



AUS DEM LEHRSTUHL FÜR ZAHNÄRZTLICHE PROTHETIK  
PROF. DR. GERHARD HANDEL  
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

„Retrospektive Studie drei- und viergliedriger metallkeramischer Brücken auf Basis einer hochgoldhaltigen Edelmetall-Legierung.  
Häufigkeit von Sekundärkaries, Pulpitis, Parodontitis und Lockerung der Zementierung.“

**Inaugural – Dissertation**  
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin  
der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

Vorgelegt von Christina Witzany

2013

Dekan: Prof. Dr. Dr. Torsten Reichert  
1 . Berichterstatter: Prof. Dr. Michael Behr  
2 . Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. Peter Proff  
Tag der mündlichen Prüfung Dienstag, 24. September 2013

**Meiner Familie gewidmet**

## **Inhaltsverzeichnis**

Inhaltsverzeichnis.....	5
1 Einleitung.....	7
2 Grundlagen.....	9
2.1 Brückenzahnersatz .....	9
2.1.1 Aufbau, Aufgabe und Definition von Brücken.....	9
2.1.2 Einteilung von Brückenzahnersatz .....	10
2.2 Brückenrisikofaktoren – Eine Übersicht.....	11
2.2.1 Brückenrisikofaktoren .....	11
2.2.2 Parodontitis .....	12
2.2.3 Zementlockerung bzw. Retentionsverlust.....	14
2.2.4 Pulpitische Beschwerden .....	17
2.2.5 Karies bzw. Sekundärkaries .....	20
2.3 vergleichende Studien.....	21
3 Material und Methode .....	25
3.1 Aufgabenstellung.....	25
3.2 Datenmaterial und Suchkriterium.....	25
3.3 Strukturierte Datenerfassung mit Hilfe des Programmes SPSS .....	27
3.4 Statistische Verfahren .....	28
3.4.1 Überlebenszeitanalyse .....	28
3.4.2 Kaplan-Meier-Methode.....	29
3.4.3 Log-Rang-Test .....	30
3.4.4 Cox-Regressionsmodell .....	30
4 Ergebnisse .....	32
4.1 Deskriptive Statistik.....	32
4.1.1 Demographische Merkmale des Patientengutes .....	32
4.1.2 Merkmale der Metallkeramikbrücken .....	33
4.2 Analytische Statistik .....	38

## Inhaltsverzeichnis

4.2.1	Überlebenszeitanalyse allgemein.....	38
4.2.2	Parodontitis .....	39
4.2.3	Zementlockerung.....	41
4.2.4	Irreversible Pulpitis.....	44
4.2.5	Sekundärkaries .....	45
5	Diskussion.....	47
5.1	Diskussion der Methodik.....	47
5.2	Diskussion der Ergebnisse .....	50
5.2.1	Allgemeine Überlebensdauer.....	50
5.2.2	Parodontitis .....	51
5.2.3	Zementlockerung.....	52
5.2.4	Irreversible Pulpitis.....	53
5.2.5	Sekundärkaries .....	54
6	Zusammenfassung.....	57
7	Literaturverzeichnis.....	59
8	Abkürzungsverzeichnis .....	64
9	Abbildungsverzeichnis.....	65
10	Tabellenverzeichnis .....	66
11	Danksagung .....	67

## 1 Einleitung

Die Versorgung durch festsitzenden Zahnersatz in Form von Metallkeramikbrücken ist seit mehr als 50 Jahren Mittel der Wahl in der prothetischen Therapie. Durch die Publikationen der US-Amerikaner Silver, Klein, Howard und Brecker ist 1956 der Startschuss für die Ära der keramisch verblendeten Restaurationen gefallen [Kerschbaum, 2006]. Seit vielen Jahren ist in der Zahnmedizin eine Kronen- und Brückenversorgung Goldstandard zum Ersatz von Defekten, die durch Karies, Trauma, Verfärbung devitaler Zähne, genetisch bedingten Zahnhartsubstanzdefekten oder Zahnverlust entstanden sind [Rosenstiel et al., 2004; De Backer et al., 2006]. Ein wichtiges Bewertungskriterium für den Erfolg einer zahnärztlich prothetischen Therapie ist die Funktionsperiode bis zu einem definierten Zielereignis, wie z. B. Pfeilerverlust, Neuanfertigung der Restauration oder erste Reparatur. Eine „Überlebenszeitanalyse“ [Ziegler, 2007], d. h. eine Untersuchung der Restauration über einen definierten Zeitraum unter Praxisbedingungen, liefert hierbei aussagekräftige Ergebnisse.

Dabei gilt zu beachten, dass Zahnersatz wie jede andere medizinische Therapie, gewisse Nebenwirkungen, die in Simulationen und Laboruntersuchungen nicht auf ihre biologische Wertigkeit untersucht werden können, entwickeln kann.

In der vorliegenden Arbeit analysierte Nebenwirkungen sind:

- Sekundärkaries am Kronenrand
- Parodontale Komplikationen im gingivalen Rand- und Konturbereich der Restaurationen
- Vitalitätsverluste im Anschluss an eine Brückenpräparation
- Retentionsverluste/Zementlockerungen

Bisher sind nur wenige umfangreiche Daten hinsichtlich des Langzeiterfolgs von prothetischen Restaurationen verfügbar. Ein Vergleich der vorhandenen Studien ist manchmal nicht möglich, da sich diese nicht nur innerhalb ihres Studiendesigns, sondern auch bezüglich ihrer Bewertungsparameter, der Beobachtungsdauer, der Teilnehmerzahl oder der angewandten Analysetechnik unterscheiden. Von Leempoel (1987) erschien eine ausführliche Darstellung der Grundproblematik, die Karlsson (1989) noch einmal bestätigt hat.

In der aktuell vorliegenden Studie waren von den drei- und viergliedrigen Metallkeramikbrücken nach einer Tragedauer von 10 Jahren noch 84% funktionstüchtig – ein

## Einleitung

Wert der von weiteren Studien exemplarisch unterstützt wurde [Hochman et al., 2003; Näpänkangas et al., 2002; Walton, 2003].

Ziel der vorliegenden Studie war es, Daten über die vorher definierten Verlustrisiken „Parodontitis“, „Zementlockerung“, „endodontische Behandlung“ oder „Sekundärkarries“ aus den Patientenakten zu sammeln und auszuwerten. Keramikabplatzungen als weiteres Verlustrisiko in Verbindung mit Metallkeramikbrücken wurde in einer anderen Dissertation [Schreier, 2012] ausführlich behandelt.

Im Rahmen dieser Studie wurde die Tragedauer der Restaurationen in Abhängigkeit von verschiedenen Kovariablen analysiert und der Grund für einen Misserfolg dokumentiert. Neben Alter, Geschlecht, Pfeilertopographie und anatomischer Lage wurde außerdem das Aufbaumaterial, Art des Befestigungszementes und die Legierung festgehalten.

Diese keramisch verblendeten drei- und viergliedrigen Edelmetallbrücken wurden an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Universität Regensburg zwischen 1984 und 2009 eingesetzt. Anhand der Einträge in den Patientenakten wurden die potenziellen Risikofaktoren analysiert und die „Überlebensrate“ [Ziegler, 2007] sowie die „Hazard Rate ( $\lambda$ )“ [Weiß, 2008] für das Versagen der Restauration pro Jahr ermittelt.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Brückenzahnersatz

#### 2.1.1 Aufbau, Aufgabe und Definition von Brücken

Eine Brücke besteht aus den Brückenspulen und mindestens einem Brückenzwischenstück zum Ersatz des verloren gegangenen Zahnes. Die Spulenzähne begrenzen die Lücke und werden zur Aufnahme der Brückenanerker zirkular beschliffen [Hupfauf et al., 1987; Strub et al., 2005] (vgl. Abb. 1).

Die Brücke als festsitzender Zahnersatz dient in erster Linie zum Lückenschluss, zur Wiederherstellung des orofazialen Systems, sowie der Ästhetik und Phonetik. Zahnverlust führt zur Unterbrechung oder Verkürzung der Zahnreihe oder zur kompletten Auflösung einer Stützzone. Dadurch kommt es zu Elongationen, Zahnwanderungen und erhöhten Risiko für Karies und Parodontopathien, sowie Okklusionsstörungen und Abrasionen. Der Gewebeverlust führt zum Knochenabbau, mit weiteren Folgen für das Kausystem, wie beispielsweise Dysfunktionen im Bereich der Muskelaktivität und damit auch des Kiefergelenks [Marxkors, 2010].

Eine Brücke ist ein definitiv oder provisorisch zementierter Zahnersatz, der fest mit den Zähnen oder mit Hilfe eines Stiftaufbaus mit den Zahnwurzeln verbunden ist. Sämtliche einwirkende Kräfte, wie z. B. Kaukräfte werden über die natürlichen Brückenspulen auf das Parodontium – den Zahnhalteapparat – weitergeleitet. Hierbei wird von einer „physiologischen Abstützung“ [Strub et al., 2005] gesprochen, die bezüglich Taktilität und Kauempfinden den eigenen Zähnen sehr ähnlich ist. Gleichzeitig umgibt der Brückenanerker den Spulerzahn und schützt ihn somit vor einwirkenden Noxen, die „chemischer, thermischer, bakterieller oder mechanischer Herkunft“ [Koeck et al., 1999] sein können.

Zu beachten ist, dass die Spulenzähne einer verstärkten Belastung ausgesetzt werden, da sie die Krafteinwirkung für den oder die ersetzen Zähne mittragen müssen. Durch die starre Verbindung zwischen diesen Ankerzähnen entsteht ein mehrwurzeliger Verband, auch „primäre Verblockung“ genannt [Körber, 1995]. Deshalb sollte für eine Brückenversorgung eine ausreichende Anzahl an parodontal gesunden Spulerzähnen herangezogen werden [Gernet et al., 2007].

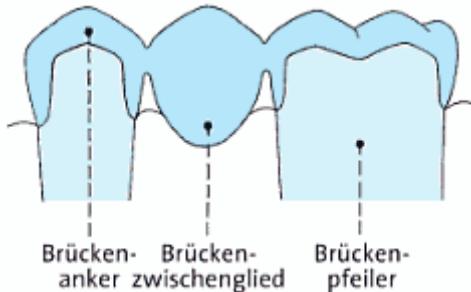


Abb. 1: Schematischer Aufbau einer dreigliedrigen Endpfeilerbrücke [Lehmann et al., 2002]

### 2.1.2 Einteilung von Brückenzahnersatz

Dentale Brücken können nach verschiedenen Kriterien eingeteilt werden [Lehmann et al., 2002]:

#### Einteilung der Brücken nach Art des Zwischengliedes:

##### Zwischenglieder ohne Schleimhautkontakt

- Schwebenbrücke
- Spaltbrücke

##### Zwischenglieder mit Schleimhautkontakt

- Tangentialbrücke
- Sattelbrücke

##### Zwischenglieder mit Wurzelfortsätzen

#### Einteilung der Brücken nach Art des Brückenankers:

##### Ungeteilte Brückenanker

- Kronenbrücken
- Stiftkronenbrücken
- Teilkronenbrücken
- Klebebrücken
- Inlaybrücken

##### Geteilte Brückenanker (Brücken mit Doppelkronen als Brückenanker)

#### Einteilung der Brücken nach Topographie ihrer Pfeiler:

##### Endpfeilerbrücken

- Einspannige Endpfeilerbrücken
- Mehrspannige Endpfeilerbrücken

##### Freiendbrücken

#### Einteilung der Brücken nach Art der Verbindung des Zwischengliedes mit dem Brückenanker:

- Ungeteilte Brücken (das Zwischenglied ist unbeweglich und fest mit den Ankern verbunden)
- Geteilte Brücken (Teilung zwischen Zwischenglied und einem Anker durch Geschiebe oder Verschraubung)

Bezüglich der Pfeilertopographie kann zwischen Endpfeiler- und Freiendbrücken unterschieden werden. Eine Endpfeilerbrücke ist mesial und distal von Brückenpfeilern begrenzt, bei einer Extensions- bzw. Freiendbrücke ist lediglich eine Seite pfeilergestützt. Des Weiteren wird zwischen einspannig und mehrspannig unterschieden. Bei einer einspannigen Brücke ist das Zwischenglied ohne Unterbrechung zwischen den Pfeilern aufgespannt [Lehmann et al., 2002].

In der vorliegenden Studie wurden ausschließlich einspannige, drei- und viergliedrige Endpfeilerbrücken untersucht. Marylandbrücken [Behr, 1998] sind nicht Gegenstand

dieser Arbeit. Gleichermaßen gilt für Extensionsbrücken, welche bereits von Hämerle et al. (2000), von Pjetursson und Lang (2008) untersucht wurden.

## 2.2 Brückenrisikofaktoren – Eine Übersicht

### 2.2.1 Brückenrisikofaktoren

Unter „Risikofaktoren“ fallen alle Vorkommnisse, die zu einer Komplikation von fest-sitzendem Zahnersatz führen könnten. In der vorliegenden Studie wurden vier Risikogruppen genauer untersucht.

Ein wichtiger Risikofaktor ist eine unbehandelte oder unkontrollierte Parodontitis. Diese führt zu Entzündungsprozessen und nachfolgend zum Abbau des Zahnhalteapparats [Müller, 2006]. Dadurch kann es zu erhöhten Lockerungsgraden der Zähne und zum Verlust der Brückenkonstruktion kommen, falls Brückenpfeiler extrahiert werden müssen.

Ein weiterer Faktor sind fehlerhaft gestaltete Kronenränder, durch welche Sekundärkaries entstehen kann. Dies wird maßgeblich beeinflusst durch adäquate Mundhygiene, aber auch durch die Präparation des Zahnarztes. Wenn Beläge nicht entfernt werden, sind diese optimale Speichermedien für Kariesbakterien, die sich am Kronenrand absetzen und Sekundärkaries verursachen können. Außerdem entstehen durch diese Beläge „Schmutzgingivitiden“, die wiederum negativ auf das Parodont einwirken [Müller, 2006].

Verschiedene Ursachen können zur Notwendigkeit einer endodontischen Behandlung führen. Dazu zählen ein iatrogen verursachtes Schleiftrauma, nicht komplett entfernte Karies, Sekundärkaries oder ein durch fehlerhafte Restaurationsgestaltung entstandenes Aufbisstrauma [Klimm, 2011].

Im Falle des Risikofaktors Zementlockerung kann eine „Komplikation“ durch eine Neuzementierung in den meisten Fällen behoben werden. Bei der Eingliederung werden verschiedene Zementarten in Abhängigkeit vom Gerüstmaterial provisorisch oder definitiv verwendet. Es erscheint daher logisch, dass eine provisorisch zementierte Versorgung keine so lange Tragedauer aufweist, wie mit einem definitiven Befestigungszement. Warum es auch bei definitiven Zementen zu einer Lockerung kommen kann, liegt an mehreren Faktoren. Ein Beispiel hierfür sind Fehler beim Anmischen des Zements oder Speichelzutritt während der Zementierung. Ob es bezüglich der Tragedauer zwischen definitiven und provisorischen Zementen signifikante Unterschiede gibt, wird im Ergebnisteil näher dargestellt.

## Grundlagen

Unabhängig davon sind Verlustrisiken wie Gerüstbruch oder Keramikabplatzungen, die in einer anderen Arbeit untersucht wurden.

### 2.2.2 Parodontitis

Eine parodontale Erkrankung ist eine entzündliche Infektionskrankheit des Zahnhalters mit fortschreitendem Verlust von parodontalen Knochen, Kollagen und Attachment. Sie beruht auf dem Zusammenwirken eines primären und sekundären Ursachenkomplexes [Hellwig et al., 2009]. Primärer Faktor sind die im oralen Biofilm vorhandenen Bakterien, deren Stoffwechselprodukte entzündliche Reaktionen im Parodont hervorrufen können. Die Grundlage eines oralen Biofilm bildet dentale Plaque. Sie entsteht durch Kolonisationsmechanismen und Aggregation der verschiedenen oralen Bakterien auf den Glattflächen der Zähne. Durch diesen hochkomplexen Film sind bakterielle Mikroorganismen vor äußerlicher Einwirkung geschützt und können so ungestört wachsen und überleben [Ketterl et al., 1990]. Bereits nach vier Tagen kommt es zur Zunahme von anaeroben Aktinomyceten, Kokken und Stäbchen. Durch die daraus folgende entzündliche Veränderung der Gingiva und der Vertiefung des Sulcus gingivae entsteht eine subgingivale Flora, die speziellen parodontopathogenen Bakterien einen optimalen Lebensraum liefert. Von diesen pathogenen Keimen werden am häufigsten *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis* oder *Tannerella forsythia* in der Zahnfleischtasche gefunden [Hellwig et al., 2009].

Pathogene Mikroorganismen stellen eine notwendige, aber keine obligatorische Bedingung für die Entstehung und Progression von Parodontiden dar. Damit aus einer anfänglichen Plaque eine entzündliche Erkrankung wird, müssen mehrere Faktoren zusammenwirken. Hier spielt der sekundäre Ursachenkomplex eine wichtige Rolle. Zu diesem Komplex zählen alle lokalen und systemischen „Umwelteinflüsse“, die die Retention von Plaque fördern. Faktoren aus diesem Komplex können alleine keine entzündlichen Parodontopathien auslösen. Zu den sekundär-lokalen Faktoren zählen Zahnstein, Zahnanatomie und -fehlstellung, Mundatmung, fehlerhafte Restaurationen und die Zusammensetzung des Speichels [Hellwig et al., 2009]. Rauchen sowie allgemeinmedizinische Risikofaktoren wie Diabetes, Osteoporose oder genetische Faktoren führen zu einer erhöhten systemisch bedingten Erkrankungsgefahr [Ketterl et al., 1990]. Der Ursprung einer chronischen Parodontitis liegt laut Page und Schröder in einer plaqueinduzierten Gingivitis, die sich über eine „initiale Läsion“ in eine „frühe Läsion“ und bei weiterer Akkumulation bakterieller Plaque in eine „etablierte bzw.

## Grundlagen

fortgeschrittene Läsion“ weiterentwickelt [Müller, 2006]. Hierbei sind Phasen der Stagnation, der Remission und der Progression zu beobachten [Deschner, 2010]. Eine „etablierte Läsion“ entsteht vermutlich innerhalb einiger Wochen bis Monate und bleibt so lange stabil, bis das Gleichgewicht zwischen Immunabwehr und bakteriellen Angriffen zugunsten der Letzteren verschoben wird. Als Resultat daraus entsteht eine „fortgeschrittene Läsion“ – Parodontitis (vgl. Abb. 2). Diese Erkrankung zeichnet sich durch nach apikal gerichtete Destruktion des Zahnhalteapparates aus. Aufgrund des Verlustes von Bindegewebs- und Knochenstrukturen verliert der Zahn sein Fundament und wird locker. Die chronische Parodontitis gilt als die häufigste Form der parodontalen Erkrankungen mit den Kardinalsymptomen Rezession und Taschenbildung. Sind weniger als 30% der Flächen betroffen, so spricht man von einer lokalisierten chronischen Parodontitis, sind es mehr als 30%, handelt es sich um eine generalisierte Form [Müller, 2006].

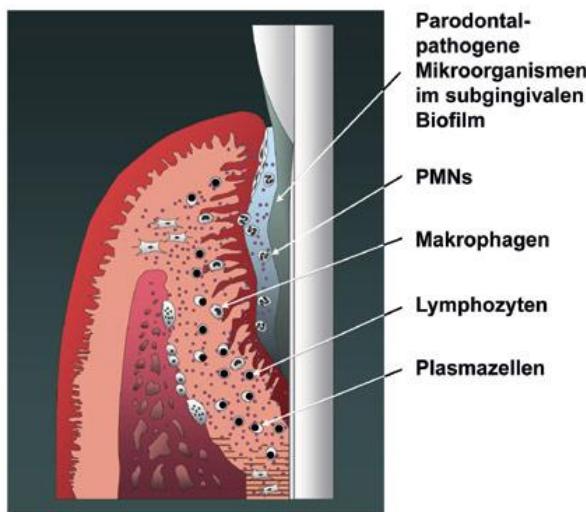


Abb. 2: Fortgeschrittene Läsion mit lokaler mikrobieller Infektion und Entzündung  
[Hellwig et al., 2009]

Um eine Parodontitis feststellen zu können, ist neben einer klinischen und röntgenologischen Untersuchung eine parodontale Befunderhebung durchzuführen. Dafür wurden verschiedene Indizes entworfen, um ein Vorhandensein bzw. das Ausmaß der Erkrankung abschätzen zu können. Neben dem „Approximalraum-Plaque-Index“ nach Lange et al. (API) [Hellwig et al., 2009] und dem „modifizierten Sulcus-Blutungs-Index bzw. Bleeding on Probing“ (BOP) [Hellwig et al., 2009] wurde speziell für die Erkennung von parodontaler Behandlungsbedürftigkeit der „Parodontale Screening Index“ (PSI) [Hellwig et al., 2009] entworfen. Der PSI erfordert ein sextan-

## Grundlagen

tenweises Messen an sechs Punkten pro Zahn und soll verhindern, dass parodontale Läsionen übersehen werden. Hierbei wird immer nur der höchste Wert (0 bis 4) in dem jeweiligen Sextanten notiert. Dieser Index ist ein System für die Früherkennung, wichtig in der unterstützenden Nachsorge und wird routinemäßig alle zwei Jahre im Rahmen der Kontrolluntersuchung durchgeführt.

Bei den Codes 0 bis 2 ergeben sich bis auf Mundhygieneinstruktionen, professioneller Zahnreinigung mit Entfernung der supra- und subgingivalen Plaque keine therapeutischen Konsequenzen, da diese Läsionen vollständig reversibel sind. Ab Code 3 oder 4 müssen weitergehende diagnostische und therapeutische Maßnahmen eingeleitet werden.

Bevor eine prothetische Arbeit eingesetzt wird, sollte die Qualität der Pfeilerzähne geprüft werden. Die Stabilität eines Zahnes ist maßgeblich von der im Knochenfach verankerten Wurzeloberfläche abhängig [Marxkors, 2010]. Zähne im parodontal gesunden Gebiss können deshalb je nach Wurzellänge und –anzahl unterschiedlich belastet werden. In aufsteigender Reihenfolge kann die Wertigkeit eingeordnet werden: untere Schneidezähne; seitliche, obere Schneidezähne; mittlere, obere Schneidezähne; Prämolaren; Eckzähne und Molaren [Gernet et al., 2007].

### **2.2.3 Zementlockerung bzw. Retentionsverlust**

Zemente sind feste Materialien, die aus einem Pulver-Flüssigkeits-Gemisch bestehen. Das Pulver ist ein Gemisch aus Metalloxiden und die Flüssigkeit ist Säure in wässriger Lösung [Marxkors et al., 2008]. Die Auswahl zwischen den einzelnen Zementen ist davon abhängig, ob ein adhäsiver Verbund zwischen Zahnhartsubstanz und Restaurationsmaterial notwendig ist [Rosenstiel, 1998].

Befestigungszemente werden für die definitive und provisorische Zementierung von prothetischen Restaurationen verwendet [Marxkors et al., 2008].

Für die definitive Zementierung werden Materialien benötigt, deren mechanische Eigenschaften hohe Werte im Bereich der Druck- und Zugfestigkeit aufweisen. Zur temporären bzw. provisorischen Befestigung werden Zemente mit einer geringeren Festigkeit und einfacher Handhabung gewählt.

Das Prinzip der Adhäsion ist bei den einzelnen Zementarten verschieden. Alle Zemente bilden eine Haftung zwischen der Restauration und dem präparierten Zahn, die aufgrund von mechanischer, mikromechanischer oder chemischer Retention zu stande kommt. Diese Retention entsteht durch Verkeilung mittels Beeinträchtigung benachbarter Oberflächen durch Parallelverschiebung. Diese Verkeilung ist umso

## Grundlagen

effektiver, je härter der Zement ist. Verschiedene Materialeigenschaften des Zements, wie Fließfähigkeit, Verarbeitungszeit, Festigkeit und Wasserlöslichkeit sind abhängig vom Mischungsverhältnis. [Marxkors et al., 2008]

Die Einteilung der Zementpräparate erfolgt auf Wasser-, Öl- oder Kunststoffbasis [Craig, 2010]. Im Folgenden werden die gängigsten Zementarten kurz erläutert:

### **Zinkoxidphosphatzement**

Zinkoxidphosphatzement besteht aus Zinkoxidpulver und Phosphorsäure. Das Abbinden und Erhärten beruht auf einer Säure-Base-Reaktion. Die Haftung erfolgt ausschließlich über mechanische Retention. Die Präparationsform, Höhe und Oberflächenbeschaffenheit des Zahnstumpfs sind daher äußerst wichtig. Sowohl Mundbeständigkeit als auch Festigkeit steigen mit zunehmendem Pulvergehalt beim Mischen. Trotz des niedrigen pH-Wert (1-2) beim Abbinden des Zements konnten laut Brännström und Nyberg (1977) keine signifikanten pulpairritierenden Effekte festgestellt werden. Der Zement hat gute mechanische Eigenschaften und eine geringe Löslichkeit. Der Nachteil des Zements besteht in der alleinigen mechanischen Retention. Zinkoxidphosphatzement wird seit langem routinemäßig zum definitiven Einsetzen von metallkeramischen Kronen und Brücken verwendet [Ladha et al., 2010].

### **Polycarboxylatzement**

Bei diesem Zement besteht die feste Komponente aus Zinkoxidpulver, die flüssige Komponente setzt sich aus Polyacrylsäure und Wasser zusammen. Polycarboxylatzement härtet durch eine Säure-Base-Reaktion aus und haftet über chemische Retention am Zahnstumpf. Die chemische Haftung entsteht durch Chelatbildung zwischen den Carboxylgruppen im Zement und dem Calcium im Zahn. Neben der chemischen Retention ist die gute Biokompatibilität zur Pulpa als weiterer Vorteil zu nennen [Craig, 2010].

### **Glasionomerzement (GIZ)**

Auch dieser Zement härtet durch eine Säure-Base-Reaktion zwischen Calcium-Aluminumsilikatglaspulver und einer wässrigen Lösung aus Polyacrylsäure. Während dem Ablauf der Säure-Base-Reaktion ist GIZ sowohl feuchtigkeits- als auch austrocknungsempfindlich. Es wird zwischen zwei Härtungsphasen unterschieden. In der ersten Phase bildet sich durch Ionisierung ein instabiles Calciumpolycarboxylat

## Grundlagen

und nach 24 Stunden endet die Härtungsphase mit der Ausbildung eines stark vernetzten Aluminium-Polycarboxylatkomplexes. Durch die Abgabe von Fluoridionen wird GIZ eine antikariogene Wirksamkeit nachgesagt. Dieser Effekt war klinisch jedoch nicht nachweisbar [Muzynski, 1988]. Die Haftung erfolgt über chemische Retention. Zu den negativen Aspekten gehören die geringe elastische Verformbarkeit in Bereichen mit hoher Kaukraft, der niedrige pH-Wert beim Abbinden und die Sensitivität während der Abbindezeit [Ladha et al., 2010].

## Kunststoffmodifizierter Glasionomerzement

Bei dieser Zementklasse wurden an die Polyacrylsäure der konventionellen Glasionomerzemente Methacrylatgruppen angefügt. Dies verspricht eine besser steuerbare und verlängerte Verarbeitungszeit durch initiale Photopolymerisation. Hauptbestandteile sind neben der methacrylierten Polyacrylsäure ein photopolymerisierbares Monomer, wie beispielsweise HEMA (Hydroxy-Ethyl-Methacrylat), ionisierbare Gläser und Wasser. Nach dem Mischen der beiden Komponenten kommt es zu einer Lichtaktivierung und damit einer Polymerisation. Anschließend folgt die eigentliche Hauptreaktion als Säure-Base-Reaktion. [Boer, 1999]

Diese Zementklasse besteht somit aus zwei Matrix-Systemen: Einer Kunststoffmatrix und einer ionischen Matrix, die durch die Säure-Base-Reaktion entsteht. Diese Zemente können deshalb auch ohne separate Lichtpolymerisation erstarren. [Attin, 1996] Die Haftung erfolgt über chemische Adhäsion. Zu den Vorteilen zählt eine hohe Biege- und Zugfestigkeit, geringe Löslichkeit, karies-protective Wirkung durch Fluoridabgabe und geringe postoperative Sensibilitäten. Hygroskopische Expansion durch Wasseraufnahme und Schrumpfung zählen zu den Nachteilen [Ladha et al., 2010].

## Compomer

Die 1993 eingeführten Compomere gehören weder zu den Glasionomerzementen noch zu den Kunststoffen. Sie haben die dominierenden Charakteristika von den Kunststoffen. Compomere zum Zementieren sind Zwei-Komponenten-Materialien. Das Pulver besteht aus Strontium-Aluminiumfluorosilikatglas, Metalloxiden und chemisch- oder lichtaktivierbaren Initiatoren. Die Flüssigkeit besteht aus polymerisierbaren Methacrylat, multifunktionellen Monomeren und Wasser. Die Abbindereaktion erfolgt durch Photopolymerisation und Säure-Base-Reaktion. Compomere sind hin-

## Grundlagen

sichtlich Biege-, und Zugfestigkeit den Glasionomerzementen überlegen, erreichen aber nicht die Qualität von Kunststoffen. [Ladha et al., 2010]

### Zinkoxid-Eugenol-Zement (Ölbasis)

Das Pulver besteht aus Zinkoxid, in der Flüssigkeit wurde die Säure gegen Eugenol ausgetauscht. Dieses bildet einen Komplex mit dem Zink. Die Härte der Matrix ist gering, da die Umsetzung zum Chelat nicht vollständig erfolgt. Eugenol-Zemente werden daher nur zur provisorischen Zementierung verwendet. Eugenol gilt als Lösungsmittel für Polymethylmethacrylat, einem häufigen Bestandteil von adhäsiven Befestigungsmaterialien [Pameijer, 2012]. Deshalb sollte Eugenol haltiger Zement nicht zum Zementieren einer provisorischen Versorgung verwendet werden, wenn die definitive Restauration aus Glaskeramik besteht, die in der Regel adhäsiv befestigt werden muss. [Behr, 2007; Marxkors et al., 2008]

Eugenol hat eine sedative Wirkung auf die Pulpa und ist besonders nützlich zur provisorischen Zementierung bei präparierten Zähnen mit freiliegenden Dentintubuli. Die notwendige Haftkraft entsteht durch mikromechanische Retention [Craig, 2010].

Die Wahl des Zements und der Vorgang der Befestigung stellen einen Schlüsselfaktor im Erfolg einer festsitzenden Restauration dar [Ladha et al., 2010]. Diverse Studien berichten über Zementlockerung als einer der häufigeren Gründe für den Verlust einer festsitzenden Versorgung [Schwartz et al., 1970; Walton et al., 1986].

Um frühzeitige Retentionsverluste vermeiden zu können, sollten die vorgegebenen Verarbeitungshinweise der verschiedenen Zementarten eingehalten werden. Ist der Zement beispielsweise zu dünn angerührt, so wäscht er sich leichter aus. Wird er zu fest angerührt, so kann er seine geforderte Mindestdicke nicht mehr erfüllen. Tritt während der Aushärtezeit Feuchtigkeit zu, so ist der Verbund nicht mehr gewährleistet. [Craig et al., 2010] Diese Faktoren können zum Verlust der Haftkraft des Befestigungszements führen.

#### 2.2.4 Pulpitische Beschwerden

Die Endodontologie beschäftigt sich mit dem „Nervensystem“ des Zahnes und umfasst die Untersuchung der Entstehung und Ursachen, sowie die Diagnostik und notwendige Behandlungsmethoden von endodontischen Erkrankungen [Hellwig et al., 2009].

Eine gesunde Pulpa reagiert auf eine Irritation durch bakterielle, chemische und physikalische Noxen mit einer Pulpitis – einer Entzündung des Zahnnervs. Halten diese

## Grundlagen

Reize über längere Zeit an, so entsteht eine Nekrose der Pulpa. Bleibt eine Pulpitis unentdeckt, so kommt es nachfolgend zu periapikalen Entzündungsprozessen im umgebenden Gewebe. [Klimm, 2011]

Karies gilt als die häufigste, infektiös bedingte Ursache für die Entstehung einer Pulpitis. Die Pulpa-Dentin-Einheit reagiert sehr früh auf den bakteriellen Angriff und die damit einhergehenden bakteriellen Stoffwechselprodukte. Im Dentin erfolgt eine tubuläre Sklerose, an der Pulpa-Dentin-Grenze kommt es zur Tertiärdentinbildung und die Pulpa reagiert entzündlich. [Hellwig et al., 2009] (vgl. Abb. 3)

Wie schon 1985 Bergenholz herausfand, kann bereits das Penetrieren der Bakterien durch die Dentinkanälchen eine Entzündung auslösen. Ist eine kariöse Läsion so weit fortgeschritten, dass die Bakterien in die Pulpa eindringen, so spricht man von einer irreversiblen Pulpitis [Klimm, 2011]. Eine Entfernung des Zahnnervs im Rahmen einer Wurzelkanalbehandlung ist in diesem Stadium nicht mehr zu vermeiden.

Zu den physikalischen Ursachen von pulpitischen Beschwerden zählen alle Formen von Traumata. Darunter fällt auch das iatrogen verursachte Präparationstrauma. Im Rahmen einer Kronen- bzw. Brückenpräparation kann durch unzureichende Wasserkühlung, Anpressdruck, Größe des Schleifkörpers und die dadurch entstandene Reibungswärme eine Pulpitis hervorgerufen werden. Aber auch die Abtrennung der Odontoblastenfortsätze im Dentin führt möglicherweise zu einer Pulpitis [Klimm, 2011]. Nicht nur die Wärmeentwicklung, sondern auch die Austrocknung des Dentins durch übermäßiges Trocknen mit dem Luftbläser kann zu Pulpairritationen führen.

Zu den chemischen Ursachen gehört die Wirkung von Füllungs-, Unterfüllungs- und Befestigungsmaterialien. Verschiedene Arbeitsschritte wie Konditionierung, Kavitätendesinfektion und –trocknung, oder das Einbringen von Adhäsiven können zu Pulpairritationen führen. Wobei die Intensität und Dauer der Irritation, sowie die Dicke der Restdentinschicht über der Pulpa das Ausmaß der Schädigung maßgeblich beeinflussen. [Hellwig et al., 2009; Klimm, 2011]

Neben der Befunderhebung ist eine klinische und röntgenologische Untersuchung obligatorisch. Wichtige diagnostische Hilfsmittel sind Sensibilitätstests wie der Kältestest, der aufgrund seiner unkomplizierten Anwendbarkeit oft gewählt wird. „Diese Verfahren basieren darauf, dass eine gesunde Pulpa auf die einwirkenden Reize normal reagiert, während eine entzündete Pulpa überempfindlich und eine nekrotische Pulpa unempfindlich reagiert.“ [Hellwig et al., 2009] Beim Kältetest wird Dichloridfluoridmethan (-25°C) oder Kohlensäureschnee mit -78,5°C verwendet und mittels

## Grundlagen

eines Schaumstoffpellets mit dem Zahn in Berührung gebracht. Fällt der Test negativ aus, der Patient reagiert unempfindlich, so muss mit einem entzündlichen Prozess gerechnet werden [Hellwig et al., 2009].

Eine weitere unverzichtbare diagnostische Methode ist die Perkussionsprüfung des betroffenen Zahnes. Hierbei wird auf die Kau- oder Seitenfläche einer Zahnkrone mittels Fingerkuppe oder der Rückseite eines zahnärztlichen Spiegels geklopft. Fällt der Klopf- oder Perkussionstest positiv aus, der Patient reagiert empfindlich, so muss auch hier mit einem apikalen Entzündungsherd bzw. einer Gangrän gerechnet werden. [Hellwig et al., 2009]

Neben der Untersuchung des Parodont aufgrund lateraler oder retrograder Infektionen, ist eine radiologische Untersuchung in Form von Einzelzahnaufnahmen essenziell. Hiermit ist die Zahnhartsubstanz, aber auch der Knochen zu bewerten. Dabei liefern ausgedehnte kariöse Defekte approximal, okklusal oder von der Wurzel ausgehend, Frakturen und Dislokationen sowie Sekundärkaries an Füllungen und Kronen Hinweise auf irreversible Pulpitiden. [Klimm, 2011]

Deuten alle Anzeichen auf eine irreversible Pulpitis hin, so muss im Rahmen einer Wurzelkanalbehandlung die Pulpa entfernt und ein Wurzelkanalfüllmaterial eingebracht werden. Bei prothetisch zu versorgenden Zähnen ist, bei Verdacht auf eine Pulpitis, vor der definitiven Zementierung der Versorgung eine endodontische Behandlung durchzuführen. Lautet die Diagnose nach Befestigung einer Krone oder Brücke irreversible Pulpitis, so muss die Versorgung entweder trepaniert oder komplett abgenommen werden. Somit ist eine entzündete Pulpa ein Komplikationsfaktor für eine prothetische Versorgung.

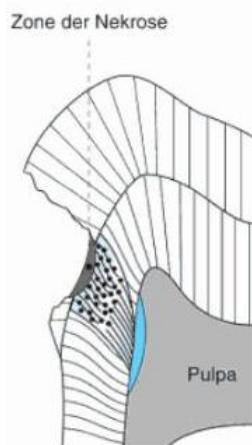


Abb. 3: Schematische Darstellung fortgeschrittenener Karies mit infizierter Pulpa  
[Hellwig et al., 2009]

## 2.2.5 Karies bzw. Sekundärkaries

Karies ist eine lokalisierte Erkrankung der Zahnhartsubstanzen und entsteht durch das Zusammenspiel von potentiell pathogenen ökologischen Faktoren und Mikroorganismen [Heidemann, 1999]. Ein Merkmal von Karies sind die verschiedenen Stadien, wie Remission, Stagnation und Progression. Sie ist die häufigste Erkrankung der Zahnhartsubstanz und hat je nach Schweregrad verschiedene Symptome.

Karies gilt als eine multifaktorielle Erkrankung. Damit es zum Ausbruch von Karies kommt, müssen wie bei Parodontitis mehrere Faktoren zusammenwirken. Diese prädisponierenden Faktoren werden in primäre – Plaque, kariogenes Substrat, organische Säuren – und sekundäre Faktoren – Speichel, Häufigkeit der Substratzufuhr, genetische Faktoren – eingeteilt [Hellwig et al., 2009]. Auch hier basiert die Erkrankung auf dentaler Plaque, in Form eines zähen Zahnbelags aus Speichelbestandteilen, bakteriellen Stoffwechselprodukten und Nahrungsbestandteilen. Dieser Zahnbefall bildet eine gute Grundlage für spezielle Kariesbakterien wie den Streptokokkus mutans. Genannte Bakterien benutzen niedermolekulare Kohlenhydrate zur Energiegewinnung und zum Wachstum und erzeugen dabei Säuren, die bei längerer Einwirkzeit durch das Absenken des pH-Wertes innerhalb der Plaque, den Zahnschmelz demineralisieren. Erfolgt keine Remineralisation oder ausreichende Mundhygiene kommt es zu einem kariösen Prozess in unterschiedlichem Ausmaß [Ketterl et al., 1992]. Supragingivale Plaque heftet sich an sogenannte Prädilektionsstellen – „habituell unsaubere Bereiche“ [Hellwig et al., 2009], wie Zahnfissuren und –grübchen, Approximalflächen, freiliegende Wurzeloberflächen und an das zervikale Drittel der sichtbaren Zahnkronen [Hellwig et al., 2009].

Kariesentstehung und -progression ist letzten Endes auch vom Wirt abhängig. Die Zusammensetzung des Speichels, Zahnfehlstellungen, Oberflächenbeschaffenheit der Zähne sowie adäquate Mundhygiene beeinflussen die Kariesentstehung [Hellwig et al., 2009].

Neben der histologischen Einteilung in Schmelz- und Dentinkaries, gibt es noch spezielle Kariesformen. Die für die vorliegende Studie wichtigste Form ist die Sekundärkaries (vgl. Abb. 4). Dies bedeutet kariöse Läsionen im Bereich der Ränder von zahnärztlichen Restaurationen, wie Füllungen, Inlays, Kronen und Brücken [Hellwig et al., 2009]. Ursache für Sekundärkaries sind Spalten und Stufen zwischen Zahn und Restaurationsmaterial. Über diese Zwischenräume können Bakterien eindringen und führen sowohl am Rand als auch im Dentin zu Karies.

## Grundlagen

Eine weitere Sonderform ist das Kariesrezidiv (vgl. Abb. 4). Dieses entsteht, wenn während der zahnärztlichen Behandlung nicht alle kariösen Stellen vollständig entfernt werden. Befindet sich das Rezidiv am Restaurationsrand, so ist es nicht von Sekundärkaries zu unterscheiden. Oft findet man Kariesrezidive röntgenologisch unter alten Restaurationen. [Hellwig et al., 2009]

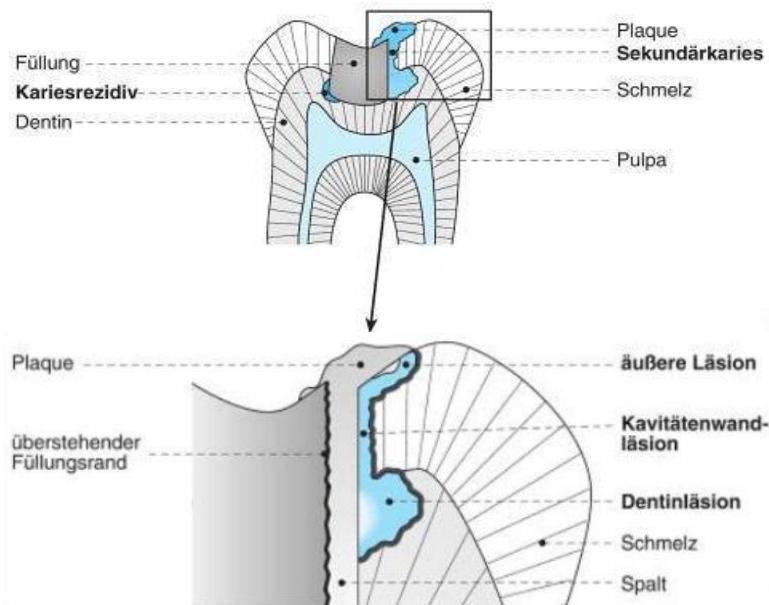


Abb. 4: Schematische Darstellung eines Kariesrezidiv und einer Sekundärkaries  
[Hellwig et al., 2009]

### 2.3 vergleichende Studien

Obwohl die prothetische Brückenversorgung schon über ein halbes Jahrhundert Anwendung findet, gibt es nur wenige Langzeitstudien bezüglich Risikofaktorenanalyse und Tragedauer [Kerschbaum, 2004]. Ähnliche Studien unterscheiden sich meist hinsichtlich des Beobachtungszeitraums, der Fallzahl und in der Definition der Risikofaktoren. Im folgenden Abschnitt werden einige Studien zur Übersicht dargestellt.

#### Kerschbaum, 1991

In einer Studie von Kerschbaum 1991 zum Thema „Verweilzeit- und Risikofaktoren-analyse von festsitzendem Zahnersatz“ untersuchte er die Tragezeit von Zahnersatz – in diesem Fall von 1669 Brücken, 4371 Kronen und 175 verblockten Kronen. Er legte sein Augenmerk allerdings auf andere Verlustrisiken, wie Alter bei Eingliederung, Lokalisation im Kiefer oder Anzahl der Pfeilerzähne. Er unterteilte hierbei seine Risikofaktoren in anatomisch-topographische, individuelle und konstruktive Faktoren.

## Grundlagen

Musste der Zahnersatz neu angefertigt werden, oder ein Zahn extrahiert werden, so galt dies als Ereignis bzw. „Funktionsverlust“. Nach einer Beobachtungsdauer von fünf Jahren waren noch 95% der Versorgungen *in situ* und nach zehn Jahren noch 82%. Dieses Ergebnis war mit einer Studie von Leempoel (1995) vergleichbar, der bei ähnlicher Fallzahl und Analysetechnik, jedoch anderer Patientenauswahl und einer Beobachtungsdauer von zwölf Jahren noch von einer 87%igen Überlebenschance ausging. Mit Hilfe von univariaten Analysen fand Kerschbaum heraus, dass das Geschlecht keinen Einfluss auf die Tragedauer hatte, jedoch die Lokalisation im Kiefer, die Pfeilerzahl und das Alter bei Eingliederung. Je älter der Patient war, desto höher stieg das Verlustrisiko, oft aufgrund von Parodontitis und sinkender manueller Geschicklichkeit. Des Weiteren hatten mehrspannige Brücken um 50% höheres Verlustrisiko als einspannige Restaurationen, und Brücken im Oberkiefer waren um 33% risikoreicher als Brücken im Unterkiefer.

### **De Backer, 2006**

De Backer (2006) untersuchte 322 Brücken bei 193 Patienten innerhalb eines Beobachtungszeitraums von 20 Jahren. Er unterteilte dabei die Verlustfaktoren in irreversibel und reversibel, sowie in biologische, technische und patientenbezogene Komplikationen. Darunter fielen Sekundärkaries, Parodontitis, Wurzelkanalbehandlung, Retentionsverlust oder Frakturen. Aus seinen Ergebnissen wurde ersichtlich, dass es durch die Komplikationen Sekundärkaries (22,2%) und Retentionsverlust (15,3%) am häufigsten zu Verlusten kam. Er konnte keine Unterschiede bezüglich der Lokalisation im Ober- oder Unterkiefer feststellen, allerdings zeigten sich Differenzen bei endodontisch-vorbehandelten Zähnen im Vergleich zu vitalen Zähnen. Nach einer Beobachtungszeit von 20 Jahren kam er auf eine Erfolgsquote von 66,2%.

### **Walton, 2003**

In Waltons Analyse wurden von einem einzelnen Behandler im Zeitraum zwischen 1984 und 1997 insgesamt 515 Metallkeramikbrücken am Patienten eingesetzt. In dieser Studie wurden klinische Nachuntersuchungen im Zeitraum von 1993 bis 1998 zusammengefasst. Dabei waren 80% der Metallkeramikbrücken 1998 noch in Funktion, 9% mussten neu angefertigt werden. Als häufigste Ursache für einen Verlust wurde hier eine Fraktur der Pfeilerzähne mit 38% angegeben. Das Risiko Sekundär-

## Grundlagen

karies lag bei 11%, Zementlockerung bei 13% und Parodontitis kam in 27% der Fälle vor.

### **Fardal, 2010**

An dieser Studie nahmen 80 Patienten mit generalisierter chronischer Parodontitis teil. Insgesamt wurden 94 Brücken untersucht, 77 rein parodontal getragene, und 17 kombiniert parodontal-Implantat-getragene Versorgungen. Zur besseren Beurteilung der parodontalen Erkrankung wurde sie klassifiziert in „mild“ (< 1/3 radiologisch ermittelter interproximaler Knochenverlust), „moderat“ (1/3 bis 2/3 Knochenverlust) und „schwer“ (> 2/3 Knochenverlust). In einem Beobachtungszeitraum von durchschnittlich zehn Jahren wurde der Verlust von 307 Zähnen dokumentiert, allerdings waren darunter nur acht Pfeilerzähne. Sieben Zähne hatten Sekundärkaries, der achte wies endodontische Probleme auf. Daneben kam es bei sieben weiteren Brücken zu technischen Komplikationen, zwei Keramikfrakturen, vier Retentionsverluste und zu einer frakturierten Suprakonstruktion. Nach zehn Jahren waren noch 98% der Versorgungen erhalten.

### **Goodacre, 2003**

Diese Meta-Analyse untersuchte die Gründe für den Verlust oder für Komplikationen von Einzelkronen, Brücken, reinen Keramikkronen und adhäsiv befestigten Brücken. Die verschiedenen Typen von Zahnersatz wurden mittels unterschiedlicher Studien miteinander verglichen.

Zu den häufigsten Komplikationen der Metallkeramikbrücken gehörte neben Sekundärkaries mit 18%, die Notwendigkeit einer endodontischen Behandlung mit 11%, Retentionsverlust mit 7% und parodontale Probleme mit 4%.

### **Tan, 2004**

Im Rahmen dieser Meta-Analyse wurden die Verlustrisiken in Abhängigkeit von speziellen biologischen und technischen Komplikationen untersucht. Der Untersuchungszeitraum lag zwischen 1966 und 2004 mit einer Mindestbeobachtungszeit von fünf Jahren. Die generelle 10-Jahres-Überlebensrate lag bei 89,1%. Das Zehn-Jahres-Risiko für Sekundärkaries lag bei 2,6%, Parodontitis führte bei lediglich 0,7% der Brücken zum Verlust, bei 10% kam es zum Vitalitätsverlust und bei 6,4% lockerte sich die Restauration.

### **Näpänkangas, 2002**

Näpänkangas et al. untersuchten bei 132 Teilnehmern innerhalb eines Beobachtungszeitraumes von 10 Jahren 195 Metallkeramikbrücken, die sie in langspannige (>6) und kurzspannige (3-5) Brücken unterteilten. Die klinische Untersuchung basierte auf intraoraler Inspektion, Röntgenbildern und der Untersuchung des Speichels. Die 10-Jahres-Überlebensrate lag bei 84%. Kurzspannige Brücken hatten eine längere Überlebensdauer als langspannige Brücken. Die Komplikationen wurden in vier verschiedene Gruppen eingeteilt: Die erste Gruppe enthielt geringgradige Komplikationen, wie kleine Kariesläsionen und Keramikabplatzungen, Gruppe zwei enthielt moderate Komplikationen, wie Wurzelkanalbehandlung, periapikale Entzündungen und Zementlockerung. Vier Fälle (2%) wiesen Sekundärkaries auf, 1,5% (n=3) der Restaurationen mussten neu zementiert werden und in 1% (n=2) der Fälle kam es zu pulpitischen Beschwerden. Die generelle 10-Jahres-Überlebensrate lag bei 84%.

### 3 Material und Methode

#### 3.1 Aufgabenstellung

Das Ziel dieser Arbeit bestand darin, Daten über die Langzeitbewährung von drei- und viergliedrigen Brücken in Abhängigkeit von Parodontitis, Sekundärkaries, pulptischen Beschwerden und Zementlockerung zu erfassen und zu analysieren. Die dazu erforderlichen Krankenakten stammten aus dem Datenbestand der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik des Universitätsklinikums Regensburg.

#### 3.2 Datenmaterial und Suchkriterium

Mit Hilfe der Dentalsoftware Highdent Plus (Report Smith von Highdent Plus, Koblenz, Germany) wurden von der prothetischen Verwaltung aus dem Aktenbestand des Universitätsklinikums Regensburg 1207 Patienten mit einer festsitzenden Versorgung aus dem Zeitraum von Januar 1984 bis Mai 2009 ermittelt.

Die gesuchten Informationen wurden aus dem BEMA- (einheitlicher Bewertungsmaßstab für zahnärztliche Leistungen) und GOZ- (Gebührenordnung für Zahnärzte) Katalog mittels der 91b-Position herausgefiltert. Die genaue Definition von 91b lautet: „Versorgung eines Lückengebisses durch eine Brücke, auch bei Verwendung von Teleskopkronen im Zusammenhang mit einer herausnehmbaren Prothese mit dem Zusatz vestibulär verblendete Krone“ (Auszug aus den BEMA-Stammdaten des Universitätsklinikum Regensburg). Wie man der Definition entnehmen kann, war es nicht möglich die Auswahl auf Patienten mit ausschließlich drei- und viergliedrigen Metallkeramikbrücken zu begrenzen. Unter den 1207 ermittelten Daten befanden sich auch Patienten mit verblockten Kronen, Konuskronen, Klebebrücken und Extensionsbrücken. Ursprünglich wurden 886 Metallkeramikbrücken in die Datenbank aufgenommen. Bei 254 der 886 Fälle kam es im Laufe der Behandlungszeit zur mehrfachen Brückeneingliederung. Zur Sicherung der statistischen Unabhängigkeit wurde bei dem jeweiligen Patienten immer nur die erste eingesetzte Brücke erfasst, jede weitere Eingliederung wurde vernachlässigt. Dies reduzierte zwar die Fallzahl, erleichterte aber die Interpretation der Ergebnisse. Dem lag zugrunde, dass ein Patient mit beispielsweise drei eingegliederten Brücken und der Komplikation Parodontitis unverhältnismäßig stark in die Statistik eingehen würde.

Außerdem wurden Neuanfertigungen einer alten Brücke nicht in die Auswertungen miteinbezogen. Brücken aus speziellen Materialien wie Cercon- und Vectris-Targisbrücken (n=41) wurden außen vorgelassen, da die geringe Beobachtungs-

## Material und Methode

dauer und Fallzahl keine eindeutig beurteilbaren Ergebnisse ergab. Nachdem alle doppelten Fälle bzw. Neuanfertigungen, implantatgetragene Brücken und Mehrfach-eingliederungen aus der Datenbank entfernt wurden, erfolgte aus Datenschutzgrün-den eine Anonymisierung der Patientennamen. Nach der Korrektur umfasste der ak-tuelle Datenbestand insgesamt 654 drei- und viergliedrige Metallkeramikbrücken. Alle diese Brücken wurden von Zahnärzten, Zahnmedizinstudenten und Zahntechni-kern der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Universität Regensburg nach stan-dardisierten Behandlungsabläufen [Shillingburg, 1981] eingesetzt bzw. angefertigt. Die Patienten wurden nach der Eingliederung instruiert, sich zweimal pro Jahr einer Kontrolluntersuchung an der Poliklinik für zahnärztliche Prothetik zu unterziehen.

Für alle Patienten der ZMK-Klinik Regensburg wurde eine Krankenakte angelegt, welche Ausgangsbefunde, Anamnesebögen, Röntgenbilder und eine Dokumentation der Behandlungsabläufe mit verwendeten Materialien durch den zuständigen Be-handler enthielt. Somit konnte mittels der Patientenakte rückwirkend die Art, Häufig-keit und der Zeitpunkt möglicher Risikofaktoren und damit das Eintreten einer Kompli-kation ermittelt werden. Für die vorliegende Studie waren die Risikofaktoren „Paro-dontitis“, „Sekundärkaries“, „irreversible Pulpitis“ und „Zementlockerung“ relevant, welche zu einem Verlust der Brücke führen konnten. Anhand dieser Aufzeichnungen wurde der klinische Verlauf der eingesetzten Arbeit vom Eingliederungsdatum bis zum letzten Akteneintrag verfolgt, und sämtliche Komplikationen oder Vorkommnis-se, die im Zusammenhang mit den Metallkeramikbrücken standen, notiert. Von be-sonderer Wichtigkeit waren hier das Eingliederungsdatum, Art und Datum der ersten aufgetretenen Komplikation und das Enddatum der gesamten Beobachtungszeit. Daraus ließen sich verschiedene Beobachtungszeiträume ableiten, mit deren Hilfe Aussagen über die Verweildauer und Problemanfälligkeit von festsitzendem Zahner-satz gemacht werden konnte. War eines der oben genannten Verlustrisiken eingetre-ten, so wurde von einem „Ereignis“ gesprochen. Dabei wurden besonders bei der Komplikation „Parodontitis“ alle aufgetretenen Vorkommnisse notiert, auch wenn sie nicht unmittelbar zu einem Verlust der Brücken führten. Gleiches galt für die Kompli-kationen „Zementlockerung“ und „pulpitische Beschwerden“, falls die Brücke zur The-rapie lediglich trepaniert wurde oder die Brücke bei Lockerung rezementiert werden konnte. Neben oben genannten Parametern, welche das zeitliche Geschehen der untersuchten Brücken betrafen, wurden noch weitere Informationen gesammelt.

## Material und Methode

Nachfolgend ein Auszug aus der statistischen Datenbank mit den wichtigsten Variablen.

Fallzahl Gesamt (n=654)	Dreigliedrige Brücken (n=484, 74%) Viergliedrige Brücken (n=170, 26%)
<i>Geschlecht</i>	
Frauen	n=356, 54,9%
Männer	n=295, 45,1%
<i>Mittleres Patientenalter</i>	54 Jahre +/- 12
<i>Lokalisation der Brücken</i>	
Seitenzahngebiet	n=502, 76,8%
Frontzahngebiet	n=33, 5,0%
Frontzahn-Gebiet über die Mittellinie	n=28, 4,3%
Front-/Seitenzahnregion kombiniert	n=91, 13,9%
<i>Kieferhälften</i>	
Oberkiefer	n=328, 50,2%
Unterkiefer	n=326, 49,8%
<i>Antagonistenversorgung</i>	
Natürliche Zähne/festsitzender Zahnersatz	n=597, 91,3%
Teilprothese	n=45, 6,9%
Totalprothese	n=12, 1,8%
<i>Aufbaumaterial</i>	
Kein Aufbau	n=123, 18,8%
Zinkoxid-Phosphat-Zement	n=10, 1,5%
Glasionomerzement (GIZ)	n=174, 26,6%
Metallverstärkter GIZ	n=36, 5,5%
Kunststoffmodifizierter GIZ	n=2, 0,3%
Komposit	n=283, 43,3%
Kompomer	n=26, 4,0%
<i>Zement</i>	
Zinkoxid-Phosphat-Zement	n=309, 47,2%
Glasionomerzement (GIZ)	n=60, 9,2%
Zinkoxid-Eugenol-Zement	n=201, 30,7%
Zinkoxid-Eugenolfreier Zement	n=56, 8,6%
Adhäsiver Zement	n=28, 4,3%
<i>Wurzelkanalbehandlung (vor Eingliederung)</i>	n=170, 26%

Tab. 1: Zusammensetzung des Datenmaterials

### 3.3 Strukturierte Datenerfassung mit Hilfe des Programmes SPSS

Die Datensätze wurden mit Hilfe des statistischen Programmes IBM SPSS Statistics 19.0 für Windows (IBM Company, SPSS Inc., 2010) eingepflegt. Vor der Datenevaluierung wurde eine Datenbank entworfen, in der alle für eine Auswertung wichtigen

Informationen erfasst werden konnten. Darunter fielen Details zum Eingliederungsdatum, zur Tragedauer und Art der Komplikation. Alle Auswertungen erfolgten mit einer Fallzahl von 654 drei- und viergliedrigen keramisch verblendeten Metallbrücken.

Da es keine signifikanten Unterschiede bezüglich eines Ereigniseintritts zwischen drei- und viergliedrigen Brücken gab, wurden sie zu 654 Fällen zusammengefasst.

Konstruktion	Gesamtzahl	Anzahl der Ereignisse zensiert	Prozent zensiert
Dreigliedrig	484	280	57,9%
Viergliedrig	170	92	54,1%
Gesamt	654	372	56,9%

Tab. 2: Fall- und Ereigniszahl drei- und viergliedrige Brücken

Für die statistischen Analysen wurden „Überlebenszeitanalysen“ [Weiβ, 2008] bzw. Verlustanalysen durchgeführt und dazu übliche Methoden wie die „Kaplan-Meier-Methode“ [Weiβ, 2008] und das „Cox–Regressionsmodell“ [Weiβ, 2008] herangezogen.

### 3.4 Statistische Verfahren

#### 3.4.1 Überlebenszeitanalyse

Viele klinische Studien basieren auf einer Analyse der Wirksamkeit therapeutischer Maßnahmen innerhalb eines Zeitraums, zu dem ein Ereignis eintritt. Das Ereignis kann positiv – keine eingetretene Komplikation – negativ – Komplikation – oder einfach neutral gewertet werden.

„Unabhängig von der Wertung des Ereignisses wird in der Medizin ganz allgemein von Überlebenszeitanalyse (engl. survival analysis) gesprochen.“ [Ziegler et al., 2007].

Das Merkmal dieser Analyse ist das variable Datum, an dem das Ereignis eintritt. Das heißt, zu Beginn der Studie ist sowohl der Untersuchungszeitraum als auch der Ereigniseintritt unbekannt. Die Zeit bis zum Eintreten eines bestimmten Ereignisses wird zwischen zwei oder mehreren Gruppen verglichen, um die Wirkung prognostischer Faktoren – Einflussfaktoren – zu schätzen. In der vorliegenden Arbeit wurde ein Ereignis durch das Auftreten einer Komplikation definiert. Das „Ereignis“ entsprach entweder der Erkrankung Parodontitis, Sekundärkaries, irreversibler Pulpitis oder Zementlockerung. Es gilt zu beachten, dass die Möglichkeit besteht, dass ein

## Material und Methode

Ereignis innerhalb des Beobachtungszeitraumes nicht eintritt. Hierbei wird von „zensierten Daten“ [Ziegler et al., 2007] gesprochen.

Liegt der Zeitpunkt des Ereignisses noch vor dem definierten Beobachtungszeitraum, ist das Ereignis am Ende der Untersuchung noch nicht eingetreten, oder gehen Daten während der Beobachtungszeit verloren, so wird von Zensierung gesprochen.

Eine vollständige Eliminierung dieser Daten würde die statistischen Ergebnisse verfälschen.

Im Rahmen von Überlebensstudien werden Patienten oft nicht zu einem speziellen Zeitpunkt, sondern vielmehr in einem bestimmten Zeitraum ausgewählt und dann über einen angesetzten Mindestzeitraum nachbeobachtet. Werden also beispielsweise zwei Jahre für die Rekrutierung benötigt und die angesetzte Nachbeobachtungszeit beträgt drei Jahre, so gibt es Studienteilnehmer, die fünf Jahre beobachtet werden und andere, die nur drei Beobachtungsjahre aufweisen. Daraus folgt, dass die Wahrscheinlichkeit für den Ereigniseintritt bei der zuletzt rekrutierten Person niedriger ist. Deshalb besteht bei Überlebenszeitstudien die erforderliche Annahme, dass die Prognose für die verschiedenen Studienteilnehmer gleich ist und nicht vom Zeitpunkt der Rekrutierung abhängt. Zu diesem Zweck wurden verschiedene Methoden entwickelt, um zensierte Daten bei der Auswertung zu berücksichtigen. Die „Kaplan-Meier Methode“ oder das „Cox-Regressionsmodell“ [Ziegler et al., 2007] sind Beispiele hierfür. Wenn beim Vergleich von Überlebenszeitanalysen verschiedene Beobachtungszeiten und „Zensierungsmuster“ [Ziegler et al., 2007] entstehen, gelten gewisse Annahmen für ein korrektes Ergebnis:

- Die Prävalenz der Risikofaktoren bleibt konstant
- Die Merkmale der Population unter Risiko bleiben konstant
- Die Prognose des Überlebens bleibt über die Zeit konstant

### 3.4.2 Kaplan-Meier-Methode

Ziel der „Kaplan-Meier-Methode“ [Ziegler et al., 2007] ist, die Wahrscheinlichkeit für das Überleben einer Brücke trotz Zensierung zu berechnen. Ausschlaggebend bei dieser Methode ist, „dass die Ereignisse die Beobachtungsintervalle definieren, und nicht, dass die Beobachtungsintervalle fest vorgegeben sind“ [Ziegler et al., 2007]. Die jeweilige Zeit bis zum Eintreten des Ereignisses mit der Komplikation Parodontitis begrenzt ein Zeitintervall, für welches die Wahrscheinlichkeit errechnet wird, dass kein Ereignis eintritt, bzw. dass keine Parodontitis vorkommt. Das Produkt aus den

vorher errechneten Wahrscheinlichkeiten berechnet die Gesamtwahrscheinlichkeit, einen speziellen Zeitpunkt zu „überleben“.

„Zu jeder Jahreszahl j auf der X-Achse gibt sie auf der Y-Achse einen Schätzwert der Wahrscheinlichkeit an, dass die Restauration mindestens J Jahre in Funktion bleibt.“ [Kerschbaum, 1991] Damit der zeitliche Verlauf der Verlustgefahr beurteilt werden kann, wird die „sog. Kumulative Hazardkurve“ [Kerschbaum, 1991] benutzt. Der Unterschied zum Kaplan-Meier-Graphen liegt bei gleichbleibendem Risiko im linearen Anstieg der Kurve. Im Gegensatz dazu ist der Kurvenverlauf der Kaplan-Meier-Methode bei gleichbleibender Verlustgefahr logarithmisch. Dadurch kann die lineare Steigung innerhalb eines bestimmten Zeitraums als Verlustrisiko interpretiert werden.

### 3.4.3 Log-Rang-Test

Der Log-Rang-Test (engl.: log rank test) wird in der Überlebenszeitanalyse als Standardverfahren für einfache Gruppenvergleiche in klinisch-therapeutischen Studien verwendet. Mit diesem nicht-parametrischen Test lässt sich statistisch überprüfen, ob zwischen den Untergruppen/ Überlebenskurven signifikante Unterschiede bestehen. Das Signifikanzniveau wurde auf  $\alpha=0,05$  festgesetzt. Daraus folgt, dass bei einem Testniveau von 5% ein Unterschied angenommen werden kann [Ziegler et al., 2007].

### 3.4.4 Cox-Regressionsmodell

Das „proportionale Hazard Modell“ [Ziegler et al., 2007] oder auch „Regressionsmodell von Cox“ [Kerschbaum, 1991] wird bei der Untersuchung simultaner Effekte mehrerer Einflussfaktoren auf eine Zielvariable verwendet. Dadurch ist eine Gegenüberstellung von Verlustrisiken möglich. Ein Beispiel hierfür ist die zensierte Überlebenszeit. Laut Ziegler (2007) liefert das Cox-Modell eine Schätzung des Therapieeffekts auf die Überlebenszeit, abgestimmt auf die anderen Einflussgrößen des Regressionsmodells. Dieses Modell erlaubt es, den Hazard (=unmittelbares Risiko) für eine Person im Hinblick auf das untersuchte Ereignis zu schätzen [Ziegler et al., 2007]. Das Besondere dabei ist, dass kein fester Beobachtungszeitraum gegeben ist. Die „Hazard-Funktion“ [Ziegler et al., 2007] (vgl. Abb. 5) berechnet die Wahrscheinlichkeit pro Zeiteinheit, dass eine Person, die nicht vorher aus der Untersuchungsreihe ausgeschieden ist, das Zielergebnis erfährt. Diese Funktion liefert somit das Risiko pro Zeiteinheit für das eintretende Ereignis in Abhängigkeit der Zeit t. Dabei wird von einer momentanen Neigung zu einem Zustandswechsel gesprochen. Ziel dieser „Hazard-Funktion“ [Ziegler et al., 2007] ist der Vergleich des Einflusses verschiedener Variablen.

## Material und Methode

Beispielrechnung für eine Hazard-Funktion (engl. Hazard Rate):

Jahr 1:

$f_1 = (x \text{ Patienten mit Ereignis} \times 6 \text{ Monate}) + (y \text{ Patienten} \times 8 \text{ Monate}) = x \text{ Beobachtungszeit in Monaten}$

$F_1 = (x \text{ zensierte Patienten ohne Ereignis} \times 3 \text{ Monate}) + (x \text{ Patienten} \times 12 \text{ Monate})$

Gesamtbeobachtung während des ersten Jahres für alle Patienten :  $f_1 + F_1$

Hazard Rate:  $\lambda_1 = \text{Ereignis}_1 / (f_1 + F_1)$  (Anzahl von Ereignissen je x Personenjahre während dem ersten Beobachtungsjahr)

$\lambda_2 = \text{Ereignis}_2 / (f_2 + F_2)$

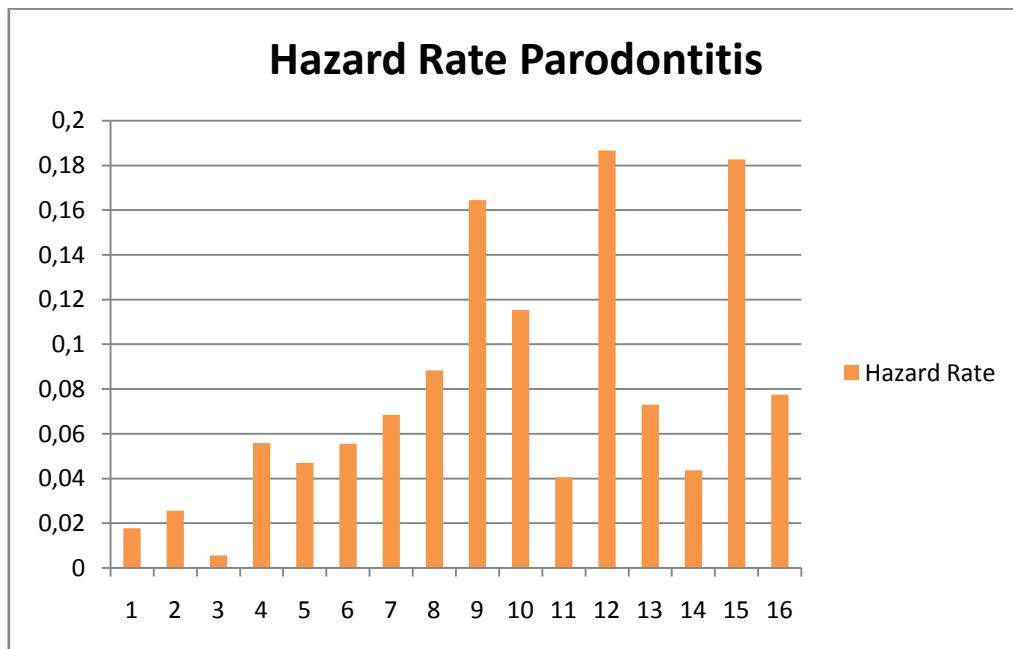


Abb. 5: Beispiel für eine Hazard Rate der Komplikation Parodontitis

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Deskriptive Statistik

#### 4.1.1 Demographische Merkmale des Patientengutes

##### Geschlechterverteilung

In der vorliegenden Studie wurden insgesamt 654 Patientenfälle ausgewertet, die im Zeitraum zwischen 1984 und 2009 in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik des Universitätsklinikum Regensburg mit zahngetragenen, drei- und viergliedrigen Metallkeramikbrücken versorgt wurden.

Wie aus Abbildung sechs ersichtlich wird, überwog der Anteil an weiblichen Patienten mit 54,9% (n=359) geringfügig gegenüber dem männlichen Patientenanteil mit 45,1% (n=295).

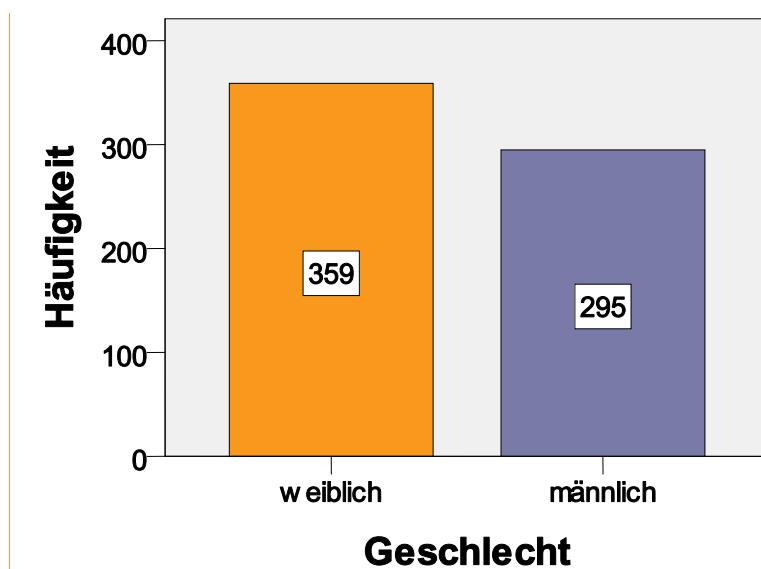


Abb. 6: Geschlechterverteilung

##### Altersverteilung

Im Mittelwert betrug das Patientenalter gerundet 54 +/- 12 Jahre. Der jüngste Patient war 19 Jahre alt und der älteste 88 Jahre. Dies ergab eine Altersdifferenz von 69 Jahren. In Abbildung sieben wird deutlich, dass in der Altersgruppe mit 40-50 Jahren am häufigsten Brückenzahnersatz eingegliedert wurde (n=179).

## Ergebnisse

Gruppierung	Anzahl	%
<=20	2	0,3%
21 -30	16	2,4%
31 - 40	92	14,1%
<b>41 - 50</b>	<b>181</b>	<b>27,7%</b>
51 - 60	173	26,5%
61 - 70	119	18,2%
71 - 80	58	8,9%
>= 80	13	2,0%
<b>Gesamt</b>	<b>654</b>	<b>100,0%</b>

Abb. 7: Altersverteilung

### 4.1.2 Merkmale der Metallkeramikbrücken

#### Herstellung der Metallkeramikbrücken

Abbildung acht zeigt die Verteilung der Metallkeramikbrücken bezüglich studentisch und zahnärztlich erstellter Restaurationen. 319 (48,8%) der Brücken waren keine Kursarbeiten, die andere Hälfte (n=335, 51,2%) wurde studentisch erstellt.

Hinsichtlich der Verlustanalyse konnten keine Unterschiede zwischen diesen beiden Kategorien gefunden werden.

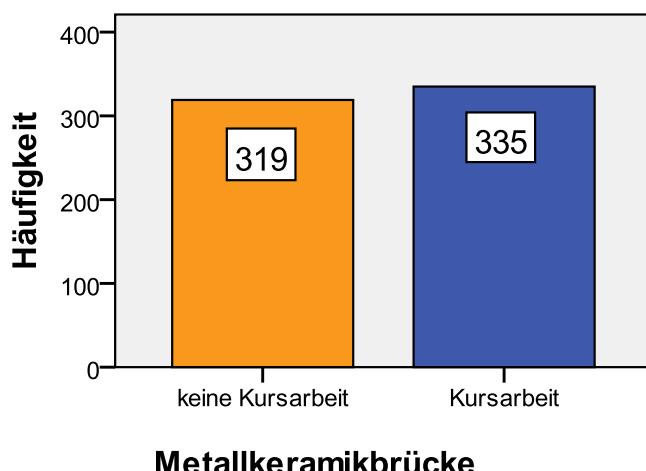


Abb. 8: Häufigkeitsverteilung nach Herkunft

## Ergebnisse

### Konstruktion der Metallkeramikbrücken

Von den insgesamt 654 ausgewerteten Metallkeramikbrücken waren 74% dreigliedrig ( $n=484$ ) und 26% viergliedrige Endpfeilerbrücken. Abbildung neun zeigt, dass deutlich mehr dreigliedrige Brücken eingegliedert wurden. Wie auch bei De Backer et al. (2006) konnte im Rahmen der statistischen Analysen kein signifikanter Unterschied zwischen drei- und viergliedrigen Metallkeramikbrücken festgestellt werden. Aus diesem Grund wurden in der vorliegenden Studie drei- und viergliedrige Brücken zusammengefasst.

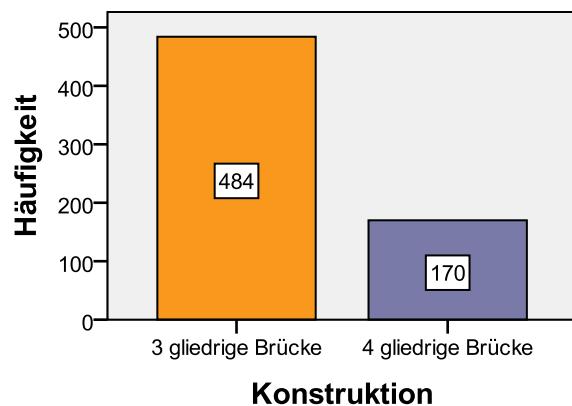


Abb.9: Häufigkeitsverteilung nach Konstruktion

### Lokalisation der Metallkeramikbrücken

Die Verteilung der Restaurationen auf Ober- und Unterkiefer war annähernd gleich (vgl. Abb. 10). Mit 50,2% inserierten Metallkeramikbrücken im Oberkiefer ( $n=328$ ) waren es lediglich zwei mehr als im Unterkiefer ( $n=326$ ).

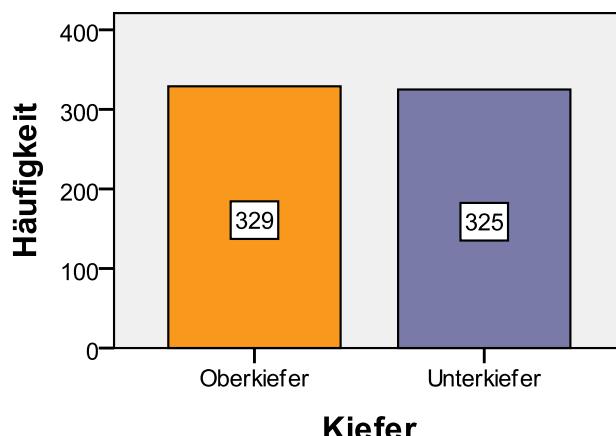


Abb. 10: Häufigkeitsverteilung Ober- und Unterkiefer

## Ergebnisse

Abbildung elf zeigt, dass sich 76,8% (n=501) der Brücken im Seitenzahngebiet befanden und 91 Metallkeramikbrücken (13,9%) zusätzlich zur Seite auch die Front mit einbezogen. 5,0% (n=33) waren reine Frontzahnbrücken und 28 Metallkeramikbrücken (4,3%) waren Brücken in der Front, die über die Mittellinie reichten.

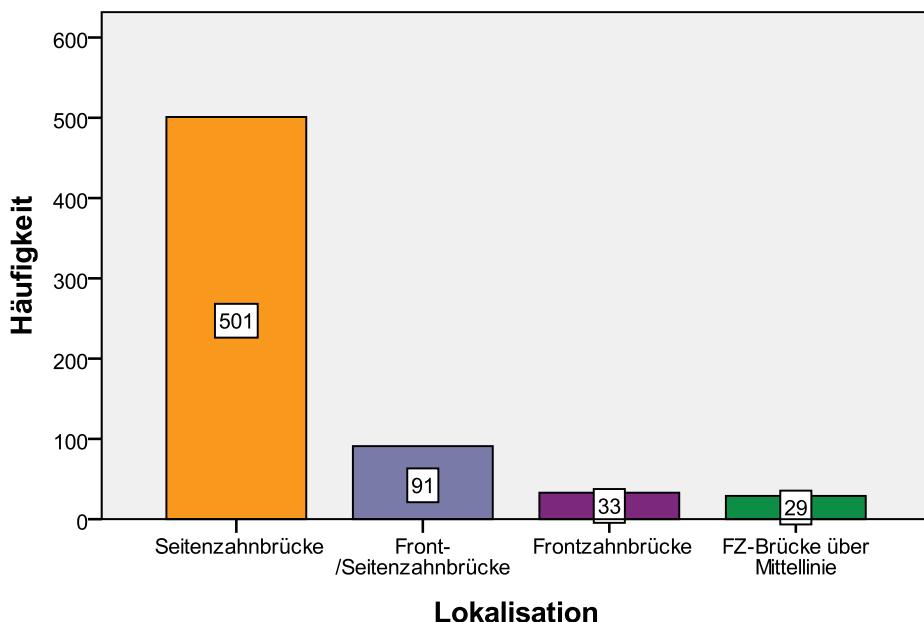


Abb. 11: Häufigkeitsverteilung nach Lokalisation  
(FZ-Brücke = Frontzahnbrücke)

### Lokalisation im Kiefer

	Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
Reine Seitenzahnbrücke	502	76,8	76,8
Front-/Seitenzahnbrücke	91	13,9	90,7
Reine Frontzahnbrücke	33	5,0	95,7
Frontzahnbrücke über die Mittellinie	28	4,3	100,0
Gesamt	654	100,0	

Tab. 3: Auszug aus SPSS-Auswertung

### Art der Antagonistenversorgung

Bei 597 von den insgesamt 654 untersuchten Fällen wurde eine festsitzende Gegenbezahlung in Form von natürlichen Zähnen, Kronen oder Brücken ermittelt (91,3%). Von den restlichen Probanden trugen 6,9% (n=45) eine teilprothetische Versorgung, wie zum Beispiel Teleskopprothesen, Modellgussprothesen oder Ähnliches.

## Ergebnisse

Lediglich zwölf (1,8%) Patienten wiesen einen zahnlosen Gegenkiefer auf und trugen somit eine Totalprothese als Gegenbezahlung (vgl. Abb. 11).

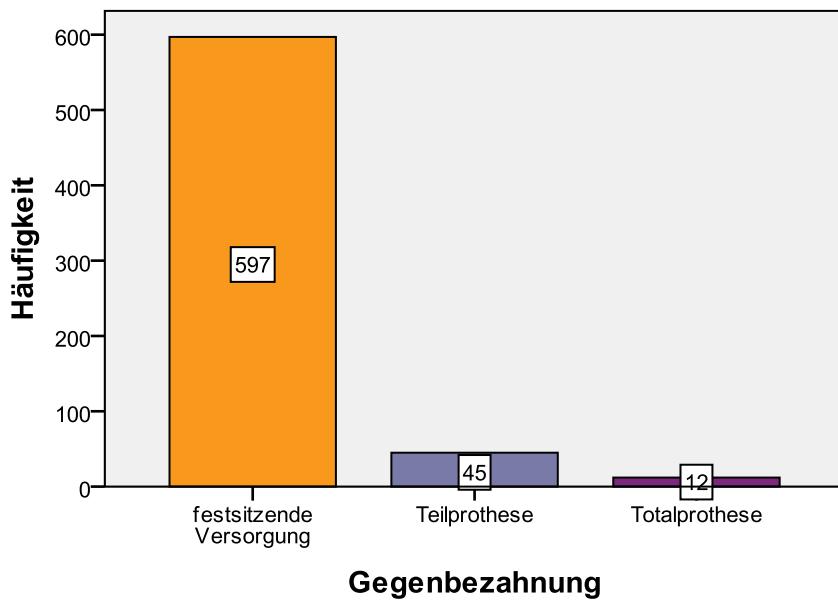


Abb. 12: Häufigkeitsverteilung Antagonistenversorgung

## Aufbau- und Befestigungsmaterial

Bei der Evaluierung dieser Daten wurde zwischen den verschiedenen Materialgruppen unterschieden. Bei 123 von 654 Fällen war kein Stumpfaufbau erforderlich. Musste der Zahn mit einem Aufbau versorgt werden, war Komposit mit 43,3% ( $n=283$ ) das am häufigsten verwendete Material. Bei 174 (26,6%) Metallkeramikbrücken wurde klassischer Glasionomerzement als Aufbaumaterial verwendet. Lediglich zwei Fälle wiesen einen Stumpfaufbau aus Kunststoffmodifizierten GIZ (resin-modified: RM-GIZ) auf. Zehn der 654 Fälle wurden mit Zinkoxidphosphat gefüllt. Abbildung 13 zeigt, dass die restlichen 62 ( $n=36$ ;  $n=26$ ) Aufbauten mit 5,5% aus einem metallverstärkten Glasionomerzement- und mit 4,0% aus einem Compomeraufbau bestanden.

## Ergebnisse

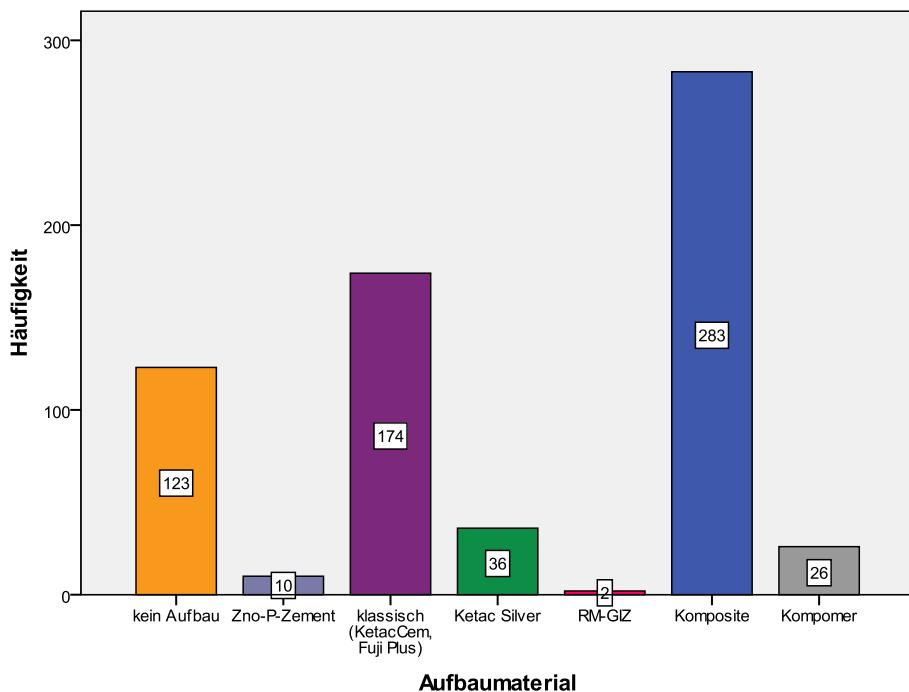


Abb. 13: Häufigkeitsverteilung Aufbaumaterial

Für die Befestigung wurde mit 47,2% ( $n=308$ ) überwiegend Zinkoxid-Phosphat-Zement verwendet. Dicht gefolgt von 257 (39,3%) Fällen mit Zinkoxid-Eugenol-Zement. Bei 9,2% wurde ein Glasionomerzement für die Befestigung gewählt. Den kleinsten Anteil hatten die adhäsiv zementierten Metallkeramikbrücken mit 28 (4,3%) von 654 inserierten Brücken (vgl. Tab. 4 und Abb. 13).

### Zement bei Eingliederung

	Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
Zinkoxid-Phosphat-Zement	309	47,2	47,2
Glasionomerzement	60	9,2	56,4
RM-Glasionomerzement	24	3,7	60,1
Zinkoxid-Eugenol-Zement	201	30,7	90,8
Zinkoxid-Eugenol-Freier Zement	56	8,6	99,4
Komposit	4	0,6	100,0
<b>Gesamt</b>	<b>654</b>	<b>100,0</b>	

Tab. 4: Auszug aus der SPSS-Datenanalyse mit Verteilung der Befestigungsmaterialien

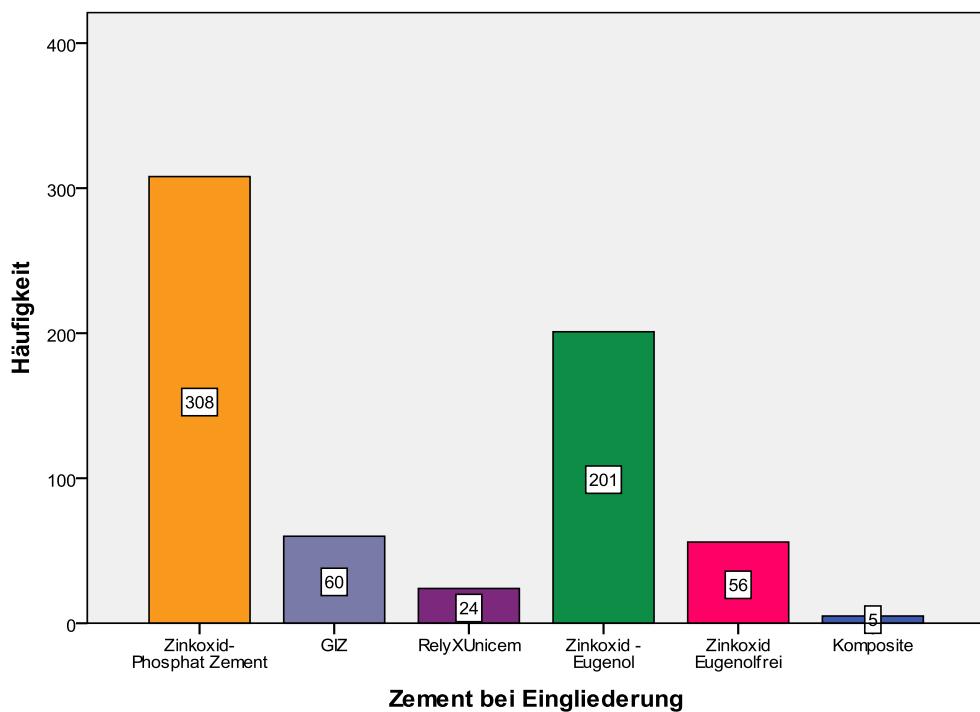


Abb. 14: Häufigkeitsverteilung der Befestigungszemente  
(GIZ = Glasionomerzement)

## 4.2 Analytische Statistik

### 4.2.1 Überlebenszeitanalyse allgemein

Bevor in den nächsten Punkten genauer auf die Analyse der Verlustrisiken eingegangen wird, gibt dieser Abschnitt einen Überblick über die allgemeine Lebensdauer einer Brückenversorgung. Zur Bestimmung der durchschnittlichen Überlebenszeit von drei- und viergliedrigen Metallkeramikbrücken wurde anhand der evaluierten Daten – also vom Zeitraum der Eingliederung bis zum letzten Eintrag der Brücke – mittels der inversen Kaplan-Meier-Methode ein mittlerer Beobachtungszeitraum von drei Jahren errechnet. Die 5-Jahres-Überlebensrate (=Zeit bis zur Neuanfertigung einer Brücke) aller Metallkeramikbrücken betrug 94%. Nach zehn Jahren waren noch 84% der Brücken in situ (vgl. Abb. 15). Bereits nach einer Beobachtungsdauer von fünf Jahren verringerte sich die Anzahl der zur Evaluation stehenden Fälle auf 220. Nach 20 Jahren Beobachtungszeit blieben lediglich drei Brücken übrig, die regelmäßig im Recall überprüft wurden. Aufgrund der fehlenden klinischen Untersuchung, konnte keine qualitative Aussage über den Grad der Funktionstüchtigkeit gemacht werden.

## Ergebnisse

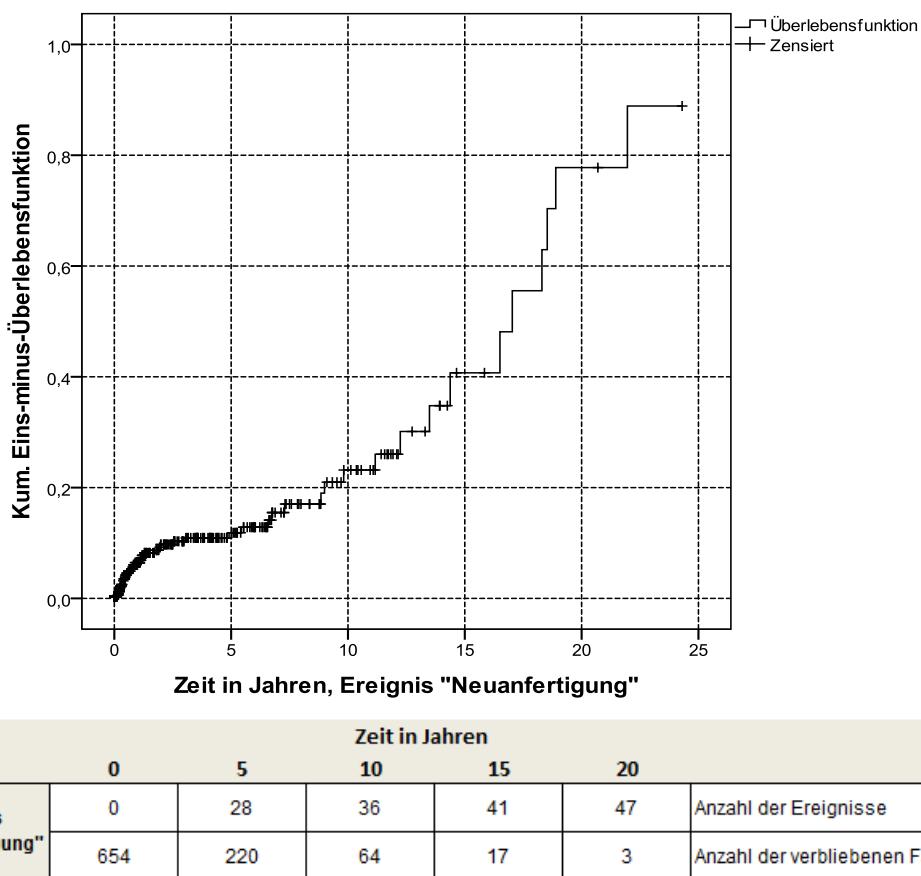


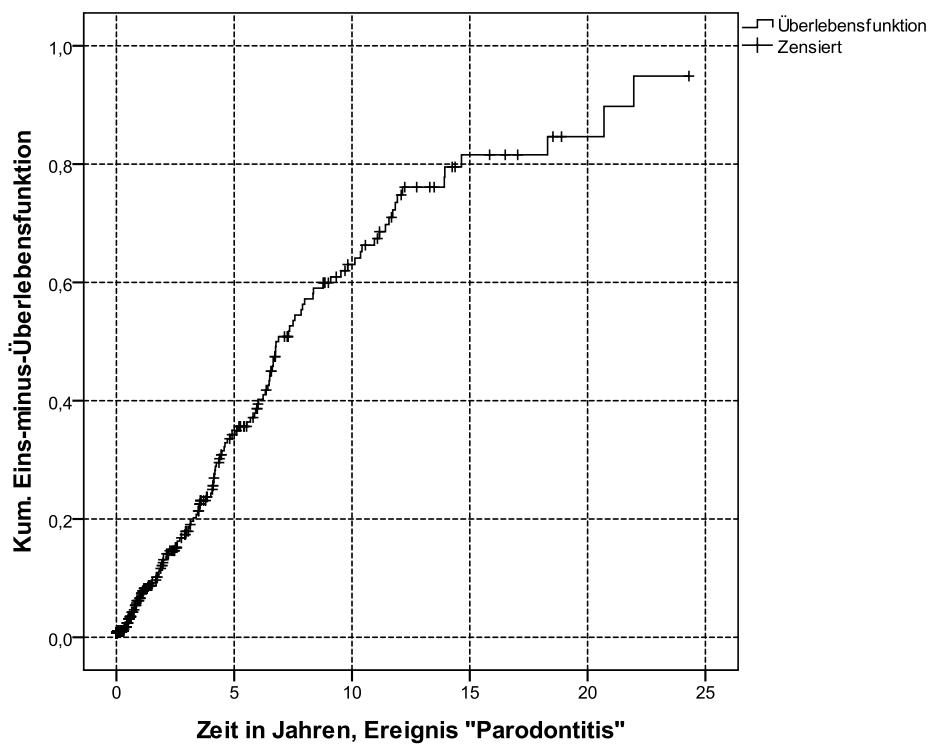
Abb. 15: Kumulative Eins-Minus-Überlebensfunktion „Neuanfertigung“ von drei- und viergliedrigen Metallkeramikbrücken

### 4.2.2 Parodontitis

Das Ereignis „Parodontitis“ war mit 121 Fällen die häufigste verzeichnete Komplikation. Wie Abbildung 15 zeigt, betrug die Überlebensrate der Metallkeramikbrücken nach fünf Jahren 64,4%. Nach einer Beobachtungszeit von zehn Jahren wurde bei 62,5% der Restaurierungen Parodontitis festgestellt. Nach 15 Jahren blieben lediglich 17% der Metallkeramikbrücken ereignisfrei.

Die dazugehörige Hazard Rate lag im ersten Beobachtungsjahr bei 0,018, also innerhalb 1000 Personenjahren traten 18 Fälle von Parodontitis auf. Mit einer Ausnahme im dritten Jahr stieg das Risiko bis zum neunten Beobachtungsjahr auf über 0,16 und erreichte im zwölften Jahr ein Maximum von 0,185. Abbildung 17 zeigt den Anstieg der Hazard Rate während der gesamten Zeit unter Beobachtung, wobei das Risiko im neunten, zwölften und 15. Jahr maximale Werte erreichte. Das heißt, im zwölften Beobachtungsjahr wurde bei 19 von 100 zur Exposition stehenden Personenjahren die Komplikation Parodontitis festgestellt.

## Ergebnisse



Ereignis "Parodontitis"	Zeit in Jahren					Anzahl der Ereignisse
	0	5	10	15	20	
	654	95	34	9	3	Anzahl der verbliebenen Fälle

Abb. 16: Kumulative Eins-Minus-Überlebensfunktion „Parodontitis“ von drei- und viergliedrigen Metallkeramikbrücken

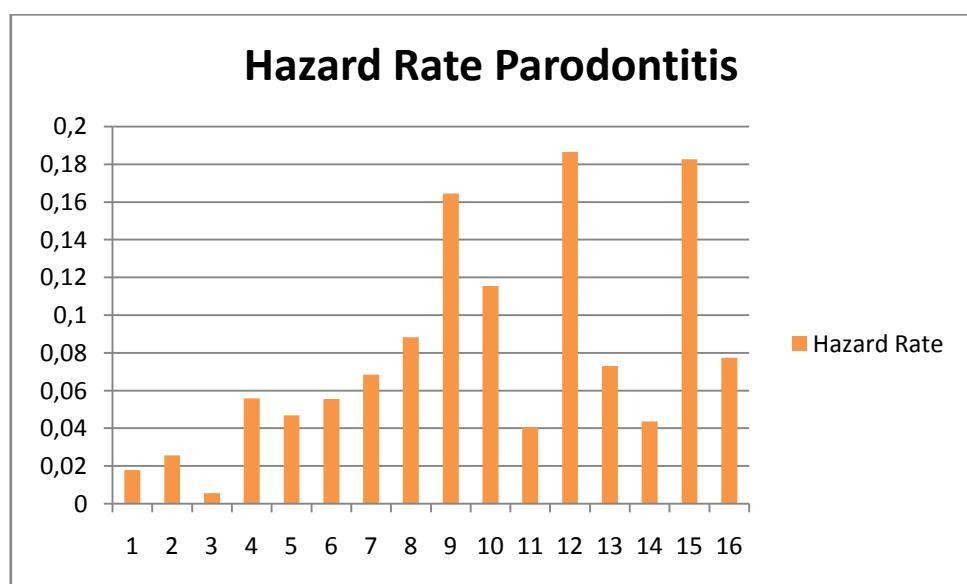


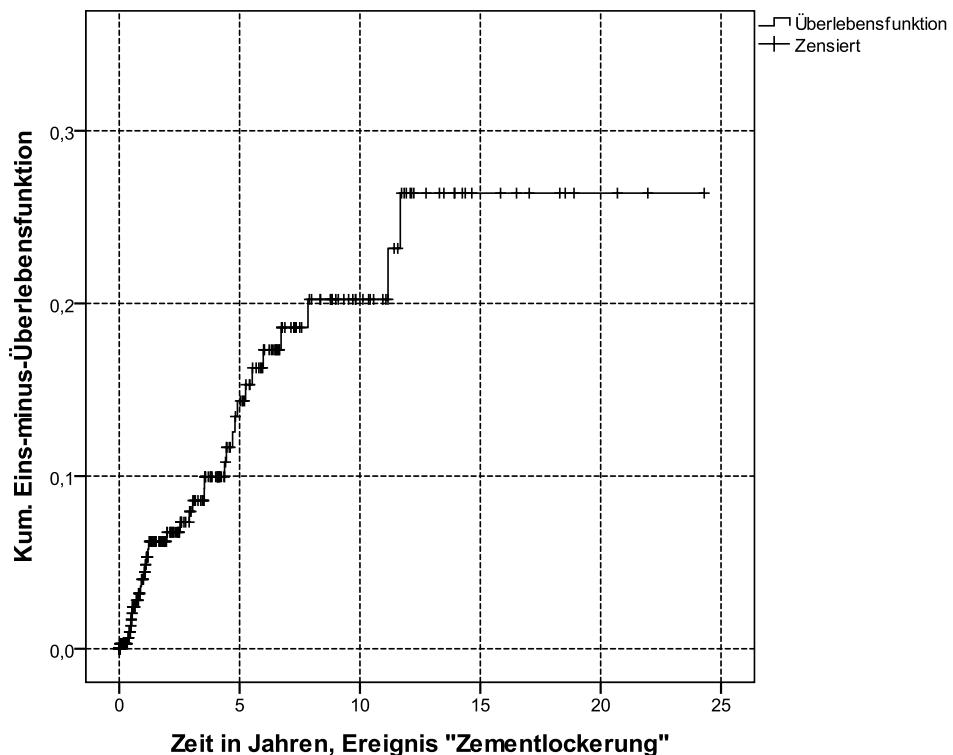
Abb. 17: Hazard Rate für das Ereignis „Parodontitis“

## Ergebnisse

### 4.2.3 Zementlockerung

Eine weitere untersuchte Komplikation war die Zementlockerung. Nachfolgende Abbildung 18 zeigt das generelle Verlustrisiko durch Zementlockerung unabhängig von der verwendeten Zementart. Insgesamt traten 34 Ereignisse von 654 Gesamtfällen auf, was einer Überlebensrate von 94,8% entsprach. Nach fünf Jahren lag die Fallzahl bei n=27 und 15% Ausfallrate. Die 10-Jahres-Überlebensrate lag bei 79% (n=32) und nach 15 Jahren wurde ein Überleben von 74% errechnet (vgl. Abb. 17).

Die jährliche Hazard Rate der Komplikation „Zementlockerung“ lag im ersten Jahr bei 0,009, das heißt in neun von 1000 zur Exposition stehenden Personenjahren kam es zur Zementlockerung. Im sechsten Beobachtungsjahr erhöhte sich das Risiko auf annähernd 0,04. Im zehnten und elften Jahr trat keine Zementlockerung auf. Im 14. Beobachtungsjahr kam es zu einem Maximum von 0,044. Im Anschluss daran wurden keine Fälle mehr registriert.



Ereignis "Zement- lockerung"	Zeit in Jahren					Anzahl der Ereignisse
	0	5	10	15	20	
	654	95	34	9	3	Anzahl der verbliebenen Fälle

Abb. 18: Kumulative Eins-Minus-Überlebensfunktion „Zementlockerung“ von dreigliedrigen und viergliedrigen Metallkeramikbrücken

## Ergebnisse

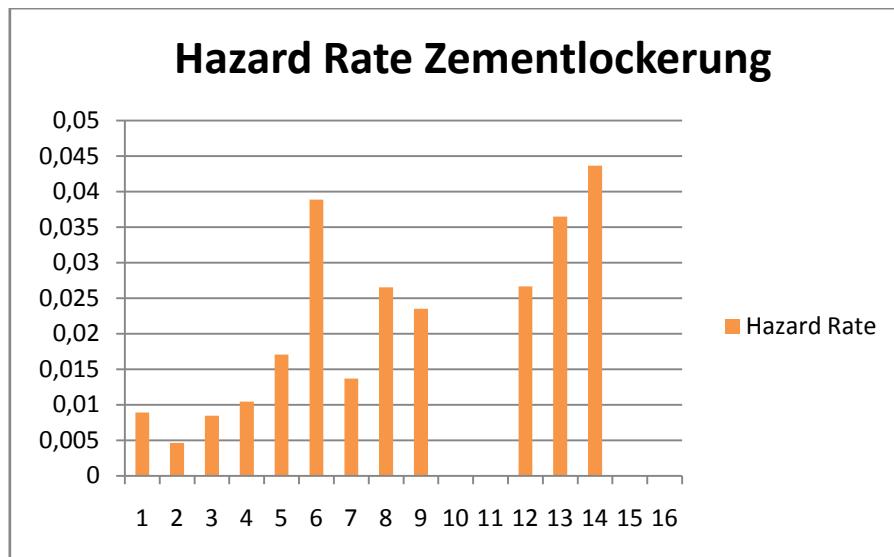


Abb. 19: Hazard Rate für das Ereignis „Zementlockerung“

In den oben beschriebenen Auswertungen wurden keine Unterschiede bezüglich der verwendeten Zementarten gemacht. Nachfolgende Tabellen und Abbildungen zeigen die Überlebenszeit in Abhängigkeit der verschiedenen Zemente. Tabelle fünf dokumentiert eine Übersicht der unterschiedlichen Materialien mit den zugehörigen Ereigniswerten.

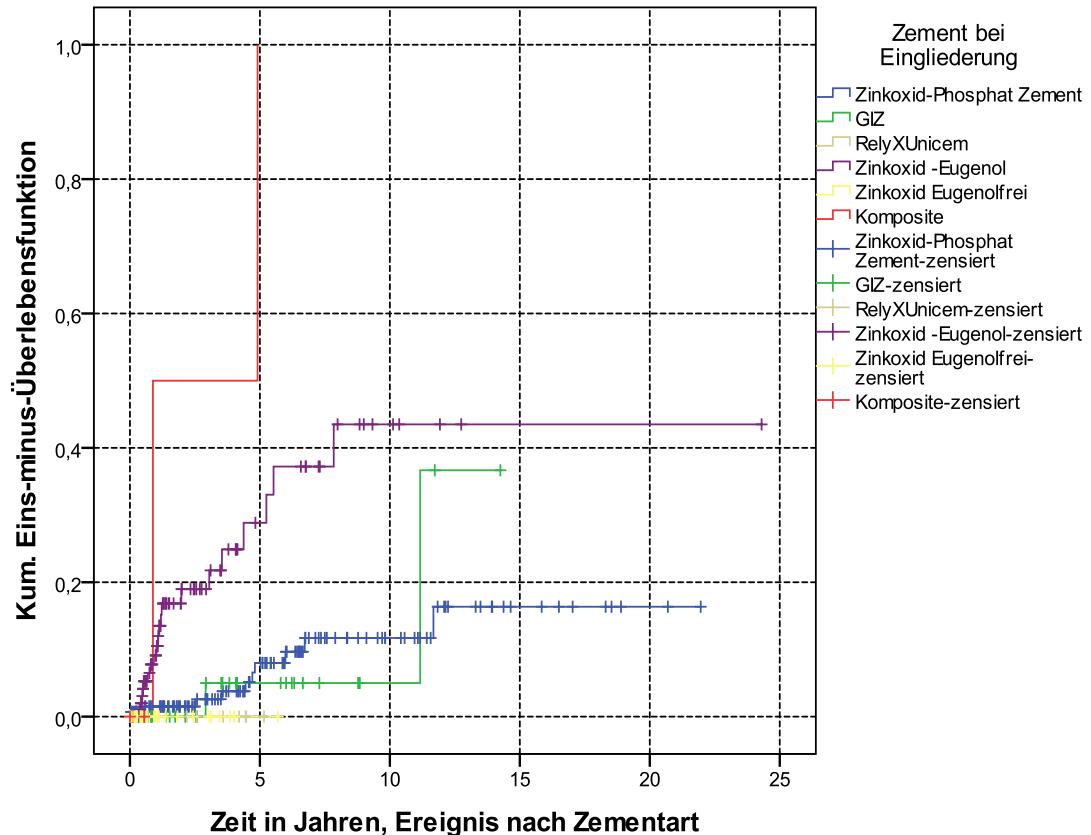
### Zement bei der Eingliederung

Zement bei Eingliederung	Gesamtzahl	Anzahl der Ereignisse	Zensiert N
Zinkoxid-Phosphat-Zement	309	10	299
GIZ	60	2	58
Kunststoffmodifiziert	24	0	24
Zinkoxid-Eugenol-Zement	201	20	181
Zinkoxid-Eugenolfrei	56	0	56
Komposit	4	2	2
<b>Gesamt</b>	<b>654</b>	<b>34</b>	<b>620</b>

Tab. 5: Übersicht der verwendeten Zementarten und Häufigkeit einer Zementlockerung

Zu den definitiven Befestigungsmaterialien gehörte der am häufigsten verwendete Zinkoxid-Phosphat-Zement (vgl. Tab. 5). Seine 10-Jahres-Überlebensrate lag bei 88% (n=9) und sank bis zum 20. Beobachtungsjahr auf lediglich 84% (n=10). Der provisorische Befestigungszement Zinkoxid-Eugenol wies eine 5-Jahres-Überlebensrate von 70% (n=17) auf. Nach zehn Jahren lag die Überlebensrate bei 57% (n=20) (vgl. Abb. 20).

## Ergebnisse



	Zeit in Jahren					
	0	5	10	15	20	
Zinkoxid-Phosphat Zement	0	7	9	10	10	Anzahl der Ereignisse
	309	65	27	8	1	Anzahl der verbliebenen Fälle
GIZ	0	1	1	2	0	Anzahl der Ereignisse
	60	11	3	2	0	Anzahl der verbliebenen Fälle
Zinkoxid-Eugenol Zement	0	17	20	20	0	Anzahl der Ereignisse
	201	17	5	1	0	Anzahl der verbliebenen Fälle
Komposit	0	2	0	0	0	Anzahl der Ereignisse
	4	0	0	0	0	Anzahl der verbliebenen Fälle

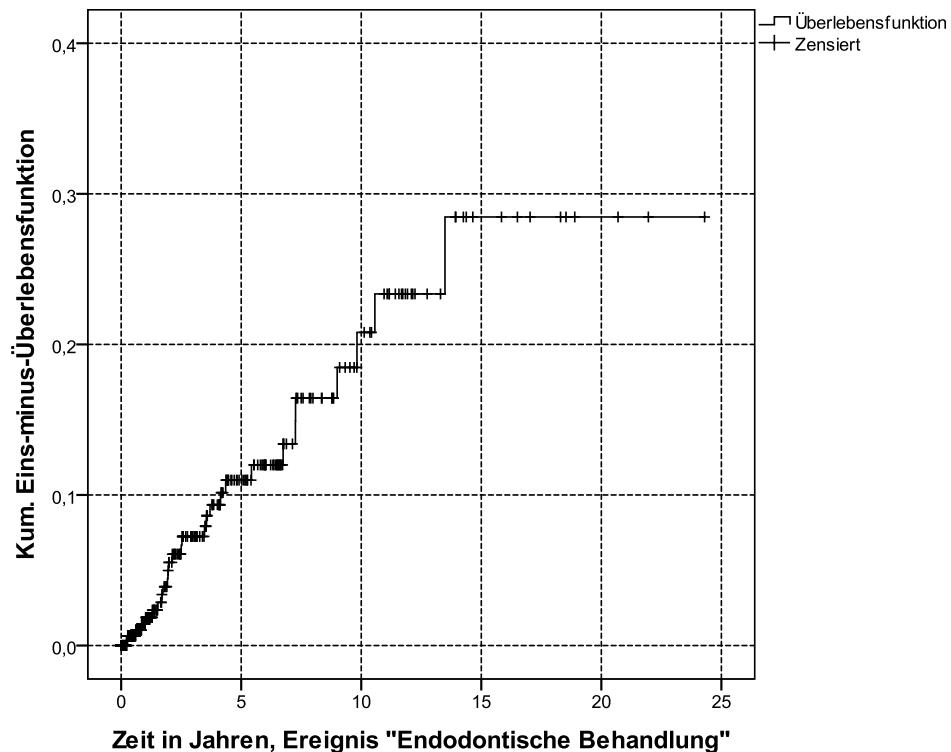
Abb. 20: Kumulative Eins-Minus-Überlebensfunktion „Zementlockerung“ von drei- und viergliedrigen Metallkeramikbrücken in Abhängigkeit von der Zementart

## Ergebnisse

### 4.2.4 Irreversible Pulpitis

Neben Parodontitis und Zementlockerung war eine irreversible Pulpitis eine weitere Komplikation, die im Rahmen dieser Studie untersucht wurde.

Wie Abbildung 21 zeigt, traten die meisten Fälle in den ersten zehn Beobachtungsjahren auf. Zu einer Komplikation, also pulpitischen Beschwerden und einer nachfolgenden endodontischen Behandlung, kam es in den ersten fünf Jahren bei 11% ( $n=20$ ) der untersuchten Fälle. Die 10-Jahres-Überlebensrate lag bei 78% ( $n=26$ ). Insgesamt traten bei 28 von 654 Gesamtfällen (4,3%) pulpitische Beschwerden auf.



Zeit in Jahren						
Ereignis "Endodontische Behandlung"	0	5	10	15	20	
Anzahl der Ereignisse	0	20	26	28	0	
Anzahl der verbliebenen Fälle	654	95	34	9	0	

Abb. 21: Kumulative Eins-Minus-Überlebensfunktion „Endodontie“ von drei- und viergliedrigen Metallkeramikbrücken

Aus Abbildung 22 wird erkennbar, dass die jährlich errechnete Hazard Rate im ersten Jahr bei 0,005 lag. Dies bedeutet, in lediglich fünf von 1000 untersuchten Personenjahren trat eine irreversible Pulpitis auf. Das Risiko stieg bis zum neunten Jahr auf 0,025. Im neunten Beobachtungsjahr kam es demnach bei 25 von 1000 zur Ex-

## Ergebnisse

position stehenden Personenjahren zu pulpitischen Beschwerden. Ab dem zehnten Beobachtungsjahr wurden keine Fälle mehr registriert.

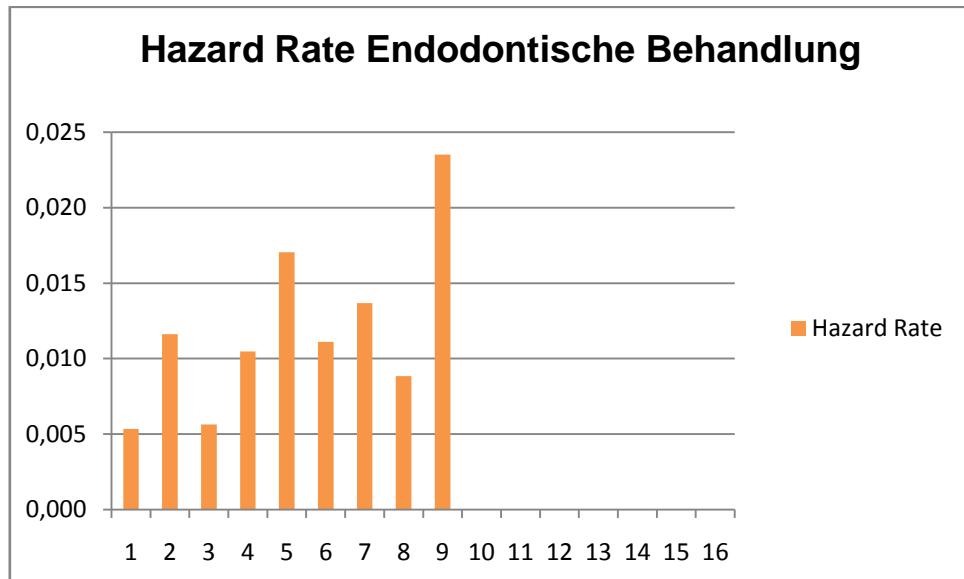


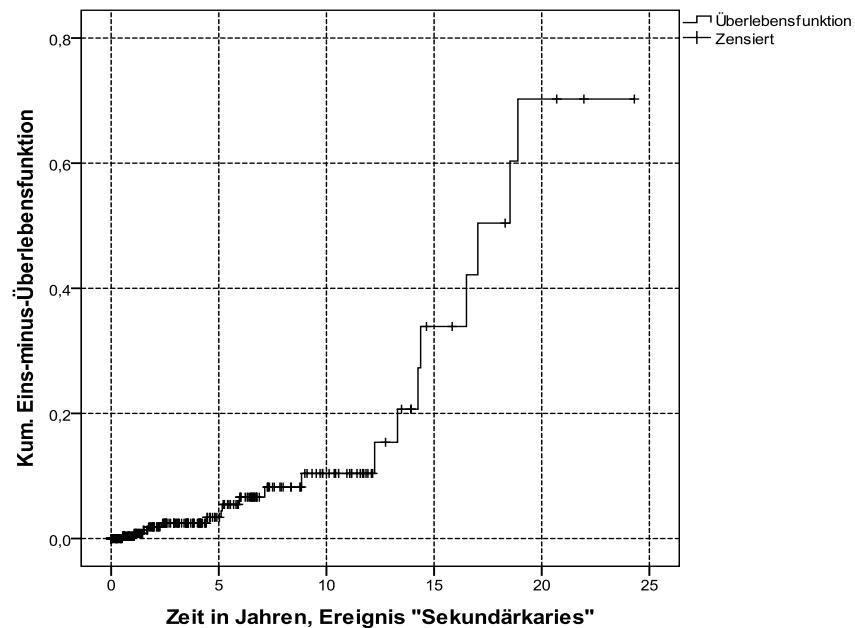
Abb. 22: Hazard Rate für das Ereignis „Endodontie“

### 4.2.5 Sekundärkaries

Abschließend wurde noch die Komplikation Sekundärkaries analysiert. Abbildung 23 zeigt, dass zwei Drittel der Brücken (66%) nach 15 Jahren noch in situ waren. Insgesamt traten innerhalb der 20 Beobachtungsjahre 19 Fälle von Sekundärkaries auf, was einem prozentualen Anteil von 2,9 entspricht. Mittels der Kaplan-Meier-Methode konnte eine Fünf-Jahres-Überlebensrate von 98% errechnet werden. Nach zehn Jahren blieben immer noch 88% der Fälle ereignisfrei.

Die jährliche Hazard Rate von Sekundärkaries lag im ersten Jahr unter 0,01, dies bedeutete, dass lediglich in einem von 100 untersuchten Personenjahren Sekundärkaries vorkam und das Risiko bis zum neunten Jahr unter 0,03 blieb. Im siebten Beobachtungsjahr kam es zu einem Maximum von 0,03. Das heißt, in 100 zur Exposition stehenden Personenjahren kam es zu drei Fällen Sekundärkaries. Nachdem im elften und zwölften Jahr keine Fälle auftraten, stieg die Hazard Rate ab diesem Beobachtungsjahr exponentiell von 0,03 auf 0,10 im 16. Jahr. Die Gefahr an Sekundärkaries zu erkranken erhöhte sich also zum Ende der Beobachtungszeit auf zehn innerhalb 100 Personenjahren. Der starke Anstieg im 19. Beobachtungsjahr ist sowohl auf die geringe Gesamtfallzahl zurückzuführen, als auch auf die ausbleibenden Ereignisse im 18. und 20. Beobachtungsjahr. (vgl. Abb. 24)

## Ergebnisse



Ereignis "Sekundär- karies"	Zeit in Jahren					Anzahl der Ereignisse
	0	5	10	15	20	
	0	6	11	15	19	Anzahl der verbliebenen Fälle
	654	95	34	19	3	

Abb. 23: Kumulative Eins-Minus-Überlebensfunktion „Sekundärkaries“ von drei- und viergliedrigen Metallkeramikbrücken

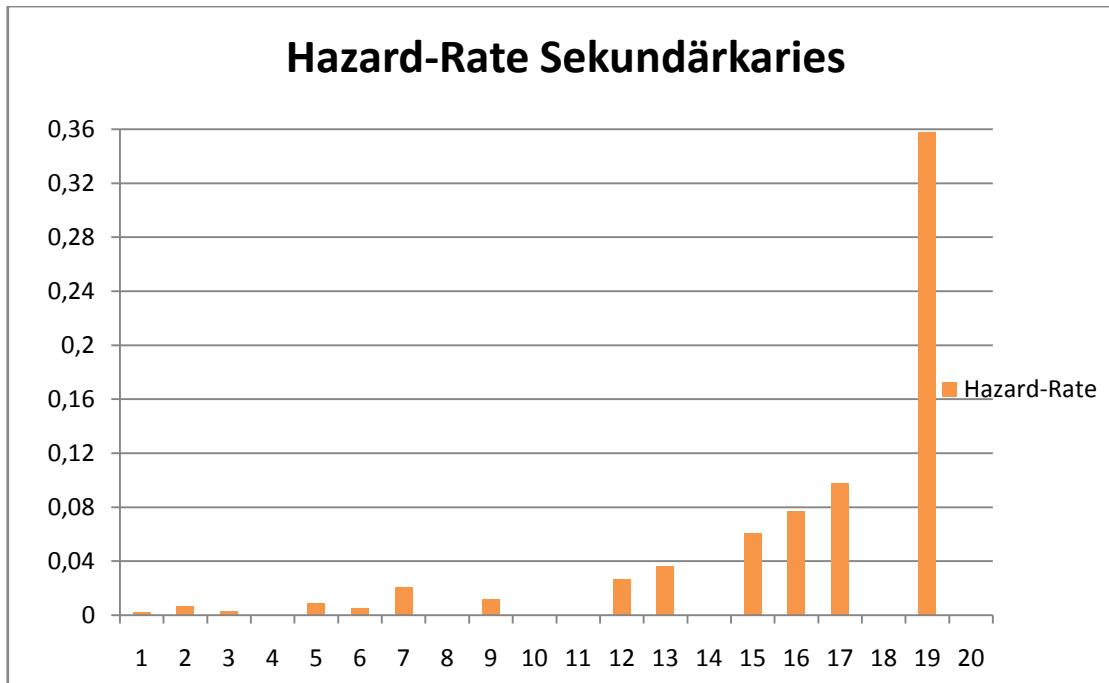


Abb. 24: Hazard Rate für das Ereignis „Sekundärkaries“

## 5 Diskussion

### 5.1 Diskussion der Methodik

#### Studiendesign

Studien werden in Longitudinalstudien und Querschnittstudien eingeteilt. Während bei Querschnittstudien nur ein kurzes Zeitfenster betrachtet wird, werden bei Longitudinalstudien Personengruppen über einen längeren Zeitraum beobachtet. Longitudinalstudien werden in retrospektive – Fall-Kontroll-Studien und prospektive – Kohortenstudien eingeteilt [Holm, 2003; Petrie et al., 2002].

Bei prospektiven Studien werden die Studienteilnehmer nach vorher bestimmten, potentiellen Risikofaktoren in Gruppen eingeteilt. Ein Beispiel hierfür ist die Einteilung in die Gruppen Raucher und Nichtraucher. Das Datenmaterial wird hierbei passend auf die Anforderungen der Studien zugeschnitten. Die ausgewählten Teilnehmer stehen anschließend über einen vorgegebenen Zeitraum unter Beobachtung. Während dieser Beobachtungszeit werden alle Veränderungen, Vorkommnisse oder Zustandsänderungen notiert [Petrie et al., 2002]. Dies bedeutet einen beachtlichen zeitlichen und finanziellen Aufwand und ist nur sinnvoll bei Erkrankungen, die in der Population gehäuft auftreten. Mittels prospektiver Studien ist es möglich, Aussagen über die Entwicklung, die Prognose und die Risiken einer bestimmten Erkrankung zu treffen [Petrie et al., 2002].

Bei retrospektiven Studien wird eine Personengruppe mit einer bestimmten Erkrankung nachuntersucht. Hierbei wird auf bereits bestehende Daten zurückgegriffen. Die Vergangenheit wird „rückblickend“ aus der Gegenwart untersucht. Retrospektive Studien sind ohne größeren Aufwand und preisgünstig durchführbar. Sie werden verwendet, um den Einfluss von Risikofaktoren und das generelle Vorkommen von seltenen Erkrankungen oder Krankheiten mit langen Latenzzeiten zu untersuchen [Petrie et al., 2002]. Jedoch sind retrospektive Studien auf Informationen aus bestehenden Unterlagen angewiesen. Diese Informationen können lückenhaft sein und vermindern somit die Aussagekraft der Studie.

Das Design der vorliegenden Studie ist retrospektiv. Dies bedeutet einerseits, dass die Entscheidungen der verschiedenen verantwortlichen Zahnärzte, die Qualität der Zahntechniker oder die Patienten selbst die Ergebnisse dieser Studie beeinflusst haben könnten. Andererseits garantiert ein standardisierter Behandlungsablauf bei der Anfertigung von Zahnersatz, ein hohes Maß an Reproduzierbarkeit.

## Diskussion

Darüberhinaus erschweren Unterschiede bezüglich des Studiendesigns, der Bewertungskriterien und der Beobachtungszeiträume den Vergleich der einzelnen Studien. Dies und geringe Fallzahlen verringerten die Aussagekraft der einzelnen Analysen. Aus diesem Grund führten beispielsweise Creugers et al. (1994), Scurria et al. (1998) und Tan et al. (2004) Meta-Analysen durch. Diese Analysen sind Zusammenfassungen von inhaltlich übereinstimmenden Einzelstudien eines Forschungsgebietes. Ziel war es, die Risikofaktoren besser einschätzen zu können [Näpänkangas, 2002]. Die Ergebnisse dieser Meta-Analysen von Creugers et al. (1994) und Scurria et al. (1998) lagen bei 74% (+/- 2.1%) bzw. 75% Überlebensrate nach einer Beobachtungszeit von 15 Jahren.

Tabelle 6 beinhaltet eine Übersicht der einzelnen Analysen und ihrer Ergebnisse hinsichtlich der Überlebensrate von Metallkeramikbrücken. Daraus wird ersichtlich, dass sich die Ergebnisse der vorliegenden Analyse überwiegend den Werten der Referenzstudien anschließen.

<b>Studien</b>	<b>Metallkeramikbrücken/ Beobachtungsjahre</b>	<b>Überlebensrate (%)</b>	<b>Komplikationen (%)</b>
<b>a. Retrospektive Studien</b>			
De Backer et al. (2006)	322/ 20 Jahre	66,2% (20 Jahre)	Karies 22,2% Parodontitis 4,2% Endodontie 2,9% Lockung 15,3%
Hochman et al. (2003)	49/ 25 Jahre	87,8% (10 Jahre)	keine Angabe
Kerschbaum et al. (1991)	1669/ 15 Jahre	64% (15 Jahre)	keine Angabe
Scurria et al. (1998)	keine Angabe	92% (10 Jahre)	keine Angabe
Tan et al. (2004) Meta-Analyse	2881/ 6-25 Jahre	89,1% (10 Jahre)	Karies 2,6% Parodontitis 0,5% Endodontie 10%
Walton (2003)	515/ 15 Jahre	80% (15 Jahre)	Karies 11% Parodontitis 27% Lockung 13%
Vergleichswerte Eigenstudie	654/ 3 Jahre mittlere Beobachtungszeit (maximale Beobachtungszeit 25 Jahre)	84% (10 Jahre)	Karies 2,9% Parodontitis 18,5% Endodontie 4,3% Lockung 5,2%
<b>b. Prospektive Studien</b>			
Näpänkangas (2002)	540/ 10 Jahre	84% (10 Jahre)	Karies 1% Parodontitis 3% Endodontie 1% Lockung 1%
Erpenstein et al. (1992)	298/ 15 Jahre	60,4% (15 Jahre)	Karies 9% Parodontitis 3,4% Endodontie 4% Lockung 3%

Tab. 6: Zusammenfassung von Referenzstudien mit den gleichen Komplikationsarten

### **Patientengut**

Einen Nachteil der vorliegenden Studie stellten die im Laufe der Zeit abnehmenden klinischen Beobachtungsfälle dar. Daraus folgte, dass die mediane Beobachtungszeit lediglich drei Jahre betrug. Dies begründete sich zum Teil darauf, dass in der vorliegenden Studie kein Unterschied bezüglich eingegliedertem Zahnersatz von examinierten Zahnärzten und Zahnmedizinstudenten gemacht wurde. Die statistischen Auswertungen ergaben hierbei keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Qualität und der Lebensdauer der Metallkeramikbrücken. Holm (2003) vermutete, dass durch den vorgegebenen Behandlungsablauf der studentisch hergestellten Arbeiten und durch die genaue Überwachung durch fertig ausgebildete Zahnmediziner keine Nachteile entstehen. Für die Teilnehmerzahl der Studien bedeutete dies allerdings, dass viele der Bekannten und Verwandten, die im Studentenkurs behandelt wurden, nach abgeschlossener Behandlung nicht mehr zum Recall der ZMK-Klinik erschienen sind und somit auch nicht mehr an den Studien teilnahmen. Aufgrund der vielen Studentenarbeiten fielen diese Patienten nicht unwe sentlich ins Gewicht. Abbildung 14 zeigt, dass nach fünf Beobachtungsjahren nur noch 220 von 654 Teilnehmern in die Auswertungen eingingen und nach zehn Jahren unter Beobachtung lediglich 64 Fälle übrigblieben. Dies hatte zur Folge, dass Ereignisse, welche nach zehn Jahren oder mehr auftraten, übermäßig stark in die jeweilige Hazard Rate der Risikofaktoren eingingen. In Abbildung 23 (Hazard Rate für Sekundärkaries) wurde im Hinblick auf die abnehmende Fallzahl beobachtet, dass das Risiko an Sekundärkaries zu erkranken im 19. Jahr dramatisch anstieg. Dies lag jedoch daran, dass in diesem Beobachtungsjahr zwei Fälle von Sekundärkaries vorkamen, wohingegen im 18. Beobachtungsjahr kein Fall und im 15. bis 17. Beobachtungsjahr nur ein Fall pro Jahr auftrat. In diesem speziellen Zeitsegment standen lediglich noch 31 Brücken unter Beobachtung, wodurch die Hazard Rate ein zu hohes Risiko vermittelte.

### **Komplikationen**

Die Entscheidung, welche Komplikationen untersucht werden sollten, wurde nicht schon vor der Aktenauswertung getroffen, sondern entwickelte sich vielmehr aus den Informationen, die im Zuge der Datenrecherche gewonnen wurden. Dabei erfolgte keine gesonderte Einteilung der Komplikationen in einzelne Gruppen, wie beispielsweise in biologische oder technische Komplikationen [De Backer, 2006]. Die erste notierte, aufgetretene Komplikation an einem der Pfeilerzähne oder der Metallkera-

## Diskussion

mikbrücke wurde gewertet. Die Informationen für die vorliegende Studie bezogen sich dabei ausschließlich aus den Patientenakten. Es wurden keine Verlaufskontrollen, Telefoninterviews oder ähnliches mit den Studienteilnehmern durchgeführt. In diesem Punkt unterscheidet sich die vorliegende Analyse deutlich von anderen Studien. So untersuchten De Backer (2006), Hämmeler et al. (2000) und Näpänkangas et al. (2002) die Studienteilnehmer regelmäßig im Zuge eines Recall-Termins und konnten somit schon kleinste Veränderungen an den Pfeilerzähnen oder an der Metallkeramikbrücke notieren. Sie hatten dadurch die Möglichkeit, Komplikationen genauer zu differenzieren und einzuschätzen. Im Gegensatz dazu konnte in der vorliegenden Studie nicht genau festgestellt werden, ob beispielsweise eine Lockerung der Brücke Sekundärkaries auslöste oder durch Karies ausgelöst wurde. Oder ob die Gestaltung der Kronenränder Einfluss auf den Zustand des Parodont hatte. Des Weiteren erfolgte die Diagnosestellung in der vorliegenden Studie nicht nur von einem einzelnen Behandler, sondern sowohl von Zahnärzten als auch von Zahnmedizinstudenten. Dabei wurde die von den Studenten gestellte Diagnose von examinierten Zahnärzten überprüft und bestätigt. In diversen Studien wurden die Studienteilnehmer von einem einzigen Behandler untersucht, was eine gewisse Gleichheit der Ergebnisse garantierte [Holm et al., 2003; Näpänkangas et al., 2002]. In der vorliegenden Studie fehlte diese Beständigkeit, da die Diagnosen nicht einheitlich von einer Person gestellt wurden.

### 5.2 Diskussion der Ergebnisse

#### 5.2.1 Allgemeine Überlebensdauer

Die 10-Jahres-Überlebensrate der Metallkeramikbrücken unserer Studie betrug 94%. Dieses Ergebnis war vergleichbar mit denen von Creugers et al. (1994) 95%, Walton (2003) 87%, Kerschbaum (1991) 82%, Hochman et al. (2003) 87,8%, Valderhaug (1993) 88%, Karlsson (1986) 97,1% und von De Backer (2006) mit 82%. Auch Näpänkangas et al. (2002) berichteten über eine durchschnittliche Verlustrate von lediglich 16% nach einer Beobachtungszeit von zehn Jahren. Eine systematische Meta-Analyse von Tan et al. (2004) untersuchte in einem Zeitraum von 1966 bis 2004 mit einem Mindestbeobachtungszeitraum von fünf Jahren die Überlebenszeit von Metallkeramikbrücken und errechnete eine 10-Jahres-Überlebensrate von 89,1%. Aus den Studien wurde deutlich, dass drei- und viergliedrige Metallkeramikbrücken eine gute Langzeitprognose haben.

### 5.2.2 Parodontitis

Die Komplikation Parodontitis zählte mit 121 von 654 aufgetretenen Fällen (18,5%) zum häufigsten dokumentierten „Ereignis“. Diese Werte unterschieden sich zum Teil deutlich von anderen Studien. Dies lag möglicherweise daran, dass in der vorliegenden Analyse alle parodontalen Probleme als „Ereignis“ gewertet wurden und nicht nur diejenigen, die zum Verlust der Restauration oder zur Extraktion eines Pfeilerzahnes führten, wie beispielsweise bei Kerschbaum et al. (1991). Im Gegensatz dazu errechneten De Backer (2006) mit 4,2% und Erpenstein et al. (1992) mit 5,7% deutlich niedrigere Werte als in der vorliegenden Analyse.

Außerdem erfolgte in den oben genannten Vergleichsstudien die Datenerhebung klinisch im Rahmen der Recall-Termine der Patienten. Dabei wurde unter anderem der Zustand des Zahnhalteapparats bewertet und Mundhygieneinstruktionen an die Probanden weitergegeben. Die Studienteilnehmer konnten somit über die gesamte Beobachtungszeit hinweg begleitet und überwacht werden. Im Unterschied dazu wurden im Rahmen der vorliegenden Studie keine regelmäßigen klinischen Untersuchungen durchgeführt, bei welchen die Studienteilnehmer dementsprechend instruiert werden konnten. Nichtsdestotrotz wurden die Patienten nach dem Einsetzen der Brücke angewiesen, regelmäßig zum Recall zu erscheinen. Dies geschah jedoch unabhängig von der vorliegenden Studie. Darin könnte ein weiterer Grund für die abweichenden höheren Werte in der vorliegenden Analyse begründet sein.

Darüberhinaus stellte sich aufgrund des langen Beobachtungsintervalls in der vorliegenden Studie die Frage, ob das zunehmende Alter der Studienteilnehmer und die dadurch verminderte Regenerationskraft des parodontalen Gewebes, sowie abnehmende manuelle Geschicklichkeit einen Einfluss auf die Komplikation Parodontitis hatten [Kerschbaum et al., 1991]. Eine Studie von De Backer et al. (2006) konnte dies nicht bestätigen. Hellwig et al. (2009) stellten allerdings in epidemiologischen Studien fest, dass im Alter von 35 bis 40 Jahren die Parodontitis-Prävalenz um nahezu 100% anstieg und die Hauptursache für Zahnverlust im fortschreitenden Alter neben Karies zunehmend Parodontitis war. Wie Abbildung 7 zeigt, wurden in der vorliegenden Studie, in der Altersgruppe 40 bis 50 Jahre, am häufigsten Metallkeramikbrücken eingegliedert. Es gilt jedoch zu beachten dass ein weiterer beträchtlicher Anteil der Studienteilnehmer 50 Jahre und älter war.

Unabhängig vom Alter der Patienten und der Mundhygienefähigkeit kann die Restauration selbst den Zustand des marginalen Parodont beeinflussen.

## Diskussion

Knoernschild et al. (2000) untersuchten in einer Studie die Auswirkungen von Metallkeramikbrücken auf das parodontale Gewebe. Sie fanden heraus, dass es zu einer entzündlichen Reaktion der Gingiva kommen kann, und diese wesentlich durch die Beschaffenheit der Kronenränder beeinflusst wird. Besonders Restaurierungen mit subgingivalen Rändern, schlechter Randpassung und rauer Oberfläche erzeugen durch Irritationen entzündliche Reaktionen der Gingiva. Auch Erpenstein et al. (1992) konnten einen Zusammenhang zwischen überkronten Zähnen und einer Gingivitis feststellen. Dies begründet sich auf einem erhöhten Plaque- und Blutungswert im Rahmen der klinischen Untersuchung, der jedoch nicht mit erhöhten Sondierungstiefen korrelierte. Dies bedeutete, dass eine Gingivitis nicht zwangsläufig zu einer Parodontitis wurde, weshalb sie die Aussagekraft ihrer Untersuchungsergebnisse einschränkten.

Da in der vorliegenden Analyse keine klinischen Untersuchungen durchgeführt wurden, blieb unklar, wie häufig ein Patient zum Recall erschien und worin letztendlich die Komplikation Parodontitis begründet lag.

### **5.2.3 Zementlockerung**

Die Komplikation Zementlockerung wurde mit 34 Ereignissen von 654 aufgetretenen Fällen (5,2%) dokumentiert. Zahlreiche Studien führten unter ihnen häufigsten Komplikationen den Retentionsverlust bzw. eine Lockerung der Restauration auf.

De Backer et al. (2006) errechneten 15,3%, Goodacre et al. (2003) 7%, Walton (2003) 13% und Närpäkkangas et al. (2004) 6,4% (3,9%-10,4%). In einer Meta-Analyse von Tan et al. (2004) wurde von einer 10-Jahres-Verlustrate von 6,4% (3,9-10,4%) gesprochen. Karlsson (1986) berichtete von einem engen Zusammenhang zwischen Sekundärkaries und Retentionsverlust.

Verschiedene Schritte im Herstellungsverfahren von Zahnersatz können Fehler beinhalten, die eine Lockerung der Restauration verursachen. Erster entscheidender Faktor ist die Präparation der Brückenzweige. Dabei sind einflussreiche Kriterien die klinische Länge und Rauigkeit des Stumpfes, der Konvergenzwinkel ( $10^\circ$ ) der Präparation, die Detail- und Dimensionstreue des Abformmaterials, sowie die Abformung selbst. [Eichner et al., 2005; Jivraj, 2006] Da viele der Restaurierungen im Studentenkurs angefertigt wurden, könnten die gering ausgeprägten Präparationsfähigkeiten der behandelnden Studenten ein Grund für die Loslösung der Brücke vom Pfeiler sein. Dies wurde auch von De Backer et al. (2006) vermutet, konnte in der vorliegenden Studie jedoch nicht bestätigt werden.

## Diskussion

Weitere Schritte in der Herstellung der Brücke erfolgen im zahntechnischen Labor und haben Auswirkungen auf die Passform der Restauration. Wichtige Einflussfaktoren dabei, sind beispielsweise die Schichtstärke des Stumpflacks, das Wärmeausdehnungsverhalten der Legierung oder das Schrumpfungsverhalten der Einbettmasse. [Strub et al, 2005] Auch hier könnte eine der Fehlerquellen darin begründet liegen, dass viele der untersuchten Restaurationen von Studenten erstellt wurden und nicht nur von ausgebildeten Zahntechnikern. Obwohl labortechnische Abläufe standardisiert ablaufen sollten, kann dies in einer zahnmedizinischen Ausbildung nicht immer gewährleistet werden.

Abschließend beeinflusst der eigentliche Vorgang der Zementierung und die mechanischen Eigenschaften des Befestigungszementes maßgeblich den Halt der Restauration. Dies konnte in einer Studie von Jivraj et al. (2006) bestätigt werden. Ziel des Zementierens ist, neben einem dauerhaften Halt der Restauration, eine gute marginale Adaptation des Befestigungszements zwischen Zahn und Restauration herzustellen. Laut Lehmann et al. (2002) sollte der Zementspalt nicht mehr als 20-100 µm betragen. Ist der Spalt zu groß, führt dies zu Auswaschungen an der Zementfuge und somit auch zu erhöhter Plaqueanlagerung mit der Gefahr von Sekundärkaries oder Gingivitis. [Voß et al., 1989]

Damit ist eine weitere potentielle Fehlerquelle im Zementierungsvorgang zu finden. Wie von Craig et al. (2010) beschrieben hat die Temperatur der Zemente beim Anmischen, die Menge des verwendeten Pulvers und die Konsistenz maßgeblichen Einfluss auf den Halt der Restauration. Dies bedeutet, dass einerseits eine korrekte Verarbeitung die Löslichkeit des Befestigungsmaterials beeinflusst und andererseits die Reinigungs- und Trocknungsmethode des Pfeilers selbst. Bezogen auf die vorliegende Studie kann nicht davon ausgegangen werden, dass der fehlersensitive Zementierungsvorgang nach einem standardisierten Ablauf und immer von der gleichen Person erfolgte. Bei Betrachtung der vielen untersuchten Restaurationen mit den vielen verschiedenen Behandlern wird dies noch einmal deutlich.

### 5.2.4 Irreversible Pulpitis

Mit 28 von 654 (4,3%) untersuchten Fällen zählte die irreversible Pulpitis zur dritthäufigsten Komplikation. In einer Analyse von Holm et al. (2003) wurden 7% innerhalb der Beobachtungszeit von 30 Jahren errechnet. De Backer et al. (2006) erhielt mit 2,9% vergleichbare Werte. Näpänkangas et al. (2002) berichteten bei einer Gesamtzahl von 195 Brücken über zwei Fälle (1%) mit endodontischen Problemen.

## Diskussion

Da die Analyse in einer Universitätsklinik für Studenten durchgeführt wurde, vermuteten sie die gering ausgebildeten Fertigkeiten der Studenten bei der Präparation als Ursache für die Komplikationen. In der vorliegenden Studie konnte jedoch kein signifikanter Unterschied bezüglich der Restaurationen von Studenten und Zahnärzten festgestellt werden.

Bis es zum definitiven Einsetzen der Brückenversorgung kommt, werden viele einzelne Schritte durchlaufen. Dabei wird der vitale Zahn großen Belastungen ausgesetzt. Unter anderem spielen chemische Noxen, wie Aufbaumaterialen und dazugehörige Komponenten, sowie Abformungs- und Befestigungsmaterialien eine Rolle. Der Kontakt der Dentinkanälchen mit den verschiedenen Materialien beim Legen der Aufbaufüllung oder während der Abformung kann frühe Pulpanekrosen hervorrufen. [Tan et al., 2004]

Zu den physikalischen Noxen gehört die Präparation selbst. Lehmann et al. (2002) empfiehlt einen maximalen Substanzabtrag von 1,3 – 0,8mm je nach Zahn. Werden diese Werte überschritten, kann dies, sowie eine ungenügende Wasserkühlung bzw. zu hohe Reibungswärme zu einer Pulpaschädigung führen.

Nachdem die Verlustanalysen keine signifikanten Unterschiede zwischen „Student“ und „Zahnarzt“ erbrachten sind in oben genannten Ausführungen gemeinsame Schnittpunkte zu finden. Beide Gruppen verwenden die gleichen Aufbau-, Abformungs- und Befestigungsmaterialien, die die Pulpa irreversibel schädigen können.

Bei festsitzenden prothetischen Versorgungen treten vor allem in der Anfangszeit pulpatische Beschwerden oder postoperative Hypersensibilitäten auf, welche auf Traumen zurückzuführen sind. Pulpatische Beschwerden nach längerer Tragedauer hingegen entstehen oft aufgrund von bakteriellen Noxen, wie tiefen kariösen Läsionen, können jedoch auch durch laterale oder retrograde Infektionen ausgelöst werden [Christensen, 1997; Haller, 2009]. Die Ergebnisse in der vorliegenden Studie zeigen einen stetigen Anstieg mit einem absoluten Maximum im neunten Beobachtungsjahr. Dies bedeutet, dass sowohl in der Anfangszeit irreversible Schädigungen auftraten, als auch in den Folgejahren.

### 5.2.5 Sekundärkaries

Die Komplikation Sekundärkaries trat in der vorliegenden Studie am seltensten auf. Innerhalb der gesamten Beobachtungszeit wurde in lediglich 19 von 654 (2,9%) Fällen Sekundärkaries diagnostiziert. Auch hier basierten die evaluierten Daten aus-

## Diskussion

schließlich auf der Dokumentation in den Patientenakten und erfolgten nicht durch klinische oder radiologische Untersuchungen.

Erpenstein et al. (1992) untersuchten in einem Beobachtungszeitraum von 15 Jahren 298 Brücken (maximal sechsgliedrig). Die Analyse ergab bei 27 Pfeilerzähnen Sekundärkaries und führte zur Entfernung der Restauration. Bei sechs weiteren Zähnen kam es aufgrund von Sekundärkaries zu einer Extraktion des Brückenspeilers. Zusammengefasst ergibt dies einen prozentualen Wert von 4,5% Sekundärkaries bei insgesamt 730 Pfeilerzähnen und entspricht damit annähernd den Werten in der vorliegenden Studie mit 2,9%. Goodacre et al. (2003) errechneten in einer Meta-Analyse 8% Sekundärkaries (0,7% - 26%) bezogen auf die Gesamtkonstruktion. Dieser Wert liegt deutlich über den Ergebnissen aus der vorliegenden Studie, er wurde allerdings im Rahmen der Meta-Analyse als Durchschnitt errechnet. De Backer et al. (2006) untersuchten 322 Brücken und berichteten nach einer Beobachtungszeit von 20 Jahren über eine Verlustrate von 33,8% (n=109). Häufigster Grund hierfür war mit 22,2% (n=24) Sekundärkaries.

Die höheren Ergebnisse von De Backer et al. (2006) im Vergleich zur vorliegenden Studie könnten zum einen an einem höheren Durchschnittsalter ihrer Patienten (63 zu 54 Jahren) liegen und zum anderen daran, dass nicht nur eine Brücke pro Patient gewertet wurde, sondern alle eingegliederten Restaurationen. War zum Beispiel ein Patient besonders kariesanfällig und deshalb mehrere Restaurationen betroffen, gingen diese überdurchschnittlich hoch in die Auswertung mit ein. Im Gegensatz dazu wurde in der vorliegenden Analyse nur die erste eingegliederte Restauration in die Analyse miteinbezogen, um diese Problematik zu vermeiden.

Valderhaug et al. (1993) und Hämerle et al. (2000) konnten bei Sekundärkaries eine Korrelation zwischen dem Alter, der Hygienefähigkeit der Brückenversorgung und der Compliance der Patienten feststellen. Dies könnte den stärkeren Anstieg nach einer Beobachtungszeit von 13 Jahren erklären, da das durchschnittliche Patientenalter in der vorliegenden Analyse zu diesem Zeitpunkt 67 +/-12 Jahre betrug.

Insgesamt waren die in der vorliegenden Studie erhaltenen Daten für Sekundärkaries niedriger als in den anderen Studien. Nápánkangas et al. (2002) berichteten über lediglich 1% Sekundärkaries innerhalb einer Beobachtungszeit von zehn Jahren und lagen somit noch unterhalb des hier evaluierten Wertes. Im Rahmen der regelmäßigen Kontrolluntersuchungen wurde unter anderem der Speichel auf Laktobazillen

## Diskussion

und Streptokokkus Mutans-Bakterien untersucht. Patienten mit hohem Kariesrisiko konnten so herausgefiltert und besser betreut werden.

Die geringen Werte in der vorliegenden Studie könnten zum einen daran liegen, dass durch die vielen studentischen Arbeiten und die daraus hervorgehenden standardisierten und kontrollierten Behandlungsabläufe keine Restkaries zurückgelassen wurde. Zum anderen, dass viele Patienten schon nach kurzer Zeit das Recall-Programm der Universität verließen und damit das Schicksal der Restaurationen nicht mehr nachvollzogen werden konnte.

## 6 Zusammenfassung

Diese retrospektive Studie untersuchte die Häufigkeit und das zeitliche Auftreten von Parodontitis, Zementlockerung, endodontischen Behandlungen und Sekundärkaries bei drei- und viergliedrigen zahngetragenen Metallkeramikbrücken.

654 Metallkeramikbrücken wurden gemäß einem standardisierten Behandlungsablauf in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Medizinischen Fakultät der Universität Regensburg zwischen Januar 1984 und Mai 2009 eingesetzt.

Das zeitliche Auftreten und die Häufigkeit der Komplikationen, sowie potentielle Risikofaktoren wurden anhand der Daten in den Patientenakten ausgewertet. Zu den potentiellen Risikofaktoren zählten Art des Antagonisten (herausnehmbarer Zahneratz im Vergleich zu festsitzendem), Bruxismus, genaue Position im Kiefer (Ober-, Unterkiefer, Front- oder Seitenzahnregion) oder Stumpfaufbaumaterialien (verschiedene Zemente, Kunststoffe). Kontinuierliche Variablen wurden als Mittelwerte und Standardabweichungen aufgeführt, kategoriale Variablen hingegen als absolute Zahlen und Proportionen. Die Überlebensrate der Metallkeramikbrücken wurde mit Hilfe der Kaplan-Meier-Analyse beurteilt.

Die durchschnittliche Beobachtungszeit betrug drei Jahre und wurde mittels der inversen Kaplan-Meier-Methode errechnet. Die 5-Jahres-Überlebensrate (Zeitraum bis zur Neuanfertigung bzw. bis zum Verlust der Brücke) aller Brücken betrug 94% und nach zehn Jahren 87%.

Die Komplikation Parodontitis trat bei 121 von 654 Gesamtfällen auf (18,5%). Die Überlebensrate für fünf Jahre ohne eingetretenes Ereignis betrug gemäß Kaplan-Meier-Analyse 65% und für zehn Jahre 63%. Hier lag die jährlich berechnete Hazard Rate im ersten Jahr bei 0,018 und stieg im zwölften Jahr auf ein Maximum von 0,185.

Zur Zementlockerung kam es bei 34 von 654 Fällen (5,2%). Laut Kaplan-Meier lag die 5-Jahres-Überlebensrate ohne eingetretenes Ereignis bei 85% und nach zehn Jahren bei 79%. Die jährlich berechnete Hazard Rate begann im ersten Jahr bei 0,009 und stieg bis zum 14. Beobachtungsjahr auf 0,04. Das heißt es kam bei vier von 100 zur Exposition stehenden Personenjahren zur Zementlockerung.

Zu pulpitischen Beschwerden kam es bei 28 von 654 Fällen (4,3%). Die 5-Jahres-Überlebensrate lag bei 89%. Nach zehn Jahren waren immer noch 79% der Brücken beschwerdefrei. Des Weiteren lag die jährlich berechnete Hazard Rate bei anfangs

## Zusammenfassung

0,005 und stieg bis zum neunten Jahr auf 25 Fälle von 1000 zur Exposition stehenden Personenjahren.

Sekundärkaries trat bei 19 von 654 Brücken auf, dies entspricht 2,9%, dabei betrug die 5-Jahres-Überlebensrate 98% und nach zehn Jahren 88%. Des Weiteren lag die jährliche Hazard Rate im ersten Jahr bei 0,01 und stieg von 0,03 im neunten auf 0,10 im zwölften Beobachtungsjahr.

Die Frage nach einem signifikanten Einfluss der potentiellen Risikofaktoren, wie Bruxismus, Lokalisation der Metallkeramikbrücke im Kiefer oder Art der Gegenbezahlung wurde in der vorliegenden Auswertung nicht behandelt. Das Hauptaugenmerk lag auf den Verlustgründen der Metallkeramikbrücken.

Das Risiko, dass eine Komplikation eintrat, war jeweils verschieden und stieg bei allen untersuchten Risikofaktoren im Laufe der Untersuchungszeit an. Die Komplikation „Parodontitis“ nahm besonders ab dem neunten Beobachtungsjahr zu. Das Risiko „Sekundärkaries“ blieb gleichbleibend niedrig.

Zusammenfassend können Patienten mit zahngetragenen Metallkeramikbrücken, trotz der vorliegenden Komplikationen, eine hohe Überlebensrate von ihren Restaurierungen erwarten.

## 7 Literaturverzeichnis

- Attin T, Vataschki M, Hellwig E** (1996): Properties of resin-modified glassionomer restorative materials and two polyacid-modified resin composite materials. *Quintessence Int* 27; 203-209
- Behr M** (2007): Konventionelles versus adhäsives Zementieren von festsitzendem Zahnersatz. *Dtsch Zahnärztl Z* 62; 704-705
- Behr M, Leibrock A, Stich W, Rammelsberg P, Rosentritt M, Handel G** (1998): Adhesive fixed partial dentures in anterior and posterior areas. Results of an on-going prospective study begun 1985. *Clin Oral Investig* 2; 31-35
- Bergenholtz G, Warfvinge J, Dahlen G** (1985): Dental Pulp Response to Bacteriell Cell Wall Material. *J Dent Res* 64; 1046-1050
- Boer WM (Hrsg)** (1999): Metallfreie Restaurationen. Band 1, Teil 4, Spitta Verlag
- Brännström M, Nyborg H** (1977): Pulpal reaction to polycarboxylate and zinc phosphate cements used with inlays in deep cavity preparations. *J Am Dent Assoc* 94; 308-310
- Christensen GJ** (1997): Tooth preparation and pulp degeneration. *J Am Dent Assoc* 128 (3); 353-354
- Craig RG, Powers JM, Wataha JC** (2010): Zahnärztliche Werkstoffe. Urban & Fischer
- Creugers NHJ, Käyser AF, Vant Hof MA** (1994): A meta-analysis of durability data on conventional fixed bridges. *Community Dent Oral Epidemiol* 22; 448-452
- De Backer H, Van Maele G, De Moor N, Van den Berghe L, De Boever J** (2006): A 20-Year Retrospective Survival Study of Fixed Partial Dentures. *Int J Prosthodont* 19 (2); 143-153
- Deschner J, Eick S** (2010): Ätiologie und Pathogenese der Parodontitis. *ZM* 10 (101); 42-46
- Eichner K, Kappert HF** (2005): Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung. Band 1, Thiemeverlag Stuttgart
- Erpenstein H, Kerschbaum T, Fischbach H** (1992): Verweildauer und klinische Be funde bei Kronen und Brücken. *Dtsch Zahnärztl Z* 47 (5); 315-319
- Fardal O, Linden GJ** (2010): Long-term outcomes for cross-arch stabilizing bridges in periodontal maintenance patients – a retrospective study. *J Clin Periodontol* 37; 299-304

## Literaturverzeichnis

- Gernet** W, Biffar R, Schwenzer N, Ehrenfeld M (2007): Zahnärztliche Prothetik.  
Thieme Verlag Stuttgart
- Goodacre** CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JYK (2003): Clinical complications in fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent* 90 (1); 31-41
- Hämmerle** CH, Ungerer MC, Fantoni PC, Brägger U, Bürgin W, Lang NP (2000): Long-term analysis of biologic and technical aspects of fixed partial dentures with cantilevers. *Int J Prosthodont* 13 (5); 409–415
- Haller** B (2009): Die postoperative Hypersensibilität. *ZM* 99 (6); 44-51
- Heidemann** D (1999): Kariologie. Urban & Fischer
- Hellwig** E, Klimek J, Attin T (2009): Einführung in die Zahnerhaltung.  
Deutscher Zahnärzte Verlag Köln
- Hochman** N, Mitelman L, Hadani PE, Zalkind M (2003): A clinical and radiographic evaluation of fixed partial dentures (FPDs) prepared by dental school students: a retrospective study. *J Oral Rehabil* 30 (2); 165-170
- Holm** C, Tidehag P, Tillberg A, Molin M (2003): Longevity and Quality of FPDs: A Retrospective Study of Restorations 30, 20 and 10 Years after Insertion. *Int J Prosthodont* 16 (3); 283-289
- Hupfauf** L, Behneke N, Fuchs P, Fuhr K, Jung T, Koeck B, Lehmann K, Marxkors R, Reiber T, Schramm-Scherer B, Tetsch P, Weber H (1987): Festsitzender Zahnersatz. Urban & Schwarzenberg
- Jivraj** SA, Kim TH, Donovan TE (2006): Selection of luting agents, part 1.  
*J Calif Dent Assoc* 34 (2); 149-160
- Karlsson** S (1986): A clinical evaluation of fixed bridges, 10 years following insertion. *J Oral Rehabil* 13 (5); 423-432
- Kerschbaum** T, Paszyna C, Klapp S, Meyer G (1991): Verweilzeit- und Risikofaktorenanalyse von festsitzendem Zahnersatz. *Dtsch Zahnärztl Z* 46; 20-24
- Kerschbaum** T (2004): Langzeitüberlebensdauer von Zahnersatz - Eine Übersicht. *Quintessenz* 55 (10); 1113-1126
- Kerschbaum** T (2006): Metallkeramik - Ein halbes Jahrhundert im Dienste der Patienten. *Zahnärztl Mitt* 96 (20); 44-50
- Ketterl** L, Bernimoullin JP, Diedrich P, Diekwisch T, Erpenstein H, Fesseler A, Flores-De-Jacoby L, Herforth A, Hornecker E, Krekeler G, Krüger W, Lange DE, Mutschelknauß R, Noldin R, Plagmann HC, Purucker P, Raetzke P, Renggli HH (1990): Parodontologie. Urban & Schwarzenberg

## Literaturverzeichnis

- Ketterl** W, Einwag J, Geurtzen W, Heidemann D, Hickel R, Klaiber B, König KG, Maiwald HJ, Motsch A, Naujoks R (1992): Zahnerhaltung I. Urban & Schwarzenberg
- Klimm** W (2011): Endodontologie. Deutscher Zahnärzte Verlag Köln
- Knoernschild** KL, Campbell SD (2000): Periodontal tissue responses after insertion of artificial crowns and fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 84(5); 492-498
- Koeck** B (1999): Kronen- und Brückenprothetik. Urban & Fischer München
- Körber** KH (1995): Zahnärztliche Prothetik. 4. vollständig überarbeitete Auflage; Thieme-Verlag, Stuttgart
- Ladha** K, Verma M (2010): Conventional and Contemporary luting cements: An Overview. *J Indian Prosthodont Soc.* 10 (2); 79-88
- Leempoel** PJB, Käyser AF, Van Rossum GM, De Haan AFJ (1995): The survival rate of bridges. A study of 1674 bridges in 40 Dutch general practices. *J Oral Rehabil* 22 (5); 327-330
- Lehmann** KM, Hellwig E (2002): Einführung in die zahnärztliche Propädeutik. 9. überarbeitete Auflage, Urban & Fischer Verlag, München
- Marxkors** R, Meiners H, Geis-Gerstorfer J (2008): Taschenbuch der zahnärztlichen Werkstoffkunde. Deutscher Zahnärzte Verlag Köln
- Marxkors** R (2010): Lehrbuch der zahnärztlichen Prothetik. Deutscher Zahnärzte Verlag Köln
- Müller** HP (2006): Parodontologie. Thieme Verlag
- Muzynski** BL, Greener E, Jameson L (1988): Fluoride release from glass ionomers used as luting agents. *J Prosthet Dent* 60 (1); 41-44
- Näpänkangas** R, Salonen-Kemppi M, Raustia AM (2002): Longevity of fixed metal ceramic bridge prostheses: a clinical follow-up study. *J Oral Rehabil* 29 (2); 140-145
- Pameijer** CH (2012): A Review of luting agents. *Int J Dent*, published online
- Petrie** A, Bulman JS, Osborn JF (2002): Further statistics in dentistry. BDJ Books
- Pjetursson** BE, Lang NP (2008): Prosthetic treatment planning on the basis of scientific evidence. *J Oral Rehabil* 35 (1); 72–79
- Rosenstiel** SF, Land MF, Rashid RG (2004): Dentists' molar restoration choices and longevity: a web-based survey. *J Prosthet Dent* 91 (4); 363–367

## Literaturverzeichnis

- Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ (1998):** Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent* 80 (3); 280-301
- Schreier M (2012):** Das Risiko des Abplatzens von Verblendungen bei metallkeramischen drei- und viergliedrigen Brücken: Eine Retrospektive Studie.  
Universität Regensburg
- Schwartz NL, Whitsett LD, Berry TG, Stewart JL (1970):** Unserviceable crowns and fixed partial dentures: life-span and causes for loss of serviceability.  
*J Am Dent Assoc.* 81 (6); 1395-1401
- Scurria MS, Bader JD, Shugars DA (1998):** Meta-analysis of fixed partial denture survival: prostheses and abutments. *J Prosthet Dent* 79 (4); 459-464
- Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD (1981):** Fundamentals of fixed prosthodontics.  
2nd. edn; Quintessence Publishing Co., Chicago
- Strub JR, Türp JC, Witkowski S, Hürzeler MB, Kern M (2005):** Curriculum Prothetik Band II, Quintessenz Verlags-GmbH
- Tan K, Pjetursson BE, Lang NP, Chan ESY (2004):** A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. *Clin Oral Impl Res* 15 (6); 654-666
- Valderhaug J, Ellingsen JE, Jokstad A (1993):** Oral hygiene, periodontal conditions and carious lesions in patients treated with dental bridges. A 15-year clinical and radiographic follow-up study. *J Clin Periodontal* 20 (7); 482-489
- Voß R, Meiners H (1989):** Fortschritte der Zahnärztlichen Prothetik und Werkstoffkunde. Band 4, HanserVerlag; 394- 408
- Walton JN, Gardner FM, Agar JR (1986):** A survey of crown and fixed partial denture failures: Length of service and reasons for replacement.  
*Int J Prosthodont* 56 (4); 416-421
- Walton TR (2003):** An up to 15-year longitudinal study of 515 metal ceramic FPDs:  
Part 2. Modes of failure and influence of various clinical characteristics. *Int J Prosthodont* 16 (2); 177-182
- Warfvinge J, Dahlen G, Bergenholz G (1985):** Dental Pulp Response to Bacteriell Cell Wall Material. *J Dent Res* 64; 1046-1050
- Weiß C (2008):** Basiswissen Medizinische Statistik. Springer Medizin Verlag
- Ziegler A, Lange S, Bender R (2007a):** Überlebenszeitanalyse: Eigenschaften und Kaplan-Meier Methode. *Dtsch med Wochenschr* 132; e36-e38.

## Literaturverzeichnis

- Ziegler A, Lange S, Bender R (2007b): Überlebenszeitanalyse: Der Log-Rang-Test.**  
Dtsch med Wochenschr 132; e39-e41
- Ziegler A, Lange S, Bender R (2007c): Überlebenszeitanalyse: Die Cox-Regression.**  
Dtsch med Wochenschr 132; e42-e44

## 8 Abkürzungsverzeichnis

EDT = Endodontic treatment = Endodontische Behandlung

SC = Secondary Caries = Sekundärkaries

KM = Kaplan-Meier

usw. = und so weiter

bzw. = beziehungsweise

et al. = lateinisch für „und andere“ (et al.ii, -ae, -a)

sog. = sogenannte

vgl. = vergleiche

bis-GMA = Bisphenol-Glycidylmethacrylat

HEMA = Hydroxy-Ethylmethacrylat

GIZ = Glasionomerzement

MPa = Megapascal

PMNs = Polymorphekernige neutrophile Granulozyten

ZMK = Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

## 9 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Schematischer Aufbau einer dreigliedrigen Endpfeilerbrücke  
[Lehmann et al., 2002]
- Abb. 2: Fortgeschrittene Läsion mit lokaler mikrobieller Infektion und Entzündung  
[Hellwig et al., 2009]
- Abb. 3: Schematische Darstellung eines Kariesrezidiv und einer Sekundärkaries  
[Hellwig et al., 2009]
- Abb. 4: Schematische Darstellung fortgeschritten Karies mit infizierter Pulpa  
[Hellwig et al., 2009]
- Abb. 5: Hazard Rate für Komplikation Parodontitis
- Abb. 6: Geschlechterverteilung
- Abb. 7: Altersverteilung
- Abb. 8: Häufigkeitsverteilung nach Herkunft
- Abb. 9: Häufigkeitsverteilung nach Konstruktion
- Abb. 10: Häufigkeitsverteilung Ober- und Unterkiefer
- Abb. 11: Häufigkeitsverteilung nach Lokalisation
- Abb. 12: Häufigkeitsverteilung Antagonistenversorgung
- Abb. 13: Häufigkeitsverteilung Aufbaumaterial
- Abb. 14: Häufigkeitsverteilung der Befestigungszemente
- Abb. 15: Kumulative Eins-Minus-Überlebensfunktion „Neuanfertigung“ von drei- und viergliedrigen Metallkeramikbrücken
- Abb. 16: Kumulative Eins-Minus-Überlebensfunktion „Parodontitis“ von drei- und viergliedrigen Metallkeramikbrücken
- Abb. 17: Hazard Rate für das Ereignis „Parodontitis“
- Abb. 18: Kumulative Eins-Minus-Überlebensfunktion „Zementlockerung“ von drei- und viergliedrigen Metallkeramikbrücken
- Abb. 19: Hazard Rate für das Ereignis „Zementlockerung“
- Abb. 20: Kumulative Eins-Minus-Überlebensfunktion „Zementlockerung“ von drei- und vier- gliedrigen Metallkeramikbrücken in Abhängigkeit von der Zementart
- Abb. 21: Kumulative Eins-Minus-Überlebensfunktion „Endodontie“ von drei- und viergliedrigen Metallkeramikbrücken
- Abb. 22: Hazard Rate für das Ereignis „Endodontie“
- Abb. 23: Kumulative Eins-Minus-Überlebensfunktion „Sekundärkaries“ von drei- und vier- gliedrigen Metallkeramikbrücken
- Abb. 24: Hazard Rate für das Ereignis „Sekundärkaries“

## **10 Tabellenverzeichnis**

Tab. 1: Zusammensetzung des Datenmaterials

Tab. 2: Fall- und Ereigniszahl drei- und viergliedrige Brücken

Tab. 3: Auszug aus SPSS-Auswertung mit Lokalisation im Kiefer

Tab. 4: Auszug aus SPSS mit Verteilung der Befestigungsmaterialien

Tab. 5: Übersicht der verwendeten Zementarten und Häufigkeit der Zementlockerung

Tab. 6: Zusammenfassung von Referenzstudien mit den gleichen Komplikationsarten

## **11 Danksagung**

Bei Herrn Prof. Dr. G. Handel möchte ich mich dafür bedanken, dass er es mir ermöglicht hat, wissenschaftliche Informationen aus Patientenakten des Lehrstuhls für zahnärztliche Prothetik zu beziehen.

Herrn Prof. Dr. Michael Behr danke ich für die Überlassung des Themas, die Korrektur des schriftlichen Teils und der statistischen Auswertung der Ergebnisse. Aber besonders bedanke ich mich für die Gelegenheit einer Posterpräsentation auf der IADR in Barcelona.

Weiterhin danke ich den netten Damen aus dem Archiv, die schnell und effektiv dabei mit geholfen haben, über tausend Akten heraus zu suchen.

Abschließend noch ein großes Dankeschön an meine gesamte Familie, die mich in den letzten Jahren so toll unterstützt hat.