in der Patientenkartei wurden für jeden Patienten folgende Daten erhoben und computergestützt dokumentiert:

- Geburtsdatum
- Geschlecht
- Nummer zur statistischen Auswertung

Für jede untersuchte Prothese wurden folgende Daten erfasst:

- Eingliederungsdatum der Restauration
- Versorgungsart: Teil- oder Coverdenture-Prothese
- Kieferlokalisation des Zahnersatzes
- Abstützung der Arbeit über Pfeilerzähne mit Teleskopkronen oder Klammern als Verankerungselement
- Anzahl der verwendeten Pfeilerzähne
- Klassifizierung: - bei Teilprothesen nach Anordnung der Lücken (nach Kennedy)  
- bei Coverdenture-Prothesen nach Abstützungsmöglichkeiten (nach Steffel)

Zu Behandlungsbeginn wurden für jeden Pfeilerzahn folgende Informationen dokumentiert:

- Sensibilitätszustand der Pfeilerzähne sowie bereits erfolgte Wurzelkanalbehandlung
- Bestehende Pfeilerversorgung: bereits erfolgte Füllungstherapie oder Versorgung mit einer Krone
- Behandlungsbedürftige kariöse Läsionen
- Lockerungsgrad

Während des Untersuchungszeitraums wurden folgende Ereignisse innerhalb des Nachsorgeprogramms für die Prothesen sowie deren Pfeilerzähne erfasst:

- Behandlung von Druckstellen
- Reparatur der Prothese



- Notwendigkeit einer Unterfütterung
- Endgültiges Versagen der Prothese
- Sekundärkaries eines Pfeilerzahnes
- Endodontische Behandlung eines Pfeilerzahnes
- Erhöhter Lockerungsgrad eines Pfeilerzahnes
- Extraktion eines Pfeilerzahnes

### **3.3 Statistische Auswertung**

Die erforderlichen Patientendaten, wie auch die für den entsprechenden Zahnersatz relevanten Parameter wurden aus den vorliegenden Behandlungsakten zunächst mit Hilfe von Microsoft Access erfasst und gesammelt. Die anonymisierten Daten wurden dann tabellarisch mit Microsoft Excel 2016 gespeichert. Die statistische Auswertung erfolgte unter Zuhilfenahme eines Statistik-Programms (R Project for Statistical Computing). Zur Analyse von Abhängigkeiten und statistischer Signifikanz wurden der exakte Test nach Fisher sowie eine logistische Regression durchgeführt. Das Signifikanz-Niveau wurde hierbei auf  $p < 0,05$  festgelegt.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Allgemeine Daten

Zu Beginn der Studie wurde die Verteilung der eingesetzten Arbeiten auf den Untersuchungszeitraum dargestellt (Abb. 12).

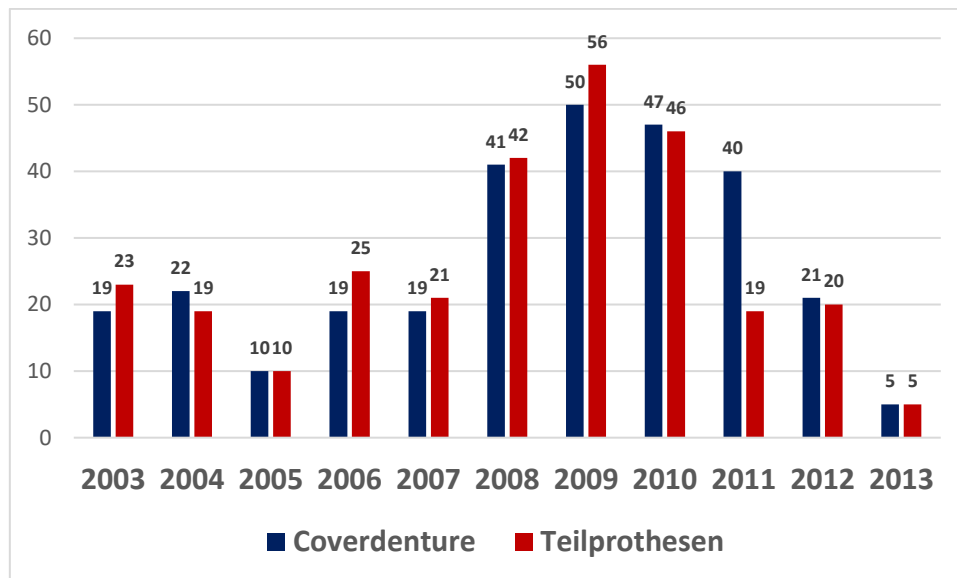


Abb. 12: Verteilung der eingesetzten Arbeiten pro Jahr

Im Jahr 2009 wurden sowohl in Bezug auf die beiden Versorgungsarten mit 56 Teilprothesen (19,6%) und 50 Coverdenture-Prothesen (17,1%), als auch in Bezug auf die insgesamt eingesetzten Arbeiten mit 106 Prothesen (18,3%), die meisten Restaurationen eingegliedert. Im Vergleich zu den Vorjahren wurden 2013 relativ wenige Arbeiten eingesetzt, was mitunter daran liegt, dass die Patienten nur bis Februar, dem Ende des Wintersemesters 2012/2013 erfasst wurden.

Insgesamt wurden bei 410 Patienten, 293 Coverdenture -und 286 Teilprothesen eingegliedert.

#### 4.1.1 Patientenmerkmale

##### 4.1.1.1 Geschlecht und Altersklassen

In dieser Studie wurden 206 Frauen (50,24%) und 204 Männer (49,76%) untersucht. Patientinnen erhielten 279 Restaurationen (149 Teil- und 130 Coverdenture-Prothesen). Männliche Patienten wurden mit 300 Restaurationen (137 Teil und 163 Coverdenture-Prothesen) versorgt (Abb. 13).

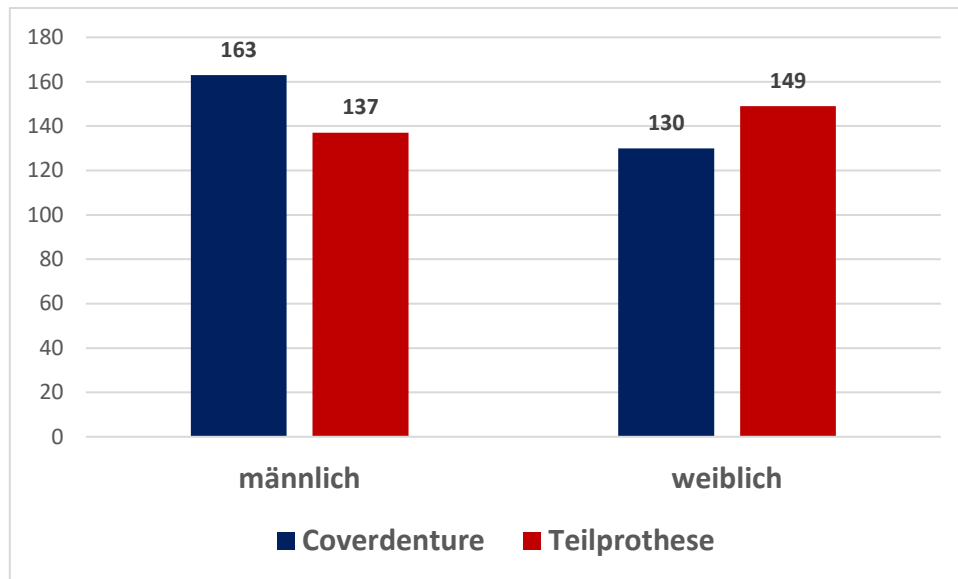


Abb. 13: Verteilung der Prothesenarten nach Geschlecht

Das Durchschnittsalter der Patienten zum Zeitpunkt der Eingliederung lag bei 64,73 Jahren. Hierbei war der Anteil der 60-69-jährigen mit 39,3% am höchsten, gefolgt von der Gruppe der 70-79-jährigen mit 26%. Mit einem Wert von 0,5% war der Anteil der Patienten unter 40 Jahren am geringsten (Tab. 2).

Alter in Jahren	Männer	Frauen	Gesamt
< 40	0%	0,5%	0,5%
40-49	4,8%	2,4%	7,2%
50-59	9,8%	10,5%	20,3%
60-69	21,3%	18%	39,3%
70-79	12,6%	13,4%	26%
≥ 80	3,6%	3,1%	6,7%

Tab. 2: Altersverteilung der Patienten bei Eingliederung

## 4.1.2 Merkmale der Pfeilerzähne

Im Folgenden werden verschiedene Parameter bezüglich der Anzahl, Art und des Zustandes der Pfeilerzähne zum Zeitpunkt der Eingliederung ausgewertet.

### 4.1.2.1 Verteilung der Pfeilerzähne

Insgesamt wurden die Daten von 1928 Pfeilerzähnen erfasst. Davon waren 820 Zähne mit einer Coverdenture und 1108 Zähne mit einer Teilprothese versorgt (Abb. 14).

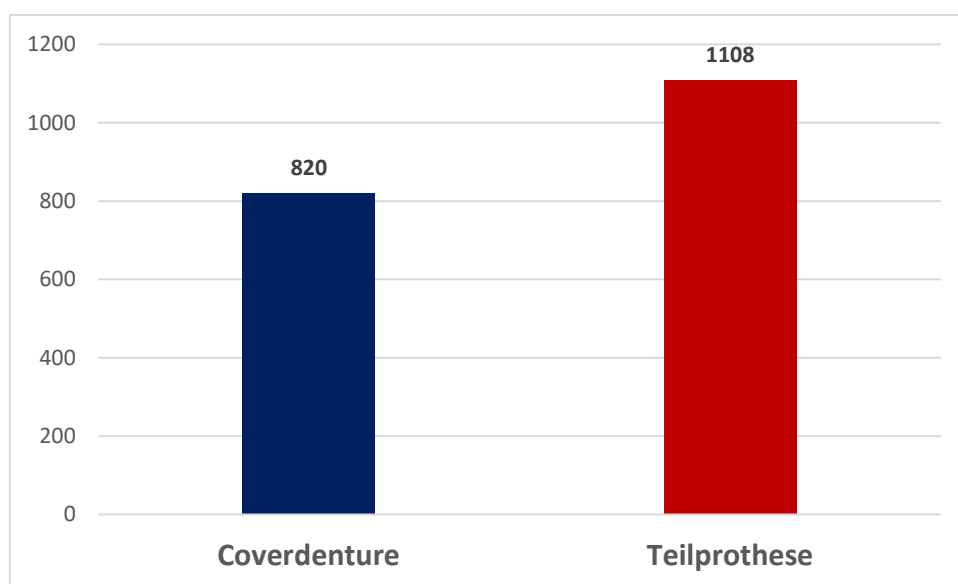


Abb. 14: Verteilung der Pfeilerzähne nach Prothesenart

### 4.1.2.2 Vitalität der Pfeilerzähne

Zum Zeitpunkt der Eingliederung der Suprakonstruktionen wurden die Pfeilerzähne mit Hilfe von Kältespray auf ihre Vitalität getestet. Von den insgesamt 1928 Pfeilerzähnen reagierten 1641 (85,1%) positiv und 287 (14,9%) negativ (Abb. 15). Alle Zähne, die mit einer negativen Vitalität gemessen wurden, waren zu diesem Zeitpunkt bereits wurzelkanalbehandelt.

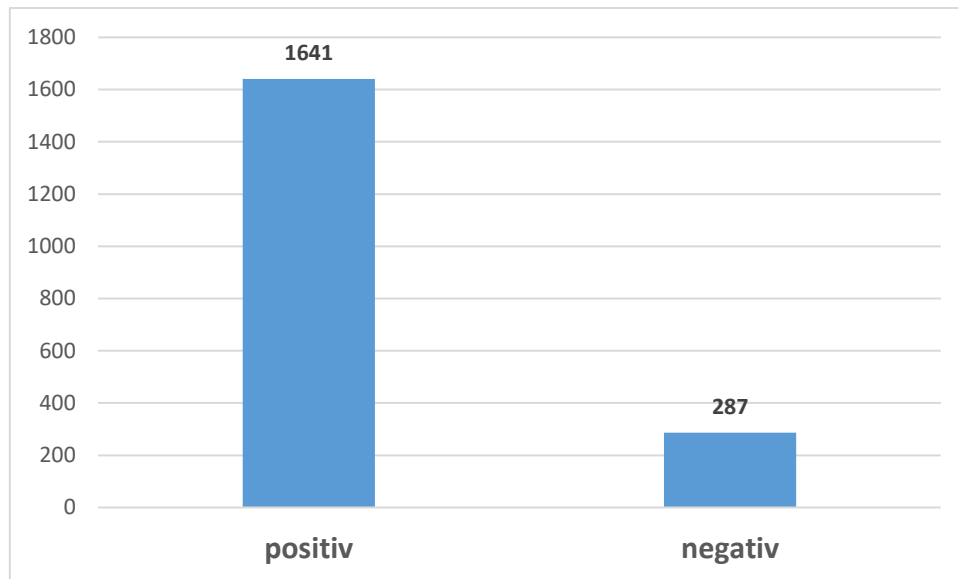


Abb. 15: Vitalität der Pfeilerzähne bei Eingliederung

#### 4.1.2.3 Stiftaufbau

Von den 287 endodontisch behandelten Zähnen waren wiederum 212 (73,8%) mit einem Stiftaufbau versorgt. Insgesamt wurden hierbei fünf verschiedene Stiftsysteme verwendet. Diese verteilten sich auf 151 Glasfaserstifte (71,2%), 43 Stifte aus dem BKS-System (20,2%), 10 gegossene Stiftaufbauten (4,7%), 5 Radix-Anker (2,3%) und 3 Stifte (1,4%) aus dem Hofmann-System (Abb. 16).

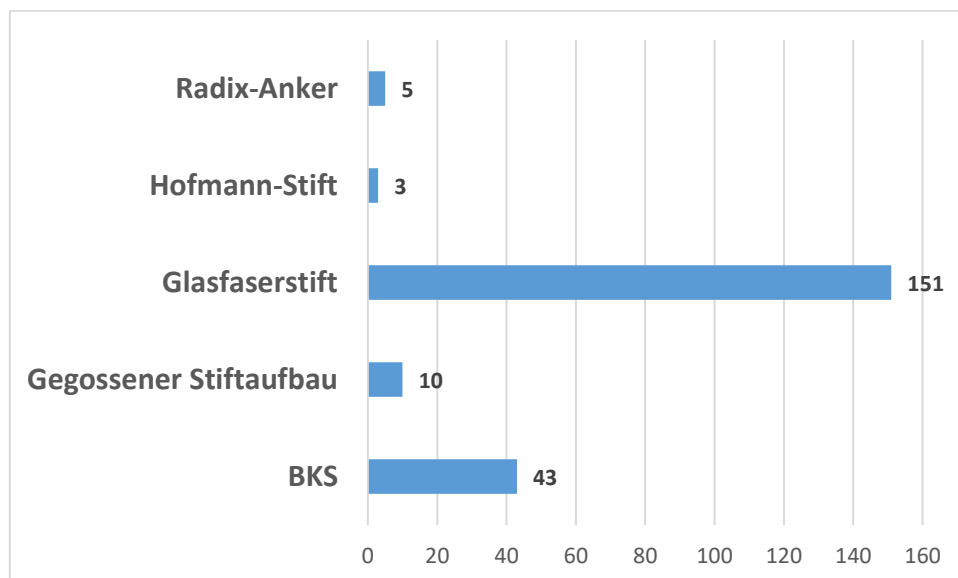


Abb. 16: Verteilung der verwendeten Stiftsysteme

#### 4.1.2.4 Zahnlockerung

Die Beweglichkeit der Pfeilerzähne wurde anhand der allgemein gültigen Angaben der Deutschen Gesellschaft für Parodontologie in folgende Gruppen unterteilt:

Grad 0: physiologisch, keine erhöhte Zahnbeweglichkeit

Grad I: erhöhte Zahnbeweglichkeit, spürbar oder sichtbar bis zu 1 mm horizontal

Grad II: erhöhte Zahnbeweglichkeit, sichtbar über 1 mm horizontal

Grad III: erhöhte Zahnbeweglichkeit, beweglich auf Lippen- und Zungendruck und/oder in axialer Richtung [46]

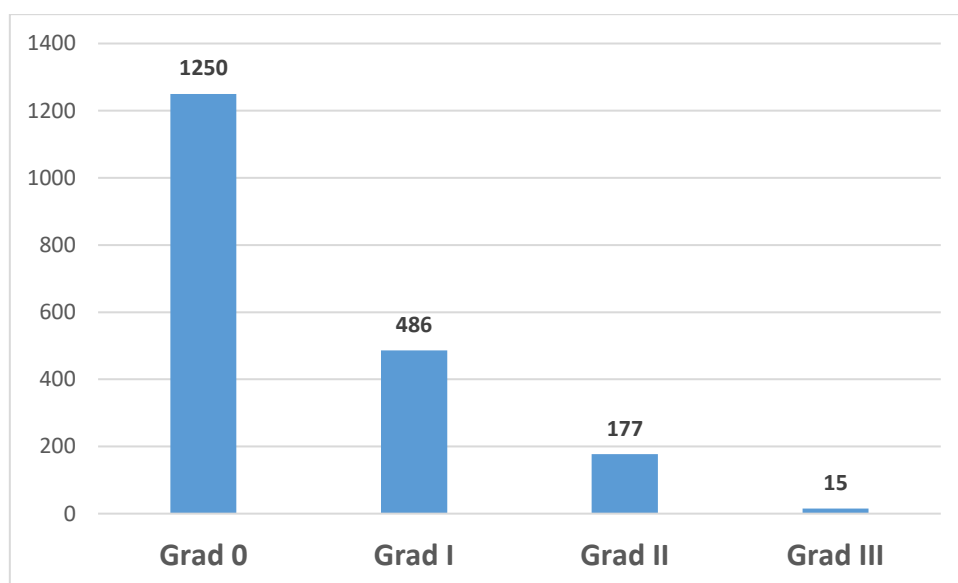


Abb. 17: Verteilung der Pfeilerzähne nach Lockerungsgrad

Insgesamt wiesen 1250 Zähne (64,8%) mit Grad 0 keine erhöhte Beweglichkeit auf. Eine erhöhte Zahnbeweglichkeit im Sinne von Lockerungsgrad I ließ sich bei 486 (25,2%) und von Lockerungsgrad II bei 177 Zähnen (9,2%) feststellen. 15 Pfeilerzähne (0,8%) wurden mit einer stark erhöhten Beweglichkeit entsprechend Grad III eingestuft (Abb. 17).

#### 4.1.2.5 Zustand der Pfeilerzähne

Zu Beginn der Behandlung wurden die Pfeilerzähne auf ihren Behandlungsbedarf beurteilt. Bei 1007 Zähnen (52,2%) war keine Behandlung notwendig. 842 Pfeilerzähne (43,7%) zeigten initial eine behandlungsbedürftige Karies und bei 52 Zähnen (2,7%) ließ sich eine Caries profunda feststellen. An 27 Zähnen (1,4%) hatte sich die Karies bereits so weit ausgebreitet, dass die Pulpa eröffnet war (Abb. 18).

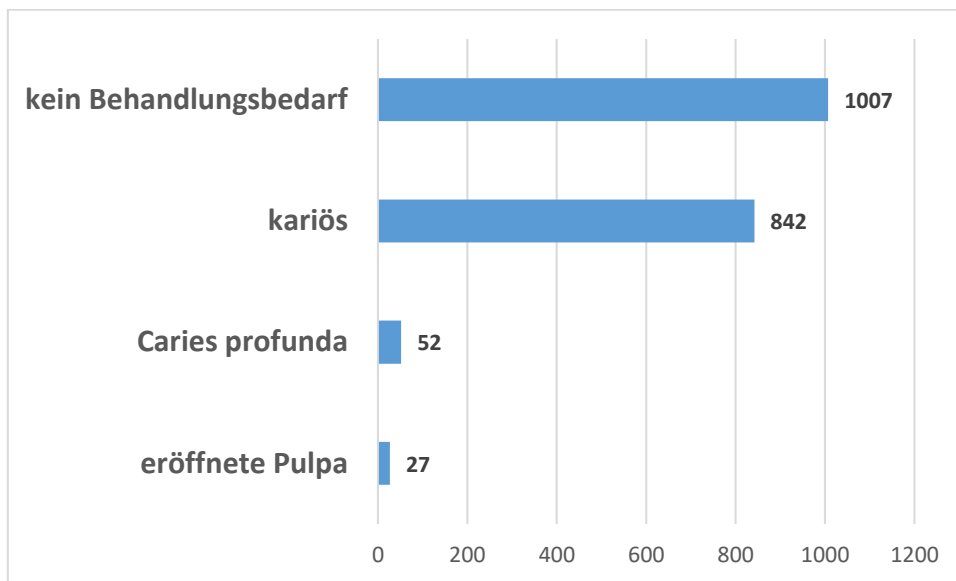


Abb. 18: Verteilung der Pfeilerzähne nach Ausmaß der kariösen Läsion

#### 4.1.2.6 Versorgung der Pfeilerzähne

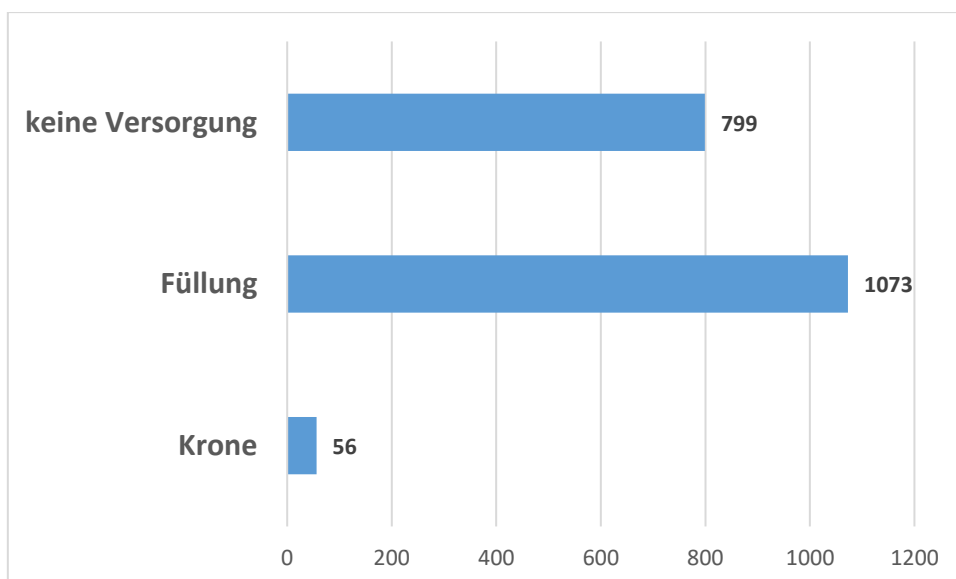


Abb. 19: Verteilung der Pfeilerzähne nach initialer Versorgung

Zu Behandlungsbeginn waren 1073 Pfeilerzähne (55,7%) mit einer Füllung versorgt. 799 Zähne (41,4%) hatten bisher noch keine Art der zahnärztlichen Versorgung nötig. Wohingegen bei 56 Pfeilern (2,9%) im vorherigen Verlauf bereits die Versorgung mit einer Krone notwendig war (Abb. 19).

#### 4.1.2.7 Art der Verankerung

Um die Prothesen im Mund der Patienten zu befestigen war eine Verankerung an den Pfeilerzähnen notwendig. Bei Betrachtung der drei möglichen Varianten zeigte sich, dass hierfür 1357 Zähne (70,4%) mit einer Teleskopkrone versorgt wurden. An 478 Zähnen (24,8%) wurden Prothesen mit Hilfe eines Halteelementes fixiert und bei 93 Pfeilerzähnen (4,8%) war eine zusätzliche Versorgung des Zahnes mit einer Krone notwendig (Abb. 20).

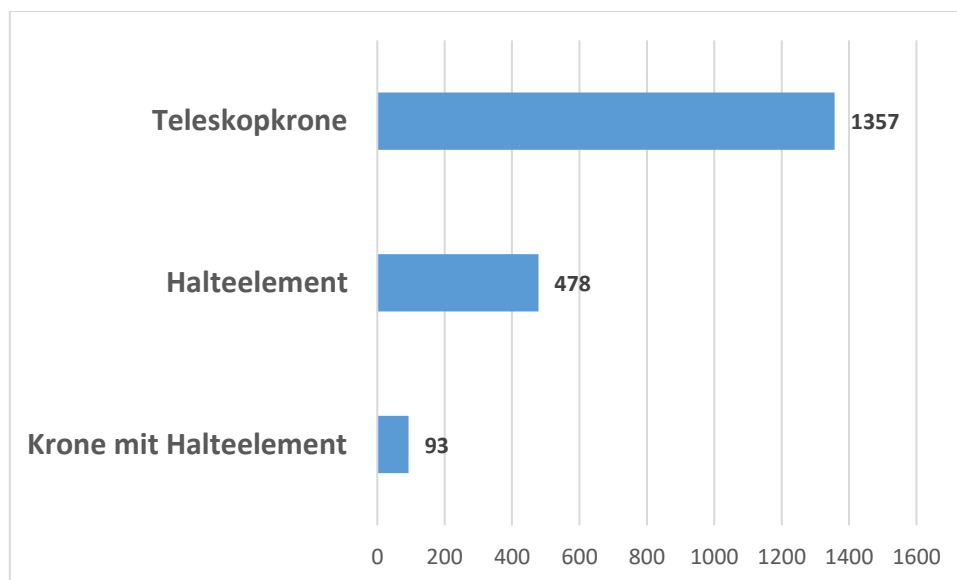


Abb. 20: Verteilung der Pfeilerzähne nach verwendeter Prothesenverankerung



### 4.1.3 Merkmale der Prothesen

#### 4.1.3.1 Verteilung auf Ober -und Unterkiefer

Betrachtet man die Verteilung der eingesetzten Prothesen in Bezug auf ihre Lage, zeigt sich, dass im Gegensatz zu 296 Arbeiten (51,1%) im Unterkiefer, im Oberkiefer mit 283 Arbeiten (48,9%) etwas weniger Versorgungen eingegliedert wurden (Abb. 21).

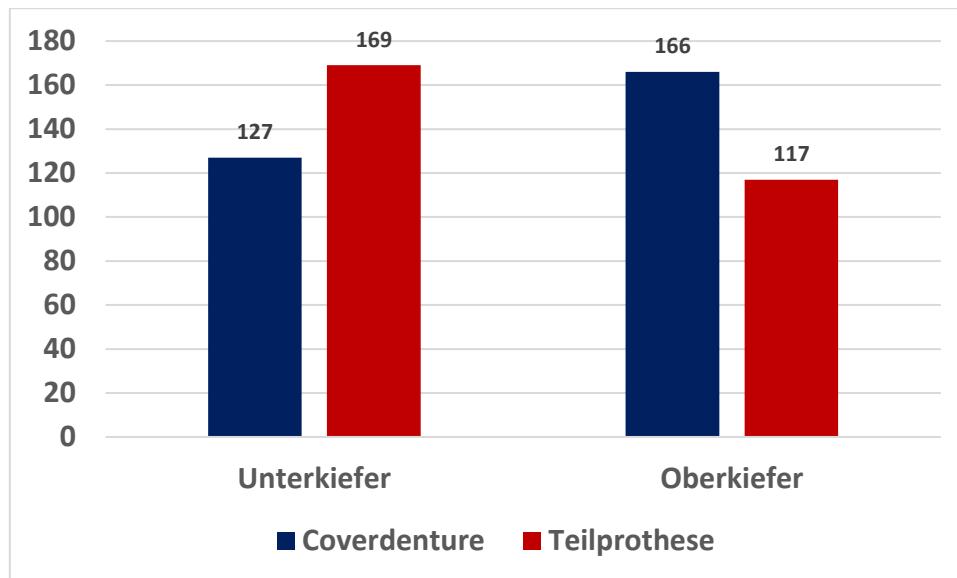


Abb. 21: Verteilung der eingesetzten Prothesen nach Versorgungslage

#### 4.1.3.2 Pfeileranzahl

Mit einem Wert von 161 (27,8%) wurden die meisten Prothesen auf drei Pfeilerzähnen abgestützt, dicht gefolgt von 159 (27,5%) Arbeiten, die auf vier Zähnen abgestützt wurden. Zudem waren 98 Arbeiten (16,9%) auf zwei, 79 Arbeiten (13,6%) auf fünf und 56 Arbeiten (9,7%) auf nur einem Pfeilerzahn verankert. 21 Arbeiten (3,6%) waren auf sechs Zähnen befestigt und den geringsten Anteil machten Prothesen auf sieben und acht Pfeilerzähnen aus (Abb. 22).

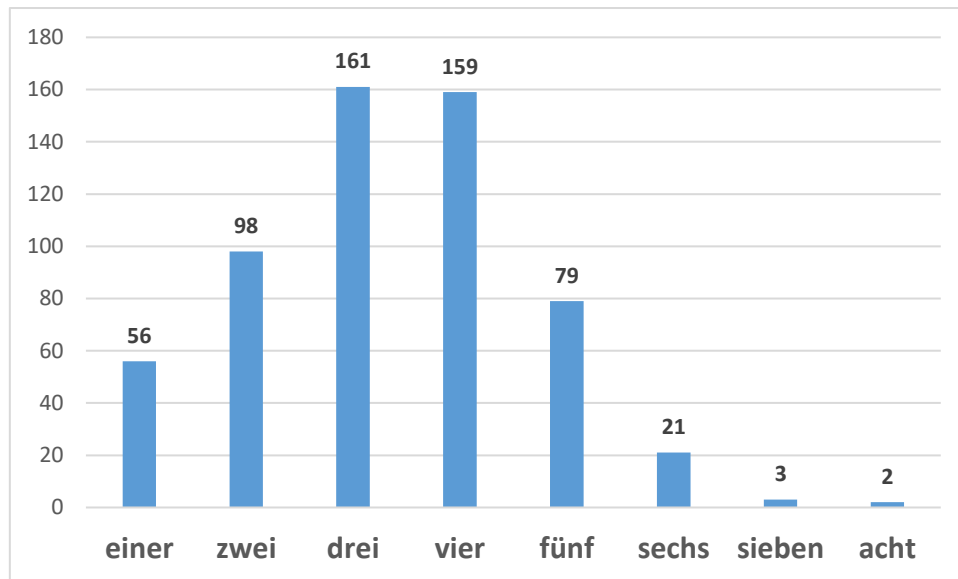


Abb. 22: Verteilung der eingesetzten Arbeiten nach Anzahl der verwendeten Pfeilerzähne

#### 4.1.3.3 Klassifikation der Arbeiten

Zur Unterteilung der Arbeiten wurden zwei Arten der Klassifikation verwendet. Die Teilprothesen wurden mit Hilfe der Klassifikation nach Kennedy topographisch eingeteilt. Entscheidend sind hierbei die durch Zahnverlust entstandenen Lücken. Entsprechend dieser Einteilung unterscheidet man vier Grundklassen:

1. beidseitig, bilateral verkürzte Zahnreihe
2. einseitig, unilateral verkürzte Zahnreihe
3. einseitig, doppelseitig oder mehrfach unterbrochene Zahnreihe
4. über die Mittellinie reichende frontale Schaltlücke

Der Zahnbogen wird hierbei als verkürzt angesehen, wenn mindestens der zweite Molar fehlt [9].

Es zeigte sich, dass bei den Teilprothesen mit 159 Arbeiten (55,6%) am häufigsten eine bilateral verkürzte Zahnreihe versorgt wurde. Jeweils 61 Prothesen (21,3%) wurden bei einer unilateralen Freiersituation und einer unterbrochenen Zahnreihe eingegliedert. Mit nur 5 Arbeiten (1,7%) war eine frontale Schaltlücke am seltensten zu therapieren (Abb. 23).

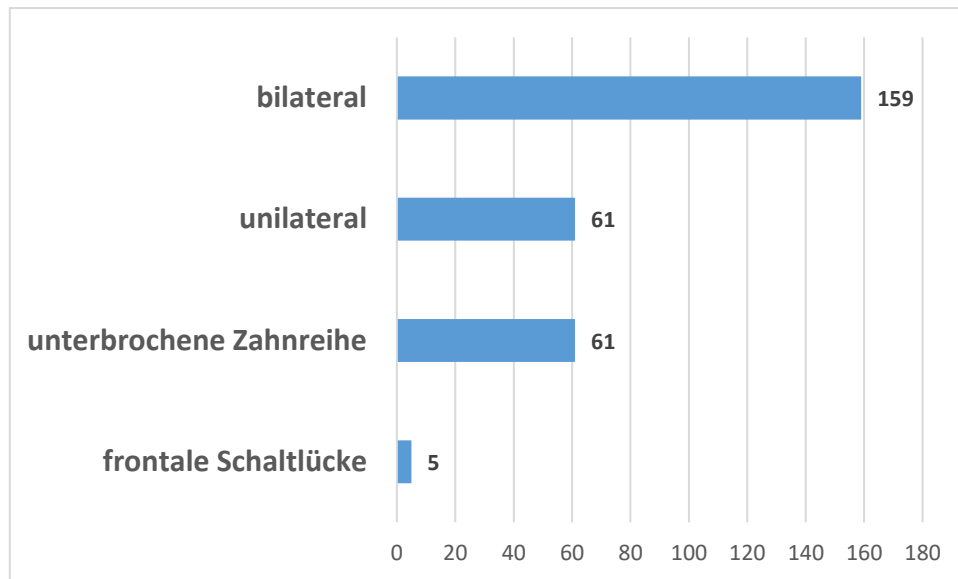


Abb. 23: Verteilung der Teilprothesen nach der Kennedy-Klassifikation

Da Coverdenture-Prothesen hauptsächlich bei Patienten mit einem stark reduzierten Restgebiss eingesetzt werden, war hier eine andere Art der Unterteilung notwendig. In diesen Fällen hat sich die Klassifikation nach Steffel bewährt. Hierbei werden anhand der Verteilung des Restzahnbestandes die Abstützungsmöglichkeiten der Prothese in insgesamt sechs Klassen unterteilt.

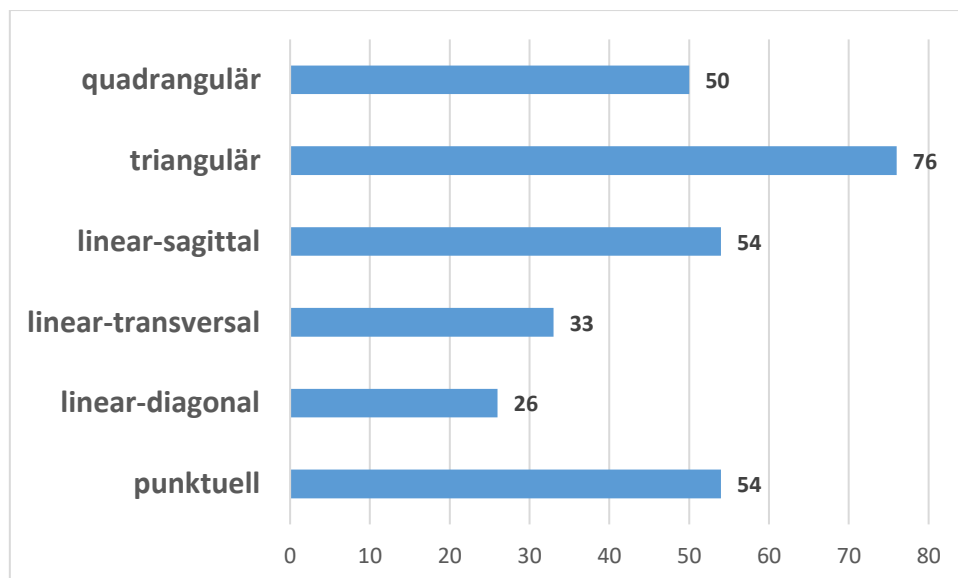


Abb. 24: Verteilung der Coverdenture-Prothesen nach der Steffel-Klassifikation

Bei den hier untersuchten Coverdenture-Prothesen war mit 50 quadrangulär (17%) und 76 triangulär (25,9%) abgestützten Arbeiten, bei insgesamt 126 Prothesen die Bildung eines Abstützungspolygons möglich. 113 Prothesen waren linear abgestützt. Hierbei war die Abstützung der Prothesen am

häufigsten linear-sagittal (18,4%), gefolgt von linear-transversal (11,3%) und schließlich linear-diagonal (8,9%). Bei 54 Arbeiten (18,4%) war nur noch eine punktuelle Abstützung auf einem Pfeilerzahn möglich (Abb. 24).

## 4.2 Analytische Statistik

Der häufigste Grund für Komplikationen war das Auftreten einer Druckstelle (56,97%). Die Einstufung eines Pfeilerzahns als nicht erhaltungswürdig (9,63%), eine Prothesenreparatur (9,56%) sowie eine notwendige Unterfütterung der Prothesen (9,43%) wurden ähnlich oft dokumentiert. In Bezug auf den Zustand der Pfeilerzähne war Karies bei 5,05%, eine Wurzelkanalbehandlung bei 3,76% und eine Zahnlockerung bei 3,28% der Grund für Komplikationen. Mit einer Häufigkeit von 2,73% kam es am seltensten zum endgültigen Versagen der eingesetzten Arbeit.

### 4.2.1 Risikoanalyse der Pfeilerzähne

Insgesamt traten 318 Ereignisse bei 1928 Pfeilerzähnen auf. Die aufgetretenen Komplikationen wurden, bemessen an der vergangenen Zeit nach Eingliederung des Zahnersatzes, mit dem folgenden Boxplott-Diagramm graphisch dargestellt (Abb. 25).

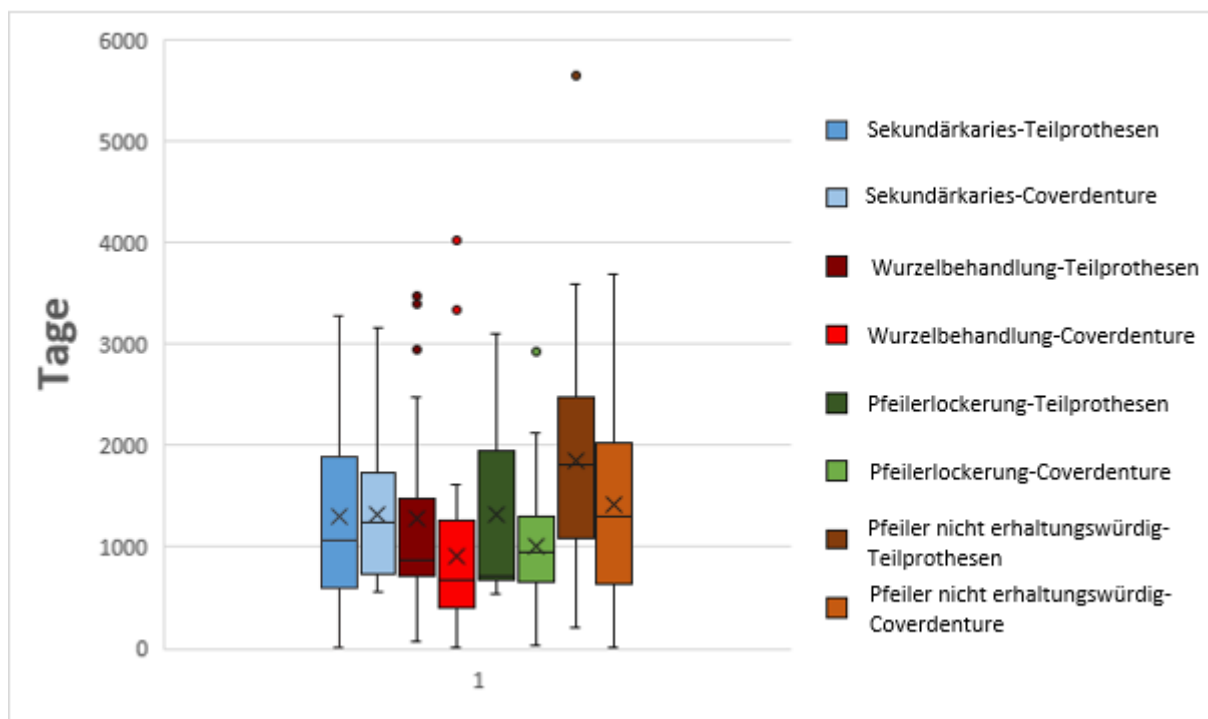


Abb. 25: Boxplott-Diagramm der aufgetretenen Komplikationen der Pfeilerzähne

Hier lässt sich erkennen, dass der Zeitraum, in dem die unterschiedlichen Komplikationen auftraten zum größten Teil innerhalb der ersten sechs Jahre nach Eingliederung des Zahnersatzes dokumentiert wurden (Tab. 3).

<b>Komplikationen der Teilprothesen</b>	<b>Median</b>	<b>Interquartilsabstand</b>
Sekundärkaries	2,95	3,51
Wurzelbehandlung	2,36	2,09
Pfeilerlockerung	1,98	3,47
Pfeiler nicht erhaltungswürdig	4,97	3,84
<b>Komplikationen der Coverdenture-Prothesen</b>		
Sekundärkaries	3,39	2,71
Wurzelbehandlung	1,84	2,38
Pfeilerlockerung	2,59	1,77
Pfeiler nicht erhaltungswürdig	3,56	3,79

Tab. 3: Medianwerte und Interquartilsabstände der aufgetretenen Komplikationen an den Pfeilerzähnen in Jahren

Die Ereignisse Pfeiler nicht erhaltungswürdig mit 141 (44,34%) und Sekundärkaries mit 74 (23,27%) waren die häufigsten Komplikationen an den Pfeilerzähnen. 55 Zähne (17,29%) mussten nach Eingliederung der Prothesen wurzelkanalbehandelt werden und 48 Zähne (15,09%) zeigten im Verlauf eine erhöhte Beweglichkeit im Sinne einer Lockerung (Tab. 4).

<b>Versagensereignis</b>	<b>Anzahl der Ereignisse</b>	<b>prozentualer Anteil an den Versagensereignissen der Pfeiler</b>	<b>prozentualer Anteil an der Gesamtzahl der Versagensereignisse</b>
Pfeiler nicht erhaltungswürdig	141	44,34	9,63
Sekundärkaries	74	23,27	5,05
Wurzelbehandlung	55	17,3	3,76
Pfeilerlockerung	48	15,1	3,28
Gesamt	318	100	

Tab. 4: Anzahl und Häufigkeit der Komplikationen der Pfeilerzähne

Die folgenden Ausführungen stellen den jeweiligen Anteil der Versagensereignisse an der Gesamtanzahl der untersuchten Pfeilerzähne in Anbetracht verschiedener Parameter dar.

#### 4.2.1.1 Sekundärkaries

##### Sekundärkaries in Abhängigkeit von der Versorgungsart

Insgesamt wurden 1357 Pfeilerzähne (70,39%) mit Teleskopkronen, 478 (24,79%) mit einem Haltelement und 93 (4,82%) Zähne mit einer zusätzlichen Krone zum Haltelement versorgt.

Versorgungsart	Anzahl der Pfeilerzähne	prozentualer Anteil an der Gesamtpfeileranzahl	Anzahl der Pfeiler mit Sekundärkaries	prozentualer Anteil mit Sekundärkaries
Teleskopkrone	1357	70,39	47	3,46
Haltelement	478	24,79	20	4,18
Krone mit Haltelement	93	4,82	7	7,52
Gesamt	1928	100	74	

Tab. 5: Anzahl der Zähne mit Sekundärkaries eingeteilt nach der Pfeilerversorgung

Im Beobachtungszeitraum zeigten 3,46% der mit Teleskopkronen und 4,18% der mit einem Haltelement versorgten Pfeilerzähne eine Sekundärkaries. Mit Hilfe des exakten Tests nach Fisher konnte zwischen diesen beiden häufigsten Versorgungsarten kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Dagegen zeigte sich eine statistische Signifikanz in Bezug auf Zähne, die mit einer Krone und einem Haltelement versorgt waren. Bei dieser Art der Versorgung wurde mit einem Anteil von 7,52% signifikant häufiger ( $p=0,0194$ ) eine Sekundärkaries diagnostiziert (Tab. 5).

##### Sekundärkaries in Abhängigkeit von einer initial bereits bestehenden Karies

Von den versorgten Pfeilerzähnen wurden zu Beginn der Therapie 52,23% als nicht kariös eingestuft. Bei 43,67% der Zähne zeigte sich bereits eine kariöse Läsion, in 2,7% der Fälle ging die Karies im Sinne eine Caries profunda bereits sehr tief und bei 1,4% lag eine eröffnete Pulpa vor (Tab. 6).

initialer Zahnstatus	Anzahl der Pfeilerzähne	prozentualer Anteil an der Gesamtpfeileranzahl	Anzahl der Pfeiler mit Sekundärkaries	prozentualer Anteil mit Sekundärkaries
keine Karies	1007	52,23	30	2,98
kariös	842	43,67	39	4,63
Caries profunda	52	2,7	2	3,85
eröffnete Pulpa	27	1,4	3	11,11
Gesamt	1928	100	74	

Tab. 6: Anzahl der Zähne mit Sekundärkaries eingeteilt nach dem initialen Zahnstatus

Die Zähne mit einer bereits im Vorfeld eröffneten Pulpa zeigten im Verlauf nur schwach signifikant häufiger ( $p=0,05347$ ) eine Sekundärkaries. In Bezug auf die drei weiteren Kriterien war kein signifikanter Unterschied festzustellen.

#### Sekundärkaries in Abhängigkeit der initial bestehenden Pfeilerversorgung

Mit einem Anteil von 55,65% waren etwa die Hälfte der untersuchten Zähne initial bereits mit einer Füllung versorgt worden. 41,44% der Zähne waren vor Therapiebeginn dagegen noch nicht behandelt und 2,91% bereits überkrönt worden (Tab. 7).

initiale Versorgung	Anzahl der Pfeilerzähne	prozentualer Anteil an der Gesamtpfeileranzahl	Anzahl der Pfeiler mit Sekundärkaries	prozentualer Anteil mit Sekundärkaries
keine Versorgung	799	41,44	27	3,38
Füllung	1073	55,65	44	4,1
Krone	56	2,91	3	5,36
Gesamt	1928	100	74	

Tab. 7: Anzahl der Zähne mit Sekundärkaries eingeteilt nach der initialen Pfeilerversorgung

Beim Vergleich dieser Einflussgrößen konnte kein signifikanter Unterschied ( $p=0,5632$ ) zwischen den Gruppen festgestellt werden.

#### **4.2.1.2 Wurzelkanalbehandlung**

##### Wurzelkanalbehandlung in Abhängigkeit zur Vitalität

Insgesamt war im Beobachtungszeitraum bei 55 Pfeilerzähnen eine Wurzelkanalbehandlung notwendig, von denen 52 zu Therapiebeginn positiv auf ihre Vitalität getestet worden waren. Die verbleibenden drei Zähne waren bereits endodontisch behandelt und reagierten dementsprechend negativ auf den Vitalitätstest (Tab. 8).

Zahnvitalität	Anzahl der Pfeilerzähne	prozentualer Anteil an der Gesamtpfeileranzahl	Anzahl der Pfeiler mit nötiger Wurzelkanalbehandlung	prozentualer Anteil mit nötiger Wurzelkanalbehandlung
Vitalität positiv	1641	85,11	52	3,17
Vitalität negativ	287	14,89	3	1,05
Gesamt	1928	100	55	

Tab. 8: Anzahl der Zähne mit notwendiger Wurzelkanalbehandlung eingeteilt nach dem Sensibilitätszustand



Es bestand hier lediglich ein schwach signifikanter Unterschied ( $p=0,05231$ ) ob die Zähne zu Therapiebeginn positiv oder negativ auf ihre Vitalität getestet wurden.

#### Wurzelkanalbehandlung in Abhängigkeit zur initialen Zahnbeweglichkeit

Von den 55 wurzelbehandelten Zähnen ließ sich bei 33 keine Lockerung feststellen. 14 Zähne wiesen Lockerungsgrad 1, sieben Zähne Lockerungsgrad 2 und ein Zahn Lockerungsgrad 3 auf (Tab. 9).

Lockerungsgrad	Anzahl der Pfeilerzähne	prozentualer Anteil an der Gesamtpfeileranzahl	Anzahl der Pfeiler mit nötiger Wurzelkanalbehandlung	prozentualer Anteil mit nötiger Wurzelkanalbehandlung
Grad 0	1250	64,83	33	2,64
Grad I	486	25,21	14	2,88
Grad II	177	9,18	7	3,95
Grad III	15	0,78	1	6,67
Gesamt	1928	100	55	

Tab. 9: Anzahl der Zähne mit notwendiger Wurzelkanalbehandlung eingeteilt nach der Zahnbeweglichkeit

Ein signifikanter Unterschied, ob die Zähne zu Therapiebeginn bereits eine Lockerung aufwiesen, bestand hier nicht ( $p=0,3643$ ).

#### Wurzelkanalbehandlung in Abhängigkeit einer initial bereits bestehenden Karies

Auch beim Vergleich der unterschiedlichen Kariesformen zeigte sich kein signifikanter Unterschied ( $p=0,2889$ ).

initialer Zahnstatus	Anzahl der Pfeilerzähne	prozentualer Anteil an der Gesamtpfeileranzahl	Anzahl der Pfeiler mit nötiger Wurzelkanalbehandlung	prozentualer Anteil mit nötiger Wurzelkanalbehandlung
keine Karies	1007	52,23	25	2,48
kariös	842	43,67	26	3,09
Caries profunda	52	2,7	3	5,77
eröffnete Pulpa	27	1,4	1	3,7
Gesamt	1928	100	55	

Tab. 10: Anzahl der Zähne mit notwendiger Wurzelkanalbehandlung eingeteilt nach initial bestehender Karies

Hier waren 25 Pfeilerzähne zu Beginn als nicht kariös und 26 als kariös eingestuft worden. Bei drei Zähnen, die später wurzelbehandelt werden mussten lag eine Caries profunda vor und bei einem Zahn war bereits die Pulpa eröffnet.

#### Wurzelkanalbehandlung in Abhängigkeit der initial bestehenden Pfeilerversorgung

37 der 55 wurzelkanalbehandelten Zähne waren zuvor bereits mit einer Füllung versorgt worden. Bei 16 Zähnen war vorher noch keine Versorgung nötig gewesen und zwei Zähne waren mit einer Krone versorgt.

initiale Versorgung	Anzahl der Pfeilerzähne	prozentualer Anteil an der Gesamtpfeileranzahl	Anzahl der Pfeiler mit nötiger Wurzelkanalbehandlung	prozentualer Anteil mit nötiger Wurzelkanalbehandlung
keine Versorgung	799	41,44	16	2
Füllung	1073	55,65	37	3,45
Krone	56	2,91	2	3,57
Gesamt	1928	100	55	

Tab. 11: Anzahl der Zähne mit notwendiger Wurzelkanalbehandlung eingeteilt nach der initialen Pfeilerversorgung

Auch hier bestand kein signifikanter Unterschied ( $p=0,1589$ ) zwischen den einzelnen Beobachtungskriterien.

### **Pfeilerzahnlockerung**

#### Pfeilerzahnlockerung in Abhängigkeit von der Anzahl der Prothesenpfeiler

Bei den untersuchten Prothesen ließen sich im Verlauf der Auswertung bei 34 Arbeiten, Zähne mit einer, im Vergleich zur Ausgangssituation, erhöhten Beweglichkeit feststellen (Tab. 12).

Prothesenpfeiler	Anzahl der Prothesen	prozentualer Anteil an der Gesamtprothesenanzahl	Anzahl der Prothesen mit gelockerten Pfeilerzähnen	prozentualer Anteil mit gelockerten Zähnen
einer	56	9,67	4	7,14
zwei	98	16,93	10	10,2
drei	161	27,81	13	8,07
vier	159	27,46	5	3,14
≥ fünf	105	18,13	2	1,9
Gesamt	579	100	34	

Tab. 12: Anzahl der Zähne mit erhöhter Beweglichkeit eingeteilt nach der Anzahl der Prothesenpfeiler

Bei Unterscheidung nach der Anzahl der verwendeten Pfeiler zeigte sich ein signifikanter Unterschied ( $p=0,0224$ ). Mit zehn betroffenen Arbeiten (10,2%) trat das Ereignis hier prozentual am häufigsten bei Prothesen mit zwei Pfeilerzähnen auf. Arbeiten auf drei Pfeilern (8,07%) sowie auf einem Zahn (7,14%) waren ähnlich oft betroffen. Bei auf vier Zähnen verankerten Prothesen nahm der Anteil mit 3,14 % dann weiter ab. Bei Arbeiten ab fünf Pfeilerzähnen waren dann nur noch zwei von 105 und damit 1,9% der Prothesen betroffen.

#### Pfeilerzahnlockerung in Abhängigkeit von der Prothesenklassifikation

Bei Betrachtung der unterschiedlichen Prothesenklassifikationen zeigte sich nur bei der Kategorie Steffel-linear-transversal ein signifikanter Einfluss ( $p=0,00267$ ). Hier waren sechs von 33 Arbeiten von gelockerten Zähnen betroffen, was einem Anteil von 18,18% dieser Klassifikation entspricht (Tab. 13). Die anderen Einteilungsmöglichkeiten zeigten keine signifikanten Unterschiede.

Prothesenklassifikation	Anzahl der Prothesen	prozentualer Anteil an der Gesamtprothesenanzahl	Anzahl der Prothesen mit gelockerten Pfeilerzähnen	prozentualer Anteil mit gelockerten Zähnen
Kennedy bilateral	159	27,46	5	3,14
Kennedy unilateral	61	10,54	2	3,28
Kennedy unterbrochen	61	10,54	4	6,56
Kennedy frontale Schatlücke	5	0,86	0	0
Steffel quadrangulär	50	8,63	2	4
Steffel triangulär	76	13,12	3	3,95
Steffel linear-sagittal	54	9,33	5	9,26
Steffel linear-transversal	33	5,7	6	18,18
Steffel linear-diagonal	26	4,49	3	11,54
Steffel punktuell	54	9,33	4	7,41
Gesamt	579	100	34	

Tab. 13: Anzahl der Zähne mit erhöhter Beweglichkeit eingeteilt nach den Prothesenklassifikationen

Pfeilerzahnlockerung in Abhängigkeit zur initialen Zahnbeweglichkeit

Insgesamt konnte bei 48 Zähnen eine Erhöhung der Zahnbeweglichkeit im Vergleich zur Ausgangssituation festgestellt werden.

Lockerungsgrad	Anzahl der Pfeilerzähne	prozentualer Anteil an der Gesamtpfeileranzahl	Anzahl der gelockerten Pfeilerzähne	prozentualer Anteil gelockerter Pfeilerzähne
Grad 0	1250	64,83	19	1,52
Grad I	486	25,21	21	4,32
Grad II	177	9,18	8	4,52
Grad III	15	0,78	0	0
Gesamt	1928	100	48	

Tab. 14: Anzahl der Zähne mit erhöhter Beweglichkeit eingeteilt nach der initialen Zahnbeweglichkeit

Hier zeigte sich ein signifikanter Einfluss in Bezug auf einen initial festgestellten Lockerungsgrad. Bei Pfeilerzähnen, welche mit einer Zahnbeweglichkeit ersten (4,32%) oder zweiten Grades (4,52%) diagnostiziert wurden, konnte im Nachsorgezeitraum signifikant häufiger ( $p=0,002499$ ) eine weitere Erhöhung des Lockerungsgrads festgestellt werden, als bei Zähnen die zu Behandlungsbeginn keine Lockerung (1,52%) aufwiesen (Tab. 14).

**4.2.1.3 Nicht erhaltungswürdige Pfeilerzähne**

Innerhalb des Untersuchungszeitraumes wurden insgesamt 141 Zähne als nicht mehr erhaltungswürdig eingestuft und mussten demnach extrahiert werden. Gründe hierfür waren eine irreparable Beschädigung der Zähne beispielsweise durch Karies, Trauma oder Fraktur, eine für den Patienten nicht mehr tolerierbare Lockerung Grad 3, sowie Schmerz- oder Entzündungszustände die ausschließlich durch Extraktion der Zähne therapierbar waren.

Nichterhaltungswürdigkeit in Abhängigkeit von der Versorgungsart

Versorgungsart	Anzahl der Pfeilerzähne	prozentualer Anteil an der Gesamtpfeileranzahl	Anzahl nicht erhaltungswürdiger Pfeilerzähne	prozentualer Anteil nicht erhaltungswürdiger Pfeilerzähne
Teleskopkrone	1357	70,39	121	8,92
Halteelement	478	24,79	12	2,51
Krone mit Halteelement	93	4,82	8	8,6
Gesamt	1928	100	141	

Tab. 15: Anzahl nicht erhaltungswürdiger Zähne eingeteilt nach der Pfeilerversorgung

Die Extraktionsrate, der mit einer Krone und einem zusätzlichen Halteelement versorgten Pfeiler, belief sich auf 8,6% und bei mit Teleskopkronen versorgten Zähnen mussten 8,92 % entfernt werden.

Es zeigte sich, dass Zähne, die nur mit einem Halteelement versorgt waren, mit einem Anteil von 2,51%, signifikant seltener ( $p=0,01133$ ) als nicht erhaltungswürdig eingestuft wurden (Tab. 15).

#### Nichterhaltungswürdigkeit in Abhängigkeit von der Prothesenklassifikation

Insgesamt wurden bei 90 der 579 untersuchten Prothesen mindestens ein Zahn als nicht erhaltungswürdig eingestuft.

<b>Prothesenklassifikation</b>	<b>Anzahl der Prothesen</b>	<b>prozentualer Anteil an der Gesamtprothesenanzahl</b>	<b>Anzahl der Prothesen mit nicht erhaltungswürdigen Zähnen</b>	<b>prozentualer Anteil mit nicht erhaltungswürdigen Zähnen</b>
Kennedy bilateral	159	27,46	18	11,32
Kennedy unilateral	61	10,54	8	13,11
Kennedy unterbrochen	61	10,54	6	9,84
Kennedy frontale Schaltlücke	5	0,86	0	0
Steffel quadrangulär	50	8,63	5	10
Steffel triangulär	76	13,12	15	19,74
Steffel linear-sagittal	54	9,33	12	22,22
Steffel linear-transversal	33	5,7	12	36,36
Steffel linear-diagonal	26	4,49	2	7,69
Steffel punktuell	54	9,33	12	22,22
Gesamt	579	100	90	

Tab. 16: Anzahl nicht erhaltungswürdiger Zähne eingeteilt nach den Prothesenklassifikationen

Bei Gegenüberstellung der unterschiedlichen Prothesenklassifikationen zeigte sich, dass bei Prothesen, die zu den Gruppen Steffel-punktuell, Steffel-linear-sagittal (jeweils 22,2%) und Steffel-linear-transversal (36,3%) zählen, signifikant häufiger ( $p=0,01749$ ) mindestens ein Pfeilerzahn als nicht erhaltungswürdig eingestuft wurde.

Nichterhaltungswürdigkeit in Abhängigkeit von der Anzahl der Prothesenpfeiler

Prothesenpfeiler	Anzahl der Prothesen	prozentualer Anteil an der Gesamtprothesenanzahl	Anzahl der Prothesen mit nicht erhaltungswürdigen Zähnen	prozentualer Anteil mit nicht erhaltungswürdigen Zähnen
einer	56	9,67	12	21,43
zwei	98	16,93	19	19,39
drei	161	27,81	27	16,77
vier	159	27,46	26	16,35
≥ fünf	105	18,13	6	5,71
Gesamt	579	100	90	

Tab. 17: Anzahl nicht erhaltungswürdiger Zähne eingeteilt nach der Anzahl der Prothesenpfeiler

Bei Betrachtung der Verteilung der Pfeilerzahnanzahl im Prothesenverbund zeigten sich signifikante Unterschiede ( $p=0,00369$ ). Es lässt sich festhalten, dass je höher die Anzahl der Pfeilerzähne einer Prothese ist, desto geringer fällt die Wahrscheinlichkeit dafür aus, dass ein Zahn extrahiert werden muss.

Nichterhaltungswürdigkeit in Abhängigkeit einer initial bereits bestehenden Karies

Die Tatsache ob Pfeilerzähne zu Therapiebeginn mit einer Karies diagnostiziert wurden zeigte einen signifikanten Einfluss ( $p=0,0004998$ ). Bestand initial bereits eine Karies, wurden 9,38 % später als nicht erhaltungswürdig eingestuft. Pfeiler mit einer Karies profunda mussten in 13,46 % der Fälle extrahiert werden. Der größte Effekt konnte bei Pfeilerzähnen mit einer bereits eröffneten Pulpa beobachtet werden. Hier lag der Anteil an nicht erhaltungswürdigen Zähnen bei 22,2% (Tab. 18).

initialer Zahnstatus	Anzahl der Pfeilerzähne	prozentualer Anteil an der Gesamtpfeileranzahl	Anzahl nicht erhaltungswürdiger Pfeilerzähne	prozentualer Anteil nicht erhaltungswürdiger Pfeilerzähne
keine Karies	1007	52,23	49	4,87
kariös	842	43,67	79	9,38
Caries profunda	52	2,7	7	13,46
eröffnete Pulpa	27	1,4	6	22,22
Gesamt	1928	100	141	

Tab. 18: Anzahl nicht erhaltungswürdiger Zähne eingeteilt nach initial bestehender Karies

Nichterhaltungswürdigkeit in Abhängigkeit zur Zahnbeweglichkeit

Von den nicht erhaltungswürdigen Zähnen wiesen 83 zu Beginn keine Lockerung auf. 37 Pfeiler wurden initial mit Lockerungsgrad 1 und 19 mit einer Lockerung des Grades 2 diagnostiziert. Bei drei Zähnen wurde Lockerungsgrad 3 festgestellt (Tab. 19).

Lockerungsgrad	Anzahl der Pfeilerzähne	prozentualer Anteil an der Gesamtpfeileranzahl	Anzahl nicht erhaltungswürdiger Pfeilerzähne	prozentualer Anteil nicht erhaltungswürdiger Pfeilerzähne
Grad 0	1250	64,83	82	6,56
Grad I	486	25,21	37	7,61
Grad II	177	9,18	19	10,73
Grad III	15	0,78	3	20
Gesamt	1928	100	141	

Tab. 19: Anzahl nicht erhaltungswürdiger Zähne eingeteilt nach der initialen Zahnbeweglichkeit

In Bezug auf die initiale Zahnbeweglichkeit wurden Zähne mit Lockerungsgrad 2 signifikant häufiger ( $p=0,0449$ ) als nichterhaltungswürdig eingestuft.

Nichterhaltungswürdigkeit in Abhängigkeit zu einer bereits durchgeführten Wurzelkanalbehandlung

Zu Therapiebeginn waren bereits 287 Zähne wurzelkanalbehandelt worden, wovon später 43 als nicht erhaltungswürdig eingestuft wurden, was einem Anteil von 14,98% entspricht. Dagegen lag der Anteil der Pfeiler, die noch nicht endodontisch behandelt werden mussten, bei lediglich 5,97%.

Zahnvitalität	Anzahl der Pfeilerzähne	prozentualer Anteil an der Gesamtpfeileranzahl	Anzahl nicht erhaltungswürdiger Pfeilerzähne	prozentualer Anteil nicht erhaltungswürdiger Pfeilerzähne
Vitalität positiv	1641	85,11	98	5,97
Vitalität negativ	287	14,89	43	14,98
Gesamt	1928	100	141	

Tab. 20: Anzahl nicht erhaltungswürdiger Zähne eingeteilt nach dem Sensibilitätszustand

Der Unterschied zwischen den vitalen und wurzelkanalbehandelten Zähnen war hier, in Bezug auf die spätere Nichterhaltungswürdigkeit, signifikant ( $p < 0,00001$ ).

#### 4.2.2 Risikoanalyse der Prothesen

Bei Betrachtung der Versagensereignisse in Bezug auf die Prothesen wurden bei den 579 untersuchten Prothesen insgesamt 1152 Ereignisse dokumentiert.

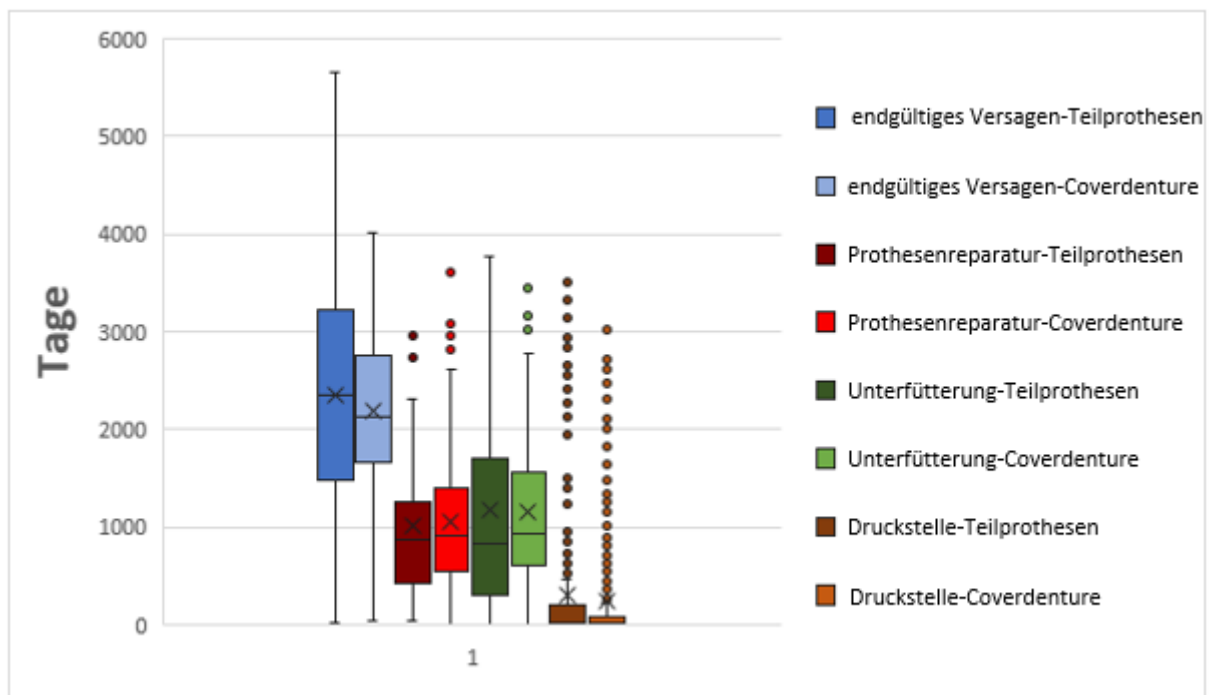


Abb. 26: Boxplott-Diagramm der aufgetretenen Komplikationen der Prothesen

Komplikationen der Teilprothesen	Median	Interquartilsabstand
endgültiges Versagen	6,46	4,8
Prothesenreparatur	2,42	2,29
Unterfütterung	2,26	3,81
Druckstelle	0,041	0,52
Komplikationen der Coverdenture-Prothesen		
endgültiges Versagen	5,84	3
Prothesenreparatur	2,49	2,32
Unterfütterung	2,58	2,59
Druckstelle	0,038	0,24

Tab. 21: Medianwerte und Interquartilsabstände der aufgetretenen Komplikationen an den Prothesen in Jahren

Abbildung 26 und Tabelle 21 machen deutlich, dass die aufgetretenen Komplikationen der Prothesen, welche durch Nachbesserung noch in Benutzung bleiben konnten, zum Großteil innerhalb



der ersten fünf Jahre dokumentiert wurden. Der größte Anteil an Prothesen, die nicht mehr funktionstüchtig waren und dementsprechend erneuert werden mussten, lag dagegen innerhalb der ersten neun Jahre nach Eingliederung.

Mit 834 Ereignissen handelte es sich hier am häufigsten um eine Druckstelle (72,4%). Eine Prothesenreparatur (12,15%) oder eine Unterfütterung (11,98%) waren mit 140 und 138 dokumentierten Fällen in etwa gleich oft nötig. Zum endgültigen Versagen (3,47%) einer Arbeit kam es bei 40 Prothesen (Tab. 22).

<b>Versagensereignis</b>	<b>Anzahl der Ereignisse</b>	<b>prozentualer Anteil an den Versagensereignissen der Prothesen</b>	<b>prozentualer Anteil an der Gesamtzahl der Versagensereignisse</b>
Druckstelle	834	72,4	56,97
Prothesenreparatur	140	12,15	9,56
Unterfütterung	138	11,98	9,43
Endgültiges Versagen	40	3,47	2,73
Gesamt	1152	100	

Tab. 22: Anzahl und Häufigkeit der Komplikationen der Prothesen

Bei der statistischen Auswertung wurde eine Prothese als positiv in Bezug auf eines der Versagensereignisse bewertet, sobald dieses das erste Mal eintrat. Aus Übersichtlichkeitsgründen wurde eine Mehrfachnennung nicht berücksichtigt.

#### 4.2.2.1 Druckstelle

Zusammengefasst traten bei 355 der insgesamt 579 Prothesen mindestens eine Druckstelle auf, was einem Anteil von 61,31% entspricht.

##### Druckstelle in Abhängigkeit von der Versorgungsart

Das Ereignis Druckstelle war bei den 293 Coverdenture-Prothesen mit 223 dokumentierten Fällen (76,11%) signifikant häufiger ( $p < 0,00001$ ) feststellbar. Bei den Teilprothesen dagegen, waren mit 132 Druckstellen (46,15%) bei insgesamt 286 Prothesen, nur etwa die Hälfte der Arbeiten betroffen (Tab. 23).

Prothesenart	Anzahl der Prothesen	prozentualer Anteil an der Gesamtprothesenanzahl	Anzahl der Prothesen mit Druckstelle	prozentualer Anteil mit Druckstelle
Coverdenture	293	50,6	223	76,11
Teilprothese	286	49,4	132	46,15
Gesamt	579	100	355	

Tab. 23: Anzahl der Prothesen mit einer Druckstelle eingeteilt nach der Prothesenart

##### Druckstelle in Abhängigkeit von der Lokalisation

Die Verteilung der Prothesen auf Ober- und Unterkiefer war bei den untersuchten Arbeiten mit 283 Prothesen im Ober- und 296 Prothesen im Unterkiefer relativ ausgeglichen. Es trat bei 163 Arbeiten im Oberkiefer und bei 192 Arbeiten im Unterkiefer eine Druckstelle auf (Tab. 24). Hier konnten keine signifikanten Unterschiede ( $p=0,07395$ ) festgestellt werden.

Lokalisation	Anzahl der Prothesen	prozentualer Anteil an der Gesamtprothesenanzahl	Anzahl der Prothesen mit Druckstelle	prozentualer Anteil mit Druckstelle
Oberkiefer	283	48,88	163	57,6
Unterkiefer	296	51,12	192	64,86
Gesamt	579	100	355	

Tab. 24: Anzahl der Prothesen mit einer Druckstelle eingeteilt nach der Lokalisation

Druckstelle in Abhängigkeit zur Prothesenklassifikation

Beim Vergleich der unterschiedlichen Prothesenklassifikationen zeigte sich, dass bei den Klassifikationen Steffel-linear-sagittal (94,44%;  $p < 0,00001$ ), Steffel-linear-diagonal (84,62%,  $p = 0,004305$ ), Steffel-linear-transversal (78,79%;  $p = 0,00707$ ) sowie Steffel-triangular (76,32%,  $p = 0,000548$ ) und Steffel-punktuell (70,37%;  $p = 0,021407$ ) signifikant häufiger Druckstellen feststellbar waren (Tab. 25). In Bezug auf die Kennedy-Klassifikationen war dagegen kein signifikanter Unterschied erkennbar.

Prothesenklassifikation	Anzahl der Prothesen	prozentualer Anteil an der Gesamtprothesenanzahl	Anzahl der Prothesen mit Druckstelle	prozentualer Anteil mit Druckstelle
Kennedy bilateral	159	27,46	83	52,2
Kennedy unilateral	61	10,54	24	39,34
Kennedy unterbrochen	61	10,54	25	40,98
Kennedy frontale Schaltlücke	5	0,86	0	0
Steffel quadrangulär	50	8,63	28	56
Steffel triangulär	76	13,12	58	76,32
Steffel linear-sagittal	54	9,33	51	94,44
Steffel linear-transversal	33	5,7	26	78,79
Steffel linear-diagonal	26	4,49	22	84,62
Steffel punktuell	54	9,33	38	70,37
Gesamt	579	100	355	

Tab. 25: Anzahl der Prothesen mit einer Druckstelle eingeteilt nach den Prothesenklassifikationen

Druckstelle in Abhängigkeit von der Anzahl der Prothesenpfeiler

Bei der Unterscheidung der Prothesen nach der Anzahl der verwendeten Pfeilerzähne zeigte sich in Bezug auf das Auftreten von Druckstellen ein signifikanter Unterschied ( $p < 0,00001$ ). Zusammenfassend ließ sich hier feststellen, dass Prothesen mit einer höheren Anzahl an Pfeilerzähnen seltener eine Druckstelle verursachen (Tab. 26).

Prothesenpfeiler	Anzahl der Prothesen	prozentualer Anteil an der Gesamtprothesenanzahl	Anzahl der Prothesen mit Druckstelle	prozentualer Anteil mit Druckstelle
einer	56	9,67	39	69,64
zwei	98	16,93	78	79,59
drei	161	27,81	112	69,57
vier	159	27,46	77	48,43
fünf	79	13,64	37	46,84
sechs	21	3,63	12	57,14
≥ sieben	5	0,86	0	0
Gesamt	579	100	355	

Tab. 26: Anzahl der Prothesen mit einer Druckstelle eingeteilt nach der Anzahl der Prothesenpfeiler

Am häufigsten waren hier Prothesen mit zwei Pfeilerzähnen betroffen (79,59%). Gefolgt von Prothesen die auf nur einem (69,64%) sowie auf drei Zähnen abgestützt waren (69,57%). Bei Arbeiten mit vier (48,43%), fünf (46,84%) und sechs (57,14%) Pfeilern trat bei etwa der Hälfte eine Druckstelle auf. Bei den Prothesen, die mit sieben und acht, auf sehr vielen Pfeilerzähnen verankert sind, war keine Druckstelle feststellbar. Wobei die Fallzahlen hier, mit zusammen nur fünf Arbeiten, auch sehr gering waren.

#### 4.2.2.2 Unterfütterung

Von den untersuchten Prothesen war im Beobachtungszeitraum bei insgesamt 110 Arbeiten mindestens eine Prothesenunterfütterung notwendig.

##### Unterfütterung in Abhängigkeit von der Versorgungsart

Mit 66 dokumentierten Fällen und damit einem Anteil von 22,53% war bei den Coverdenture-Prothesen häufiger eine Unterfütterung notwendig als bei den untersuchten Teilprothesen. Hier waren mit 44 Arbeiten nur 15,38% betroffen. Der Unterschied ( $p=0,03389$ ) war hier statistisch signifikant (Tab. 27).

Prothesenart	Anzahl der Prothesen	prozentualer Anteil an der Gesamtprothesenanzahl	Anzahl der Prothesen mit Unterfütterung	prozentualer Anteil mit Unterfütterung
Coverdenture	293	50,6	66	22,53
Teilprothese	286	49,4	44	15,38
Gesamt	579	100	110	

Tab. 27: Anzahl der Prothesen mit einer notwendigen Unterfütterung eingeteilt nach der Prothesenart

Unterfütterung in Abhängigkeit von der Lokalisation

Von den 283 Arbeiten, die im Oberkiefer eingegliedert wurden, war bei 47 Prothesen (16,61%) eine Unterfütterung notwendig. Bei den 296 Prothesen im Unterkiefer waren mit 63 (21,28%) ähnlich viele Arbeiten betroffen. Hier war kein statistisch signifikanter Unterschied ( $p=0,1687$ ) feststellbar (Tab. 28).

Lokalisation	Anzahl der Prothesen	prozentualer Anteil an der Gesamtprothesenanzahl	Anzahl der Prothesen mit Unterfütterung	prozentualer Anteil mit Unterfütterung
Oberkiefer	283	48,88	47	16,61
Unterkiefer	296	51,12	63	21,28
Gesamt	579	100	110	

Tab. 28: Anzahl der Prothesen mit einer notwendigen Unterfütterung eingeteilt nach der Lokalisation

Unterfütterung in Abhängigkeit zur Prothesenklassifikation

Bei Betrachtung der unterschiedlichen Klassifikationen, nach denen die Prothesen eingeteilt wurden, zeigte sich nur bei der Kategorie Kennedy-unterbrochen ein signifikanter Unterschied ( $p=0,031$ ). Hier war im Vergleich mit den anderen Einteilungsmöglichkeiten, bei vier Arbeiten und damit einem Anteil von 6,56% signifikant seltener eine Unterfütterung notwendig (Tab. 29).

Prothesenklassifikation	Anzahl der Prothesen	prozentualer Anteil an der Gesamtprothesenanzahl	Anzahl der Prothesen mit Unterfütterung	prozentualer Anteil mit Unterfütterung
Kennedy bilateral	159	27,46	30	18,87
Kennedy unilateral	61	10,54	10	16,39
Kennedy unterbrochen	61	10,54	4	6,56
Kennedy frontale Schaltlücke	5	0,86	0	0
Steffel quadrangulär	50	8,63	9	18
Steffel triangulär	76	13,12	12	15,79
Steffel linear-sagittal	54	9,33	16	29,63
Steffel linear-transversal	33	5,7	10	30,3
Steffel linear-diagonal	26	4,49	5	19,23
Steffel punktuell	54	9,33	14	25,93
Gesamt	579	100	110	

Tab. 29: Anzahl der Prothesen mit einer notwendigen Unterfütterung eingeteilt nach den Prothesenklassifikationen

### Unterfütterung in Abhängigkeit von der Anzahl der Prothesenpfeiler

Bei Unterscheidung der Prothesen nach der Anzahl der verwendeten Pfeilerzähne zeigte sich, dass der Anteil an notwendigen Unterfütterungen systematisch anstieg, wenn sich die Anzahl der Pfeilerzähne verringerte.

Prothesenpfeiler	Anzahl der Prothesen	prozentualer Anteil an der Gesamtprothesenanzahl	Anzahl der Prothesen mit Unterfütterung	prozentualer Anteil mit Unterfütterung
einer	56	9,67	15	26,79
zwei	98	16,93	25	25,51
drei	161	27,81	31	19,25
vier	159	27,46	30	18,87
fünf	79	13,64	8	10,13
≥ sechs	26	4,49	1	3,85
Gesamt	579	100	110	

Tab. 30: Anzahl der Prothesen mit einer notwendigen Unterfütterung eingeteilt nach der Anzahl der Prothesenpfeiler

Bei den Prothesen mit sieben und acht Pfeilern wurde keine Unterfütterung dokumentiert. Auch bei den auf sechs Zähnen abgestützten Prothesen war nur bei einer eine Unterfütterung nötig. Prothesen mit fünf Pfeilern benötigten in 10,13% der Fälle eine Unterfütterung. Die Anzahl an Unterfütterungen war bei Prothesen mit vier (18,87%) und drei (19,25%) Pfeilerzähnen ähnlich häufig. Ein prozentualer Anstieg an Unterfütterungen war dann nochmal bei Arbeiten mit zwei Zähnen (25,51%) zu erkennen. Der größte Anteil (26,79%) war bei Prothesen, die auf nur noch einem Pfeilerzahn abgestützt waren, feststellbar (Tab. 30). Der Effekt war statistisch signifikant ( $p=0,000783$ ).

#### **4.2.2.3 Prothesenreparatur**

Während des Beobachtungszeitraums war bei 69 Prothesen eine Reparatur notwendig. Unter dem Begriff der Prothesenreparatur wurden hier folgende Versagensereignisse zusammengefasst:

- Verlust oder Bruch von Kunststoffzähnen
- Bruch von metallenen Prothesenteilen
- Bruch des Prothesenkunststoffs oder einfache Kunststoffreparaturen

### Prothesenreparatur in Abhängigkeit von der Versorgungsart

Mit 44 dokumentierten Fällen und damit einem Anteil von 15,02%, waren bei den Coverdenture-Prothesen signifikant häufiger ( $p=0,02114$ ) Reparaturen notwendig. Dagegen wurden mit 25 Prothesen nur 8,74% der Teilprothesen zur Reparatur abgegeben (Tab. 31).

Prothesenart	Anzahl der Prothesen	prozentualer Anteil an der Gesamtprothesenanzahl	Anzahl der Prothesen mit Reparatur	prozentualer Anteil mit Prothesenreparatur
Coverdenture	293	50,6	44	15,02
Teilprothese	286	49,4	25	8,74
Gesamt	579	100	69	

Tab. 31: Anzahl der Prothesen mit einer notwendigen Reparatur eingeteilt nach der Prothesenart

### Prothesenreparatur in Abhängigkeit von der Lokalisation

Bei Betrachtung der Prothesenverteilung auf Ober- und Unterkiefer in Bezug auf notwendige Prothesenreparaturen zeigte sich kein signifikanter Unterschied ( $p=0,4423$ ). Mit 37 (13,07%) Reparaturen der Oberkiefer- und 32 (10,81%) der Unterkieferprothesen war die Unterteilung nach diesen beiden Kriterien relativ ausgeglichen (Tab. 32).

Lokalisation	Anzahl der Prothesen	prozentualer Anteil an der Gesamtprothesenanzahl	Anzahl der Prothesen mit Reparatur	prozentualer Anteil mit Prothesenreparatur
Oberkiefer	283	48,88	37	13,07
Unterkiefer	296	51,12	32	10,81
Gesamt	579	100	69	

Tab. 32: Anzahl der Prothesen mit einer notwendigen Reparatur eingeteilt nach der Lokalisation

### Prothesenreparatur in Abhängigkeit zur Prothesenklassifikation

Beim Vergleich der einzelnen Einteilungsmöglichkeiten der Prothesen konnte bei den Klassifizierungen nach Kennedy kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Dagegen war bei der Unterteilung der Prothesen nach der Klassifizierung nach Steffel ein signifikanter Einfluss ( $p=0,001499$ ) zu erkennen (Tab. 33).

Prothesenklassifikation	Anzahl der Prothesen	prozentualer Anteil an der Gesamtprothesenanzahl	Anzahl der Prothesen mit Reparatur	prozentualer Anteil mit Prothesenreparatur
Kennedy bilateral	159	27,46	11	6,92
Kennedy unilateral	61	10,54	7	11,48
Kennedy unterbrochen	61	10,54	7	11,48
Kennedy frontale Schaltlücke	5	0,86	0	0
Steffel quadrangulär	50	8,63	1	2
Steffel triangulär	76	13,12	10	13,16
Steffel linear-sagittal	54	9,33	9	16,67
Steffel linear-transversal	33	5,7	12	36,36
Steffel linear-diagonal	26	4,49	5	19,23
Steffel punktuell	54	9,33	7	12,96
Gesamt	579	100	69	

Tab. 33: Anzahl der Prothesen mit einer notwendigen Reparatur eingeteilt nach den Prothesenklassifikationen

Im beobachteten Zeitraum war bei Prothesen, die der Kategorie Steffel-linear angehören signifikant häufiger eine Prothesenreparatur notwendig. Hier waren Prothesen der Klassifizierungen Steffel-linear-sagittal (16,67%) sowie Steffel-linear-diagonal (19,23%) ähnlich oft betroffen. Der größte Unterschied war bei der Gruppe Steffel-linear-transversal feststellbar. Hier hatten mit 12 von 33 Arbeiten, 36,36% eine Prothesenreparatur nötig.

#### Prothesenreparatur in Abhängigkeit von der Anzahl der Prothesenpfeiler

Bei Unterscheidung nach der unterschiedlichen Anzahl an Pfeilerzähnen, auf denen eine Prothese verankert sein kann, waren mit 19 Arbeiten am häufigsten, Prothesen auf zwei Pfeilern reparaturbedürftig. Arbeiten, die auf einem (12,5%), drei (10,56%), vier (11,32%) sowie fünf oder mehr (7,62%) Zähnen abgestützt waren, hatten ähnlich oft eine Reparatur nötig (Tab. 34). Hier ergab die statistische Auswertung keinen signifikanten Unterschied ( $p=0,104$ ).

Prothesenpfeiler	Anzahl der Prothesen	prozentualer Anteil an der Gesamtprothesenanzahl	Anzahl der Prothesen mit Reparatur	prozentualer Anteil mit Prothesenreparatur
einer	56	9,67	7	12,5
zwei	98	16,93	19	19,39
drei	161	27,81	17	10,56
vier	159	27,46	18	11,32
≥ fünf	105	18,13	8	7,62
Gesamt	579	100	69	

Tab. 34: Anzahl der Prothesen mit einer notwendigen Reparatur eingeteilt nach der Anzahl der Prothesenpfeiler



#### 4.2.2.4 Endgültiges Versagen

Als endgültiges Versagen wurde hier der Funktionsverlust einer eingegliederten Prothese bezeichnet. Hierbei gab es unterschiedlichste Gründe, die eine Prothese unbenutzbar machten. Diese reichten von Materialermüdung, über Prothesenbrüche bis hin zum multiplen Pfeilerzahnverlust, wobei diese Faktoren, für die statistische Auswertung, unter dem Versagensereignis endgültiges Versagen zusammengefasst wurden.

Insgesamt wurden im Beobachtungszeitraum 40 Prothesen als nicht weiter benutzbar eingestuft.

##### Endgültiges Versagen in Abhängigkeit von der Versorgungsart

Beim Vergleich der beiden untersuchten Versorgungsarten zeigte sich, dass die Verteilung mit 21 betroffenen Coverdenture-Prothesen (7,17%) und 19 Teilprothesen (6,64%) recht ausgewogen war. Hier war kein signifikanter Unterschied ( $p=0,8705$ ) feststellbar (Tab. 35).

Prothesenart	Anzahl der Prothesen	prozentualer Anteil an der Gesamtprothesenanzahl	Anzahl zu erneuernder Prothesen	prozentualer Anteil zu erneuernder Prothesen
Coverdenture	293	50,6	21	7,17
Teilprothese	286	49,4	19	6,64
Gesamt	579	100	40	

Tab. 35: Anzahl auszutauschender Prothesen eingeteilt nach der Prothesenart

##### Endgültiges Versagen in Abhängigkeit von der Lokalisation

In Bezug auf die Versorgungslage wurde sowohl im Unter- als auch im Oberkiefer bei jeweils 20 Prothesen ein Funktionsverlust festgestellt. Mit einem prozentualen Anteil von 7,0% der Oberkieferarbeiten und 6,8% der Unterkieferprothesen war hier kein signifikanter Unterschied ( $p=0,883$ ) zu erkennen (Tab. 36).

Lokalisation	Anzahl der Prothesen	prozentualer Anteil an der Gesamtprothesenanzahl	Anzahl zu erneuernder Prothesen	prozentualer Anteil zu erneuernder Prothesen
Oberkiefer	283	48,88	20	7,07
Unterkiefer	296	51,12	20	6,76
Gesamt	579	100	40	

Tab. 36: Anzahl auszutauschender Prothesen eingeteilt nach der Lokalisation

Endgültiges Versagen in Abhängigkeit zur Prothesenklassifikation

Bei der Gegenüberstellung der verschiedenen Prothesenklassifikationen zeigte sich ein signifikanter Unterschied.

Prothesenklassifikation	Anzahl der Prothesen	prozentualer Anteil an der Gesamtprothesenanzahl	Anzahl zu erneuernder Prothesen	prozentualer Anteil zu erneuernder Prothesen
Kennedy bilateral	159	27,46	6	3,77
Kennedy unilateral	61	10,54	4	6,56
Kennedy unterbrochen	61	10,54	9	14,75
Kennedy frontale Schaltlücke	5	0,86	0	0
Steffel quadrangulär	50	8,63	1	2
Steffel triangulär	76	13,12	2	2,63
Steffel linear-sagittal	54	9,33	5	9,26
Steffel linear-transversal	33	5,7	10	30,3
Steffel linear-diagonal	26	4,49	2	7,69
Steffel punktuell	54	9,33	1	1,85
Gesamt	579	100	40	

Tab. 37: Anzahl auszutauschender Prothesen eingeteilt nach den Prothesenklassifikationen

Am häufigsten waren Prothesen der Klasse Steffel-linear-transversal ( $p=0,00002$ ) betroffen. Hier mussten mit zehn von 33, ein Anteil von 30,3% der Arbeiten ausgetauscht werden. Bei den Klassifikationen nach Kennedy wurde bei neun Prothesen (14,75%) der Kategorie Kennedy-unterbrochen ( $p=0,00704$ ) ein Funktionsverlust festgestellt. Bei den anderen Klassen bestand kein signifikanter Unterschied (Tab. 37).

Endgültiges Versagen in Abhängigkeit von der Anzahl der Prothesenpfeiler

Prothesenpfeiler	Anzahl der Prothesen	prozentualer Anteil an der Gesamtprothesenanzahl	Anzahl zu erneuernder Prothesen	prozentualer Anteil zu erneuernder Prothesen
einer	56	9,67	2	3,57
zwei	98	16,93	16	16,33
drei	161	27,81	9	5,59
vier	159	27,46	10	6,29
≥ fünf	105	18,13	3	2,86
Gesamt	579	100	40	

Tab. 38: Anzahl auszutauschender Prothesen eingeteilt nach der Anzahl der Prothesenpfeiler

Von den insgesamt 98 Prothesen, die auf zwei Pfeilerzähnen abgestützt waren, mussten mit 16 Arbeiten (16,33%) signifikant mehr Prothesen erneuert werden ( $p=0,034$ ). Bei den weiteren Gruppen war der prozentuale Anteil erneuerungsbedürftiger Arbeiten recht ähnlich und kein signifikanter

Unterschied feststellbar. Prothesen mit drei und vier Pfeilerzähnen mussten in neun beziehungsweise zehn Fällen ausgetauscht werden. Bei den Arbeiten auf einem und fünf Pfeilern wurden nur zwei beziehungsweise drei Funktionsverluste festgestellt. Prothesen mit sechs und mehr Pfeilerzähnen mussten nicht erneuert werden (Tab. 38).

## 5 Diskussion

### 5.1 Diskussion der Methodik

Die adäquate Versorgung reduzierter Lückengebisse ist seit Jahrzehnten ein bedeutendes Thema der Zahnmedizin und somit oftmals zentrale Fragestellung in entsprechenden klinischen Studien.

Ziel der vorliegenden Studie war es, im Rahmen einer retrospektiven klinischen Analyse, das Langzeitverhalten von prothetischem Zahnersatz bezüglich der Häufigkeit der eingetretenen Komplikationen und Nachsorgemaßnahmen zu untersuchen.

Die Vorteile retrospektiver Studien liegen darin, dass sie meist kostengünstig und ethisch unbedenklich durchgeführt werden können, da den Studienteilnehmern durch die Auswertung von Behandlungsdokumentationen keinerlei Nachteil entstehen kann. Darin liegt allerdings gleichzeitig auch der Nachteil dieser Studienart, da beispielsweise durch eine lückenhafte Dokumentation eine gewisse Fehleranfälligkeit besteht. Gleiches gilt für vorliegende Studie, deren Ergebnisse durch unterschiedliche Faktoren wie die Kompetenz der Behandler, Qualität der zahntechnischen Arbeiten oder auch patientenindividuelle Besonderheiten beeinflusst werden können. Um diese Risiken so gering wie möglich zu halten, wurden die hier untersuchten Arbeiten von Studierenden der klinischen Kurse in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik unter Aufsicht von Oberärzten anhand fest vorgeschriebener Behandlungsabläufe hergestellt und eingegliedert. Um Unvollständigkeiten der Dokumentation vorzubeugen, wurden die Ergebnisse einer jeden durchgeführten Behandlung anschließend in der jeweiligen Patientenakte vermerkt. Für die Nutzung der Patientendaten wurde ein Ethikantrag gestellt und genehmigt (Auftrags-Nr. 524-14).

### 5.2 Diskussion der Ergebnisse

Insgesamt wurden die Daten von 410 Patienten analysiert, wobei die weiblichen Studienteilnehmer mit einem Anteil von 50,24% etwas in der Überzahl waren. Das durchschnittliche Alter der Patienten lag bei 64,73 Jahren. Die Personengruppe zwischen 60 und 70 Jahren war hierbei am häufigsten vertreten. Diese Erkenntnisse decken sich mit den meisten anderen vergleichbaren Studien [47, 48, 49].

#### 5.2.1 Sekundärkaries

In der vorliegenden Studie wurde an insgesamt 74 Zähnen eine Sekundärkarie diagnostiziert, was einem Anteil von 5,05% der aufgetretenen Komplikationen entspricht. Ähnliches zeigt die Studie von Möser [50], bei der nach fünf Jahren 2,6% und nach zehn Jahren 8% der Pfeiler eine

behandlungsbedürftige Karies zeigten. In der Studie von Kerschbaum [51] musste nach fünf Jahren im Schnitt etwa 5-10% eine Kariestherapie durchgeführt werden.

In Abhängigkeit von der Versorgungsart zeigten Zähne, welche mit einer Krone sowie einem Halteelement versorgt waren signifikant häufiger eine Sekundärkaries. Ein Grund hierfür könnte darin liegen, dass das Risiko einer Karies am Kronenrand in Kombination mit den zusätzlichen Nachteilen einer Klammerversorgung zu einem generell erhöhten Kariesrisiko führen kann.

Es zeigte sich, dass bei Zähnen mit einer zuvor bereits eröffneten Pulpa ein signifikant erhöhtes Risiko für Sekundärkaries bestand. Dies könnte darin begründet sein, dass diese Zähne meist einen ausgedehnten kariösen Defekt aufwiesen und die anschließende Füllung dementsprechend ausgedehnt gestaltet werden musste. Damit erhöht sich auch das Risiko für technische Komplikationen wie einen zu großen Randspalt als mögliche Prädilektionsstelle einer Sekundärkaries. Im Vergleich der initialen Versorgung der Pfeiler war dagegen kein signifikanter Unterschied feststellbar.

### **5.2.2 Wurzelkanalbehandlung**

Zu Untersuchungsbeginn wiesen 14,89% der Pfeilerzähne auf Grund vorausgegangener endodontischer Therapie, eine negative Vitalität auf. Im Laufe der Nachsorgemaßnahmen wurde dann an 55 Zähnen eine endodontische Behandlung nötig, was etwa 2,9% der Pfeiler entspricht. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt auch Möser [50], bei dem zu Beginn der Untersuchungen 19,4% der Zähne wurzelkanalbehandelt waren und im Laufe der ersten fünf Jahre an 3,4% der Zähne eine Wurzelkanalbehandlung notwendig wurde. In der vorliegenden Studie hatte die initiale Vitalität keinen signifikanten Einfluss auf eine später notwendige endodontische Behandlung. Auch bei Betrachtung der anderen Untersuchungsparameter wie der initialen Zahnbeweglichkeit, einer zuvor diagnostizierten Karies oder einer vorherigen Versorgung der Pfeiler zeigte sich kein signifikanter Unterschied. Gründe für die hier feststellbaren niedrigen Werte könnten beispielsweise die standardisierten Klinikabläufe mit der Kontrolle jedes Arbeitsschrittes durch Assistenz- und Oberärzte oder auch die Aufnahme in das anschließende, engmaschige Recallsystem liegen. Patienten, deren letzter Zahnarztbesuch vor Therapiebeginn teilweise Jahre zurücklag wurden danach regelmäßig kontrolliert und auf kleinste Veränderungen der Mundgesundheit aufmerksam gemacht, um Risikofaktoren die später eventuell eine Wurzelkanalbehandlung nötig machen könnten bereits frühzeitig zu minimieren.

### 5.2.3 Pfeilerzahnlockerung

Eine Erhöhung des feststellbaren Lockerungsgrades der Pfeilerzähne war bei 34 (5,9%) der eingesetzten Arbeiten zu beobachten. Hierzu variieren die Ergebnisse vergleichbarer Studien. Während beispielsweise Kern und Wagner [52] im Beobachtungszeitraum von zehn Jahren grundsätzlich eine Verschlechterung der parodontalen Richtwerte feststellen konnten, beobachteten Gernet et al. [53] sogar eine Verbesserung der Parameter der Pfeilerzähne im Vergleich zu untersuchten Nichtpfeilerzähnen.

Beim Vergleich der untersuchten Arbeiten in Bezug auf die Anzahl der verwendeten Pfeiler, waren hier Prothesen, die auf zwei Zähnen abgestützt waren mit einem Anteil von 10,2% signifikant am häufigsten betroffen. Generell zeigte sich, dass das Risiko für gelockerte Zähne mit einem Anstieg der Anzahl, der in den Prothesenverbund integrierten Zähne, kontinuierlich sank. Ähnliches zeigte sich auch bei Betrachtung der unterschiedlichen Prothesenklassifikationen. Während sich bei der Einteilung nach Kennedy keine großen Unterschiede ergaben, waren bei der Einteilung nach Steffel, Prothesen der Gruppe Steffel-linear tendenziell am häufigsten betroffen und bei der Untergruppe Steffel-linear-transversal ein signifikanter Unterschied erkennbar.

Betrachtet man die Veränderung der feststellbaren Lockerungsgrade während des Untersuchungszeitraums im Vergleich zur Ausgangssituation zeigte sich ebenfalls ein signifikanter Unterschied. Zähne, die bereits parodontal vorgeschädigt waren, hatten ein höheres Risiko für eine Verschlechterung ihres parodontalen Zustandes, wobei die prozentualen Unterschiede zwischen den betroffenen Zähnen mit Lockerungsgrad I (4,3%) und Lockerungsgrad II (4,5%) minimal waren. Dies zeigt aber zugleich, dass die Integration von parodontal bereits angeschlagenen Zähnen in den Prothesenverbund durchaus eine adäquate Lösung der Pfeilerzahnvermehrung darstellt. Einige Studien [54, 55] konnten sogar feststellen, dass sich durch die sekundäre Verblockung über eine Prothese, bereits gelockerte Zähne wieder festigen können. Wobei ein solcher Aspekt in der vorliegenden Studie nicht untersucht wurde.

### 5.2.4 Nicht erhaltungswürdige Pfeilerzähne

Während des untersuchten Zeitraums wurden 141 Zähne als nicht mehr erhaltungswürdig eingestuft und mussten extrahiert werden. Dies macht eine Verlustrate von etwa 7,3% der Gesamtpfeileranzahl aus, welche damit etwas niedriger ausfällt als es bei Möser [50] mit 11,5% oder Spiekermann [56] mit 19% nach 4,5 Jahren der Fall war.

Interessante Unterschiede zeigten sich in Bezug auf die gewählte Versorgungsart. Hier wurden in der vorliegenden Studie signifikant weniger Zähne, welche mit einer Gussklammer versorgt waren, extrahiert. Im Vergleich hatte Weimann [57] eine Extraktionsrate von 24,1% der Klammerzähne feststellen können.

Bei Betrachtung der unterschiedlichen Prothesenklassifikationen zeigte sich, dass die Steffelgruppen punktuell, linear-sagittal und linear-transversal signifikant häufiger mit extraktionswürdigen Zähnen zu kämpfen hatten. Ebenso war zu erkennen, dass die Wahrscheinlichkeit zur Extraktion eines Zahnes signifikant anstieg, wenn sich die Anzahl der verwendeten Pfeilerzähne verringerte. Dies deckt sich auch mit weiteren Studienergebnissen wie von Heners und Walther [58], die für Prothesen mit maximal drei Pfeilerzähnen eine Verlustrate von 20% ermittelten, wohingegen der Anteil, zu extrahierender Zähne, bei Prothesen mit mehr Pfeilerzähnen auf etwa 10% sank. Zu erklären wäre diese Beobachtung mit der zwangsläufig ungünstigeren Verteilung der Kaukräfte bei Abstützung auf nur noch wenig vorhandenen Restpfeilerzähnen.

In Bezug auf den Ausgangszustand der Pfeilerzähne zeigte sich ein signifikant höheres Verlustrisiko je ausgedehnter der initiale kariöse Defekt ausfiel. Den größten Anteil machten hier Pfeiler mit einer bereits eröffneten Pulpa aus, welche zwar im Sinne einer direkten Überkappung versorgt wurden, von denen später dann aber 22,2% extrahiert werden mussten. Auch eine feststellbare Zahnlockerung hatte signifikanten Einfluss. Hier ist festzuhalten, dass mit einem steigenden initialen Lockerungsgrad auch das Risiko für eine spätere Extraktion anstieg. Ebenso waren bei der zu Behandlungsbeginn ermittelten Vitalität der Pfeilerzähne signifikante Unterschiede zu erkennen. Hier ergab sich, dass Zähne mit einer zuvor bereits durchgeführten Wurzelbehandlung mit einem Anteil von etwa 15% deutlich häufiger entfernt werden mussten als vitale Zähne. Diese Ergebnisse decken sich mit den meisten vergleichbaren Studien und sind damit zu begründen, dass zur Pfeilerzahnvermehrung oftmals auch prognostisch fragwürdige Zähne mit in den Prothesenverbund integriert werden. Wenn sich der Zustand dieser Pfeiler dann allerdings über den Verlauf der Tragedauer auf Grund zusätzlicher Belastung verschlechtert, bleibt oftmals nur noch die Extraktion als letzte Therapiemöglichkeit bestehen.

Interessante Ergebnisse lieferte auch die nähere Betrachtung des Vitalitätszustandes der mit Teleskopkronen versorgten Pfeilerzähne, als größte Gruppe der verwendeten Halteelemente. Reagierten die Pfeiler initial negativ auf den Vitalitätstest so mussten mit 38 von 237 nicht vitalen Teleskopzähnen etwa 16% entfernt werden. Wurden die Teleskoppfeiler zu Behandlungsbeginn positiv auf ihre Vitalität getestet, wurden mit einem Anteil von 7,38% deutlich weniger Zähne extrahiert. Festzuhalten ist hier allerdings, dass in beiden Gruppen, die Extraktionsraten etwas über dem Durchschnitt aller untersuchten Pfeilerzähne lagen. Waren die Teleskoppfeiler zusätzlich noch

so geschwächt, dass vorher bereits ein Stiftaufbau nötig war, würde man erwarten, dass die Extraktionsrate entsprechend weiter ansteigt. Allerdings zeigte sich hier, dass Teleskope, die zusätzlich zu einer Wurzelbehandlung noch mit einem Stiftaufbau versorgt waren, mit einem Anteil von 13,6% tendenziell sogar etwas seltener entfernt werden mussten. Beim Vergleich aller Pfeilerzähne war dann allerdings kein großer Unterschied zwischen den Teleskop Pfeilern und den anderen verwendeten unterschiedlichen Halteelementen mit zusätzlichem Stiftaufbau zu erkennen. Hier wurden 14,3% der mit Klammern und 10,3% der mit Klammern und zusätzlicher Krone versorgten Zähne, später ähnlich oft als nicht mehr erhaltungswürdig eingestuft.

### 5.2.5 Druckstelle

In der vorliegenden Studie war das Auftreten von Druckstellen, das am häufigsten zu beobachtende Ereignis. Von den 579 eingegliederten Prothesen mussten 355 und damit ein Anteil von 61,3% bezüglich einer Druckstelle korrigiert werden. Zudem lässt sich erkennen, dass diese Nachsorgemaßnahme zum großen Teil in die Zeitspanne direkt nach Eingliederung der Prothese fällt. Diese Erkenntnisse decken sich auch mit den Beobachtungen von Schmitt-Plank [49] und Rehmann et al. [59], in deren Studien die meisten Druckstellen innerhalb der ersten Woche nach Eingliederung auftraten. Gründe hierfür könnten beispielsweise darin liegen, dass Patienten, die zum ersten Mal mit einer Prothese versorgt werden, oftmals eine etwas negativ behaftete Erwartungshaltung zeigen und sich an das Prothesentragen meist noch gewöhnen müssen. Da durch die Prothese die Kaukräfte neu verteilt werden, erscheint es zudem nur logisch, dass der dabei auf die Gewebe neu einwirkende Druck zunächst als störend oder sogar schmerzhaft empfunden werden kann, bis sich Zahnhalteapparat und Tegument an die neue Situation angepasst haben.

In dieser Studie war beim Vergleich der unterschiedlichen Prothesenarten ein signifikanter Unterschied festzustellen. Mit 76,1 % musste bei etwa  $\frac{3}{4}$  der Coverdenture-Prothesen eine Druckstelle entfernt werden. Im Gegensatz zu den Teilprothesen wird die Prothesenbasis hier entsprechend einer Totalprothese konstruiert und bedeckt dadurch einen deutlich größeren Teil der oralen Oberfläche, was entsprechend mehr Platz zum Entstehen unerwünschter Druckpunkte bietet.

Die Verteilung auf Ober- und Unterkiefer war hier mit 48,9% zu 51,1% recht ausgeglichen und statistisch nicht signifikant.

In Bezug auf die unterschiedlichen Prothesenklassifikationen waren Prothesen der Kategorie Steffel quadrangulär signifikant seltener von Druckstellen betroffen. Hier kann auf Grund der Verteilung der Pfeilerzähne ein Abstützungspolygon gebildet und die auftretenden Kräfte dadurch besser auf die



Pfeilerzähne übertragen werden, wodurch weniger Druck auf die übrigen Gewebe ausgeübt und Druckstellen vorgebeugt wird.

Druckstellen traten signifikant häufiger bei Prothesen auf, die mit drei oder weniger Zähnen nur noch eine geringe Restpfeileranzahl aufwiesen. Auch dies lässt sich dadurch erklären, dass je weniger Zähne zur Abstützung der Prothese vorhanden sind, ein größerer Teil der entstehenden Kräfte von den umliegenden Geweben aufgenommen werden muss und die Chance für eine unphysiologische Belastung steigt.

### **5.2.6 Unterfütterung**

Im Untersuchungszeitraum musste bei 110 Arbeiten die Prothesenbasis im Sinne einer Unterfütterung angepasst werden, was einem Anteil von 18,9% entspricht. Dieser Wert liegt im Bereich anderer Studien wobei die ermittelten Anteile mit etwa 14% bei Möser [50] und 44% bei Schmitt-Plank [49] teils stark variieren.

Bei den untersuchten Prothesen zeigte sich ein statistisch signifikanter Unterschied bezüglich der Prothesenart. Coverdenture-Prothesen hatten mit einem Anteil von 22,5% häufiger eine Unterfütterung nötig als die Teilprothesen mit einem Wert von 15,4%. Dies lässt sich ebenfalls mit der Gestaltung dieser Prothesenart und der damit verbundenen, deutlich größeren Prothesenbasis erklären. Zudem ist hier im Vorfeld oftmals die Entfernung von Zähnen mit einer schlechten Prognose notwendig. Durch das natürliche Remodeling nach der Extraktionstherapie und die Anpassung an die neuen Druckverhältnisse kommt es zum Umbau der durch die Prothesenbasis belasteten Schleimhaut und des Knochens, wodurch die auf der Ausgangslage hergestellte Prothese an Passung verlieren kann und angeglichen werden muss, um einer Destruktion und damit dem Verlust des Alveolarknochens vorzubeugen.

Beim Vergleich von Ober- und Unterkiefer mussten in der Literatur Unterkieferprothesen meist häufiger unterfüttert werden [49, 50]. In dieser Studie waren die notwendigen Unterfütterungen allerdings nahezu gleich verteilt.

Bezüglich der Prothesenklassifizierung war zu erkennen, dass Arbeiten der Klasse Kennedy-unterbrochen mit nur 6,6% signifikant seltener eine Unterfütterung nötig hatten. Dies könnte damit begründet werden, dass durch die beidseitig dentale Abstützung der Prothese im Lückenbereich eine bessere Übertragung der Kräfte auf den dentalen Faserapparat stattfindet und weniger Druck auf das Tegument ausgeübt wird, wodurch ein Absinken des Prothesensattels und damit verbundene Umbauvorgänge vermieden werden.

Die Ergebnisse ergaben, dass bei Prothesen mit einer geringeren Anzahl an Pfeilerzähnen signifikant häufiger eine Unterfütterung durchgeführt wurde. Stieg die Zahl der verwendeten Pfeiler an, minimierte sich die Anzahl der Unterfütterungen kontinuierlich. Da bei Verlust an dentalen Abstützungsmöglichkeiten entsprechend mehr Kraft vom Alveolarfortsatz aufgenommen werden muss, wird dieser entsprechend auch stärker umgebaut, was schneller zur Inkongruenz zwischen Prothesenbasis und Prothesenlager und damit verbundener schlechterer Prothesenpassung führt.

### 5.2.7 Prothesenreparatur

Da es sich bei Prothesen um Gebrauchsgegenstände des alltäglichen Lebens handelt, verwundert es nicht, dass diese beizeiten gewisse Abnutzungserscheinungen zeigen, welche aber durch einfache Reparaturen behoben werden können und so die Prothese weiterhin in Funktion bleiben kann. Von den 579 hier untersuchten, war dies bei 69 Arbeiten der Fall, was einem Anteil von 11,9% entspricht. Damit liegen die Ergebnisse dieser Untersuchung unter denen der meisten anderen Studien, welche prozentuale Werte ab etwa 30% angeben [60, 48]. Das könnte aber mitunter auch daran liegen, dass unter dem Begriff der Prothesenreparatur nicht immer die exakt gleichen Wiederherstellungsmaßnahmen zusammengefasst werden. So zählte Schmitt-Plank [49] beispielsweise die Druckstellenentfernung sowie notwendige Unterfütterungen zu diesem Punkt zusammen.

Beim Vergleich der Ober- und Unterkieferprothesen war kein statistisch signifikanter Unterschied feststellbar, auch wenn die Arbeiten im Oberkiefer mit 13% etwas häufiger betroffen waren als im Unterkiefer (10,8%). Im Gegensatz dazu zeigte die Gegenüberstellung der unterschiedlichen Prothesenarten, dass die Coverdenture-Prothesen mit einem Anteil von 15% signifikant häufiger eine Reparatur nötig hatten als die Teilprothesen. Durch die Gestaltung der Prothesenbasis im Sinne einer Vollprothese mit einer deutlich größeren Kunststoffbasis, welche weniger widerstandsfähig als die metallischen Anteile ist, scheint es nur logisch, dass es bei dieser Prothesenart häufiger zu kleinen Instandhaltungsmaßnahmen kommt.

Bei Betrachtung der unterschiedlichen Prothesenklassifikationen waren im Gegensatz zu anderen Studien [47, 61], die keine Unterschiede bezüglich der Pfeilerverteilung feststellen konnten, hier bei der Einteilung nach Steffel signifikante Unterschiede zu erkennen. Die Untersuchungen zeigten, dass Prothesen, welche unter der Kategorie Steffel-linear zusammengefasst werden können, reparaturanfälliger waren, wobei Steffel-linear-transversal mit 36,4% den höchsten Anteil aufwies. Dies lässt sich möglicherweise dadurch erklären, dass es durch die lineare Abstützung der Prothesen zur Bildung einer Rotationsachse kommt, um die sich die Prothese bereits bei geringsten

Abweichungen drehen kann. Durch die diametrale Belastung der Prothese kommt es bei Belastung beider Seiten zwangsläufig zur Entstehung von Spannungsspitzen, ausgehend vom Bereich der Rotationsachse. Dies würde auch erklären, warum Prothesen, welche auf zwei Zähnen abgestützt waren, am häufigsten repariert werden mussten. Wobei festzuhalten ist, dass die Ergebnisse bezüglich der Anzahl der verwendeten Prothesenpfeiler hier keine statistisch signifikanten Unterschiede zeigten.

### 5.2.8 Endgültiges Versagen

Innerhalb des Untersuchungszeitraums konnte bei insgesamt 40 Prothesen (6,9%) ein Funktionsverlust diagnostiziert werden, der eine Erneuerung der Arbeit zur Folge hatte. Damit liegt der Anteil der notwendigen Neuanfertigungen etwas unter den Werten der meisten anderen Studien. Dies könnte möglicherweise damit zusammenhängen, dass das Ereignis des endgültigen Versagens nicht einheitlich definiert ist. Schmitt-Plank [49] beispielsweise, bezeichnete bereits die Erneuerung einzelner Teleskope als Funktionsverlust, was den hohen Anteil von 30,9% ausgetauschter Prothesen erklären könnte. Möser [50] kam dagegen zu bereits deutlich niedrigeren Werten von etwa 11% Verlustrisiko nach zehn Jahren und Heners und Walther [62] stellten demgegenüber eine noch geringere Verlustrate von 3,3% neuangefertigter Arbeiten fest.

In dieser Arbeit war die Verteilung der Neuanfertigungen nach den unterschiedlichen Prothesenarten mit 21 Coverdenture - und 19 betroffenen Teilprothesen sehr ausgeglichen und statistisch nicht signifikant. Ähnliches zeigte sich auch beim Vergleich bezüglich der Versorgungslage. Hier waren mit jeweils 20 auszutauschenden Prothesen sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer keine statistisch signifikanten Unterschiede feststellbar. Diese Ergebnisse decken sich mit den meisten anderen Studien, in denen, falls feststellbar, lediglich geringe Unterschiede nachgewiesen werden konnten [43, 50, 63].

Bezüglich der Prothesenklassifikationen war dagegen ein signifikanter Unterschied zu erkennen. In der Gruppe der Steffel-Klassifikationen zeigten Prothesen der Kategorie Steffel-linear-transversal mit einer Verlustrate von 30,3% die deutlichsten Ergebnisse. Dies deckt sich mit den Erkenntnissen des Punktes der Prothesenreparatur, wo diese Prothesen ebenfalls den größten Anteil verzeichneten. Demnach mussten Arbeiten dieser Klassifikation nicht nur am häufigsten repariert, sondern später auch ersetzt werden. Bei der Einteilung nach Kennedy mussten Prothesen der Klasse Kennedy-unterbrochen am häufigsten ausgetauscht werden. Das lässt sich eventuell damit erklären, dass hier zahnbegrenzte und meist kleinere Lücken therapiert werden und deshalb aus verschiedenen

Gründen wie beispielsweise Ästhetik oder Tragekomfort situationsabhängig später doch noch auf festsitzende Alternativen wie Brücken oder Implantatversorgungen umgestiegen werden kann.

Beim Vergleich der Prothesen nach der Anzahl ihrer Pfeilerzähne mussten Arbeiten, die auf zwei Zähnen abgestützt waren mit einem Anteil von 16,3% signifikant am häufigsten ersetzt werden. Dies lässt sich damit erklären, dass bei der Therapie von Freiersituationen mit Teilprothesen häufig die endständigen Zähne als Pfeiler zur Abstützung genutzt werden. Geht einer dieser Zähne dann verloren ist meist eine Neuanfertigung der Arbeit notwendig. Dagegen scheinen Prothesen auf nur noch einem Pfeilerzahn hier mit nur 3,6% ein deutlich geringeres Verlustrisiko zu haben. Dies kann damit zusammenhängen, dass diese Arbeiten selbst bei Komplikationen wie dem Verlust des letzten Zahnes noch eine längere Zeit als Übergangslösung weiter in Funktion verbleiben. Generell lässt sich aber festhalten, dass Prothesen, die auf mehreren Zähnen verankert sind, tendenziell seltener ausgetauscht werden müssen. Diese Ergebnisse decken sich mit anderen Studien wie denen von Wenz et al. [43], Heners und Walther [58] oder Schüth [63], die feststellen konnten, dass Prothesen mit mindestens drei Pfeilerzähnen weniger Funktionsverluste zu verzeichnen hatten.

## 6 Zusammenfassung

Ziel der hier vorliegenden Dissertation war es, das Langzeitverhalten von herausnehmbarem Zahnersatz nach Eingliederung, bezüglich der im weiteren Verlauf notwendigen Nachsorgemaßnahmen zu untersuchen.

Hierfür wurden retrospektiv die Daten von 410 Patienten, welche im Zeitraum von 2003 bis 2013 in den klinischen Studentenkursen der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Ludwig-Maximilians-Universität München mit 293 Coverdenture- und 286 Teilprothesen versorgt wurden, ausgewertet. Das Patientenkollektiv war zusammengesetzt aus 206 Frauen und 204 Männern, deren Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Eingliederung bei etwa 64 Jahren lag.

Die häufigste Nachsorgemaßnahme war das Beseitigen einer Druckstelle (57%), gefolgt von der Extraktion eines Pfeilerzahns (9,6%) und einer notwendigen Reparatur der Prothese (9,6%). Eine spätere Unterfütterung war bei 9,4% der Arbeiten erforderlich. Die Entstehung einer Sekundärkaries war bei rund 5% der Restaurationen diagnostiziert worden und bei 3,8% zeigten Pfeilerzähne pulpitisches Beschwerden, die mit einer Wurzelkanalbehandlung therapiert werden mussten. Eine erhöhte Lockerung von Pfeilerzähnen konnte in 3,3% der Fälle festgestellt werden und mit einem Anteil von 2,7% war eine notwendige Erneuerung der kompletten Arbeit der Grund für Komplikationen.

Bei der Analyse der unterschiedlichen Parameter mit den aufgetretenen Ereignissen zeigten sich folgende Ergebnisse. Bezüglich des Auftretens einer Druckstelle waren Coverdenture-Prothesen, Arbeiten der Steffel-Klassen linear-sagittal, linear-diagonal, linear-transversal, triangulär und punktuell sowie Prothesen mit drei oder weniger Pfeilerzähnen signifikant häufiger betroffen.

Die Extraktion eines Pfeilerzahns war bei der Versorgung mit einer Gussklammer als Halteelement seltener nötig. Dagegen wurde bei Prothesen der Kategorien Steffel-punktuell, -linear-sagittal und -linear-transversal sowie bei Abstützung auf vier oder weniger Pfeilern signifikant häufiger ein Zahn entfernt. Der Ausgangszustand der Pfeilerzähne hatte ebenfalls einen signifikanten Einfluss auf die Extraktionsrate. Zähne, die auf den Vitalitätstest positiv reagierten, initial keine kariösen Läsionen und nur eine geringe Lockerung von maximal Grad I zeigten gingen seltener verloren.

Eine Prothesenreparatur war signifikant häufiger bei den eingesetzten Coverdenture-Prothesen und Arbeiten der Klassifikation Steffel-linear nötig.

Auch bezüglich einer späteren Unterfütterung waren Coverdenture-Prothesen häufiger betroffen. Gleiches galt für die Abstützung auf vier oder weniger Pfeilerzähnen. Dagegen mussten Arbeiten der Klasse Kennedy-unterbrochen signifikant seltener unterfüttert werden.

In der vorliegenden Studie zeigten Pfeilerzähne, die zusätzlich zum Halteelement noch mit einer Krone versorgt waren, signifikant häufiger eine Sekundärkaries als die restlichen Versorgungsformen. War bei einem Pfeilerzahn zu Therapiebeginn ein so ausgedehnter kariöser Defekt feststellbar, der bereits zu einer Pulpeneröffnung führte, war das Risiko für die Entstehung einer Sekundärkaries signifikant erhöht.

Beim Vergleich der unterschiedlichen Einflussfaktoren in Bezug auf später auftretende pulpitischer Beschwerden mit einhergehender Wurzelkanalbehandlung waren keine signifikanten Unterschiede feststellbar.

Bei Prothesen der Klassifikation Steffel-linear-transversal und Abstützung auf nur drei oder weniger Zähnen, war signifikant häufiger eine erhöhte Beweglichkeit der Pfeilerzähne zu erkennen. Zudem trat bei Pfeilern, welche initial bereits mit einer Lockerung diagnostiziert wurden, signifikant häufiger einer Erhöhung des Lockerungsgrades auf als bei parodontal gesunden Zähnen.

Ein kompletter Funktionsverlust und eine damit verbundene Neuanfertigung der Prothese war bei den Klassifikationen Steffel-linear-transversal und Kennedy-unterbrochen und bei Abstützung auf zwei Pfeilerzähnen signifikant häufiger festzustellen.

Diese Arbeit deckt sich in den meisten Fällen mit den Erkenntnissen anderer Studien und kommt zu dem Schluss, dass trotz der aufgetretenen Komplikationen, die Versorgung von Lückengebissen mit auf natürlichen Pfeilerzähnen verankertem, herausnehmbarem Zahnersatz nach wie vor eine adäquate Therapiemöglichkeit darstellt.

## 7 Literaturverzeichnis

- [1] „[https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressekonferenzen/2019/Bevoelkerung/statement-bevoelkerung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressekonferenzen/2019/Bevoelkerung/statement-bevoelkerung.pdf?__blob=publicationFile),“ [Online].
- [2] „<https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Demografischer-Wandel/demografie-mitten-im-wandel.html>,“ [Online].
- [3] „Bevölkerungsentwicklung bis 2060 - Ergebnisse der 13. Koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung - Aktualisierte Rechnung auf Basis 2015,“ 27 März 2017. [Online]. Available: <https://www.destatis.de>.
- [4] R. Jordan und W. Michaelis, Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie, Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV, 2016.
- [5] Institut der Deutschen Zahnärzte, Ursachen des Zahnverlustes in Deutschland - Dokumentation einer bundesweiten Erhebung (2007), Köln: IDZ, 2011.
- [6] Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung und Bundeszahnärztekammer, Fünfte deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V) - Kurzfassung, Berlin/Köln, 2016.
- [7] M. Behr, „Braucht der Mensch Zähne,“ *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, Nr. 58(7), pp. 393-400, Juli 2003.
- [8] M. Walter, „Zahnverlust - Zahnersatz,“ *Zahnmedizin up2date*, Nr. 1(1), pp. 41-60, Oktober 2007.
- [9] J. R. Strub, M. Kern, J. C. Türp, S. Witkowski, G. Heydecke und S. Wolfart, Curriculum Prothetik, 4. überarbeitete und erweiterte Auflage, Bd. 3, Berlin: Quintessenz Verlags-GmbH, 2011.
- [10] D. J. Witter, W. H. van Palenstein Helderma, N. H. J. Creugers und A. F. Käyser, „The shortened dental arch concept and its implications for oral health care,“ *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, pp. 249-258, August 1999.
- [11] H. Tschernitschek, „Misserfolge in der zahnärztlichen Prothetik - Ursachen erkennen und vermeiden,“ *Zahnmedizin up2date*, Nr. 6(5), pp. 495-510, Oktober 2012.
- [12] N. Müller, „Kaudruckableitung und -verteilung beim abnehmbaren Zahnersatz,“ *Zahnmedizin up2date*, Nr. 3(6), pp. 627-644, 2009.

- [13] V. Szentpétery und J. Setz, Das stark reduzierte Restgebiss - Versorgung mit Teleskopprothetik, Berlin: Quintessenz Verlags-GmbH, 2016.
- [14] P. Pospiech, „Ist die herausnehmbare Teilprothese noch up to date?“, *Zahnmedizin up2date*, Nr. 9(2), pp. 149-169, März 2015.
- [15] V. L. Steffel, „Planning removable partial dentures,“ *The Journal of Prosthetic Dentistry*, Nr. 12, pp. 524-535, 1962.
- [16] T. Brunner und M. Kundert, Grüstprothetik - Planungsrichtlinien und Konstruktionsvorschläge, Basel: Karger, 1988.
- [17] S. Palla und F. Ruggia, „Verfahren der klammerlosen Modellgussprothese,“ *Quintessenz Zahnmedizin*, Nr. 62(4), p. 479–492, 2011.
- [18] W. Gernet, R. Biffar, N. Schwenzer und M. Ehrenfeld, Zahnärztliche Prothetik, Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2011.
- [19] M. Gente und M. Willamowski, Zahnärztliche Werkstoffkunde, Spitta Verlag, 2018.
- [20] R. Marxkors, „Stellenwert der klammerverankerten Modellgußprothese,“ Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund-, und Kieferheilkunde, Münster, 1997.
- [21] G. Graber, Farbatlanten der Zahnmedizin, Band 3 - Partielle Prothetik, Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1992.
- [22] P. Pospiech, Die prophylaktisch orientierte Versorgung mit Teilprothesen, Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2001.
- [23] B. Wöstmann und P. Rehmann, „Definitive Versorgung des Lückengebisses mit herausnehmbarem Zahnersatz - Differentialindikationen,“ Deutsche Gesellschaft für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien e.V., 2011.
- [24] K. Kimmel, „Verbindungselemente mit vielseitiger Funktion,“ *Das Deutsche Zahnärzteblatt*, Nr. 113(11), pp. 490-497, 2004.
- [25] R. Marxkors, Lehrbuch der zahnärztlichen Prothetik, Köln: Deutsche Zahnärzte Verlag, 2010.
- [26] H. Biffar, „Die gegossene Teilprothese,“ *Zahnmedizin up2date*, Nr. 2(2), pp. 125-144, 2007.



- [27] M. Naumann, G. Heydecke und T. Joda, „Prothetische Rehabilitation im parodontal geschädigten (aber sanierten) Gebiss,“ Deutsche Gesellschaft für zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde, 2010.
- [28] N. Zitzmann, „Parodontale Therapie und prothetische Versorgung im parodontal vorgeschädigten Gebiss,“ *Zahnmedizin up2date*, Nr. 6(1), pp. 59-81, 2012.
- [29] B. Wöstmann, A. Podhorsky und P. Rehmann, „Abnehmbarer Zahnersatz im 21. Jahrhundert,“ *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, Nr. 68(10), pp. 616-626, 2013.
- [30] M. Kern, „Langzeitbewährung von Doppelkronen,“ *Quintessenz Zahntechnik*, Nr. 33(12), pp. 1482-1494, 2007.
- [31] K. Körber und M. Blum, *Das rationelle Teleskopsystem - Einführung in Klinik und Technik*, Heidelberg: Dr. Alfred Hüthig Verlag, 1988.
- [32] K. M. Lehmann, M. Gente, H.-J. Wenz und K. Hertrampf, „Berichte zur „Marburger Doppelkrone“,“ Philipps-Universität Marburg, 2001.
- [33] K.-H. Körber, „Über die Genauigkeit der variablen Haftkraft von Konuskronen,“ *ZWR*, Nr. 114(5), pp. 194-202, 2005.
- [34] C. Weinbach und H.-C. Lauer, „Doppelkronenversorgungen - noch up2date?,“ *Zahnmedizin up2date*, Nr. 6(4), pp. 323-342, 2012.
- [35] H. Böttger, *Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Prothetik*, Leipzig: Barth Verlag, 1973.
- [36] U. Stüttgen und L. Hupfaut, *Kombiniert festsitzend-abnehmbarer Zahnersatz*. In: Koeck: *Praxis der Zahnheilkunde: Teilprothesen*, München: Urban & Schwarzenberg, 1996.
- [37] K.-H. Körber, „Konuskronen - ein physikalisch definiertes Teleskopsystem,“ *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, pp. 619-630, 1968.
- [38] K. M. Lehmann und M. Gente, *Doppelkronen als Verankerung von abnehmbarem Zahnersatz*, München/Wien: Deutscher Zahnärztekalendar, 1988.
- [39] M. Hofmann, „Die Versorgung von Gebissen mit einzelstehenden Restzähnen mittels Cover-Denture-Prothesen,“ *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, Nr. 21, pp. 478-482, 1966.

- [40] M. Hofmann und P. Ludwig, „Die teleskopierende Totalprothese im stark reduzierten Lückengebiss,“ *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, Nr. 28, pp. 2-17, 1973.
- [41] H. Stark und M. Kern, „Die prothetische Versorgung des alten Menschen,“ *Quintessenz Zahnmedizin*, Nr. 53, pp. 359-371, 2002.
- [42] W. Niedermeier und E. Rießner, „Beweglichkeit von Prothesenpfeilern unter dem Einfluss verschiedenartiger Konstruktionselemente,“ *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, Nr. 49, pp. 25-29, 1994.
- [43] H. J. Wenz, K. Hertrampf, A. Sonnenschein und K. Lehmann, „Clinical longevity of removable partial dentures retained by telescopic crowns: Outcome of the double crown with clearance fit,“ *International Journal of Prosthodontics*, Nr. 14, pp. 207-2013, 2001.
- [44] H. Stark und H. Schrenker, „Bewährung teleskopverankerter Prothesen - eine klinische Langzeitstudie,“ *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, Nr. 53, pp. 183-186, 1998.
- [45] W. B. Fressmeyer, *Konstruktionselemente in der zahnärztlichen Prothetik*, München/Wien: Hanser, 1987.
- [46] J.-F. Roulet und S. Zimmer, *Prophylaxe und Präventivzahnmedizin*, Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2003.
- [47] M. Behr, E. Hofmann, M. Rosentritt, R. Lang und G. Handel, „Technical failure rate of double crown – retained removable partial dentures,“ *Clinical Oral Investigations*, Nr. 4, pp. 87-90, 2000.
- [48] A. Nickenig, R. Friedrich und T. Kerschbaum, „Steg-Gelenk - vs. Teleskop-Prothesen im reduzierten Restgebiss,“ *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, Nr. 48, pp. 566-569, 1993.
- [49] C. Schmitt-Plank, „Langfristige Bewährung von Freienteleskopprothesen mit ausschließlicher Verankerung auf den Eckzähnen des Unterkiefers; Dissertation,“ Gießen, 2003.
- [50] M. Möser, „Verweildauer von Teleskopkronen und - Prothesen in einer zahnärztlichen Praxis; Dissertation,“ Köln, 1997.
- [51] T. Kerschbaum, *Praxis der Zahnheilkunde: Kronen und Brücken – Langzeitergebnisse und Konsequenzen*, Bd. 5, München: Urban und Schwarzenberg, 1999.

- [52] M. Kern und B. Wagner, „Periodontal findings in patients 10 years after insertion of removable partial dentures,“ *Journal of Oral Rehabilitation*, Nr. 28(11), pp. 991-7, 2001.
- [53] W. Gernet, O. Adam und W. Reither, „Nachuntersuchungen von Teilprothesen mit Konuskronen nach K. H. Körber,“ *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, Nr. 38, pp. 998-1001, 1983.
- [54] S. Muhs, „Überlebenszeit und Nachsorgebedarf von teleskopierend verankertem partiellem Zahnersatz; Dissertation,“ Münster, 2006.
- [55] B. Vosbeck, „Nachuntersuchungen von Teleskopprothesenträgern; Dissertation,“ Düsseldorf, 1989.
- [56] H. Spiekermann, „Nachuntersuchung von Modellgußprothesen nach vierjähriger Tragezeit,“ *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, Nr. 30, pp. 689-691, 1975.
- [57] F. Weimann, „Zur durchschnittlichen Verweildauer von klammerverankerten Einstückgußprothesen; Dissertation,“ Gießen, 2000.
- [58] M. Heners und W. Walther, „Die Prognose von Pfeilerzähnen bei stark reduziertem Restzahnbestand,“ *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, Nr. 45, pp. 579-581, 1990.
- [59] P. Rehmann, C. Schmitt-Plank, M. Balkenhol, B. Wöstmann und P. Ferger, „Klinische Bewährung von Teleskop-Prothesen mit ausschließlicher Verankerung auf den Kiefereckzähnen,“ *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, Nr. 59, pp. 581-584, 2004.
- [60] B. Wagner und M. Kern, „Clinical evaluation of removable partial dentures 10 years after insertion: success rate, hygienic problems, and technical failures,“ *Clinical Oral Investigations*, Nr. 4, pp. 74-80, 2000.
- [61] E. Hofmann, M. Behr und G. Handel, „Frequency and costs of technical failures of clap- and double crown- retained partial dentures,“ *Clinical Oral Investigations*, Nr. 6, pp. 104-108, 2002.
- [62] M. Heners und W. Walther, „Pfeilerverteilung und starre Verblockung - eine klinische Langzeitstudie,“ *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, Nr. 43, pp. 1122-1126, 1988.
- [63] B. Schüth, „Die langfristige Bewährung von herausnehmbarem Zahnersatz; Dissertation,“ Münster, 1997.

## 8 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Altersvergleich der deutschen Bevölkerung von 2018 und 2060	7
Abb. 2: Mittlere Anzahl ersetzter Zähne nach verschiedenen Versorgungsformen bei 65- bis 74-Jährigen im Vergleich von DMS III (1997), DMS IV (2005) und DMS V (2014)	8
Abb. 3: Einteilung von Lückengebissen nach der Kennedy-Klassifikation	11
Abb. 4: Abstützungsmöglichkeiten von Prothesen nach der Steffel-Klassifikation	12
Abb. 5: Bestandteile einer Gussklammer	18
Abb. 6: Verlauf des Retentionsarms einer Gussklammer	19
Abb. 7: Lage des Führungsarms (lingual) einer Gussklammer beim Ein- und Ausgliedern	20
Abb. 8: Konuswinkel als Hälfte des Kegelwinkels	24
Abb. 9: Resilienzteleskop in unbelastetem (links) und belastetem (rechts) Zustand	27
Abb. 10: Patientenverteilung nach Geschlecht	30
Abb. 11: Prozentuale Verteilung nach Prothesenart	31
Abb. 12: Verteilung der eingesetzten Arbeiten pro Jahr	34
Abb. 13: Verteilung der Prothesenarten nach Geschlecht	35
Abb. 14: Verteilung der Pfeilerzähne nach Prothesenart	36
Abb. 15: Vitalität der Pfeilerzähne bei Eingliederung	37
Abb. 16: Verteilung der verwendeten Stiftsysteme	37
Abb. 17: Verteilung der Pfeilerzähne nach Lockerungsgrad	38
Abb. 18: Verteilung der Pfeilerzähne nach Ausmaß der kariösen Läsion	39
Abb. 19: Verteilung der Pfeilerzähne nach initialer Versorgung	39
Abb. 20: Verteilung der Pfeilerzähne nach verwendeter Prothesenverankerung	40
Abb. 21: Verteilung der eingesetzten Prothesen nach Versorgungslage	41
Abb. 22: Verteilung der eingesetzten Arbeiten nach Anzahl der verwendeten Pfeilerzähne	42
Abb. 23: Verteilung der Teilprothesen nach der Kennedy-Klassifikation	43
Abb. 24: Verteilung der Coverdenture-Prothesen nach der Steffel-Klassifikation	43

Abb. 25: Boxplott-Diagramm der aufgetretenen Komplikationen der Pfeilerzähne	45
Abb. 26: Boxplott-Diagramm der aufgetretenen Komplikationen der Prothesen	56

## 9 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Prozentuale Verteilung der Ursachen für Zahnextraktionen	9
Tab. 2: Altersverteilung der Patienten bei Eingliederung	35
Tab. 3: Medianwerte und Interquartilsabstände der aufgetretenen Komplikationen an den Pfeilerzähnen in Jahren	46
Tab. 4: Anzahl und Häufigkeit der Komplikationen der Pfeilerzähne	46
Tab. 5: Anzahl der Zähne mit Sekundärkaries eingeteilt nach der Pfeilerversorgung	47
Tab. 6: Anzahl der Zähne mit Sekundärkaries eingeteilt nach dem initialen Zahnstatus	47
Tab. 7: Anzahl der Zähne mit Sekundärkaries eingeteilt nach der initialen Pfeilerversorgung	48
Tab. 8: Anzahl der Zähne mit notwendiger Wurzelkanalbehandlung eingeteilt nach dem Sensibilitätszustand	48
Tab. 9: Anzahl der Zähne mit notwendiger Wurzelkanalbehandlung eingeteilt nach der Zahnbeweglichkeit	49
Tab. 10: Anzahl der Zähne mit notwendiger Wurzelkanalbehandlung eingeteilt nach initial bestehender Karies	49
Tab. 11: Anzahl der Zähne mit notwendiger Wurzelkanalbehandlung eingeteilt nach der initialen Pfeilerversorgung	50
Tab. 12: Anzahl der Zähne mit erhöhter Beweglichkeit eingeteilt nach der Anzahl der Prothesenpfeiler	50
Tab. 13: Anzahl der Zähne mit erhöhter Beweglichkeit eingeteilt nach den Prothesenklassifikationen	51
Tab. 14: Anzahl der Zähne mit erhöhter Beweglichkeit eingeteilt nach der initialen Zahnbeweglichkeit	52
Tab. 15: Anzahl nicht erhaltungswürdiger Zähne eingeteilt nach der Pfeilerversorgung	52
Tab. 16: Anzahl nicht erhaltungswürdiger Zähne eingeteilt nach den Prothesenklassifikationen	53
Tab. 17: Anzahl nicht erhaltungswürdiger Zähne eingeteilt nach der Anzahl der Prothesenpfeiler	54
Tab. 18: Anzahl nicht erhaltungswürdiger Zähne eingeteilt nach initial bestehender Karies	54
Tab. 19: Anzahl nicht erhaltungswürdiger Zähne eingeteilt nach der initialen Zahnbeweglichkeit	55

---

Tab. 20: Anzahl nicht erhaltungswürdiger Zähne eingeteilt nach dem Sensibilitätszustand	55
Tab. 21: Medianwerte und Interquartilsabstände der aufgetretenen Komplikationen an den Prothesen in Jahren	56
Tab. 22: Anzahl und Häufigkeit der Komplikationen der Prothesen	57
Tab. 23: Anzahl der Prothesen mit einer Druckstelle eingeteilt nach der Prothesenart	58
Tab. 24: Anzahl der Prothesen mit einer Druckstelle eingeteilt nach der Lokalisation	58
Tab. 25: Anzahl der Prothesen mit einer Druckstelle eingeteilt nach den Prothesenklassifikationen	59
Tab. 26: Anzahl der Prothesen mit einer Druckstelle eingeteilt nach der Anzahl der Prothesenpfeiler	60
Tab. 27: Anzahl der Prothesen mit einer notwendigen Unterfütterung eingeteilt nach der Prothesenart	60
Tab. 28: Anzahl der Prothesen mit einer notwendigen Unterfütterung eingeteilt nach der Lokalisation	61
Tab. 29: Anzahl der Prothesen mit einer notwendigen Unterfütterung eingeteilt nach den Prothesenklassifikationen	61
Tab. 30: Anzahl der Prothesen mit einer notwendigen Unterfütterung eingeteilt nach der Anzahl der Prothesenpfeiler	62
Tab. 31: Anzahl der Prothesen mit einer notwendigen Reparatur eingeteilt nach der Prothesenart	63
Tab. 32: Anzahl der Prothesen mit einer notwendigen Reparatur eingeteilt nach der Lokalisation	63
Tab. 33: Anzahl der Prothesen mit einer notwendigen Reparatur eingeteilt nach den Prothesenklassifikationen	64
Tab. 34: Anzahl der Prothesen mit einer notwendigen Reparatur eingeteilt nach der Anzahl der Prothesenpfeiler	64
Tab. 35: Anzahl auszutauschender Prothesen eingeteilt nach der Prothesenart	65
Tab. 36: Anzahl auszutauschender Prothesen eingeteilt nach der Lokalisation	65
Tab. 37: Anzahl auszutauschender Prothesen eingeteilt nach den Prothesenklassifikationen	66
Tab. 38: Anzahl auszutauschender Prothesen eingeteilt nach der Anzahl der Prothesenpfeiler	66

## **10 Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen beteiligten Personen bedanken, die mich bei der Anfertigung meiner Dissertation unterstützt haben. Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. D. Edelhoff und Herrn Dr. J.-M. Pho Duc für die Überlassung des Themas, die Korrektur und die freundliche Betreuung.

Ein spezieller Dank gilt meiner Familie, die mich zu jeder Zeit unterstützt hat.



## 11 Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, Christian Stehberger, an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema: „Retrospektive klinische Studie zum Langzeitverhalten von herausnehmbarem parodontal getragenen Zahnersatz über einen Zeitraum von bis zu zehn Jahren“ selbstständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiterer Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

München, 28.06.2023

---

Ort, Datum

Christian Stehberger

---

Unterschrift Doktorand