

# ÜBERLEBENSZEITANALYSEN VON EXTENSIONS- UND ÜBERSPANNTEN BRÜCKEN

-  
Eine retrospektive Longitudinalstudie

**DOMINIQUE SCHAAF**



INAUGURALDISSERTATION zur Erlangung des Grades eines **Doktors der Zahnmedizin**  
des Fachbereichs Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen



*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

**Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.**

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2011

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Author or the Publishers.

1<sup>st</sup> Edition 2011

© 2011 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, Giessen  
Printed in Germany



*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

STAUFENBERGRING 15, D-35396 GIESSEN  
Tel: 0641-5599888 Fax: 0641-5599890  
email: [redaktion@doktorverlag.de](mailto:redaktion@doktorverlag.de)

[www.doktorverlag.de](http://www.doktorverlag.de)

# **Überlebenszeitanalysen von Extensions- und überspannten Brücken**

—

**Eine retrospektive Longitudinalstudie**

**INAUGURALDISSERTATION**

zur Erlangung des Grades eines  
Doktors der Zahnmedizin  
des Fachbereichs Medizin der  
Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von

**Dominique Schaaf**

aus Ehringshausen

Gießen 2011

Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik

Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH, Standort Gießen

Direktor: Prof. Dr. B. Wöstmann

Gutachter: Prof. Dr. B. Wöstmann

Gutachter: Prof. Dr. H.-C. Lauer

Tag der Disputation: 22.06.2011

*„Wende Dein Gesicht*

*der Sonne zu,*

*dann fallen die*

*Schatten hinter Dich.“*

*(Afrikanische Weisheit)*

*Für meine Eltern*

*In Liebe und Dankbarkeit*

# Inhaltsverzeichnis

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b>  | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>Ziel der Arbeit</b>                                       | <b>3</b>  |
| <b>3</b> | <b>Fragestellung</b>   | <b>4</b>  |
| <b>4</b> | <b>Literaturübersicht</b>                                    | <b>5</b>  |
| 4.1      | <i>Ursachen und Folgen von Zahnverlust</i>                   | 5         |
| 4.2      | <i>Brücken als Zahnersatz</i>                                | 6         |
| 4.2.1    | Definition und Aufgaben von Brückenkonstruktionen            | 7         |
| 4.2.2    | Positive Merkmale von Brückenkonstruktionen                  | 7         |
| 4.2.3    | Unerwünschte Folgen von Brückenversorgungen                  | 8         |
| 4.2.4    | Kontraindikationen und Bedingungen von festsitzenden Brücken | 9         |
| 4.3      | <i>Überspannte Brücken</i>                                   | 10        |
| 4.3.1    | Definition   | 10        |
| 4.3.2    | Indikation und Kontraindikation                              | 10        |
| 4.3.3    | Präparation  | 11        |
| 4.3.4    | Risiken  | 11        |
| 4.4      | <i>Extensionsbrücken</i>                                     | 12        |
| 4.4.1    | Definition   | 12        |
| 4.4.2    | Indikation und Kontraindikation                              | 13        |
| 4.4.3    | Präparation  | 14        |
| 4.4.4    | Risiken  | 14        |
| 4.4.5    | Technische Aspekte   | 15        |
| 4.5      | <i>Langzeitergebnisse in der Literatur</i>                   | 17        |
| 4.5.1    | Brückenrestorationen allgemein                               | 17        |
| 4.5.2    | Überspannte Brücken  | 19        |
| 4.5.3    | Extensionsbrücken  | 23        |
| <b>5</b> | <b>Material und Methode</b>                                  | <b>33</b> |
| 5.1      | <i>Datenerfassung und -analyse</i>                           | 33        |
| 5.2      | <i>Datengewinnung</i>  | 34        |
| 5.3      | <i>Patientengut</i>  | 36        |
| 5.3.1    | Geschlechterverteilung der Patienten                         | 36        |

|  |           |
|--|-----------|
| 5.3.2 Altersverteilung der Patienten zum Eingliederungszeitpunkt             | 36        |
| 5.3.3 Altersverteilung der Patienten zum Untersuchungszeitpunkt              | 37        |
| <b>6 Ergebnisse</b>  | <b>38</b> |
| <b>6.1 Untersuchte Brückenkonstruktionen</b>                                 | <b>38</b> |
| 6.1.1 Eingliederung der Brücken im Zeitablauf                                | 38        |
| 6.1.2 Art und Lokalisation des Zahnersatzes                                  | 39        |
| 6.1.3 Die Anzahl der Pfeilerzähne  | 39        |
| 6.1.4 Einteilung in die Kennedy-Klassen                                      | 40        |
| 6.1.5 Art der Gegenkieferbezahnung   | 40        |
| 6.1.6 Position des Freidendgliedes   | 42        |
| 6.1.7 Extraktion der Pfeilerzähne  | 42        |
| 6.1.8 Reparaturgründe und Anzahl der Neuanfertigungen                        | 42        |
| 6.1.9 Recallteilnahme  | 44        |
| <b>6.2 Überlebensdauer</b>   | <b>45</b> |
| 6.2.1 Überlebenszeit aller untersuchten Brückenkonstruktionen                | 45        |
| 6.2.2 Überlebensdauer in Abhängigkeit des Geschlechts                        | 47        |
| 6.2.3 Überlebensdauer in Abhängigkeit der Lokalisation                       | 50        |
| 6.2.4 Überlebensdauer in Abhängigkeit von der Pfeileranzahl                  | 54        |
| 6.2.5 Überlebensdauer in Abhängigkeit von der Kennedy-Klasse                 | 57        |
| 6.2.6 Überlebensdauer in Abhängigkeit von der Gegenkieferbezahnung           | 59        |
| 6.2.7 Überlebensdauer in Abhängigkeit von der Position des Extensionsgliedes | 63        |
| 6.2.8 Überlebensdauer in Abhängigkeit von der Recallteilnahme                | 64        |
| 6.2.9 Zusammenfassung der Ergebnisse   | 64        |
| <b>7 Diskussion</b>  | <b>66</b> |
| <b>7.1 Methodenkritik</b>  | <b>66</b> |
| <b>7.2 Ergebniskritik</b>  | <b>70</b> |
| 7.2.1 Verteilung von Geschlecht und Alter der Patienten                      | 70        |
| 7.2.2 Lokalisation des Zahnersatzes  | 72        |
| 7.2.3 Die Anzahl der Pfeilerzähne  | 73        |
| 7.2.4 Einteilung in die Kennedy-Klassen                                      | 74        |
| 7.2.5 Art der Gegenkieferbezahnung   | 75        |
| 7.2.6 Position des Freidendgliedes   | 76        |
| 7.2.7 Extraktion der Pfeilerzähne  | 76        |
| 7.2.8 Reparaturgründe und Anzahl der Neuanfertigungen                        | 77        |
| <b>7.3 Überlebenszeiten im Vergleich mit anderen Studien</b>                 | <b>82</b> |
| 7.3.1 Überlebenszeitanalyse für alle untersuchten Brückenkonstruktionen      | 82        |
| 7.3.2 Überlebensdauer in Abhängigkeit vom Geschlecht                         | 86        |

## Inhaltsverzeichnis

---

|  |            |
|--|------------|
| 7.3.3 Überlebensdauer in Abhängigkeit der Lokalisation                   | 87         |
| 7.3.4 Überlebensdauer in Abhängigkeit von der Pfeileranzahl              | 88         |
| 7.3.5 Überlebensdauer in Abhängigkeit von der Kennedy-Klasse             | 90         |
| 7.3.6 Überlebensdauer in Abhängigkeit von der Gegenkieferbezeichnung     | 90         |
| 7.3.7 Überlebensdauer in Abhängigkeit von der Lage des Extensionsgliedes | 91         |
| <b>8 Schlussfolgerung</b>  | <b>94</b>  |
| <b>9 Zusammenfassung</b>   | <b>95</b>  |
| <b>10 Literaturverzeichnis</b>   | <b>98</b>  |
| <b>11 Anhang</b>   | <b>106</b> |
| <i>11.1 Tabellenverzeichnis</i>  | <i>106</i> |
| <i>11.2 Abbildungsverzeichnis</i>  | <i>107</i> |
| <b>12 Erklärung</b>  | <b>109</b> |
| <b>13 Danksagung</b>   | <b>110</b> |

# 1 Einleitung

Mit steigender Lebenserwartung und besserer Mundhygienemaßnahmen besitzen die Menschen im Gegensatz zu früher immer länger ihre eigenen Zähne [28].

Doch trotz verbesserter Prophylaxemaßnahmen gehen nach wie vor durch Karies, Trauma und Parodontopathien, Zähne verloren. Die Anzahl fehlender Zähne bleibt jedoch, selbst unter günstigsten Bedingungen, bei den Erwachsenen bis 2020 annähernd gleich, auch wenn dies erst in einem höheren Lebensalter erfolgt. Es ist davon auszugehen, dass es zu einer Verschiebung des Zahnverlustes bis ins höhere Alter kommen wird. Das Grundmuster des Zahnverlustes bleibt gleich, dies bedeutet in jungen Jahren und in hohem Alter droht ein geringerer Zahnverlustzuwachs als im mittleren Lebensalter. Zahnverlust gilt als wichtigster Grund für prothetische Maßnahmen und trotz Erfolge in der präventiven Zahnheilkunde ist mit einer Senkung des Prothetikbedarfs in den nächsten Jahren nicht zu rechnen [27,43].

Prothetische Versorgungsformen sind in der deutschen und europäischen Bevölkerung in erheblichem Umfang vorzufinden. Annähernd die Hälfte der Bevölkerung im mittleren Lebensalter und fast alle Senioren sind mit Zahnersatz unterschiedlicher Art versorgt. Die Art des Zahnersatzes hängt im Wesentlichen von der Anzahl fehlender Zähne, ferner auch verstärkt von Bildung, Einkommen, Region und Beantragungsmodalitäten ab [45].

Während heutzutage Erwachsene überwiegend mit festsitzendem Zahnersatz wie Kronen, Brücken oder Implantatkonstruktionen versorgt sind, zeigt sich nach wie vor bei Senioren überwiegend eine prothetische Therapie in Form von herausnehmbarem Zahnersatz, als Teil- oder Vollprothese. Allerdings weist auch in dieser Altersgruppe ein zunehmender Trend in Richtung des festsitzenden Zahnersatzes hin [66].

Wann immer möglich sollte ein festsitzender oder gegebenenfalls implantatgetragener Zahnersatz angestrebt werden, auch wenn in manchen Fällen mit dieser Therapiewahl keine Kompletierung der Zahnreihe erreicht wird. Im Allgemeinen wird eine Anzahl von zehn Antagonistenpaaren als kau- und organfunktionell ausreichend angesehen, sofern keinerlei Dysfunktionen vorliegen. Festsitzender Zahnersatz wird von den meisten Patienten nicht nur angenehmer empfunden und dadurch schneller adaptiert als ein herausnehmbarer Zahnersatz, sondern er bietet oftmals auch ein besseres Kauvermögen und eine bessere Ästhetik. Auch die Haltbarkeit des festsitzenden Zahnersatzes ist höher einzustufen als die des herausnehmbaren Zahnersatzes [87,102].

Der Ersatz fehlender Zähne mittels festsitzender Konstruktionen kann je nach Konstellation des Restgebisses als Risikokonstruktion gelten.

Zu diesen Risikokonstruktionen zählen vor allem Extensions- und überspannte Brücken.

## 2 Ziel der Arbeit

Ziel der vorliegenden retrospektiven Longitudinalstudie war es daher, an einem Patientenkollektiv über einen Zeitraum von 1997 bis Anfang 2008 die Überlebensrate von Extensions- und überspannten Brücken zu untersuchen und mögliche Einflussfaktoren, die das Verlustrisiko erhöhen, zu identifizieren.

Als Einflussfaktoren sollten insbesondere:

- das Geschlecht der Patienten,
- das Alter der Patienten,
- die Lokalisation der prothetischen Versorgung,
- die Pfeileranzahl,
- die im versorgten Kiefer vorliegende Kennedy-Klasse,
- die Art der Gegenkieferbezahnung,
- die Lage des Freidendgliedes,
- die Anzahl extrahierter Pfeilerzähne,
- die Anzahl und Art der Reparaturen,
- sowie die Teilnahme an den Nachsorgeverfahren (Recall)

betrachtet werden.

Des Weiteren sollten die Misserfolgsursachen dargestellt werden.

### 3 Fragestellung

Diese Untersuchung sollte Erkenntnisse über die zu erwartende Überlebenszeit von Extensions- und überspannten Brücken und über die Faktoren, welche diese beeinflussen, liefern.

Die folgenden Fragen sollten beantwortet werden:

- Wie lange ist die durchschnittliche Verweildauer einer Extensions- bzw. überspannten Brückenkonstruktion?
- Wirkt sich das Geschlecht des Patienten auf diese aus?
- Ist das Alter des Patienten beeinflussend?
- Ist die Verweildauer abhängig von der Lokalisation im Ober- bzw. Unterkiefer?
- Besteht ein Zusammenhang mit der Anzahl der Pfeilerzähne?
- Besteht ein Zusammenhang mit der im versorgten Kiefer vorliegenden Kennedy-Klasse-Klasse?
- Wirkt sich die Versorgung des Gegenkiefers auf die Überlebenszeit des Zahnersatzes aus?
- Welcher Zusammenhang besteht in Bezug auf die Ausrichtung des Freidendgliedes?

Weiter sollten folgende modellierenden Faktoren für die Verweildauer untersucht werden:

- Wie häufig sind Reparaturen notwendig?
- Welcher Art sind diese Reparaturen?
- Beeinflusst die Teilnahme an einer regelmäßigen Nachkontrolle die Überlebenszeit des Zahnersatzes?

## 4 Literaturübersicht

### 4.1 Ursachen und Folgen von Zahnverlust

Die Ursache für Zahnverlust wird, abgesehen von den physiologischen Vorgängen des Zahnwechsels, unter anderem als das Resultat pathologischer bzw. traumatisch bedingter Veränderungen im orofazialen System oder Folge der Realisierung von zahnärztlichen Therapieplänen angesehen [26].

In einer von dem Institut der Deutschen Zahnärzte durchgeführten Studie im Jahre 1994/95 wurden die Gründe für Zahnverlust in den neuen Bundesländern untersucht. Die Anzahl der extrahierten Zähne stieg in den 3 Lebensjahrzehnten nur geringfügig an, wohingegen die Extraktionszahl ab der Altersgruppe der 31- bis 40-jährigen stetig anstieg und im 6. Lebensdezenium ihr Maximum erreicht. Die Studie beschrieb unter anderem, dass Karies als Hauptursache für Zahnverlust in der Altersgruppe der 31- bis 40-jährigen angesehen werden konnte. In der Altersgruppe der 41- bis 50-jährigen haben sich verschiedene Formen der Parodontopathien als Hauptursache manifestiert [26].

In der folgenden *Tabelle 4.1* sind alle in der Studie ermittelten Gründe für den Zahnverlust mit ihrer prozentualen Verteilung dargestellt [26].

**Tabelle 4.1:**  
Gründe für Zahnextraktionen in den neuen Bundesländern [26]

| Gründe für Zahnextraktionen                 | Prozentualer Anteil |
|---|---------------------|
| Karies                                      | 31,5%               |
| Marginale Parodontopathien                  | 27,5%               |
| Kombination aus Karies und Parodontopathien | 9,4%                |
| Trauma                                      | 1,3%                |
| Kieferorthopädische Gründe                  | 8,1%                |
| Prothetische Behandlungsplanung             | 2,3%                |
| Retinierte und verlagerte Weisheitszähne    | 9,1%                |
| sonstige Gründe                             | 10,8%               |

Als Folge des Zahnverlustes werden beschrieben [15,90,97]:

- Rotation, Wanderung und Kippung der Nachbarzähne, sowie die Elongation der ehemaligen Antagonisten. Diese Positionsänderungen führen zu einer Veränderung der statischen und dynamischen Okklusion, welche sich durch eine verstärkte Attrition der betroffenen Zähne, Traumatisierung des Zahnhalteapparates oder Zahnlockerung bis hin zum Zahnverlust mit resultierendem Knochenabbau bemerkbar machen können. Des Weiteren kann es durch dentale Unstimmigkeiten zu funktionellen Problemen im Bereich des Kiefergelenkes und der Kaumuskulatur kommen;
- Gestörte Kau- und Abbeißfunktion;
- Ästhetische Beeinträchtigung durch Zahnverlust und Lückenbildung im sichtbaren Bereich, z.B. Frontzahnbereich;
- Störungen der Phonetik;
- Zahnverlust kann sich auf den allgemeinen psychischen Zustand auswirken und diesen negativ beeinflussen.

## 4.2 Brücken als Zahnersatz

Zu den häufigsten Behandlungsformen im zahnärztlichen Praxisalltag zählen Kronen und Brücken. Dieser Therapieblock stellt auch einen bedeutenden Kostenblock im deutschen Gesundheitswesen und bei den betroffenen Patienten dar. 1997 wurden in Deutschland im Rahmen der Gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) ca. 6,1 Millionen Einzelkronen und rund zwei Millionen Brücken eingegliedert. Die GKV hat zu diesem Zeitpunkt allein für Zahnersatz 8,4 Mrd. DM gezahlt. Bei der Privaten Krankenversicherung (PKV) lagen 1998 die Ausgaben für Zahnersatz bei 1,7 Mrd. DM. Der Eigenanteil aller Patienten belief sich laut Statistischem Jahrbuch 1999 auf rund 7,3 Mrd. DM [5].

Im Jahre 2008 entfielen im Bereich der gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) 3,0 Mrd. Euro auf Zahnersatzleistungen. Diese machen etwa ein Viertel der zahnmedizinischen Leistungsausgaben (11,4 Mrd. Euro) aus. Im Jahre 2009 erhöhte sich der Betrag für Zahnersatzleistungen auf 3,1 Mrd. Euro von den insgesamt 11,6 Mrd. Euro für Zahnärztliche Behandlungen und entspricht somit 2,0% der gesamten Leistungsausgaben der GKV [6].

#### **4.2.1 Definition und Aufgaben von Brückenkonstruktionen**

Brücken zählen zu der Kategorie des parodontal getragenen festsitzenden Zahnersatzes.

Die angrenzenden natürlichen Zähne werden durch präparative Maßnahmen für die Aufnahme der Brücke(n), als so genannte Brückenpfeiler, vorbereitet und dienen somit als Fixierung der Brückenkonstruktion [61,89].

Die Brückenpfeiler sind auf diese Weise starr miteinander verbunden. Es entsteht eine funktionelle Einheit, in der die Belastung der Brücke auf die Pfeiler und das Stützgewebe verteilt wird [52].

Mit dieser Art der Versorgung sollen in erster Linie verloren gegangene oder nicht angelegte Zähne ersetzt werden. Durch das Ersetzen fehlender Zähne soll die Kaufunktion und Okklusion erhalten oder wieder hergestellt, sowie Ästhetik und Phonetik gewährleistet werden. Zudem wirken Brücken Änderungen von Zahnstellungen in Folge von Wanderungen, Kippungen und Drehungen von Nachbarzähnen sowie Elongationen von Antagonisten entgegen [61,89].

Die Wertigkeit parodontal gesunder Zähne als Brückenpfeiler kann man in absteigender Reihenfolge angefangen mit den Molaren über Eckzähne, Prämolaren, mittlere obere Schneidezähne, seitliche obere Schneidezähne bis hin zu den unteren Schneidezähnen angeben. In diese Reihung werden die Weisheitszähne nicht mit einbezogen, sie können jedoch in ihrer Wertigkeit bei stark ausgebildeten Wurzeln durchaus mit derjenigen eines Molaren gleichgesetzt werden [61,83].

#### **4.2.2 Positive Merkmale von Brückenkonstruktionen**

Es lassen sich im Zusammenhang mit festsitzendem Zahnersatz einige positive Merkmale in Bezug auf das Adaptionsverhalten, Komfort und Handhabung feststellen [16,27,83,87,94,102]:

- Bessere Adaption durch den Patienten, da Brücken als angenehmer und entsprechend der eigenen Zähne empfunden werden (ein Gefühl der körperlichen Unversehrtheit).
- Keine falsche Handhabung durch den Patienten möglich, da Brücken fest einzementiert sind und durch den Patient nicht zur Reinigung entfernt werden müssen.
- Wiederherstellung einer effektiven Kauleistung und hoher Kaueffizienz durch exakte Ausarbeitung der Okklusion und Erhalt des parodontalen Rückmeldesystems.

- Begrenzung bzw. Eindämmung der unerwünschten Folgen auf das unmittelbare Restaurationsgebiet.

#### **4.2.3 Unerwünschte Folgen von Brückenversorgungen**

In Bezug auf die unerwünschten Folgen nach Anfertigung und Eingliederung des festsitzenden Zahnersatzes ist es nur schwer möglich zwischen biologischen und technischen Ursachen zu unterscheiden, denn diese Aufteilung weist in vielen Fällen Überschneidungen bzw. definitorische Unschärfen auf. So kann eine Kronenrandkaries auf den ersten Blick ein durch Plaqueakkumulation ausgelöstes biologisches Problem anzeigen, wobei jedoch der auslösende Faktor ein überkonturierter Kronenrand und somit eine technische Ursache darstellt [79].

Im folgenden Abschnitt sollen die unerwünschten Folgen bei Brückenversorgungen aufgeführt werden [79,83]:

- Sekundärkaries am Kronenrand;
- Sensibilitätsverlust als Folge der Präparation mit anschließender Notwendigkeit einer endodontischen Behandlung;
- Parodontale Komplikationen durch Speiseimpaktierung im gingivalen Kronenrand und Konturbereich der Krone oder des Zwischengliedes, sowie an approximalen Kontaktzonen;
- Parodontalhygiene und Parodontaltherapie ist durch permanenten Sitz der Brücke und schlechter Zugänglichkeit oftmals nur schwer möglich;
- Gefahr der Pfeilerzahn- und/oder Zwischengliederfraktur;
- Bei Verlust eines Pfeilerzahnes wird die Brücke in der Regel unbrauchbar;
- Mangelnde Ästhetik durch Verfärbung, Verschleiß oder Verlust des Verblendmaterials;
- Okklusionsstörung durch falsche Kauflächengestaltung;
- Reparatur- und Erweiterungsmöglichkeiten sind bei festsitzenden Brücken stark eingeschränkt oder ganz unmöglich;
- Technische Komplikationen wie Lötstellen- oder Gerüstbruch etc.;
- Regelmäßige Nachsorgemaßnahmen [79,83].

Des Weiteren stellten diverse Untersuchungen, sowohl retrospektiver als auch prospektiver Natur, wie z.B. von *Brunner et al.* [8], *Freilich et al.* [23] und *Valderhaug* [93], die ein Patientenkollektiv mit Brückenersatz nachuntersuchten, erhöhte bzw. signifikant erhöhte Werte für den Gingiva-Index (nach *Löe* und *Sillness* 1963 [98]) bzw. für Blutung auf Sondierung an Pfeilerzähnen fest.

In einem Untersuchungszeitraum von 10 Jahren fand *Valderhaug* [93] außerdem erhöhte Sondierungstiefen und Attachmentverlust bei subgingivaler Kronenrandlage.

Im Gegensatz zu diesen oben genannten invasiven Faktoren, konnten bei *Brunner et al.* [8] in einem Untersuchungszeitraum von 9,5 Jahren jedoch an überkronen Zähnen keine erhöhte Zahnlockerung, im Vergleich mit einer homologen Kontrollgruppe festgestellt werden.

#### **4.2.4 Kontraindikationen und Bedingungen von festsitzenden Brücken**

Die Kontraindikation ist für festsitzende Brücken gegeben, wenn die Brückenzwischenglieder bei Defekten im Bereich von Alveolarkammdefekten nicht optimal parodontalhygienisch gestaltet werden können. Solche Defekte finden sich häufig bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten oder in Folge von Verletzungen oder Operationen. In solchen Fällen scheint eher ein herausnehmbarer Ersatz von Vorteil zu sein [83].

Weitere Gründe die gegen die Anfertigung einer festen Brückenkonstruktion sprechen sind periapikale Entzündungen, bestehende Parodontopathien und unvollständige Wurzelkanalfüllungen. Avitale Zähne müssen mit einer lege artis ausgeführten Wurzelfüllung und anschließender Stiftversorgung versehen werden. Wenn keine ausreichende Zahnhartsubstanz zur Aufnahme und Retention der späteren Krone zur Verfügung steht, sollten im Rahmen einer Vorbehandlung entsprechende Maßnahmen, z.B. in Form eines apikalen Verschiebelappens zur Verlängerung der klinischen Krone, durchgeführt werden. Eine zu große Spannweite der vorhandenen Lücke und ein zu geringer Restzahnbestand gelten ebenfalls als Kontraindikationen. In einigen Fällen kann vorerst eine Versorgung mittels Langzeitprovisorien erfolgen. Nach einer Extraktion sollte mit der Anfertigung einer definitiven Brücke erst nach einer Wartezeit von drei bis sechs Monaten begonnen werden. Denn erst in diesem Zeitraum ist mit der Beendigung des Ab- und Umbaus des Alveolarfortsatzes zu rechnen. Bei Jugendlichen unter 18 Jahren ist ein definitiv festsitzender Zahnersatz, aufgrund des noch großen Pulpakavums und der geringen Länge der klinischen Krone, kontraindiziert [40,89,98]. Zu diesem Zeitpunkt ist auch häufig die Okklusion noch nicht stabilisiert und daher sollte vor

dieser Altersgrenze eher eine kieferorthopädische Beeinflussung der Lücken oder eine Versorgung mit Hilfe von Adhäsivbrücken erfolgen [40,49].

Die Indikation zur Überkronung eines Zahnes muss zudem kritisch hinterfragt werden, wenn es dem Behandler nicht möglich ist, die Präparationsgrenze vollständig in die gesunde Zahnhartsubstanz zu verlegen, weil somit der Mindestabstand zum Alveolarknochen von 2mm (Biologische Breite) nicht mehr gewährleistet werden kann [95].

## 4.3 Überspannte Brücken

### 4.3.1 Definition

Unter dem Begriff der überspannten- oder weitspannigen Brücke versteht man Brückenkonstruktionen, die nicht dem *Gesetz von Ante* folgen. Dieses Gesetz fordert, dass die Gesamtfläche des Desmodonts der Pfeilerzähne mindestens der Fläche des Desmodonts des oder der zu ersetzenden Zähne übertreffen oder zumindest erreichen sollte. Andernfalls würden die Pfeilerzähne überlastet werden und dies hätte eine Progression des Knochenabbaus zur Folge [1,17,30,63,84,90].

### 4.3.2 Indikation und Kontraindikation

*Ante* ging zur damaligen Zeit davon aus, dass die Oberfläche des Parodonts mit der Zeit abnimmt. Die neueren Erkenntnisse im Bereich der Parodontologie widersprechen dieser Aussage im Falle eines gesunden und gepflegten Parodonts. Der so genannte parodontale Abstützungsindex ist in diesem Zusammenhang also von großer Relevanz. Er beschreibt das Verhältnis zwischen der tatsächlich vorhandenen Parodontaloberfläche und der potentiell vorhandenen Oberfläche der Pfeilerzähne sowie ersetzten Zähne zusammen [40,57].

Skandinavische Untersuchungen zeigten, dass ein Pfeilerzahn der nicht fehlbelastet wird, nicht dadurch Schaden nimmt, dass er prothetisch genutzt wird, sondern allenfalls durch mangelnde Mundhygiene. Diese Erkenntnis führte zur Ausweitung der Grenzen für festsitzenden Zahnersatz. Daraufhin wurden Lücken auch durch überspannte Brücken versorgt, deren Spanne größer war, als normalerweise für richtig angesehen wurde. Diese überspannten Brücken wurden früher wegen der Länge der Spanne als Brückenersatz von vornherein ausgeschlossen. Die Frage ob eine Brücke vom Eckzahn bis zu dem dritten Molaren aus zahnmedizinischer Sicht vertretbar ist, sollte individuell mit dem Patienten abgewogen und die Risiken besprochen werden. Einen erheblichen positiven Einfluss auf die Entscheidung hat unter an-

derem ein gesundes Parodontium, gute Mundhygiene des Patienten sowie ein dritter Molar mit kräftiger Statur. Natürlich sollte auch die Restbezahnung im betroffenen wie auch im antagonistischen Kiefer nicht außer Acht gelassen werden. Überspannte Brücken sind nur möglich, da sich parodontal gesunde Zähne in gewissem Maße an eine erhöhte Belastung anpassen können. Bei diesem Vorgang vermehren sich die desmodontalen Fasern während die Alveoleninnenkortikalis verstärkt wird [64,83].

#### **4.3.3 Präparation**

Die Präparation einer überspannten Brücke wird häufig durch die Schaffung einer ausreichenden Retentionsfläche erschwert. Besonders bei den endständigen Pfeilern sind die Voraussetzungen nicht immer gegeben. Oftmals ist die klinische Krone zu kurz und eine ausgeprägte Spee'sche Kurve erschwert die Parallelisierung der Brückenpfeiler. Es ist daher notwendig eine relativ große distale Hohlkehle anzulegen, damit eine ausreichende parallele Retentionsfläche zur Verfügung steht. Dies stellt einen Kompromiss für den jeweiligen Behandler dar, der einen Weg zwischen größtmöglicher Retentionsfläche und geringstmöglicher Gefährdung der Pulpa finden muss [83].

#### **4.3.4 Risiken**

Häufig kommt es zu Qualitätsmängeln der Zementfuge, da sich das Trockenlegen der Pfeiler beim Einzementieren gerade im distalsten Bereich des Unterkiefers nur schwer bewerkstelligen lässt. Wird die Brücke jedoch trotz unvollständiger Trockenhaltung einzementiert, ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass sich die Brücke vom endständigen Pfeiler löst, weil die ungenügende Retention zwischen Pfeiler und Krone der Belastung nicht gewachsen ist. Verstärkt wird diese Problematik durch die Verwindung der Unterkieferspange durch die elastische Deformation des Basalbogens [83]. Es sind schon viele Untersuchungen über das elastische Deformationsverhalten der Mandibula unter Funktion durchgeführt worden. Man weiß nun, dass es während der Unterkiefer-Vorschubbewegung (Protrusion) und weiter Mundöffnung zu einer Torsion des Corpus Mandibulae kommt. Es wird eine komplexe Deformation beschrieben, die eine rotationsmäßige Verwindung der Corpora um ihre Längsachse sowie eine parasagittale und transversale Verformung bewirken [32,53,81]. Weiterhin wird auf die Abnahme der unteren Zahnbogenbreite bei der Mundöffnung und Protrusion hingewiesen [22,32,34-36,65,81].

Die Verringerung der transversalen Zahnbogenbreite ist im Bereich der Molaren stärker ausgeprägt als im Prämolarenbereich. In diesem Zuge wird die Problematik einer Abformung der Unterkieferzahnreihe, bei maximaler Mundöffnung oder Muskelaktivität deutlich, die zu einer Verfälschung der Zahnstellung auf dem Arbeitsmodell führen kann [32,50].

Im Jahre 1967 wurde bereits das Verhalten und die Verwindung des Unterkiefers bei der Mundöffnung untersucht und dokumentiert. Abformungen wurden sowohl bei geschlossenem als auch bei maximal geöffnetem Mund vorgenommen und die anschließend erstellten Modelle miteinander verglichen. Sie bestätigten vor allem in der Molarenregion eine Änderung der Zahnbogenbreite bei der Mundöffnung. Sie sind der Meinung, dass die Größenordnung dieser Veränderungen durchaus den Sitz einer Teilprothese negativ beeinflussen oder sogar eine Spannung bei feststehendem Zahnersatz erzeugen kann. Noch gravierender als die Zahnbogenverschmälerung stufen sie jedoch die Torque-Bewegung des horizontalen Astes ein. Auf Grund dieses Sachverhaltes wird eine Abformung im Unterkiefer-Seitenzahnbereich bei möglichst geschlossenem Mund empfohlen [32,78].

Das Ausmaß der Zahnbogenveränderung ist individuell unterschiedlich und hängt von intrinsischen und extrinsischen Kräften ab. Es wird eine Abnahme der Zahnbogenbreite durch eine maximale Mundöffnung, Protrusion und Kaukräfte beschrieben. Ebenso wurde festgestellt, dass horizontal retrudierende Kräfte auf die Mandibula zum Registrieren der zentrischen Kieferrelation eine Zunahme der Zahnbogenbreite bewirken [24,32].

Diesen Sachverhalt schreibt man zu, dass sich größere überspannte Brücken im Unterkiefer-Seitenzahnbereich lockern und es in diesem Bereich zu parodontalen Schäden kommt [32].

## 4.4 Extensionsbrücken

### **4.4.1 Definition**

Unter einer Extensionsbrücke (= Freiebrücke, Anhängerbrücke, Fliegerbrücke) versteht man eine Brückenkonstruktion mit einem bzw. mehreren nach mesial oder distal hin freischwebenden Brückenglied bzw. Brückengliedern. Bei dieser Form der Brücke befindet sich das Zwischenglied also nicht zwischen zwei Brückenankern, sondern bildet das eine Ende der Brücke [64,89].

#### **4.4.2 Indikation und Kontraindikation**

Lange Zeit galt die Eingliederung dieser Brückenkonstruktion als eine Maßnahme, welche sogar mancherorts als Behandlungsfehler eingestuft wurde. Diese Ansicht basierte jedoch vorwiegend auf mechanisch-physikalischen Aspekten und nicht auf wissenschaftlich untersuchten Thesen [55,56].

Das Hauptindikationsgebiet für Extensionsbrücken findet sich in der Versorgung von uni- oder bilateral verkürzten Zahnreihen und speziell im Ersatz des zweiten Prämolaren mit dem Ziel der vollständigen Prämolarenokklusion. Die Indikation zum Ersatz des ersten Molaren besteht eher aus ästhetischen Gründen und weniger aus funktionellen Gesichtspunkten [89,94].

Bei kleinen Schalltlücken (maximal eine Molarenbreite) kann bei kariesfreien oder bereits rekonstruierten Nachbarzähnen ebenfalls eine (in mesialer oder distaler Richtung freischwebende) Extensionsbrücke indiziert sein [64,89].

Die Indikation zur Therapie durch eine Extensionsbrücke gilt als gegeben, wenn ein herausnehmbarer Zahnersatz abgelehnt und die Kauleistung als ungenügend eingestuft wird, eine Verbesserung der Ästhetik durch den Brückenanhänger erreicht werden und der Gefahr einer Elongation des Antagonisten entgegengewirkt werden kann sowie bei Schallsituationen der kariesfreie Nachbarzahn geschont wird [67].

Als Kontraindikationen werden zu kurze Pfeilerzähne, die nach der Präparation eine zu kurze Retentionsmanschette aufweisen (Retentionshöhe < 4mm) sowie das Vorliegen eines Bruxismus (wegen unvorteilhafter extraaxialer Belastung der Brücke) angesehen [64,89].

Sollten trotz angezeigter Parafunktionen, wie Pressen und/oder Knirschen eine derartig fest-sitzende Konstruktion in Erwägung gezogen werden, so sollte der Patient nach Beendigung der prothetischen Therapie dazu angehalten werden, zum Schutz der Zähne und der Restauration zumindest in der Nacht eine Aufbisschiene zu tragen [3].

Ebenso werden folgende Kriterien als Kontraindikationen betrachtet:

- Avitale endständige Pfeilerzähne;
- Parodontal vorgeschädigtes Gebiss, auch wenn sich dieser Zustand in der Ruhephase befindet, mit inhomogenen Knochenstrukturen in Form einer cribrosierten Struktur und vertikalen Periodontalspaltverbreiterungen;
- Schlechte Mundhygiene;
- Elongierte Antagonisten;

- Ersatz von Eckzähnen [67].

#### **4.4.3 Präparation**

Es ist beim Präparieren der Pfeilerzähne auf eine ausreichende Retention zu achten. Im Besonderen gilt dies für mesiale Pfeilerzähne, da die Belastung des Zwischengliedes zu einer Zugbelastung und somit zu einer Dezementierung führen kann [3].

Es sollte eine möglichst parallele sowie den Freidendgliedern entgegengesetzt geneigte Präparation erfolgen [89].

Die Retention des Zahnes kann somit zum einen durch das Beschleifen des Zahnes mit entgegen gesetzter Neigung (Riegeeffekt) bewirkt werden und zum anderen durch die Länge der präparierten Fläche. Auch kann eine adhäsive Zementierung den Verbund zwischen Stumpf und Krone verstärken. Auf Grund der Belastung des Freidendgliedes sollte die Verlängerung auf eine Prämolarenbreite begrenzt werden [3].

#### **4.4.4 Risiken**

Die Tatsache, dass der erste Prämolar und der erste Molar das Kauzentrum bilden, ist der Ersatz dieser Zähne besonders kritisch zu prüfen. Es sollten daher mindestens zwei Pfeilerzähne in die Konstruktion mit einbezogen werden [67].

Da das Extensionsglied bei dieser Form der Brücke nur an einer Seite fixiert ist, stellt dieses frei endende Zwischenglied stets einen Hebelarm dar und führt somit zu einer kippenden Belastung des Brückenpfeilers [7,61].

Die Statik spielt bei dieser Art der Brückenkonstruktion eine wesentliche Rolle. In Folge der Belastung des Freidendgliedes, kommt es zu einer Intrusion des lastnahen Pfeilers in Richtung Alveole, während am lastfernen Pfeiler Zugkräfte entstehen, die unter Umständen zu einer Lockerung des Ankers führen können, vor allem wenn es sich um kurze oder konische Stümpfe handelt. Dementsprechend sollte im Falle einer einspannigen Freidendrücke mit zwei nebeneinander stehenden Pfeilern, der lastferne Brückenpfeiler lang sein und möglichst parallelwandig präpariert werden, damit der Anker auf dem Stumpf einen mechanisch festen Sitz finden kann. Aus statischer Sicht sind mehrspannige Freidendbrücken um so sicherer, je weiter der zweite oder dritte Pfeiler vom endständigen entfernt ist [64].

Wurzelbehandelte, avitale Zähne stellen in jeder Art der Zahnersatzform ein erhöhtes Risikopotenzial dar. Die Entscheidung ob ein avitaler Pfeilerzahn in die festsitzende Versorgung mit

einbezogen werden kann, sollte daher kritisch geprüft werden. Zu den Entscheidungskriterien zählen unter anderem die Qualität der endodontischen Behandlung und der Zerstörungsgrad der klinischen Krone. Je mehr Hartsubstanz nach endodontischer Therapie verblieben ist um eine ausreichende Umfassung des Pfeilerzahnes zu gewährleisten („ferrule design“), umso besser ist die Eignung auch für Extensionsbrücken. Denn stark zerstörte Zähne sind als Pfeiler für exzentrische Belastungen, wie bei Extensionsbrücken ungeeignet, da das Risiko der Dezentimentierung von Wurzelstiften und Pfeilerfrakturen besonders erhöht ist [3].

Die Lebenserwartung einer Brücke wird vor allem durch seinen endständigen Pfeilerzahn bestimmt. Ein devitaler Zahn als Endpfeiler stellt demnach ein nicht zu unterschätzendes Risiko in der Überlebenszeit dar [40,77].

#### ***4.4.5 Technische Aspekte***

Um eine erfolgreiche Versorgung durch Extensionsbrücken zu erzielen müssen bestimmte Regeln im klinischen Vorgehen sowie bei der Verarbeitung im Labor beachtet werden.

Die Nutzung avitaler Zähne als Brückenpfeiler ist, wenn überhaupt, nur eingeschränkt und unter Beachtung folgender Aspekte durchführbar [67]:

- Es sollten grundsätzlich keine endständigen Pfeilerzähne ohne Stift- bzw. Stift-Stumpf Stabilisierung verwendet werden.
- Bei Insertion des Stift-Stumpfaufbaus darf es bei der Präparation des Stiftkanales zu keiner Schwächung der Wurzelkanalwandung kommen.
- Es muss in jedem Falle zu einer zirkulären Umfassung der Wurzeloberfläche durch die zementierte Krone kommen.

Zudem ist es notwendig, dass die Wurzelstifte sowie das Stumpfaufbaumaterial korrosionsstabil und biokompatibel sind. Es sollte mechanisch stabil sein und eine gewisse Starrheit besitzen und die Stifte müssen eine gute Retention im Wurzelkanal aufweisen. Die neueren Komposit-Stifte sind für diese Zwecke eher ungeeignet. Die Wurzelstifte müssen ein angussfähiges, ausreichend langes, mit rauer Oberfläche versehenes und dem Wurzelquerschnitt angepasstes Ausmaß besitzen [67].

Zur Versorgung der Pfeilerzähne sollten Vollkronen und keine Teilkronen zum Einsatz kommen. Die Herstellung des Kronengerüsts sollte im Einstückgussverfahren erfolgen, keine Lötungen und höchste mechanische Stabilität aufweisen. Im Besonderen ist auf eine stabile,

fehlerfreie und spannungsfreie Gestaltung im Übergangsbereich Freidendglied/Krone zu achten. Bei Extensionsbrücken müssen die Lötstellen eine rund dreimal größere Höhe aufweisen um der Bruchfestigkeit einer konventionellen Brücke zu entsprechen [18,67,89].

Als Brückenmaterial können Edelmetall-, edelmetallreduzierte und Nichtedelmetalllegierungen verwendet werden. Empfohlen wird wegen guter physikalischer Eigenschaften, im Bereich des E-Moduls und der Dehngrenze, eine korrosionsfeste Kobalt-Chrom-Legierung [89].

Die Verwendung von Keramik ist möglich, während von Kunststoff abgeraten wird [67].

Im Falle eines metallkeramischen Gerüsts ist zugunsten der Stabilität der Verzicht auf eine Verblendung durchaus in Betracht zu ziehen [96].

Freiendbrückenglieder stehen immer in okklusalem Kontakt um nicht nur ästhetisch, sondern auch funktionell die Kaufunktion in diesem Bereich wieder herzustellen. Um die Kräfte abfangen zu können die auf das Anhängerglied ausgeübt werden, sollte die Brücke bruchstabil gestaltet sein. Es empfiehlt sich eine metallgestützte Metallkeramikkonstruktion. Der Konnektorbereich am Zwischenglied ist mit einer ausreichenden Höhe von mindestens 3 mm zu versehen, um den hohen einwirkenden Kräften standhalten zu können. Führt dies jedoch zu einer Beeinträchtigung des Parodonts, muss geprüft werden ob nicht eine Ausdehnung des Metallgerüsts bis zur Okklusionsebene sinnvoll erscheint, um das Vorhaben durchzuführen [3].

Eine Überbelastung sollte verhindert und exzentrischen Kontakte sowie Mediotrusionskontakte vermieden werden. Ein Okklusionskonzept aus kleinflächigen Kontakten und einer Eckzahnführung mit Disklusion im Prämolarenbereich ist anzustreben [67].

Handelt es sich jedoch um wenige und stark mobile Pfeilerzähne, ist eine bilateral balancierte Okklusion sinnvoll [72,89].

Die oro-bukkale Breite des Brückengliedes sollte nach Möglichkeit ästhetisch zumutbar verringert werden und es ist darauf zu achten, dass das Freidendglied eine Prämolarenbreite nicht überschreitet [67]. Es gilt nur der Ersatz einer Prämolarenbreite bei Nutzung von mindestens zwei Pfeilerzähnen als bezuschussungsfähig [54,67,89].

Bei Extensionsbrücken nach distal, ist das Anhängerglied in der Regel in Prämolarenbreite zu gestalten und dient somit zum Ersatz eines zweiten Prämolaren oder der mesialen Hälfte des ersten Molaren. Ausgedehnte Extensionsglieder sind nicht indiziert [96].

Weiterhin ist anzumerken, dass seit Januar 2004 Extensionsbrücken mit Distalanhänger nicht mehr zum Leistungsumfang der gesetzlichen Krankenkassen in Deutschland gehören. Auf wissenschaftlicher Ebene lässt sich dieser Ausschluss jedoch nicht begründen [89].

## 4.5 Langzeitergebnisse in der Literatur

### 4.5.1 Brückenrestorationen allgemein

Untersuchungen haben gezeigt, dass Kronen und Brücken als besonders langlebige Restaurationsformen gelten [44]. *Kerschbaum* beeindruckte durch einen besonders langen Untersuchungszeitraum von 25 Jahren. Bis heute gibt es keine wissenschaftliche Studie die sich in diesem Zeitrahmen bewegt. Aus anderen Ländern wurden bisher nur Daten über 15 Jahre vorgelegt [5].

Diese Untersuchungen beziehen sich jedoch meist auf Endpfeilerbrücken. Risikokonstruktionen wurden nur in Ausnahmefällen untersucht.

Unter Einbeziehung von biologischen und technischen Misserfolgen weist der konventionelle Brückenzahnersatz eine hohe Überlebenswahrscheinlichkeit von 87–89% nach 10 Jahren und 75% nach 15 Jahren auf. Die Halbwertszeit (die Zeit, in der sich ein exponentiell mit der Zeit abnehmender Wert halbiert hat) wird mittlerweile mit rund 20 Jahren angegeben [30,44,100]. Pfeilverluste treten selten auf. In einem Zeitraum von 10 Jahren gehen weniger als 5% der Pfeilerzähne verloren [11,30,44,85,92].

In der Untersuchung von *Tan et al.* (2004) wurden die Risiken für Misserfolge durch spezifische biologische und technische Komplikationen ausgewertet. Das Überleben wurde gemäß des in situ und intakten Misserfolgsrisikos evaluiert. Des Weiteren wurden Sekundärkaries, Vitalitätsverlust, das Auftreten von Parodontopathien, Retentionsverlust sowie Pfeiler- und Materialfrakturen als Parameter in die Studie mit einbezogen. Die Studie beschreibt eine Überlebensrate der FPD's (fixed partial dentures) von 89,1% nach 10 Jahren. Das 10-Jahres-Risiko für Karies wurde mit 2,6%, für Parodontitis mit 0,7%, Retentionsverluste mit 6,4%, für Pfeilerfrakturen mit 2,1% und für Materialfrakturen mit 3,2% der Fälle angegeben. Es zeigte sich, dass gute Mundhygiene für den Langzeiterfolg von Brückenkonstruktionen unabdingbar ist. Sekundärkaries stellt die häufigste Ursache für biologische Misserfolge dar, viermal so häufig wie das Versagen durch parodontale Geschehnisse [30,92].

Es ist jedoch anzumerken, dass die Überlebensraten mit zunehmender Brückengröße signifikant zurückgehen [30,48].

Pfeilerzähne, die im Vorfeld schon von einer großflächigen Karies befallen und/oder mit Füllungen therapiert sind, sollten als Brückenanker mit Vollkronen versorgt werden. Da die Versorgung von Teilkronen, Inlays und adhäsiv befestigten Teilankern als Brückenanker zu einer Verringerung der Überlebensrate führen kann [10,30,47].

Es lässt den Eindruck zu, dass festsitzender Zahnersatz die Überlebenszeit der geschädigten Zähne durchaus verlängern kann. Selbst 25 Jahre nach Eingliederung einer Brückenkonstruktion ist bei vielen Patienten eine Wiederholungsversorgung möglich [44].

In der *Tabelle 4.5.1* sind die Untersuchungen des Schrifttums mit den entsprechenden Überlebensraten aufgeführt.

**Tabelle 4.5.1:**  
Überlebenszeiten von konventionellen Brücken im Schrifttum

| <b>Autor</b>                   | <b>Jahr</b> | <b>Anzahl der Brücken</b> | <b>Beobachtungszeitraum (Jahre)</b> | <b>Überlebensrate</b> |
|--------------------------------|-------------|---------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| <i>Leempoel et al.</i> [58,60] | 1987        | 1.674                     | 12                                  | 87%                   |
| <i>Kerschbaum et al.</i> [48]  | 1991        | 1.669                     | 15                                  | 64%                   |
| <i>Erpenstein et al.</i> [19]  | 1992        | 298                       | 5                                   | 89%                   |
|                                |             |                           | 10                                  | 75%                   |
|                                |             |                           | 15                                  | 60%                   |
| <i>BKK-Studie</i> [4]          | 1992        | 2.578                     | 6                                   | 97%                   |
| <i>Creugers et al.</i> [11]    | 1994        | Metaanalyse               | 15                                  | 74%                   |
| <i>Seth</i> [86]               | 1995        | 2.583                     | 10                                  | 76%                   |
| <i>Quinn et al.</i> [76]       | 1995        | 211                       | 10                                  | 77%                   |
| <i>Nordmeyer</i> [69]          | 1996        | 131                       | 5                                   | 98%                   |
| <i>Scurria et al.</i> [85]     | 1998        | Metaanalyse               | 15                                  | 75%                   |
| <i>Kerschbaum</i> [42]         | 2000        | 1.669                     | 25                                  | 28%                   |
| <i>Tan et al.</i> [92]         | 2004        | Metaanalyse               | 10                                  | 71%                   |

#### 4.5.2 *Überspannte Brücken*

Betrachtet man nun die Langzeitstudien in der Literatur, so lassen sich im Bereich der überspannten Brücken nur wenige Untersuchungen finden, die sich mit dem *Gesetz von Ante* und dessen Nichtbeachtung und den eventuell daraus resultierenden Folgen auseinandersetzen. Nachfolgend werden einige dieser Untersuchungen dargestellt.

- *Nyman und Ericsson (1982)* [70]

Es wurden in dieser Arbeit 60 Brücken bei Patienten mit fortgeschrittenen parodontalen Erkrankungen eingegliedert.

Von den 60 Brücken wurde die desmodontale Gesamtfläche der Pfeilerzähne errechnet und mit der geschätzten desmodontalen Gesamtfläche der Zähne verglichen, die durch zwischen- oder freischwebende Brückenglieder ersetzt worden waren.

Die Ergebnisse zeigten, dass die desmodontale Gesamtfläche der Pfeilerzähne bei nur 8% der mit Brücken versorgten Fälle die errechnete periodontale Ligamentfläche der durch Zwischen- oder Extensionsglieder ersetzten Zähne erreichte oder überstieg.

In 57% des untersuchten Kontingents war die desmodontale Gesamtfläche der Brückenpfeiler um etwa 50% geringer als die geschätzte Fläche des im Normalfall vorhandenen periodontalen Ligamentes der ersetzten Zähne.

Die Brücken wurden 8-11 Jahre nach deren Eingliederung nachuntersucht und trotz oft dramatisch reduzierter parodontaler Stütze wiesen die beurteilten Brücken keinerlei Komplikationen auf. Des Weiteren konnte während der Nachsorgeperiode kein weiterer Attachmentverlust an den vorhandenen parodontalen Stützgeweben ihrer Pfeilerzähne festgestellt werden.

- *Öwall et al. (1991)* [73]

Es wurden für diese Studie 11 Patienten in einem Zeitraum von 20 Jahren untersucht. Alle diese Patienten wurden im Oberkiefer mit einer Totalprothese und im Unterkiefer mit einer 12-gliedrigen Extensionsbrücke versorgt. Die Brücke wurde nur auf den vitalen Eckzähnen als Brückenpfeiler abgestützt, daher handelt es sich ebenso um überspannte Brücken die nicht dem Gesetz nach *Ante* folgen. Bei einem Patient konnte innerhalb des ersten Jahres eine geringe Beweglichkeit der Brücke festgestellt werden während ansonsten keine wesentlichen Veränderungen auftraten. In den ersten 5 Jahren ging eine der Extensionsbrücken verloren (91% Überlebensrate). Nach 15 Jahren waren noch 7 Brücken (64%) intakt. Zwei Patienten verstarben während des Untersuchungszeitraumes und eine Extensionsbrücke ging in Folge einer Bestrahlungstherapie verloren. Nach dem Untersu-

chungszeitraum von 20 Jahren waren noch 3 Extensionsbrücken (27%) in situ. Technische Misserfolge waren dafür verantwortlich, dass 5 der Extensionsbrücken entfernt werden mussten. Von 22 Pfeilerzähnen mussten 9 endodontisch behandelt werden.

- Leempoel et al. (1995) [58,59]

Im Rahmen seiner Habilitationsschrift untersuchte *Leempoel* die Patientenkarteien von 40 niederländischen Zahnarztpraxen. Es wurden im Nachhinein 1674 Brücken untersucht und ausgewertet.

Von diesen untersuchten Brücken entsprachen 223 Konstruktionen nicht dem Gesetz nach *Ante*. Des Weiteren wurden 1403 Brücken (84%) ausschließlich von vitalen Pfeilerzähnen getragen. Bei den meisten Brücken (86%) handelte es sich um konventionelle Endpfeilerbrücken, während sich 14% der Konstruktionen durch Extensionsglieder auszeichnete.

Nach einem Jahr lag die Überlebensrate bei 99,3%, nach 5 Jahren bei 97,5%, nach 10 Jahren bei 91,9% und nach 12 Jahren bei 87%.

Signifikante Unterschiede der Überlebensrate machten sich unter dem Aspekt der Einhaltung des *Ante'sches Gesetzes* sowie der Vitalität der Pfeilerzähne bemerkbar. Es konnte ermittelt werden, dass vor allem Brücken die nicht dem *Ante'schen Gesetz* entsprachen eine signifikant geringere Überlebenserwartung aufwiesen. Sie betrug nach 12 Jahren etwa 79%. Ebenso wiesen Brücken mit vitalen Pfeilerzähnen im Vergleich zu pulpatoten Zähnen eine signifikant günstigere Verweildauer auf.

Keinen Einfluss auf die Überlebensrate der Brücken hatten das Geschlecht und Alter der Patienten, die Länge und Art der Brückenkonstruktion, sowie die Art der Stumpfaufbauten.

- Fayyad und Al-Rafee (1997) [20]

In dieser Studie wurde die Beziehung zwischen Brückenkonstruktionen und der desmodontalen Verhältnisse der zugehörigen Pfeilerzähne untersucht.

In das Untersuchungskontingent flossen 132 Patienten mit 156 Brücken ein.

Die mittlere Überlebensrate lag bei 6,1 Jahren. Es gingen insgesamt 56 Konstruktionen verloren.

Man stellte fest, dass 64 Brücken (41,02%) des Untersuchungskontingentes in ihrer Konstruktion nicht dem Gesetz nach *Ante* folgten.

Des Weiteren stellte man fest, dass in 26,9% der Fälle diese Konstruktionen am College of Dentistry, King Saud University und in 50% der Fälle in Privatpraxen hergestellt bzw. eingegliedert wurden.

Erstaunlicherweise konnte nur bei zwei überspannten Brücken radiologisch eine Überbelastung der Pfeilerzähne nachgewiesen werden.

- Lulic et al. (2007) [63]

Mittels einer Medline- und Handrecherche (1966-2006) wurden sechs Artikel herausgefiltert die die notwendigen Kriterien der Studie entsprachen. Zu diesen Kriterien zählten:

Nachuntersuchungszeitraum  $\geq 5$  Jahre

- Parodontal schwer geschädigte Pfeilerzähne
- überspannte Brücken, die nicht das Ante'sche Gesetz erfüllen
- überspannte Brücken mit mindestens vier Pfeilerzähnen
- Die Erhebung klinischer Parameter bei den Kontrolluntersuchungen
- Informationen über den parodontalen Status der Brückenfeiler

Die Ergebnisse der Untersuchung weitspanniger Brücken im parodontal schwer geschädigten aber sanierten Gebiss stellten sich wie folgt dar:

Die 5-Jahresüberlebensrate lag bei 96,4%. Die 10-Jahresüberlebensrate der überspannten Brücken belief sich auf 92,9%.

Für die Pfeilerzähne lagen die Überlebensraten nach 5 Jahren bei 97,5% und nach 10 Jahren bei 95%.

Folgende biologischen Ursachen wurden nach 5 Jahren bzw. 10 Jahren beobachtet:

- Lockerung der Konstruktion: 3,1% / 6,2%
- Sekundärkaries: 0,9% / 1,9%
- endodontische Komplikationen: 3,6% / 7%

Die nachfolgenden technischen Komplikationen konnten nach 5 Jahren bzw. 10 Jahren festgestellt werden:

- Dezementierung: 2,2% / 4,6%
- Pfeilerfraktur: 1,9% / 3,7%
- Gerüstfraktur: 2,1% / 4,2%

Unter der Voraussetzung einer erfolgreichen parodontalen Therapie und einer engmaschigen Nachsorge ist es durchaus möglich schwer vorgeschädigte Pfeilerzähne mit einer guten Langzeitprognose und unter Missachtung des *Ante'schen Gesetzes* mit feststehendem Zahnersatz zu versorgen.

Es sei jedoch noch anzumerken, dass zwei dieser integrierten Studien aus spezialisierten Kliniken Schwedischer Universitäten stammen.

- Kanno et al. (2008) [37]

Das Ergebnis dieser Studie belegt gute Ergebnisse, auch für weitspannige Versorgungen unter adäquater Nachsorge und Mundhygiene.

In der *Tabelle 4.5.2* sind die Untersuchungen des Schrifttums mit den entsprechenden Überlebensraten aufgeführt.

**Tabelle 4.5.2:**

Überlebenszeiten von überspannten Brücken im Schrifttum

| <b>Autor</b>                      | <b>Jahr</b> | <b>Anzahl der übersp. Brücken</b>     | <b>Anzahl d. Patienten</b> | <b>Beobachtungszeitraum</b>               | <b>Überlebensrate</b>            |
|-----------------------------------|-------------|---------------------------------------|----------------------------|---|----------------------------------|
| <i>Nyman &amp; Ericsson</i> [70]  | 1982        | 60                                    | k.A.                       | 8-11 Jahre                                | 100%                             |
| <i>Öwall et al.</i> [73]          | 1991        | 11                                    | 11                         | 20 Jahre                                  | 100%                             |
| <i>Leempoel et al.</i> [58]       | 1995        | 223                                   | k.A.                       | 1 Jahr<br>5 Jahre<br>10 Jahre<br>12 Jahre | 98,7%<br>96,6%<br>86,5%<br>78,8% |
| <i>Fayyad &amp; Al-Rafee</i> [20] | 1997        | 156 Brücken<br>davon<br>64 überspannt | 132                        | 6,1 Jahre                                 | 50%                              |
| <i>Lulic et al.</i> [63]          | 2007        | 579                                   | k.A.                       | 5 Jahre<br>10 Jahre                       | 96,4%<br>92,9%                   |

k.A.: keine Angabe

### 4.5.3 Extensionsbrücken

Im Bereich der Extensionsbrücken lassen sich hingegen im Schrifttum zahlreiche Arbeiten zur Überlebenszeit finden. Nachfolgend sind die einzelnen Untersuchungen aufgeführt.

- Nyman und Lindhe (1979) [71]

In dieser Studie wurden, in einem Zeitraum von 5 bis 8 Jahren, bei 251 Patienten mit Extensionsbrücken nachuntersucht. Es handelte sich dabei um 159 Extensionsbrücken die den gesamten Zahnbogen umspannten und um 34 Brücken mit unilateralen Extensionen. Die Brückenkonstruktionen wurden, nach parodontaler Vorbehandlung, auf parodontal geschwächten Pfeilern mit einem Knochenabbau  $\geq 50\%$  eingegliedert. Die Misserfolgsquote belief sich auf nur 8%. Im Verlauf von 5 bis 8 Jahren wurden in regelmäßigen Abständen Kontrolluntersuchungen durchgeführt. Während des gesamten Beobachtungszeitraumes von 5 bis 8 Jahren nach Zementierung der Brückenkonstruktion wurden weder ein weiterer Knochenabbau noch vertiefte Sondierungstiefen festgestellt.

Es ließen sich auf Grund dieser Arbeit Behandlungskonzepte für biologische und technische Faktoren ableiten, welche bei der Eingliederung dieser Brückenkonstruktionen an den zahnmedizinischen Kliniken der Universität Bern seit 1981 genau berücksichtigt wurden. Schon vor dieser Studie galt in Bern die Extensionsbrücke als gute Alternative zur Freidendprothese. Es wurde zumeist nur eine Extension, höchstens aber zwei, auf in der Regel zwei parodontal gesunden Prämolaren oder Eckzähnen eingegliedert [55].

- Reuter und Brose (1984) [80]

121 Brückenkonstruktionen bildeten die Grundlage der Untersuchung von *Reuter und Brose*. Es handelte sich dabei in 16 Fällen um Extensionsbrücken. Diese Freidendbrücken bestanden aus 1-2 Pfeilern und jeweils einem Brückenzwischenstück. Jedoch wurden alle Brückenkonstruktionen lediglich in „kurze“ bzw. „lange“ Brücken eingeteilt.

Die Extensionsbrücken zählen in dieser Einteilung zu den kurzen Brücken. In einem Untersuchungszeitraum von 11 Jahren führten Folgeschäden in 7 Fällen von insgesamt 94 kurzen Brücken zu einem Verlust der Konstruktion.

Die Überlebensrate für alle Brückenkonstruktionen lag bei 4,9 Jahren und die Verlustrate betrug 2,9% pro Jahr. Hingegen lag in Gruppe der „kurzen“ Brückenkonstruktionen die Verlustrate pro Jahr bei 1,5% und bei den „langen“ Brücken bei 7,0%.

Es konnte kein Einfluss der Gegenkieferbezahnung in Bezug auf die Überlebensrate festgestellt werden.

- Izikowitz (1985) [33]

In dieser Arbeit wurden 87 Extensionsbrücken nachuntersucht. Die ersten 5 Jahre nach der Eingliederung waren noch 98% der Brücken in Funktion. Entsprechend lag der Anteil der funktionstüchtigen Brücken nach 10 Jahren bei 82%, nach 15 Jahren bei 69% und nach 20 Jahren bei 49%. In den ersten 8 Jahren standen technische Komplikationen wie Gerüstfrakturen im Vordergrund. Danach folgten biologische Komplikationen in Form der Sekundärkaries. Faktoren wie Geschlecht und Alter des Patienten, Länge der Konstruktion sowie die Lokalisation (Oberkiefer- oder Unterkiefer) hatten keinen Einfluss auf die Überlebensrate.

- Radow et al. (1986) [77]

Radow et al. konnten feststellen, dass bei Extensionsbrücken, die mit doppelseitigen bzw. zwei Anhängerzähnen versorgt wurden, mit einer höheren Misserfolgsrate zu rechnen ist, als bei Konstruktionen die nur einen Anhänger aufweisen. Es wurden in einem Zeitraum von 6 bis 7 Jahren rund 290 Extensionsbrücken nachuntersucht. Als häufigste Komplikationen wurden Sekundärkaries (18-31%) sowie endodontische (5-23%), parodontale (7-12%), ästhetische (10-16%) und technische (8-34%) Gründe aufgeführt.

- Karlsson (1986) [38]

In einer klinischen Beurteilung von feststehendem Zahnersatz nach 10 Jahren wurden 238 Restaurationen beurteilt. 93,3% der Extensionsbrücken waren zu diesem Zeitpunkt noch funktionstüchtig, ohne dass ein Teil der Restauration entfernt werden musste.

- Hochmann et al. (1987) [31]

Es wurden 27 Patienten mit 29 Extensionsbrücken in einem Untersuchungszeitraum von 10 Jahren nachuntersucht. Vor Eingliederung der Extensionsbrücken wurden die Patienten mit den notwendigen Hygienemaßnahmen vertraut gemacht und so fern notwendig einer Parodontosebehandlung unterzogen.

Es wurde eine Einteilung nach mesialen und distalen Freidendgliedern vorgenommen.

Die mesialen Extensionsglieder dienten dem Ersatz eines lateralen Schneidezahnes bzw. eines ersten oder zweiten Prämolaren, während die distalen Extensionsglieder zum Ersatz eines ersten Molaren herangezogen wurden.

Nach 10 Jahren waren die Extensionsbrücken noch zu 100% in Funktion. Von Seiten der Patienten wurden keine Klagen oder Beschwerden geäußert. Es wurden weder erhöhte Lockerungsgrade noch Sekundärkaries an den Pfeilerzähnen festgestellt.

Lediglich bei drei Patienten, die keiner regelmäßigen Pflege der Brückenkonstruktion nachgingen, konnten leichte Zahnfleischentzündungen beobachtet werden.

Es wurde auch in dieser Studie bestätigt, dass eine gute Mundhygiene die Grundvoraussetzung für den Erhalt eines festsitzenden Zahnersatzes darstellt.

- Landolt und Lang (1988) [55]

Der Beobachtungszeitraum dieser Studie belief sich auf 3,5-8 Jahre. Es wurden in dieser Zeit 80 Extensionsbrücken (auf 154 Brückenpfeiler) von 61 Patienten (42 weibliche, 19 männliche) im Alter von 21 bis 83 Jahren (Durchschnitt 47,5 Jahre) mit gesundem, nicht reduziertem Parodont nachuntersucht. Es wurde eine deutlich höhere technische Misserfolgsrate gegenüber biologischen Ursachen festgestellt. Primär fanden sich Retentionsverluste auf Grund des fehlenden Zementsiegels. Sie waren bei 12 der 80 Extensionsbrücken (15%) bzw. 20 der 154 Brückenpfeiler (13%) aufzufinden. Bei 11 dieser Brücken war distal nur ein Extensionsglied, bei einer Brücke waren zwei Extensionsglieder vorhanden. Der Retentionsverlust stellte sich jedoch häufiger bei wurzelbehandelten Zähnen ein. Es trat nur bei einer Brücke mit vitalen Pfeilern (2,1%) ein Retentionsverlust auf, während es im Vergleich dazu 18 der devitalen und wurzelkanalbehandelten Pfeiler (31%) betraf. Von den 20 frakturierten Pfeilern waren ebenfalls 18 avital und wurzelbehandelt. Zumeist löste sich der Brückenanker zusammen mit der Wurzelarmierung und dem Stumpfaufbau. Sekundärkaries war mit 11,3% (9 Brücken bzw. 10 Pfeiler) die häufigste biologische Ursache für den Misserfolg.

Im Rahmen der Voruntersuchung (vor Eingliederung) wiesen 96 Pfeilerzähne (62,3%) bei der Vitalitätstestung ein positives Ergebnis auf. In der Nachuntersuchung waren 4,2% der Zähne CO<sub>2</sub>-negativ. Bei der Eingliederung waren 58 Pfeiler devital und wurzelbehandelt, 7 (12,7%) von ihnen wiesen in der Nachkontrolle eine periapikale Aufhellung auf. Diese apikalen Läsionen bezogen sich auf 4 Brücken.

- Karlsson (1989) [39]

Es handelt sich hierbei um eine 14 jährige Longitudinalstudie, in der 97 Patienten mit 104 Brücken und 36 Extensionsbrücken nachkontrolliert wurden. Am Ende des Untersuchungszeitraumes waren noch 88,5% der Brücken und 66,7% der Extensionsbrücken in situ vorhanden. Es wurde festgestellt, dass bei Extensionsbrücken häufiger mit Misserfolgen gerechnet werden muss als bei endständigen Pfeilerbrücken.

Die Verlustrate betrug bei den Restaurationen **mit** Extension 33,3% während sich die Verlustrate von Restaurationen **ohne** Extension auf 11,5% belief. Die Langzeitprognose für

Extensionsbrücken stellt sich als besonders ungünstig dar, wenn der distale Pfeilerzahn avital und wurzelgefüllt war. In dieser Untersuchung war dies bei 67% der verloren gegangenen Restaurationen der Fall.

- Strub et al. (1989) [88]

In dieser retrospektiven Studie wurden 80 Patienten mit insgesamt 96 Extensionsbrücken untersucht. Die Pfeilerzähne wiesen ein geringgradig reduziertes Parodont, mit einem Knochenabbau von  $\leq 25\%$  auf. Der Beobachtungszeitraum lag bei durchschnittlich 5,9 Jahren. Die Gesamtmisserfolgsrate belief sich in dieser Zeit auf 36%. Im Vordergrund standen bei 23,3% der Pfeilerzähne die biologischen Misserfolge. Endodontischen Misserfolge lagen in 14,7%, parodontale Ursachen in 4,0%, Sekundärkaries in 3,0% und Pfeilerfrakturen in 1,6% der Fälle vor. In dieser Untersuchung stellte sich entsprechend der Studie von *Bergenholtz und Nyman* (1984) [2] heraus, dass Pfeilerzähne in der Regel häufiger endodontisch nachbehandelt werden müssen als Nichtpfeilerzähne.

In 12,7% mussten von *Strub et al.* technische Misserfolge festgestellt werden. Die Ursachen waren Frakturen in Bereichen der Verblendung (6,2%) und des Metallgerüsts (5,2%) sowie Retentionsverluste (1,3%). Trotz einer Gesamtmisserfolgsrate von 36% waren noch immer 95% der Patienten mit ihrer Restauration zufrieden oder sogar sehr zufrieden. Ein nur geringer Anteil (5%) der Patienten gab an, dass es unter funktioneller Belastung zu einem gleichzeitigen Schmerz- oder Druckgefühl kam.

- Budtz-Jorgensen und Isidor (1990) [9]

In einem Zeitraum von 5 Jahren wurde innerhalb dieser Untersuchung 27 Patienten mit Extensionsbrücken und 26 Patienten mit Modellgussprothesen untersucht. Die festverankerten Extensionsbrücken schnitten im Vergleich zu den herausnehmbaren Modellgussprothesen deutlich besser ab. Zu dem zeigte dieser Vergleich einen geringeren Plaquebefall sowie geringere Kariesrate im Bereich der festsitzenden Extensionsbrücken. Der Kariesbefall lag bei den herausnehmbaren Modellgussprothesen um ein sechsfaches höher. Die Okklusion verschlechterte sich ebenfalls nur in der Gruppe des herausnehmbaren Zahnersatzes. Auf Grund der regelmäßigen Nachsorgeuntersuchungen beider Patientengruppen waren die Unterschiede der parodontalen Befunde jedoch nur sehr gering. Die Misserfolgssrate lag bei den insgesamt 42 eingegliederten Extensionsbrücken bei 19% (8 Brücken).

- Palmquist und Swartz (1990) [74,89]

Bestandteil dieser Studie war die Untersuchung von Patienten die mit festsitzenden Kronen und Brücken mit mindestens fünf Einheiten versorgt waren. 18-23 Jahre nach Eingliederung wurden diese Patienten nachuntersucht. 66 von damals insgesamt 122 Patienten konnten in die Untersuchung mit einbezogen werden. Im Durchschnitt waren noch 72% der Restaurationen funktionstüchtig. 79% der metallkeramischen Konstruktionen waren unverändert in Funktion, während 3% entfernt worden waren. Die untersuchten Extensionsbrücken schnitten im Verhältnis zu den Schaltbrücken nicht schlechter ab.

- Kerschbaum et al. (1991) [46,48]

Es wurden 1669 Brücken, 4371 Einzelkronen und 175 verblockte Kronen von 1841 privatversicherten Patienten einer Verweilzeitanalyse nach Kaplan-Meier unterzogen.

Nach 5 Jahren waren 95% der Brücken, nach 10 Jahren 79% der Brücken und nach 15 Jahren noch 64% der Brücken in situ.

Aufgrund der fehlenden klinischen Untersuchungen konnte jedoch keine qualitative Aussage über die Funktionstüchtigkeit gemacht werden.

Aus den zugehörigen Hazardkurven konnte entnommen werden, dass sich das Verlustrisiko zunehmend erhöht. Während das Risiko in den ersten 3 Jahren mit ca. 0,8% pro Jahr fast vernachlässigbar gering war, erhöhte sich das Verlustrisiko in den folgenden 10 Jahren auf 2,7% pro Jahr. Unter der optimistischen Annahme einer unveränderten Risikoentwicklung prognostizierte man, dass 20 Jahre nach Eingliederung noch rund 55% aller Brücken in situ und funktionstüchtig sind. Dies entspricht heute in etwa der „Halbwertszeit“ von festsitzenden Restaurationen.

Bei der Versorgung einer verkürzten Zahnreihe mit einer Extensionsbrücke ergibt sich laut *Kerschbaum et al.* ein um den Faktor 1,43 erhöhtes Verlustrisiko. Pfeileranzahl und Alter bei Eingliederung sind ebenfalls bedeutende Faktoren. So steigt mit zunehmendem Alter das Verlustrisiko bis zum Fünffachen an, vermutlich aus parodontalen Gründen. Ebenso waren Brücken mit nur einem Pfeiler und einem Zwischenglied mehr als doppelt so stark gefährdet wie Standardbrücken mit zwei Pfeilerzähnen. Hinsichtlich der Inzidenz der Pfeilerzahnfrakturen und der Tatsache, dass 2,4% der Brücken durch Pfeilerfrakturen nach 10 Jahren verloren gingen, bewerteten die Autoren diese Ergebnisse dahingegen, dass Extensionsbrücken primär höher (ca. 40%) verlustgefährdet sind im Vergleich zu Endpfeilerbrücken. Die Misserfolge waren, was die Lokalisation der Restauration betraf, im Oberkiefer um ca. ein Drittel höher als im Unterkiefer.

- Öwall et al. (1991) [73]

Es wurden für diese Studie 11 Patienten in einem Zeitraum von 20 Jahren untersucht. Alle diese Patienten wurden im Oberkiefer mit einer Totalprothese und im Unterkiefer mit einer 12-gliedrigen Extensionsbrücke versorgt. Die Brücke wurde nur auf den vitalen Eckzähnen als Brückenpfeiler abgestützt. Bei einem Patient konnte innerhalb des ersten Jahres eine geringe Beweglichkeit der Brücke festgestellt werden, während ansonsten keine wesentlichen Veränderungen auftraten. In den ersten 5 Jahren ging eine der Extensionsbrücken verloren (91% Überlebensrate). Nach 15 Jahren waren noch 7 Brücken (64%) intakt. Zwei Patienten verstarben während des Untersuchungszeitraumes und eine Extensionsbrücke ging in Folge einer Bestrahlungstherapie verloren. Nach dem Untersuchungszeitraum von 20 Jahren waren noch 3 Extensionsbrücken (27%) in situ. Technische Misserfolge waren dafür verantwortlich, dass 5 der Extensionsbrücken entfernt werden mussten. Von 22 Pfeilerzähnen mussten 9 endodontisch behandelt werden.

- Leempoel et al. (1995) [58,59]

Siehe Kapitel 4.5.2

Es wurden im Rahmen dieser Studie 1674 Brücken nachuntersucht. Es handelte sich dabei in 14% (oder 235 Konstruktionen) der Fälle um Extensionsbrücken. Die Überlebensrate dieser Brückenkonstruktion lag nach einem Jahr bei 99,6%, nach 5 Jahren bei 96,5%, nach 10 Jahren bei 89,8% und nach 12 Jahren bei 85,8%.

- Decock et al. (1996) [14]

In einem Zeitraum von 18 Jahren wurden 100 Patienten mit 137 Extensionsbrücken nachuntersucht. Es waren 104 Restaurationen im Oberkiefer und 13 Brücken im Unterkiefer lokalisiert. Insgesamt wurden in 30% (41) Misserfolge festgestellt, wobei sie zu 68% (28) im Oberkiefer und zu 32% (13) im Unterkiefer auftraten. Avitale, wurzelbehandelte Zähne zeigten auch hier eine signifikant höhere Misserfolgsrate als vitale Pfeilerzähne.

- Sundh und Ödman (1997) [91]

Es wurden in dieser Studie 101 Patienten mit 163 Brückenkonstruktionen versorgt. Eine Nachuntersuchung fand nach 6, 11 und 18 Jahren statt. Im Laufe des Untersuchungszeitraumes verstarben 14 Patienten. Es fielen somit letztendlich nur 138 Konstruktionen in das Untersuchungskontingent. Von diesen 138 Brücken waren 31 Extensionsbrücken. 25 Freidendbrücken wiesen einen Anhänger und 6 Brücken zwei Extensionsglieder auf. Nach 11 Jahren mussten 35 (25%) Konstruktionen entfernt werden. 75% der Konstruktionen befanden sich auch nach 18 Jahren noch in Funktion.

Die Misserfolge entstanden durch Karies, Wurzelfrakturen, endodontische und parodontale Komplikationen.

Nach einem Untersuchungszeitraum von 18 Jahren gingen insgesamt 10 Extensionsbrücken verloren. Es handelt sich dabei in 8 Fällen um Konstruktionen mit einem Anhänger und in 2 Fällen um Brücken mit zwei Extensionsgliedern.

Es war jedoch weder zwischen Extensionsbrücken und Endfeilerbrücken noch in der Anzahl der Extensionsglieder ein signifikanter Unterschied erkennbar.

- Lindquist und Karlsson (1998) [62]

Die Untersuchung von *Lindquist und Karlsson* basiert auf einer Anzahl von 98 Patienten und 140 Brückenkonstruktionen. Der Untersuchungszeitraum umfasst 20 Jahre nach der Eingliederung des Zahnersatzes.

Es handelte sich bei 36 Konstruktionen um Extensionsbrücken. Diese setzten sich aus 175 Pfeilern und 125 Brückenzwischengliedern zusammen.

In den letzten sechs Jahren gingen insgesamt 26 Konstruktionen verloren, bei denen es sich um 7 Extensionsbrücken (19%) handelt. Zuvor war kein Verlust der Freielementbrücken zu verzeichnen.

Nach 20 Jahren waren noch 65,4% der insgesamt 140 Brücken in situ und funktionstüchtig.

Am häufigsten traten Retentionsverluste in Folge von Karies, sowie parodontale und ästhetische Probleme in den Vordergrund.

- Hämmerle et al. (2000) [29]

In dieser Studie wurden 92 Patienten mit 115 Extensionsbrücken auf 239 Pfeilerzähnen in einem Beobachtungszeitraum von 5 bis 16 Jahren nachuntersucht. Es resultierte aus den Untersuchungen eine Gesamtmisserfolgsrate von 22%. Ursachen für den Misserfolg waren in erster Linie Vitalitätsverlust (10%) gefolgt von Sekundärkaries (8%), Retentionsverlust (8%), Materialfrakturen (1-3%) und Pfeilerzahnfrakturen (3%). Apikale Veränderungen waren in 1% der Fälle radiologisch nachweisbar.

- Yi et al. (2001) [104]

Es wurde in dieser Studie 39 Patienten koreanischer Herkunft aufgrund fortgeschrittener parodontaler Erkrankungen behandelt und mit festsitzendem Zahnersatz versorgt. Die insgesamt 50 Brücken wurden in drei Gruppen unterteilt:

- Gruppe 1: 17 normale Endfeilerbrücken

- Gruppe 2: 16 Extensionsbrücken mit einem Anhänger
- Gruppe 3: 17 Extensionsbrücken mit beidseitigem Anhänger

Am Ende des Untersuchungszeitraumes von etwa 3 Jahren (Gruppe 1: 3,4 Jahre; Gruppe 2: 3,1 Jahre; Gruppe 3: 3,3 Jahre) waren noch 100 % aller Brücken bei guter Mundhygiene und parodontalen Verhältnissen in situ, unabhängig von der Art der Brückenkonstruktion.

- Pjetursson et al. (2004) [75,101]

In einer Metaanalyse untersuchten *Pjetursson et al.* die Überlebens- und Erfolgsrate von Extensionsbrücken. Diese systematische Übersicht entstand auf der Basis einer medline-Suche. Hierzu wurden 13 Studien ausgewertet. Nach 10 Jahren betrug die geschätzte Überlebensrate der Freidendbrücken 81,8% und die Erfolgsrate 63%. Hauptursache für die biologischen Komplikationen war der Vitalitätsverlust (32,6%) sowie die Sekundärkaries (9,1%) an den Pfeilerzähnen. 2,6% der Extensionsbrücken gingen in Folge der Karies und 1% als Folge von wieder auftretenden Parodontopathien verloren. Die häufigsten technischen Komplikationen stellten Retentionsverluste (16,1%) und Materialfrakturen (5,9%) dar. Es wurde in 2,9% der Fälle eine Fraktur der Pfeilerzähne festgestellt. In 2,4% führten diese Frakturen nach 10 Jahren zum Verlust der Extensionsbrücke. Die Autoren bewerteten das Ergebnis dieser Studie dahingegen, dass die Überlebens- und Erfolgsaussichten bei Freidendbrücken niedriger sind als bei konventionellen Endpfeilerbrücken.

- De Backer et al. (2006) [12]

In dieser Studie wurden 322 festsitzende Brücken bei 193 Patient nachuntersucht. Nach 20 Jahren ergab sich eine Überlebensrate von 66,2%. Es ergab signifikante Unterschiede zwischen wurzelbehandelten und vitalen Pfeilerzähnen. Wenn endodontisch behandelte Zähne als Brückenpfeiler herangezogen werden, so erhöht sich das Komplikationsrisiko. Es wurde jedoch kein signifikanter Unterschied in Bezug auf die Lokalisation (Ober- oder Unterkiefer) der Brücke festgestellt.

- De Backer et al. (2007) [13]

Es wurden für diese Langzeitstudie, in einem Zeitraum von 16 bis 20 Jahren, 168 Extensionsbrücken untersucht. Es wurde in dieser Arbeit der Unterschied zwischen Extensionsbrücken, Kronen und Endpfeilerbrücken in Bezug auf die Überlebensrate bei vitalen und devitalen Pfeilerzähnen untersucht. Die Verwendung von avitalen Pfeilerzähnen für Extensionsbrücken birgt die Gefahr der Fraktur. Was sich in einer Überlebensrate von 52% ver-

sus 74% nach 16 bis 18 Jahren wieder spiegelt. In Bezug auf beide Parameter (vital/devital) wiesen die übrigen Gruppen eine höhere Überlebensrate auf.

Auch hier sind die Ergebnisse der Literatur hinsichtlich der Überlebensraten in der nachfolgenden *Tabelle 4.5.3* aufgelistet.

**Tabelle 4.5.3:**  
Überlebenszeiten von Extensionsbrücken im Schrifttum

| Autor                              | Jahr | Anzahl d. Extensionsbrücken | Anzahl d. Patienten | Beobachtungszeitraum                        | Überlebensrate                          |
|------------------------------------|------|-----------------------------|---------------------|---|---|
| <i>Nyman &amp; Lindhe</i> [71]     | 1979 | 193                         | 251                 | 5-8 Jahre                                   | 92%                                     |
| <i>Izikowitz</i> [33]              | 1985 | 87                          | k.A.                | 5 Jahre<br>10 Jahre<br>15 Jahre<br>20 Jahre | 98%<br>82%<br>69%<br>49%                |
| <i>Randow et al.</i> [77]          | 1986 | 290                         | k.A.                | 6-7 Jahre                                   | 84%<br>(Brücken mit 1 Freieindglied)    |
|                                    |      |                             |                     | 6-7 Jahre                                   | 66%<br>(Brücken mit 2 Freieindgliedern) |
| <i>Karlsson</i> [38]               | 1986 | 238                         | k.A.                | 10 Jahre                                    | 93,3%                                   |
| <i>Hochman et al.</i> [31]         | 1987 | 29                          | 27                  | 10 Jahre                                    | 100%                                    |
| <i>Landolt &amp; Lang</i> [55]     | 1988 | 80                          | 61                  | 3,5-8 Jahre                                 | k.A.                                    |
| <i>Karlsson</i> [39]               | 1989 | 36                          | 97                  | 8 Jahre                                     | 95%                                     |
|                                    |      |                             |                     | 14 Jahre                                    | 66,7%                                   |
| <i>Strub et al.</i> [88]           | 1989 | 96                          | 86                  | Ø 5,9 Jahre                                 | 64%                                     |
| <i>Budtz-Jorgensen et al.</i> [9]  | 1990 | 42                          | 27                  | 5 Jahre                                     | 81%                                     |
| <i>Palmquist &amp; Swartz</i> [74] | 1990 | 103                         | 66                  | 18-23 Jahre                                 | 72%                                     |

Literaturübersicht

| <b>Autor</b>                         | <b>Jahr</b> | <b>Anzahl d. Extensionsbrücken</b>                           | <b>Anzahl d. Patienten</b> | <b>Beobachtungszeitraum</b>               | <b>Überlebensrate</b>                                   |
|--------------------------------------|-------------|--|----------------------------|---|---|
| <i>Kerschbaum et al.</i> [48]        | 1991        | 1669 Brücken<br>Anzahl der Extensionsbrücken nicht angegeben | 1841                       | 5 Jahre<br>10 Jahre<br>15 Jahre           | 95%<br>79%<br>64%                                       |
| <i>Öwall et al.</i> [73]             | 1991        | 11   | 11                         | 5 Jahre<br>15 Jahre<br>20 Jahre           | 91%<br>64%<br>27%                                       |
| <i>Leempoel et al.</i> [58]          | 1995        | 235  | k.A.                       | 1 Jahr<br>5 Jahre<br>10 Jahre<br>12 Jahre | 99,6%<br>96,5%<br>89,8%<br>85,8%                        |
| <i>Decock et al.</i> [14]            | 1996        | 137  | 100                        | 18 Jahre                                  | 70%   |
| <i>Sundh &amp; Ödman</i> [91]        | 1997        | 31   | k.A.                       | 18 Jahre                                  | 51,6%   |
| <i>Lindquist &amp; Karlsson</i> [62] | 1998        | 36   | k.A.                       | 20 Jahre                                  | 81%   |
| <i>Hämmerle et al.</i> [29]          | 2000        | 115  | 92                         | 5-16 Jahre                                | 78%   |
| <i>Yi et al.</i> [104]               | 2001        | 33   | k.A.                       | ~3 Jahre                                  | 100%  |
| <i>Pjetursson et al.</i> [75]        | 2004        | Metaanalyse aus<br>13 Studien                                | k.A.                       | 10 Jahre                                  | 81,8%<br>63%<br>(Erfolgsrate)                           |
| <i>De Backer et al.</i> [12]         | 2006        | 322 Brücken<br>Anzahl der Extensionsbrücken nicht angegeben  | 193                        | 20 Jahre                                  | 66,2%   |
| <i>De Backer et al.</i> [19]         | 2007        | 168  | k.A.                       | 16-18 Jahre<br>16-18 Jahre                | 74% (vitale Pfeilerzähne)<br>52% (avitale Pfeilerzähne) |

k.A.: keine Angabe

## 5 Material und Methode

Bei dieser Studie handelt es sich um eine retrospektive Longitudinalstudie anhand von Patientenunterlagen. Die verwendeten Daten wurden sowohl den vorhandenen Patientenkarten als auch aus dem seit 2004 bestehenden EDV-Programm (MZD, Multizentrische Datenanalyse) entnommen.

In dieser Studie wurden ausschließlich Extensionsbrücken und überspannte Brücken berücksichtigt, die von 1997 bis Anfang 2008 hergestellt und eingegliedert bzw. untersucht wurden.

### 5.1 Datenerfassung und -analyse

Die erfassten Daten wurden auf einem Personalcomputer in Microsoft Excel übertragen und entsprechend vorbereitet, um diese mit Hilfe des Programms SPSS Win 15.0 (Statistical Package for Social Sciences) analysieren zu können.

Nach erfolgter Erfassung und Aufbereitung der Daten wurde anschließend die statistische Auswertung mittels SPSS 17.0 unter Beratung von *Herrn Dr. Jürgen Riehl (jr train & serv, Gießen)* vorgenommen.

Gemäß *Körber und Voss* wurde jede Brücke als unabhängiger Patientenfall betrachtet. Dies gilt auch für eine gleichzeitige Versorgung mit mehr als einer Extensions- bzw. überspannten Brücke bei ein und demselben Patienten [51].

In Bezug auf die statistische Analyse wurden folgende Verfahren zur Berechnung des Mittelwertes, Medianes, des Standardfehlers und der Signifikanzanalyse herangezogen. Des Weiteren fand zur Ereignisdatenanalyse die so genannte Kaplan-Meier-Methode ihre Anwendung. Es werden hierbei kumulierte Ereigniswahrscheinlichkeiten, in diesem Fall die Überlebenswahrscheinlichkeiten, bestimmt.

In der graphischen Darstellung der Überlebenszeit wurde die kumulierte Überlebenszeit (0-1) auf der Ordinate gegen die Zeit (in Jahren) auf der Abszisse dargestellt. Im Gegensatz dazu befand sich das kumulierte Verlustrisiko in seiner Darstellung auf der Ordinate. Markiert wurde jeweils der Zeitpunkt, an dem noch 5 überspannte Brücken bzw. Extensionsbrücken unter Risiko verweilten. Der Vollständigkeit halber wurden alle anderen Graphiken, in denen weniger als 5 Brückenkonstruktionen unter Risiko verweilten, ebenfalls angegeben jedoch nicht weiter ausgewertet.

Das Zielereignis bei der Überlebensanalyse bestand dabei in einer Neuversorgung der Brückenkonstruktion. Reparaturen, Extraktionen der Pfeilerzähne oder sonstige Korrekturen an den untersuchten Brücken wurden als solche bewertet und festgehalten. Brücken, die über den Untersuchungszeitraum hinaus noch in Funktion waren, wurden als *zensierte Fälle* registriert um diese in die Überlebenszeitanalyse einbeziehen zu können.

## 5.2 Datengewinnung

Die Patientendaten wurden mit Hilfe eines standardisierten Untersuchungsverfahrens ausgewertet, in dem für die statistische Analyse folgende Informationen erhoben wurden:

**a. Geschlecht des Patienten**

**b. Geburtsdatum des Patienten**

**c. Eingliederungsdatum der Brücke**

**d. Untersuchungsdatum der Brücke**

**e. Lokalisation der prothetischen Versorgung**

Hier wird berücksichtigt ob sich die vorhandene Brücke im Ober- oder Unterkiefer befindet.

**f. Pfeileranzahl**

Auf welcher Anzahl von Zähnen wird die Brücke gestützt.

**g. Kennedy-Klassen**

Der Kiefer, in dem sich die Brücke befand wurde entsprechend der Einteilung des Lückengebisses nach Kennedy [90,98] in die Klassen 1, 2, 3 und 4 eingeteilt.

**h. Art der Gegenkieferbeziehung**

Befindet sich im Gegenkiefer der Brücke ein festsitzender, herausnehmbarer oder kein Zahnersatz (natürliche Bezeichnung).

**i. Position des Freigliedes**

Handelt es sich bei der prothetischen Brückenkonstruktion um eine mesiale oder distale Extensionsbrücke.

**j. Extraktion**

Es wurden die für die Extraktionen ermittelten Ursachen dokumentiert.

**k. Reparatur der Brücke**

Ist eine Reparatur der Brücke notwendig und durchführbar.

**l. Datum der Reparatur**

**m. Grund der Reparatur**

Gründe der Reparaturen waren entweder Verblendungsdefekte, ein Bruch des Brückengerüsts, Loch im Gerüst oder Rezementierung.

**n. Neuanfertigung**

Hier wurde in den Nachuntersuchungen beurteilt ob eine Neuanfertigung notwendig war oder nicht.

**o. Bemerkungen**

Unter diesem Punkt wurden Misserfolgsursachen zusammengefasst die zum Verlust der Pfeilerzähne bzw. der Brücken führten.

**p. Recall / Nachuntersuchung**

Im Recall wird der Zustand der Brücken kontrolliert und dokumentiert.

**q. Datum des Recalls / Frequenz**

Dokumentiert wurden das Datum und die Anzahl der Recalls.

### 5.3 Patientengut

Diese Untersuchung stützt sich ausschließlich auf Daten von Patienten der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Justus-Liebig-Universität Gießen.

Die Patienten wurden durch Studenten der prothetischen Kurse unter der Aufsicht erfahrener Zahnärzte nach einem standardisierten Verfahren behandelt [21] und anschließend zur regelmäßigen Kontrolle in ein bestehendes Recallsystem aufgenommen wurden. Die Teilnahme des Recalls stützt sich auf eine freiwillige Teilnahme der Patienten und fand in jährlichen Intervallen statt.

#### 5.3.1 Geschlechterverteilung der Patienten

Die *Tabelle 5.3.1a* zeigt, dass bei einer Gesamtzahl von 36 Patienten in der Gruppe der überspannten Brücken, die Männer in der Geschlechterverteilung mit einem Prozentsatz von 52,8 den größeren Anteil ausmachten. Bei den Extensionsbrücken überwogen die weiblichen Patienten gegenüber den männlichen im Patientenkontingent.

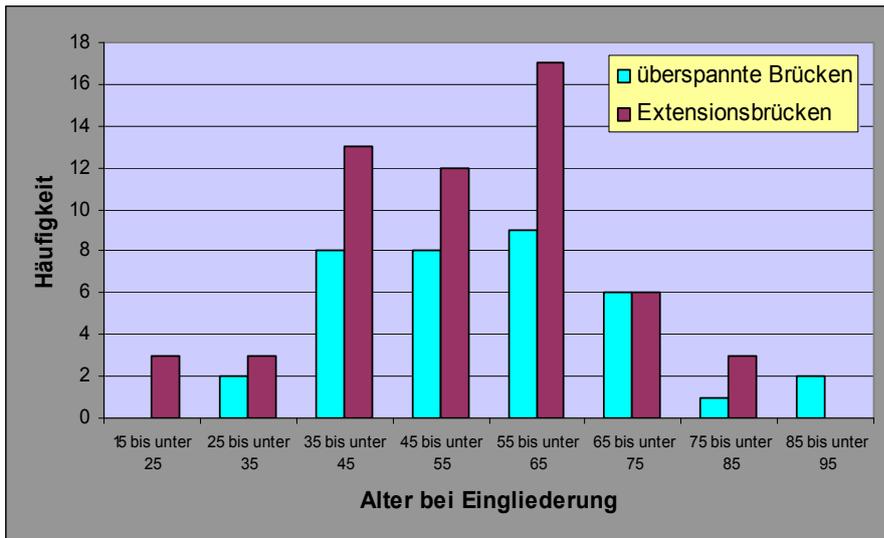
**Tabelle 5.3.1:**  
Geschlechterverteilung innerhalb des untersuchten Patientenkontingents

| Brückenkonstruktion | Weiblich (n) | Prozent | Männlich (n) | Prozent | Gesamt (n) |
|---------------------|--------------|---------|--------------|---------|------------|
| überspannte Brücken | 17           | 47,2    | 19           | 52,8    | 36         |
| Freiendbrücken      | 40           | 70,2    | 17           | 29,8    | 57         |

#### 5.3.2 Altersverteilung der Patienten zum Eingliederungszeitpunkt

Das Alter wurde aus der zeitlichen Differenz zwischen Geburtsdatum und dem Datum der Eingliederung errechnet.

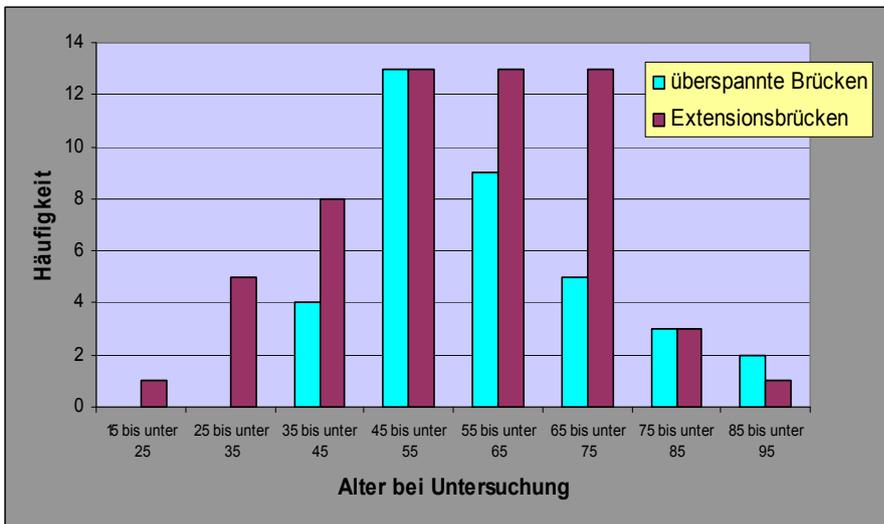
Die Patienten wiesen bei Eingliederung der überspannten Brücken eine Altersspanne von 32,55 bis 89,52 Lebensjahren auf. Der Altersdurchschnitt betrug dabei 55,05 +/- 14,03 Jahre. Hingegen existierte zum Zeitpunkt der Eingliederung der Extensionsbrücken unter den Patienten eine Alterszeitspanne von 21,35 bis 77,51 Jahren. Der Altersdurchschnitt betrug hier 52,04 +/- 13,50 Jahre (*Abb. 5.3.2*).



**Abb. 5.3.2:** Altersverteilung bei Eingliederung des untersuchten Zahnersatzes Im Bereich der überspannten Brücken und Extensionsbrücken mit einer Breite von zehn Jahren zusammengefasst

### 5.3.3 Altersverteilung der Patienten zum Untersuchungszeitpunkt

Zum Zeitpunkt der Untersuchung der überspannten Brücken lag der Altersmittelwert der Patienten bei 58,25 +/- 12,98 Jahren. Das durchschnittliche Alter der Personen mit Extensionsbrücken belief sich hingegen auf 55,54 +/- 14,81 Lebensjahre (Abb. 5.3.3).



**Abb. 5.3.3:** Altersverteilung der Patienten zum Untersuchungszeitpunkt im Bereich der überspannten Brücken und Extensionsbrücken mit einer Breite von zehn Jahren zusammengefasst

## 6 Ergebnisse

### 6.1 Untersuchte Brückenkonstruktionen

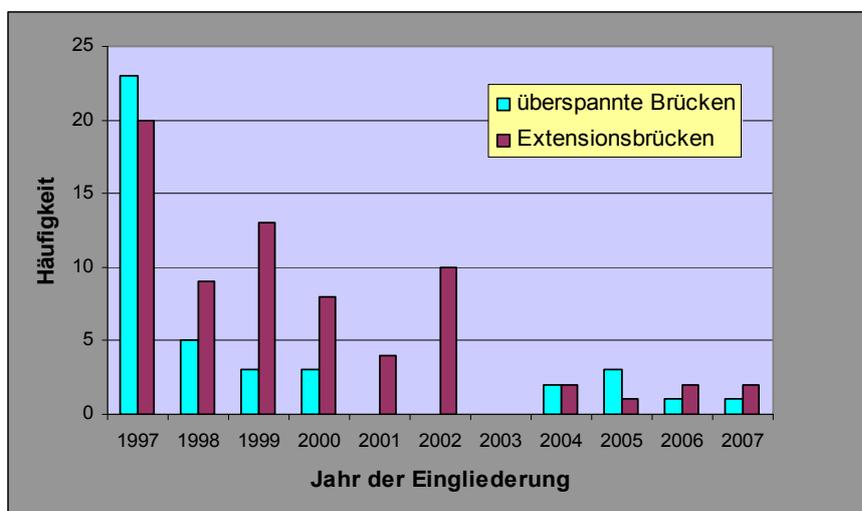
Der Beobachtungszeitraum für die einzelnen Untersuchungsgruppen und deren Mittelwerte sind in der *Tabelle 6.1* detailliert aufgelistet.

**Tabelle 6.1:**  
Beobachtungszeitraum (Jahren) der einzelnen Brückenkonstruktionen

| <b><u>Beobachtungszeitraum (Jahren)</u></b> |               |                            |                            |                               |                           |
|---|---------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| <b>Brückenkonstruktion</b>                  | <b>Anzahl</b> | <b>Minimum<br/>[Jahre]</b> | <b>Maximum<br/>[Jahre]</b> | <b>Mittelwert<br/>[Jahre]</b> | <b>Median<br/>[Jahre]</b> |
| überspannte Brücken                         | 41            | 0,31                       | 10,00                      | <b>3,09</b>                   | <b>2,42</b>               |
| Freiendbrücken                              | 71            | 0,08                       | 10,62                      | <b>3,19</b>                   | <b>2,00</b>               |

#### 6.1.1 Eingliederung der Brücken im Zeitablauf

Die *Abbildungen 6.1.1* gibt die Häufigkeit der Eingliederung in den entsprechenden Untersuchungsjahren für die einzelnen Gruppen der Brückenkonstruktionen wieder.



**Abb. 6.1.1:**  
Eingliederung der über-  
spannten Brücken und  
Extensionsbrücken im  
Zeitablauf

Es zeigt sich für die beiden Gruppen die häufigste Eingliederung der Konstruktionen im Jahre 1997. Während im Jahre 2003 keine Eingliederung erfolgte.

### 6.1.2 Art und Lokalisation des Zahnersatzes

Die Untersuchung umfasste insgesamt 41 überspannte Brücken und 71 Extensionsbrücken. Die untersuchten überspannten Brücken waren überwiegend im Unterkiefer und die Extensionsbrücken im Oberkiefer lokalisiert (Tabelle 6.1.2).

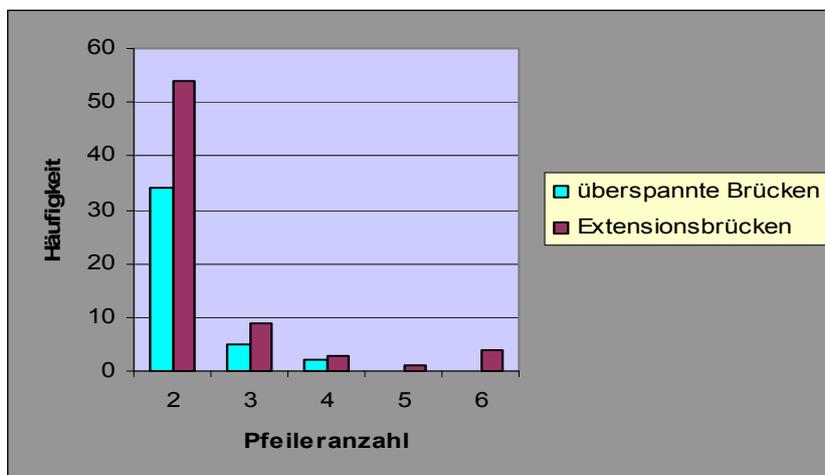
**Tabelle 6.1.2:**  
Lokalisation des Zahnersatzes

| Brückenkonstruktion (n)  | Oberkiefer (n) | Prozent | Unterkiefer (n) | Prozent |
|--------------------------|----------------|---------|-----------------|---------|
| überspannte Brücken (41) | 16             | 39,0    | 25              | 61,0    |
| Freiendbrücken (71)      | 39             | 54,9    | 32              | 45,1    |

### 6.1.3 Die Anzahl der Pfeilerzähne

Die Gesamtanzahl der Pfeilerzähne umfasste in der Untersuchungsgruppe der überspannten Brücken 91 Zähne und in der Gruppe der Extensionsbrücken 176 Pfeilerzähne.

Die folgende *Abbildung 6.1.3* zeigt eine Aufstellung der Pfeileranzahl in ihrer Häufigkeit für die beiden Untersuchungsgruppen.



**Abb. 6.1.3:**  
Anzahl der Pfeilerzähne und ihre Häufigkeit in der Gruppe der überspannten Brücken und Extensionsbrücken

Wie durch die Häufigkeitsverteilung zu entnehmen ist, wurden in beiden Untersuchungsgruppen überwiegend zwei Pfeilerzähne zur Verankerung der Brücken verwendet.

#### 6.1.4 Einteilung in die Kennedy-Klassen

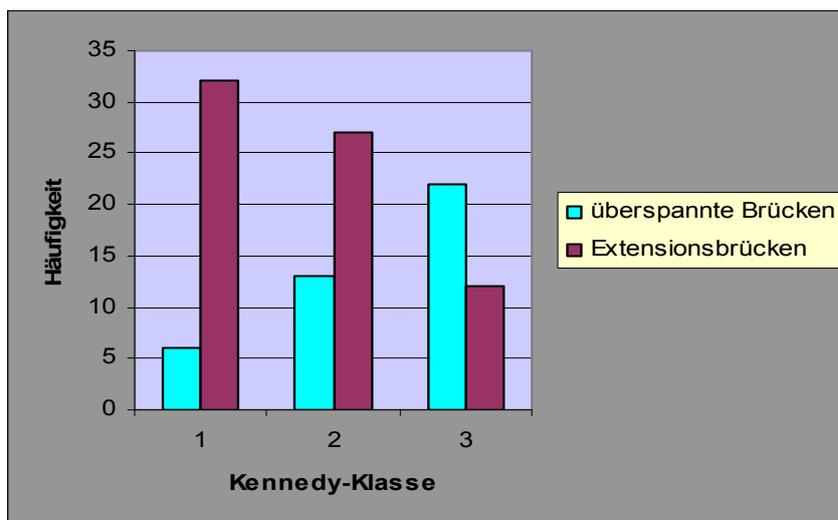
In Zusammenhang mit den überspannten Brücken und Extensionsbrücken stellten sich die Kennedy-Klassen wie folgt dar:

Im Bereich der überspannten Brücken war mit 22 Fällen am häufigsten die Kennedy-Klasse III (durch eine Schaltlücke unterbrochene Zahnreihe) vertreten.

Hingegen überwogen in der Untersuchungsgruppe der Freundbrücken die ein- und doppel-seitige Freundsituation (Kennedy-Klasse II bzw. I) mit 59 Fällen.

Die Kennedy-Klasse IV war weder im Untersuchungsbereich der überspannten Brücken noch im Bereich der Freundbrücken anzutreffen.

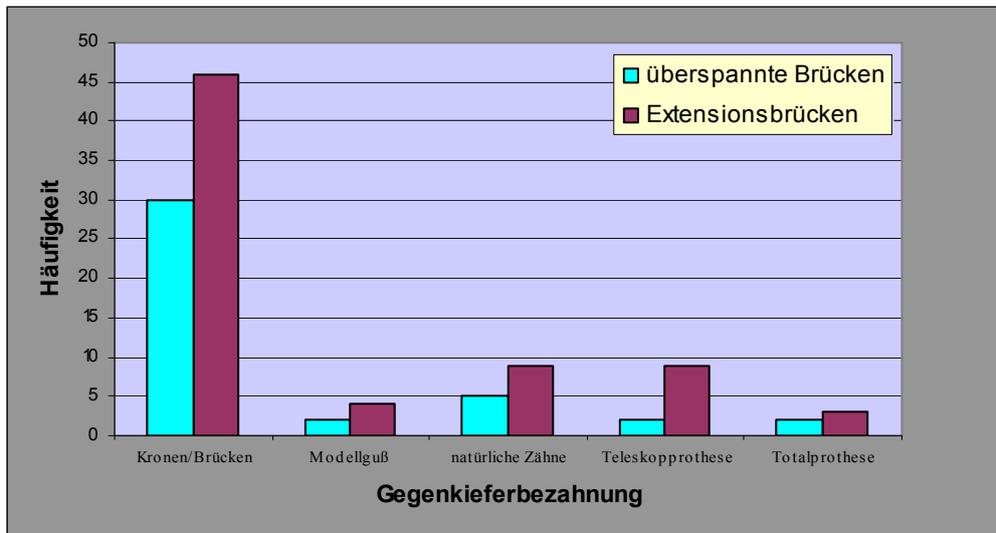
Die folgende *Abbildung 6.1.4* stellt die Verteilung der verschiedenen Kennedy-Klassen graphisch dar.



**Abb. 6.1.4:**  
Verteilung der Kennedy-Klassen bei den untersuchten überspannten Brücken und Extensionsbrücken

#### 6.1.5 Art der Gegenkieferbeziehung

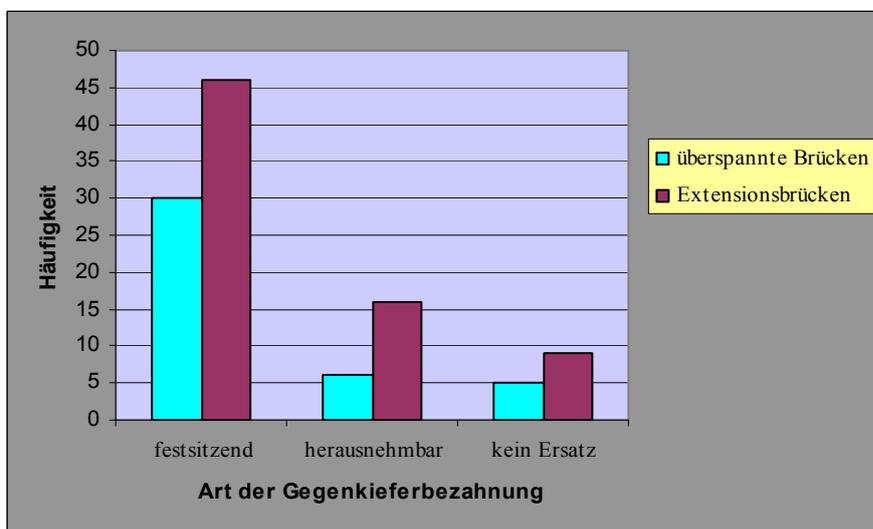
In der *Abbildung 6.1.5a* werden die unterschiedlichen Arten der Gegenkieferbeziehung im Bereich der überspannten Brücken und Extensionsbrücken dargestellt.



**Abb. 6.1.5a:**  
Prothetische  
Versorgung des  
Gegenkiefers im  
Bereich der über-  
spannten Brücken  
und Extensions-  
brücken

Die Gegenkieferbezeichnung teilte mit fünf Abstufungen die Stichprobe jedoch in zu kleine Gruppen auf, die nicht mehr sinnvoll auswertbar waren. Diese wurden deshalb auf drei Gruppen reduziert: festsitzender, herausnehmbarer und kein Zahnersatz.

Die *Abbildung 6.1.5b* verdeutlicht diese Verteilung hinsichtlich der Gegenkieferbezeichnung für beide Gruppen.



**Abb. 6.1.5b:**  
Zusammenfassung  
der prothetischen  
Versorgung des  
Gegenkiefers im  
Bereich der über-  
spannten Brücken  
und Extensions-  
brücken

In beiden Gruppen war der Gegenkiefer überwiegend mit einem festsitzenden Zahnersatz versorgt.

### **6.1.6 Position des Freidendgliedes**

Im Bereich der Extensionsbrücken kann die Lage des Freidendgliedes in mesialer oder distaler Richtung vorliegen. In der hier vorliegenden Studie konnte mit 55 Fällen überwiegend eine Distallage des Freidendgliedes festgestellt werden, in 16 Fällen lag ein mesiales Freidendglied vor.

### **6.1.7 Extraktion der Pfeilerzähne**

Innerhalb des gesamten Untersuchungszeitraumes mussten in der Gruppe der überspannten Brücken innerhalb von 2 Konstruktionen eine Extraktion vorgenommen werden. Es handelte sich bei den Extraktionen in einem Fall um 1 Zahn und in einem weiteren Fall um 4 Zähne. Von den insgesamt 91 Pfeilerzähnen wurden somit letztendlich 5 Zähne (=5,5%) extrahiert. Die Pfeileranzahl im Bereich der Extensionsbrücken lag bei einer Gesamtzahl von 176. Die Extraktionsrate belief sich hierbei, bei 6 extrahierten Zähnen, auf 3,4%.

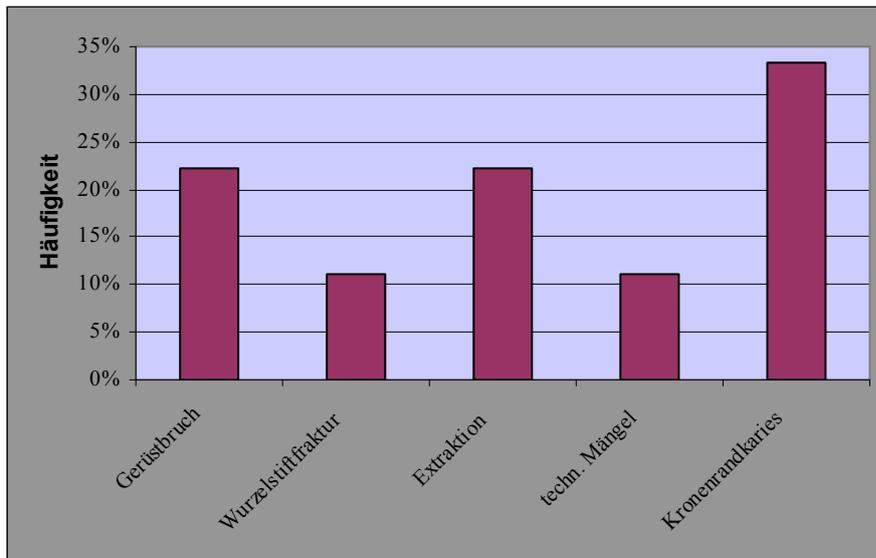
In der Kategorie der Extensionsbrücken wurde in 4 Fällen eine Extraktion vorgenommen. Es wurden dabei zweimal 1 Zahn und zweimal 2 Zähne entfernt. In beiden Untersuchungsgruppen waren die Gründe einer Extraktion der Pfeilerzähne durch die Auswirkung kariöser und parodontaler Schäden bestimmt.

### **6.1.8 Reparaturgründe und Anzahl der Neuanfertigungen**

Bei den überspannten Brücken mussten in insgesamt 4 Fällen Reparaturen vorgenommen werden. Dabei handelte es sich in 3 Fällen um Rezementierungen und in einem Fall mussten Reparaturen an der Verblendung vorgenommen werden.

Es war bei den überspannten Brücken, in 9 Fällen (22%) eine Neuanfertigung notwendig. Dabei wurde in 2 Fällen der Gerüstbruch und in einem weiteren Fall eine Wurzelstiftfraktur als auslösender Faktor für die Neuversorgung angegeben sowie in 2 Fällen die Extraktion von Pfeilerzähnen und in einem Fall wurde auf Grund technischer Mängel in Form von Randschlussungenauigkeiten eine Neuanfertigung angeraten. Eine durch Kronenrandkaries induzierte Neuanfertigung wurde in 3 Fällen angegeben.

Die folgende *Abbildung 6.1.8a* stellt die einzelnen Gründe für eine Neuversorgung bei überspannten Brücken prozentual dar.



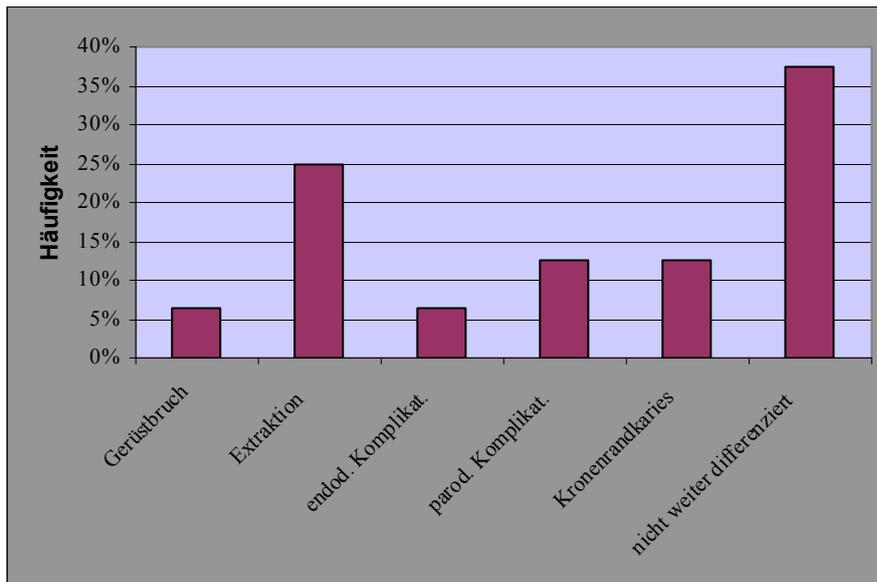
**Abb. 6.1.8a:**  
Verteilung der Neuanfertigungsgründe bei überspannten Brücken

Bei den Extensionsbrücken wurden 3 Reparaturen vorgenommen.

Dabei handelte es sich um Rezementierung (1) sowie Verblendungsreparaturen (1) und zudem lagen in einem Fall noch Löcher im Gerüst vor.

In 16 Fällen (22,5%) waren Neuanfertigungen nötig. Auch hier zeigte sich an einer Konstruktion ein Bruch des Brückengerüsts. Weitere Gründe fanden sich durch Extraktionen der Pfeilerzähne (4) und infolge endodontaler (1) sowie parodontaler (2) Komplikationen. Aufgrund von Kronenrandkaries musste in 2 weiteren Fällen eine Neuversorgung vorgenommen werden. In den übrigen 6 Fällen ließ sich keine Aussage über die Ursache der Neuanfertigungen treffen, da die Gründe in den vorliegenden Patientenakten nicht vermerkt wurden.

In der nachfolgenden *Abbildung 6.1.8b* sind die einzelnen Gründe für die Neuanfertigung der Extensionsbrücken graphisch dargestellt.



**Abb. 6.1.8b:**  
Verteilung der Neuanfertigungsgründe bei Extensionsbrücken

### **6.1.9 Recallteilnahme**

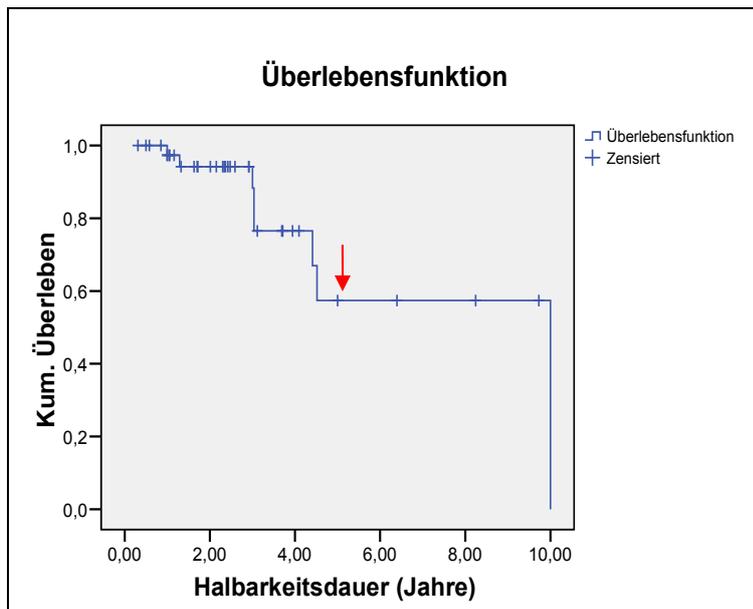
Die Recallteilnahme wurde im Bereich der überspannten Brücken von 5 Teilnehmern in Anspruch genommen, während keiner der Probanden mit Extensionsbrücken an den Nachsorgeuntersuchungen teilnahm.

## 6.2 Überlebensdauer

### 6.2.1 Überlebenszeit aller untersuchten Brückenkonstruktionen

#### 6.2.1.1 Überspannte Brücken

Es ergab sich bei der Überlebenszeitanalyse für die überspannten Brücken eine mittlere Haltbarkeitsdauer von 7,19 Jahren. Nach 3 Jahren hingegen betrug die Überlebensrate 88,3% (*Abbildung 6.2.1.1a*).

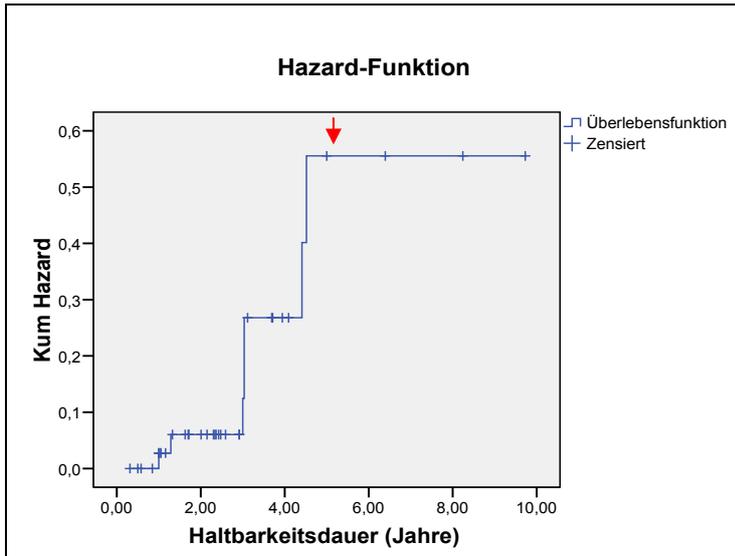


**Abb. 6.2.1.1a:**  
Überlebenszeitanalyse für alle untersuchten überspannten Brücken (Zielereignis: Neuanfertigung)

Der Pfeil (▼) markiert den Zeitpunkt an dem noch 5 Brücken unter Risiko verweilen.

Es zeigt sich in der erstellten Überlebenszeitkurve eine nahezu stetige Abnahme nach Eingliederung des Zahnersatzes.

Die folgende *Abbildung 6.2.1.1b* zeigt eine graphische Darstellung des ermittelten Verlustrisikos.



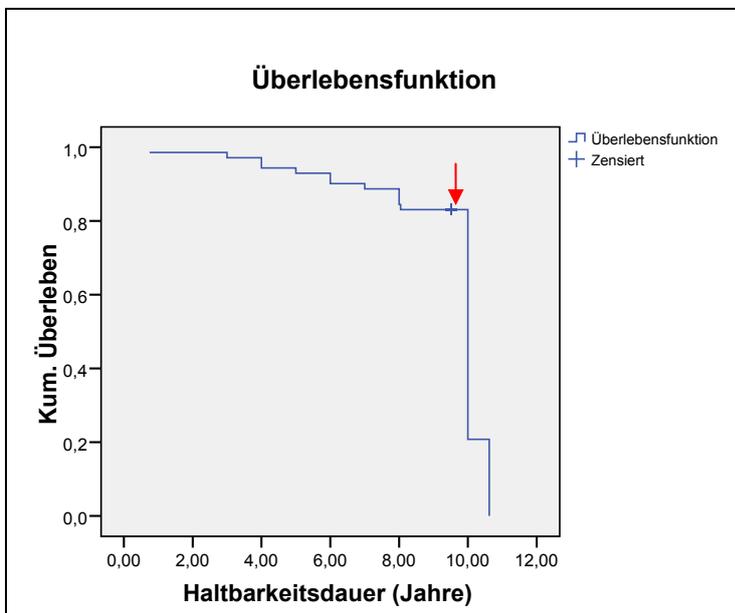
**Abb. 6.2.1.1b:**  
Verlustrisiko aller untersuchten über-  
spannten Brücken  
(Zielereignis: Neuan-  
fertigung)

Der Pfeil (▼) markiert  
den Zeitpunkt an dem  
noch 5 Brücken unter  
Risiko verweilen.

### 6.2.1.2 Extensionsbrücken

Die mittlere Haltbarkeitsdauer belief sich bei den Extensionsbrücken auf 9,39 Jahre.

Die 5-Jahres-Überlebensrate betrug in dieser Gruppe 93,0%. Nach 8 Jahren lag indes noch eine Überlebensrate von 84,5% vor (Abbildung 6.2.1.2a).

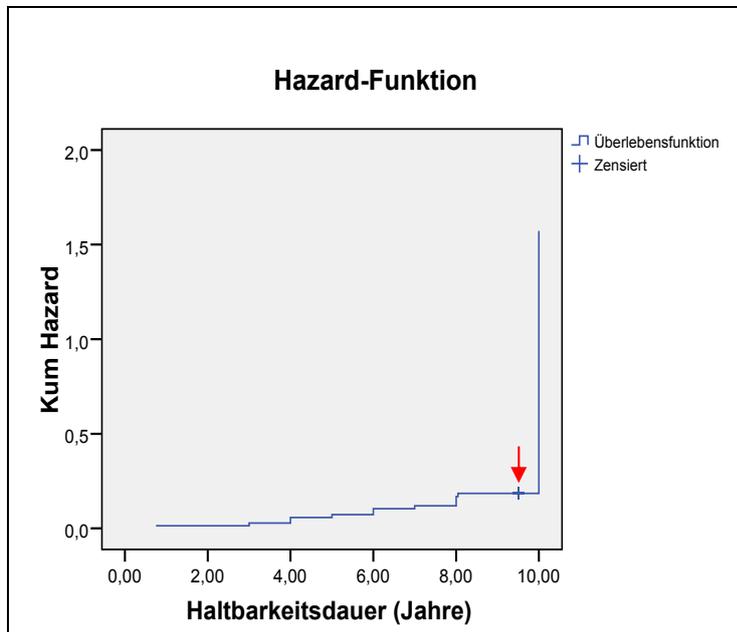


**Abb. 6.2.1.2a:**  
Überlebenszeitanalyse  
für alle untersuchten  
Extensionsbrücken  
(Zielereignis: Neuan-  
fertigung)

Der Pfeil (▼) mar-  
kiert den Zeitpunkt an  
dem noch 5 Brücken  
unter Risiko verwei-  
len.

In der Gruppe der Extensionsbrücken zeigt sich in den ersten 8 Jahren nach Eingliederung des Zahnersatzes eine nahezu gleichmäßige Abnahme der Überlebenszeit.

Das dazugehörige Verlustrisiko der Extensionsbrücken wird in der nachfolgenden *Abbildung 6.2.1.2b* dargestellt.



**Abb. 6.2.1.2b:**  
Verlustrisiko aller  
untersuchten  
Extensionsbrücken  
(Zielereignis:  
Neuanfertigung)

Der Pfeil (▼)  
markiert den  
Zeitpunkt an dem  
noch 5 Brücken  
unter Risiko ver-  
weilen.

Auch im Fall der Extensionsbrücken zeigt sich ein gegenläufig zur Überlebenswahrscheinlichkeit steigendes Verlustrisiko. Das in der Zeit zwischen 3 und 8 Jahren am höchsten ausfällt.

## 6.2.2 Überlebensdauer in Abhängigkeit des Geschlechts

### 6.2.2.1 Überspannte Brücken

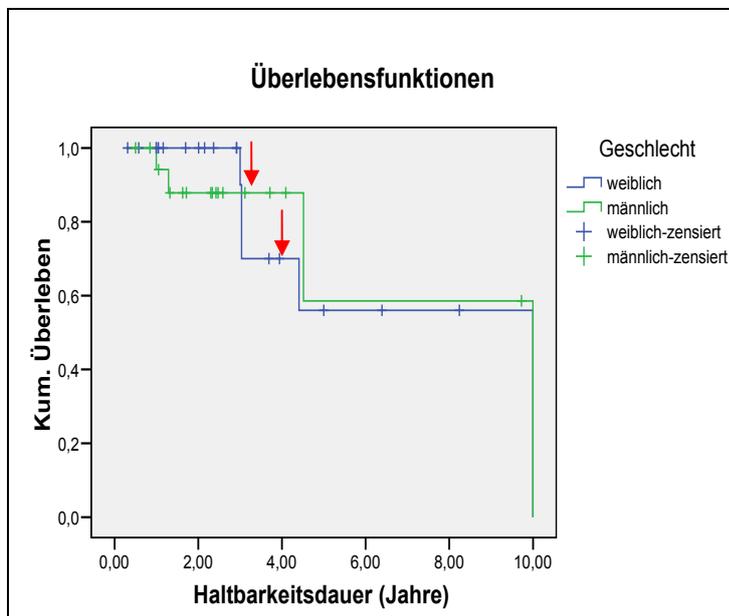
Die folgende *Tabelle 6.2.2.1* zeigt die mittlere Haltbarkeitsdauer für die Gesamtstichprobe, sowie für Männer und Frauen separat. Die obere und untere Grenze der Verweildauer wird ebenfalls für die Geschlechter getrennt wie auch für die Gesamtstichprobe dargestellt. Die Interpretation der Ergebnisse wird sich ausschließlich auf den Mittelwert stützen [82].

**Tabelle 6.2.2.1:**  
Verweildauer von überspannten Brücken in Abhängigkeit vom Geschlecht

| Geschlecht<br>(n)  | Mittelwert <sup>a</sup>            |                           |                          |                         |
|--------------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                    | Mittlere Überlebenszeit<br>[Jahre] | Standardfehler<br>[Jahre] | 95%-Konfidenzintervall   |                         |
|                    |                                    |                           | Untere Grenze<br>[Jahre] | Obere Grenze<br>[Jahre] |
| weiblich (22)      | 7,12                               | 1,23                      | 4,71                     | 9,53                    |
| männlich (19)      | 7,32                               | 1,65                      | 4,09                     | 10,55                   |
| <b>Gesamt (41)</b> | <b>7,19</b>                        | <b>0,92</b>               | <b>5,39</b>              | <b>8,99</b>             |

Die durchschnittliche Haltbarkeitsdauer in der Gesamtstichprobe (untere Zeile der Tabelle) betrug bei überspannten Brücken 7,19 Jahre. Bei Männern war die mittlere Überlebensdauer der vorhandenen Brücken mit 7,32 Jahren länger als bei Frauen mit 7,12 Jahren. Dieser Unterschied war *nicht signifikant* ( $p > 0,05$ ; LOG-Rank-Test).

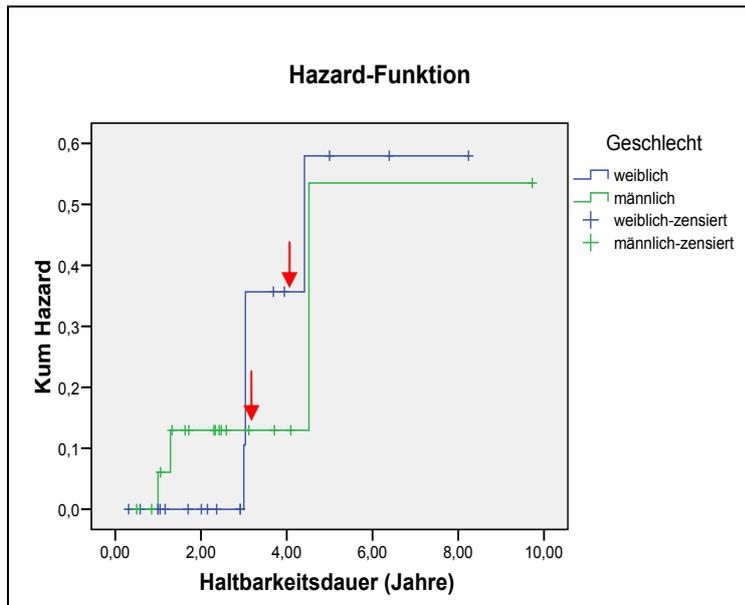
Die folgende *Abbildung 6.2.2.1a* verdeutlicht diesen Sachverhalt.



**Abb. 6.2.2.1a:**  
Überlebenszeitanalyse aller überspannter Brücken in Abhängigkeit vom Geschlecht (Zielereignis: Neuanfertigung)

Der Pfeil (▼) markiert den Zeitpunkt an dem noch 5 Brücken unter Risiko verweilen.

Die folgende *Abbildung 6.2.2.1b* stellt das Verlustrisiko der überspannten Brücken in Abhängigkeit vom Geschlecht graphisch dar.



**Abb. 6.2.2.1b:** Verlustrisiko aller überspannter Brücken in Abhängigkeit vom Geschlecht (Zielereignis: Neuanfertigung)

Der Pfeil (▼) markiert den Zeitpunkt an dem noch 5 Brücken unter Risiko verweilen.

### 6.2.2.2 Extensionsbrücken

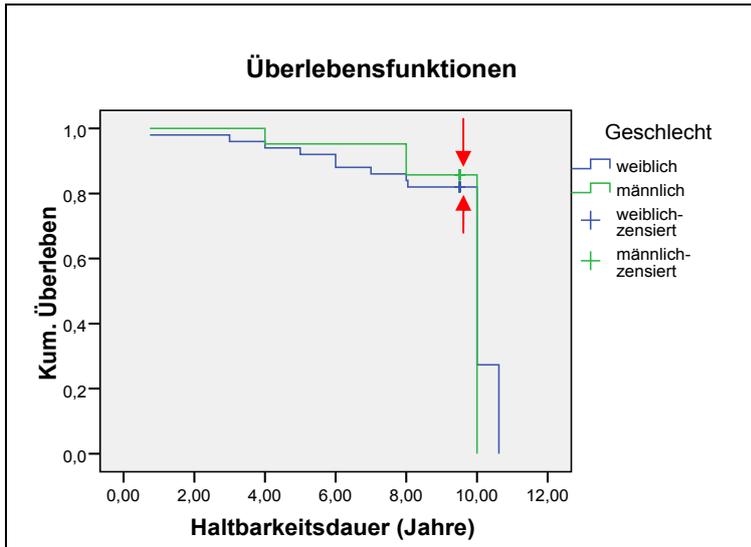
Die mittlere Haltbarkeitsdauer der Extensionsbrücken lag bei den Männern bei 9,52 Jahren. Hingegen betrug sie bei Frauen 9,33 Jahre (Tabelle 6.2.2.2).

**Tabelle 6.2.2.2:** Verweildauer von Extensionsbrücken in Abhängigkeit vom Geschlecht

| Geschlecht<br>(n)  | Mittelwert <sup>a</sup>            |                           |                          |                         |
|--------------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                    | Mittlere Überlebenszeit<br>[Jahre] | Standardfehler<br>[Jahre] | 95%-Konfidenzintervall   |                         |
|                    |                                    |                           | Untere Grenze<br>[Jahre] | Obere Grenze<br>[Jahre] |
| weiblich (50)      | 9,33                               | 0,34                      | 8,65                     | 10,00                   |
| männlich (21)      | 9,52                               | 0,34                      | 8,85                     | 10,20                   |
| <b>Gesamt (71)</b> | <b>9,39</b>                        | <b>0,26</b>               | <b>8,88</b>              | <b>9,91</b>             |

Der Unterschied der Überlebenszeiten in Abhängigkeit des Geschlechts zeigte sich als *nicht signifikant* ( $p > 0,05$ ; LOG-Rank-Test).

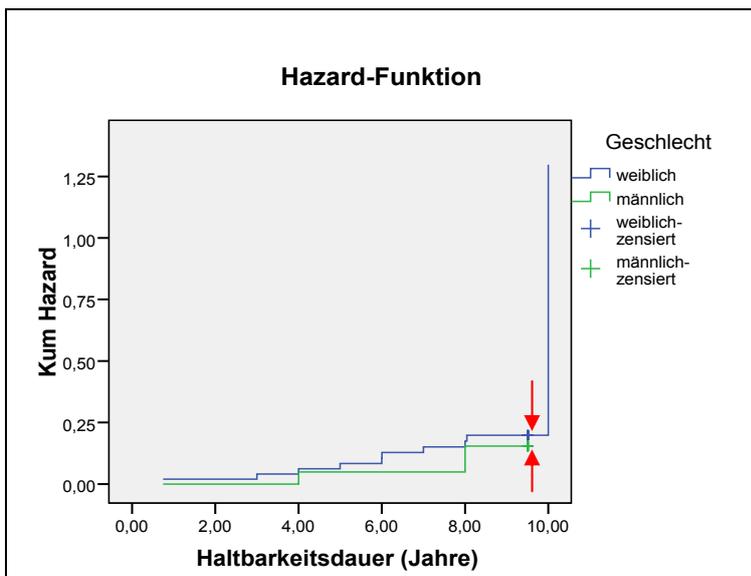
Die *Abbildung 6.2.2.2a* zeigt die Überlebenszeitkurven des untersuchten Zahnersatzes in Abhängigkeit vom Geschlecht.



**Abb. 6.2.2.2a:**  
Überlebenszeitanalyse aller Extensionsbrücken in Abhängigkeit vom Geschlecht (Zielereignis: Neuanfertigung)

Der Pfeil (▼) markiert den Zeitpunkt an dem noch 5 Brücken unter Risiko verweilen.

Das Verlustrisiko der untersuchten Extensionsbrücken in Abhängigkeit vom Geschlecht ist in der *Abbildung 6.2.2.2b* dargestellt.



**Abb. 6.2.2.2b:**  
Verlustrisiko aller Extensionsbrücken in Abhängigkeit vom Geschlecht (Zielereignis: Neuanfertigung)

Der Pfeil (▼) markiert den Zeitpunkt an dem noch 5 Brücken unter Risiko verweilen.

### 6.2.3 Überlebensdauer in Abhängigkeit der Lokalisation

#### 6.2.3.1 Überspannte Brücken

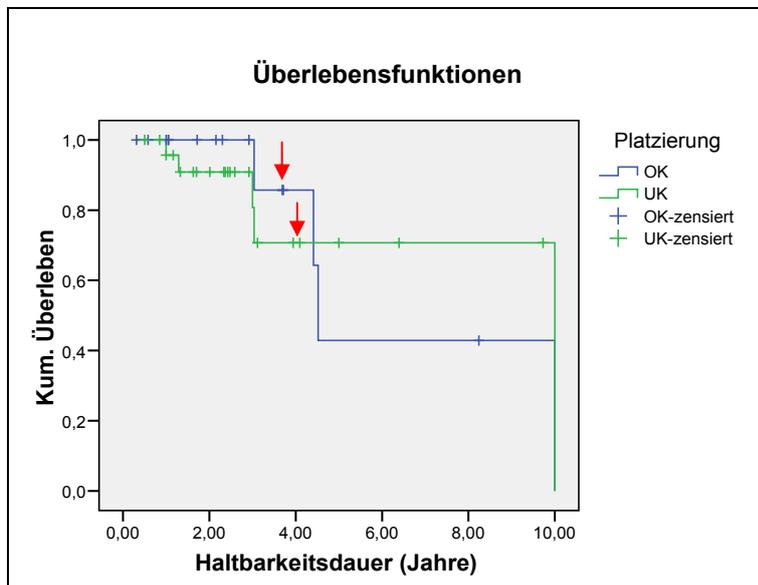
Die Auswertung der Überlebenszeiten für Ober- und Unterkieferbrücken ergab eine, über ein Jahr, längere Verweildauer des im Unterkiefer lokalisierten Zahnersatzes (*Tabelle 6.2.3.1*).

**Tabelle 6.2.3.1:**  
Verweildauer von überspannten Brücken in Abhängigkeit der Lokalisation

| Lokalisation (n)   | Mittelwert <sup>a</sup>         |                        |                        |                      |
|--------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
|                    | Mittlere Überlebenszeit [Jahre] | Standardfehler [Jahre] | 95%-Konfidenzintervall |                      |
|                    |                                 |                        | Untere Grenze [Jahre]  | Obere Grenze [Jahre] |
| OK (16)            | 6,63                            | 1,51                   | 3,67                   | 9,60                 |
| UK (25)            | 7,78                            | 1,10                   | 5,62                   | 9,95                 |
| <b>Gesamt (41)</b> | <b>7,19</b>                     | <b>0,92</b>            | <b>5,39</b>            | <b>8,99</b>          |

Der Unterschied der Überlebenszeiten erwies sich jedoch als *nicht signifikant* ( $p > 0,05$ ; LOG-Rank-Test).

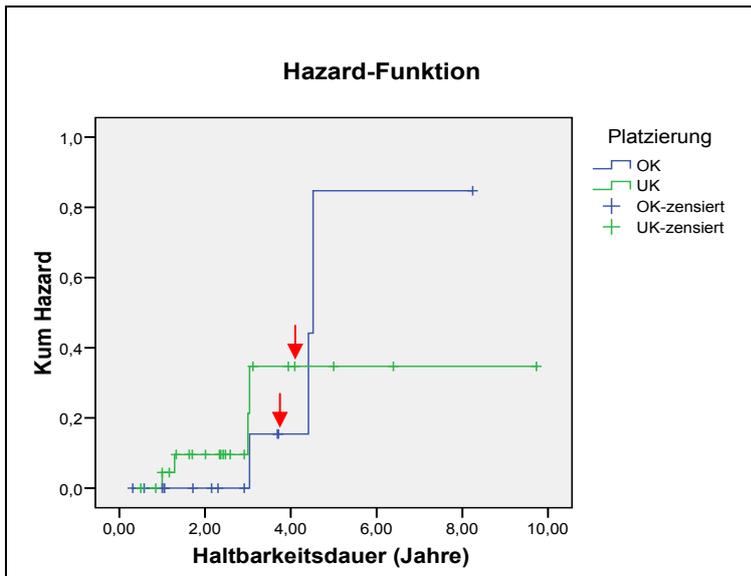
Eine graphische *Abbildung 6.2.3.1a* der Überlebenskurven für Ober- und Unterkieferbrücken ist im Folgenden dargestellt.



**Abb. 6.2.3.1a:**  
Überlebenszeitanalyse aller überspannter Brücken in Abhängigkeit der Lokalisation (Zielereignis: Neuanfertigung)

Der Pfeil (▼) markiert den Zeitpunkt an dem noch 5 Brücken unter Risiko verweilen.

Die folgende *Abbildung 6.2.3.1b* stellt das Verlustrisiko der Ober- und Unterkieferbrücken graphisch dar.



**Abb. 6.2.3.1b:**  
Verlustrisiko aller über-  
spannter Brücken in  
Abhängigkeit der Lokali-  
sation (Zielereignis:  
Neuanfertigung)

Der Pfeil (▼) markiert  
den Zeitpunkt an dem  
noch 5 Brücken unter  
Risiko verweilen.

### 6.2.3.2 Extensionsbrücken

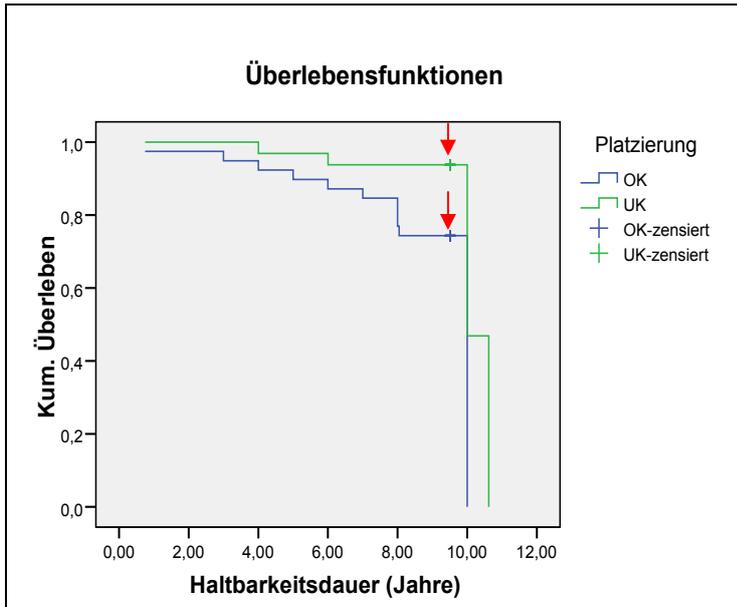
In Abhängigkeit der Lokalisation zeigte sich im Bereich der Extensionsbrücken im Oberkiefer eine mittlere Haltbarkeitsdauer von 8,92 Jahren. Die Überlebensdauer im Unterkiefer betrug hingegen 9,98 Jahre (Tabellen 6.2.3.2).

Der ermittelte Unterschied der einzelnen Gruppen war *signifikant* ( $p < 0,05$ ; LOG-Rank-Test).

**Tabelle 6.2.3.2:**  
Verweildauer von Extensionsbrücken in Abhängigkeit der Lokalisation

| Lokalisation<br>(n) | Mittelwert <sup>a</sup>                 |                                |                             |                            |
|---------------------|---|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
|                     | Mittlere Über-<br>lebenszeit<br>[Jahre] | Standard-<br>fehler<br>[Jahre] | 95%-<br>Konfidenzintervall  |                            |
|                     |   |                                | Untere<br>Grenze<br>[Jahre] | Obere<br>Grenze<br>[Jahre] |
| OK (39)             | 8,92                                    | 0,37                           | 8,19                        | 9,64                       |
| UK (32)             | 9,98                                    | 0,36                           | 9,28                        | 10,68                      |
| <b>Gesamt (71)</b>  | <b>9,39</b>                             | <b>0,26</b>                    | <b>8,88</b>                 | <b>9,91</b>                |

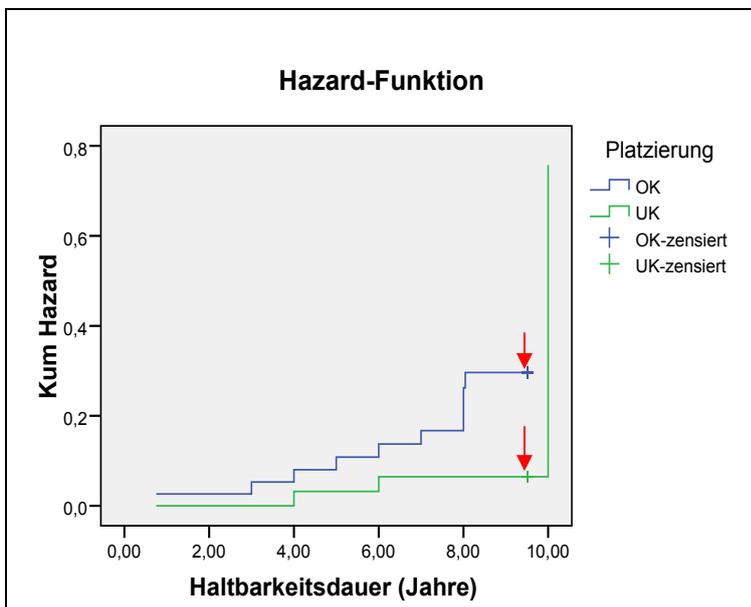
Die nachfolgende *Abbildung 6.2.3.2a* stellt die Überlebenszeitkurven graphisch dar.



**Abb. 6.2.3.2a:** Überlebenszeitanalyse aller Extensionsbrücken in Abhängigkeit der Lokalisation (Zielergebnis: Neuanfertigung)

Der Pfeil (▼) markiert den Zeitpunkt an dem noch 5 Brücken unter Risiko verweilen.

Das dazu gehörige Verlustrisiko der Ober- und Unterkieferfreindbrücken wird in der *Abbildung 6.2.3.2b* dargestellt.



**Abb. 6.2.3.2b:** Verlustrisiko aller Extensionsbrücken in Abhängigkeit der Lokalisation (Zielergebnis: Neuanfertigung)

Der Pfeil (▼) markiert den Zeitpunkt an dem noch 5 Brücken unter Risiko verweilen.

## 6.2.4 Überlebensdauer in Abhängigkeit von der Pfeileranzahl

### 6.2.4.1 Überspannte Brücken

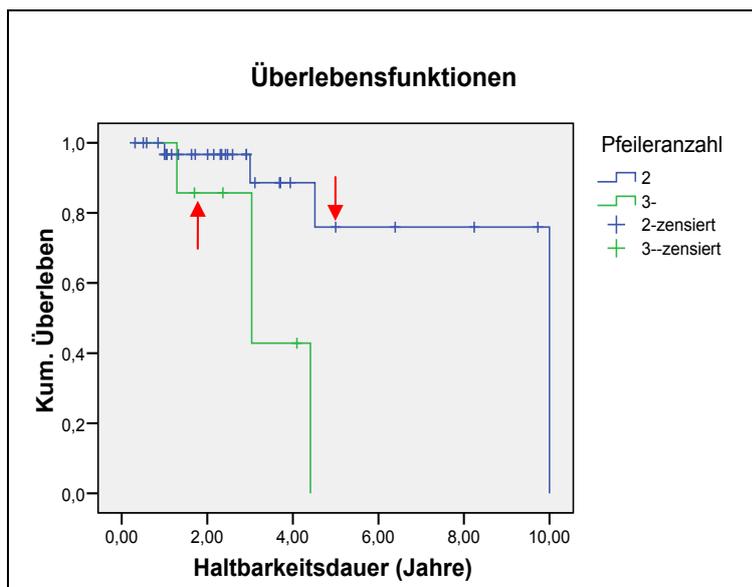
Im Zusammenhang mit der Überlebensdauer von überspannten Brücken ergab sich bei einer Pfeileranzahl von „zwei“ Pfeilern eine höhere mittlere Haltbarkeitsdauer im Gegensatz zu einer Pfeileranzahl von „drei und mehr“ Pfeilerzähnen (Tabelle 6.2.4.1).

**Tabelle 6.2.4.1:**  
Verweildauer von überspannten Brücken in Abhängigkeit von der Pfeileranzahl

| Pfeileranzahl (n)  | Mittelwert <sup>a</sup>            |                           |                          |                         |
|--------------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                    | Mittlere Überlebenszeit<br>[Jahre] | Standardfehler<br>[Jahre] | 95%-Konfidenzintervall   |                         |
|                    |                                    |                           | Untere Grenze<br>[Jahre] | Obere Grenze<br>[Jahre] |
| 2 (34)             | 8,44                               | 0,94                      | 6,60                     | 10,28                   |
| 3- (7)             | 3,38                               | 0,50                      | 2,39                     | 4,36                    |
| <b>Gesamt (41)</b> | <b>7,19</b>                        | <b>0,92</b>               | <b>5,39</b>              | <b>8,99</b>             |

Die Unterschiede stellten sich als *signifikant* dar ( $p < 0,05$ ; LOG-Rank-Test).

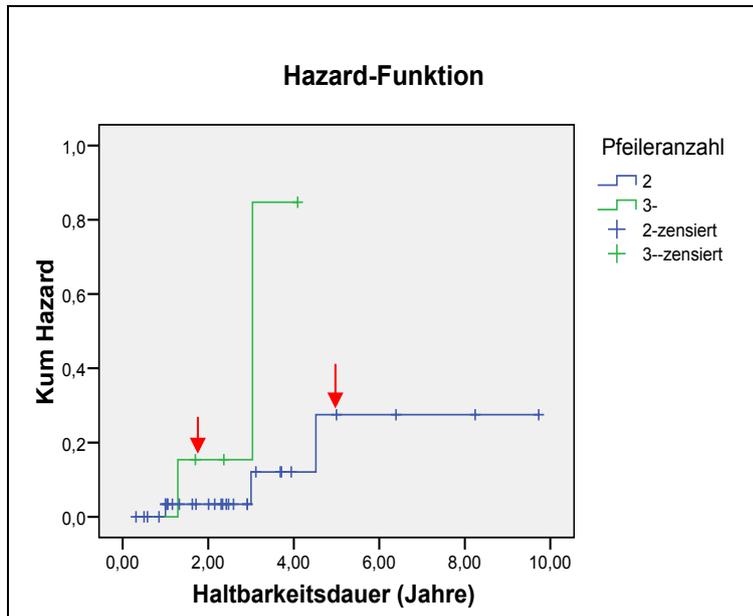
Die folgende *Abbildung 6.2.4.1a* zeigt die Überlebenszeitkurven für „zwei“ sowie für „drei und mehr“ Pfeiler.



**Abb. 6.2.4.1a:**  
Überlebenszeitanalyse aller überspannter Brücken in Abhängigkeit von der Pfeileranzahl (Zielergebnis: Neuanfertigung)

Der Pfeil (▼) markiert den Zeitpunkt an dem noch 5 Brücken unter Risiko verweilen.

In der *Abbildung 6.2.4.1b* wird das Verlustrisiko der genannten Gruppen veranschaulicht.



**Abb. 6.2.4.1b:** Verlustrisiko aller überspannter Brücken in Abhängigkeit von der Pfeileranzahl (Zielereignis: Neuanfertigung)

Der Pfeil (▼) markiert den Zeitpunkt an dem noch 5 Brücken unter Risiko verweilen.

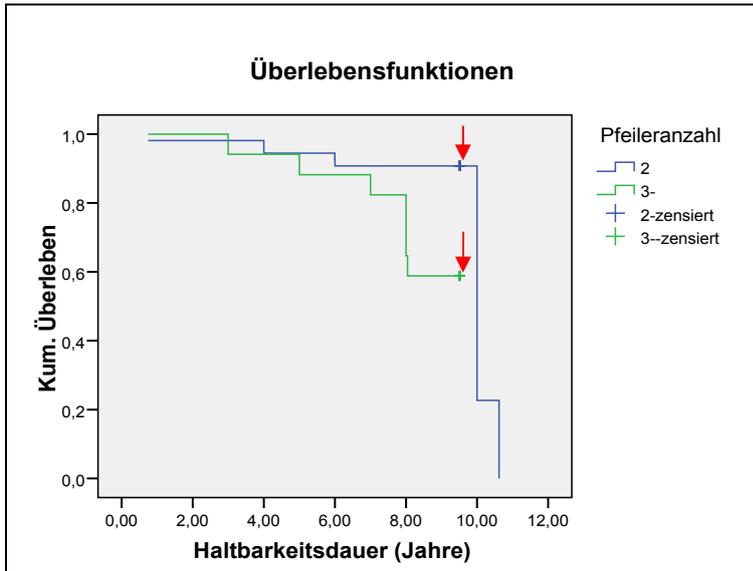
#### 6.2.4.2 Extensionsbrücken

Bei der Betrachtung der Überlebenszeit in Abhängigkeit von der Pfeileranzahl übertraf Gruppe der „zwei“ Pfeilerzähne tendenziell die Gruppe mit „drei und mehr“ Pfeilerzähnen (*Tabelle 6.2.4.2*). Der ermittelte Unterschied war *signifikant* ( $p < 0,05$ ; LOG-Rank-Test).

**Tabelle 6.2.4.2:** Verweildauer von Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Pfeileranzahl

| Pfeileranzahl (n)  | Mittelwert <sup>a</sup>         |                        |                        |                      |
|--------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
|                    | Mittlere Überlebenszeit [Jahre] | Standardfehler [Jahre] | 95%-Konfidenzintervall |                      |
|                    |                                 |                        | Untere Grenze [Jahre]  | Obere Grenze [Jahre] |
| 2 (54)             | 9,60                            | 0,30                   | 9,02                   | 10,18                |
| 3- (17)            | 8,36                            | 0,44                   | 7,50                   | 9,22                 |
| <b>Gesamt (71)</b> | <b>9,39</b>                     | <b>0,26</b>            | <b>8,88</b>            | <b>9,91</b>          |

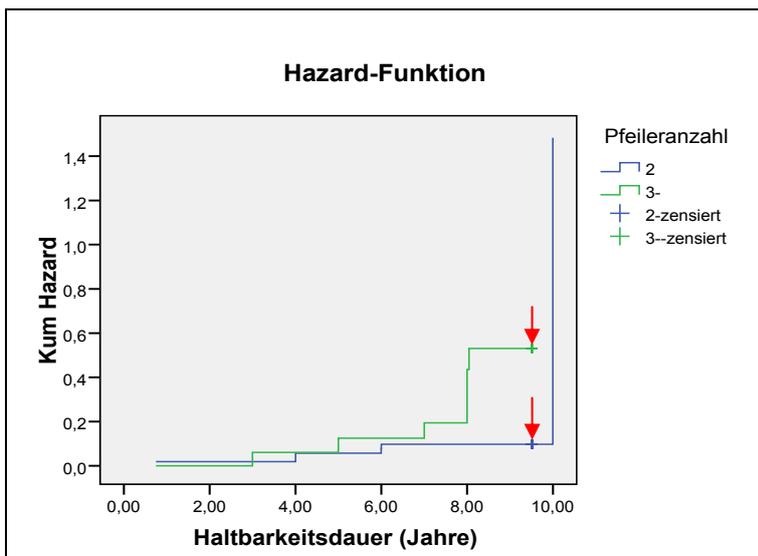
Die folgende *Abbildung 6.2.4.2a* stellt die Überlebenszeiten in Abhängigkeit von der Pfeileranzahl dar.



**Abb. 6.2.4.2a:** Überlebenszeitanalyse aller Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Pfeileranzahl (Zielereignis: Neuanfertigung)

Der Pfeil (▼) markiert den Zeitpunkt an dem noch 5 Brücken unter Risiko verweilen.

In der *Abbildung 6.2.4.2b* wird das Verlustrisiko in dem untersuchten Zusammenhang dargestellt.



**Abb. 6.2.4.2b:** Verlustrisiko aller Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Pfeileranzahl (Zielereignis: Neuanfertigung)

Der Pfeil (▼) markiert den Zeitpunkt an dem noch 5 Brücken unter Risiko verweilen.

Entsprechend zu den Ergebnissen der Kaplan-Meier-Analyse zeigt die Grafik fast zu allen Zeitpunkten das niedrigste Verlustrisiko für die Gruppe der mit „zwei“ Pfeilerzähnen gestützten Brückenkonstruktionen.

## 6.2.5 Überlebensdauer in Abhängigkeit von der Kennedy-Klasse

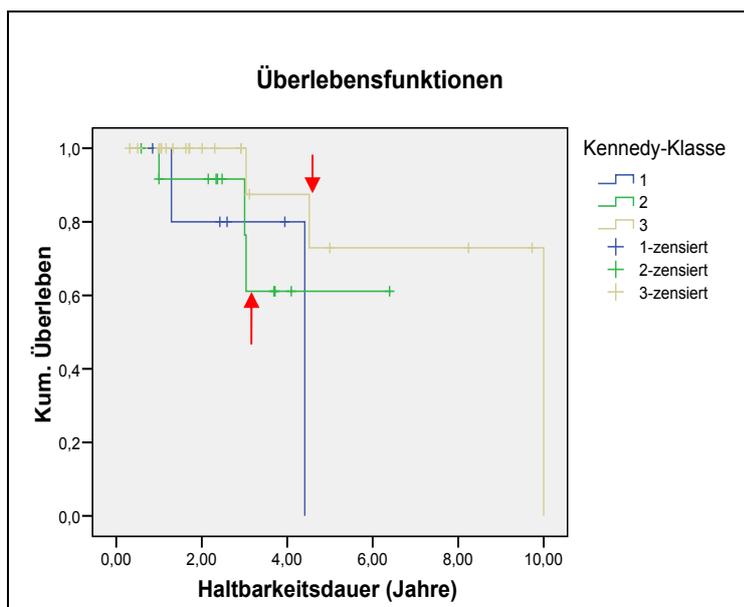
### 6.2.5.1 Überspannte Brücken

Die durchschnittliche Überlebenszeit bei Lückensituationen der Kennedy-Klasse III übertraf mit einer mittleren Überlebenszeit von 8,33 Jahren die bei der Kennedy-Klasse I und II ermittelten Werte ( $p > 0,05$ ; LOG-Rank-Test) (Tabelle 6.2.5.1).

**Tabelle 6.2.5.1:**  
Verweildauer von überspannten Brücken in Abhängigkeit von der Kennedy-Klasse

| Kennedy-Klasse (n) | Mittelwert <sup>a</sup>         |                        |                        |                      |
|--------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
|                    | Mittlere Überlebenszeit [Jahre] | Standardfehler [Jahre] | 95%-Konfidenzintervall |                      |
|                    |                                 |                        | Untere Grenze [Jahre]  | Obere Grenze [Jahre] |
| I (6)              | 3,79                            | 0,79                   | 2,24                   | 5,33                 |
| II (13)            | 4,91                            | 0,69                   | 3,57                   | 6,26                 |
| III (22)           | 8,33                            | 1,17                   | 6,03                   | 10,63                |
| <b>Gesamt (41)</b> | <b>7,19</b>                     | <b>0,92</b>            | <b>5,39</b>            | <b>8,99</b>          |

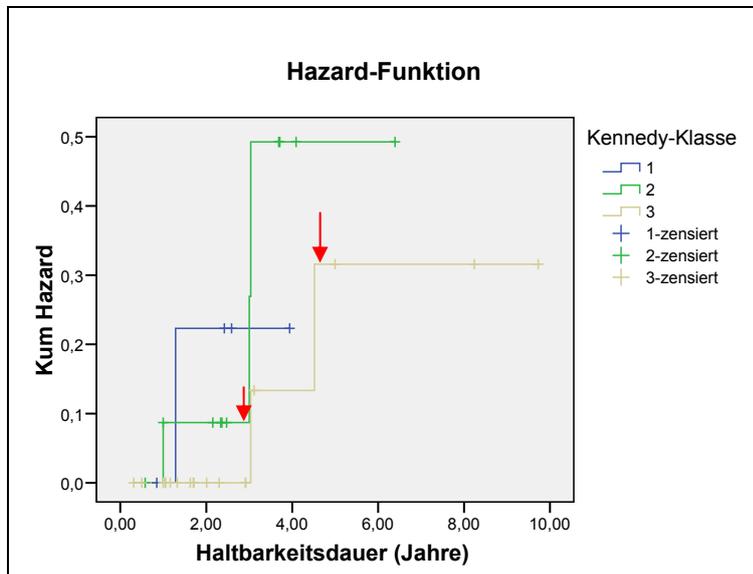
Die einzelnen Überlebenskurven sind der folgenden *Abbildung 6.2.5.1a* zu entnehmen.



**Abb. 6.2.5.1a:**  
Überlebenszeitanalyse aller überspannter Brücken in Abhängigkeit von der Kennedy-Klasse (Zielereignis: Neuaufrichtung)

Der Pfeil (▼) markiert den Zeitpunkt an dem noch 5 Brücken unter Risiko verweilen.

Das Verlustrisiko ist, aufgegliedert nach der im versorgten Kiefer vorliegenden Kennedy-Klasse, in der *Abbildung 6.2.5.1b* graphisch dargestellt.



**Abb. 6.2.5.1b:** Verlustrisiko aller überspannter Brücken in Abhängigkeit von der Kennedy-Klasse (Zielereignis: Neuanfertigung)

Der Pfeil (▼) markiert den Zeitpunkt an dem noch 5 Brücken unter Risiko verweilen.

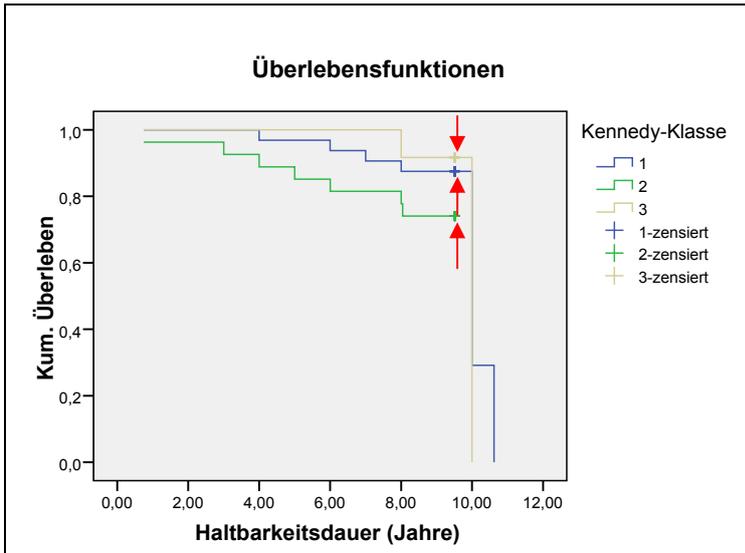
### 6.2.5.2 Extensionsbrücken

Die Kennedy-Klasse III zeigte eine, mit 9,83 Jahren, höhere mittlere Überlebenszeit als die Kennedy-Klassen I und II (*Tabelle 6.2.5.2*). Der ermittelte Unterschied war *nicht signifikant* ( $p > 0,05$ ; LOG-Rank-Test).

**Tabelle 6.2.5.2:** Verweildauer von Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Kennedy-Klasse

| Kennedy-Klasse (n) | Mittelwert <sup>a</sup>         |                        |                        |                      |
|--------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
|                    | Mittlere Überlebenszeit [Jahre] | Standardfehler [Jahre] | 95%-Konfidenzintervall |                      |
|                    |                                 |                        | Untere Grenze [Jahre]  | Obere Grenze [Jahre] |
| I (32)             | 9,71                            | 0,31                   | 9,10                   | 10,33                |
| II (27)            | 8,33                            | 0,45                   | 7,45                   | 9,22                 |
| III (12)           | 9,83                            | 0,23                   | 9,39                   | 10,27                |
| <b>Gesamt (71)</b> | <b>9,39</b>                     | <b>0,26</b>            | <b>8,88</b>            | <b>9,91</b>          |

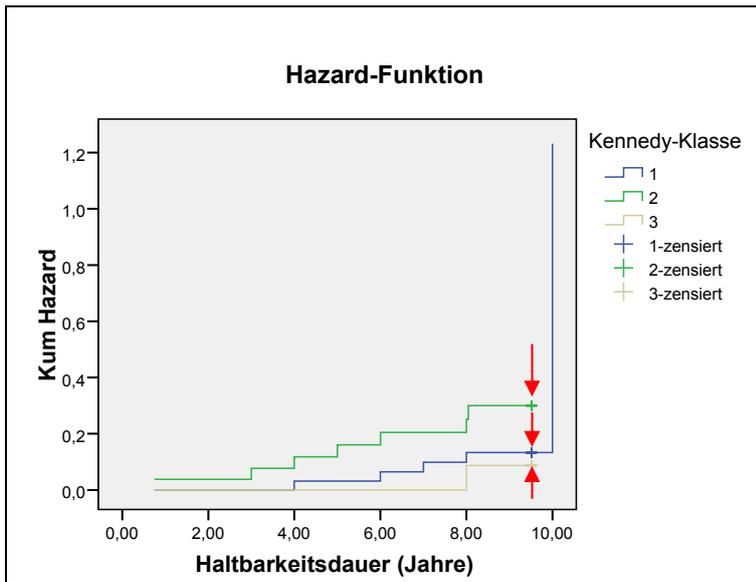
Die graphische Darstellung der Überlebenszeiten liefert *Abbildung 6.2.5.2a*.



**Abb. 6.2.5.2a:**  
Überlebenszeitanalyse aller Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Kennedy-Klasse (Zielereignis: Neuanfertigung)

Der Pfeil (▼) markiert den Zeitpunkt an dem noch 5 Brücken unter Risiko verweilen.

Die graphische Darstellung des Verlustrisikos ist der *Abbildung 6.2.5.2b* zu entnehmen.



**Abb. 6.2.5.2b:**  
Verlustrisiko aller Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Kennedy-Klasse (Zielereignis: Neuanfertigung)

Der Pfeil (▼) markiert den Zeitpunkt an dem noch 5 Brücken unter Risiko verweilen.

## 6.2.6 Überlebensdauer in Abhängigkeit von der Gegenkieferbezahlung

### 6.2.6.1 Überspannte Brücken

Teilte man die Brücken in Abhängigkeit der Versorgung des Gegenkiefers in Gruppen auf, so ergab sich die höchste mittlere Überlebenswahrscheinlichkeit von 8 Jahren, wenn ein festsitzender Zahnersatz im Gegenkiefer vorhanden war. Die Versorgung des Gegenkiefers mit herausnehmbarem Zahnersatz oder keinem Zahnersatz variierte nur gering (*Tabelle 6.2.6.1*).

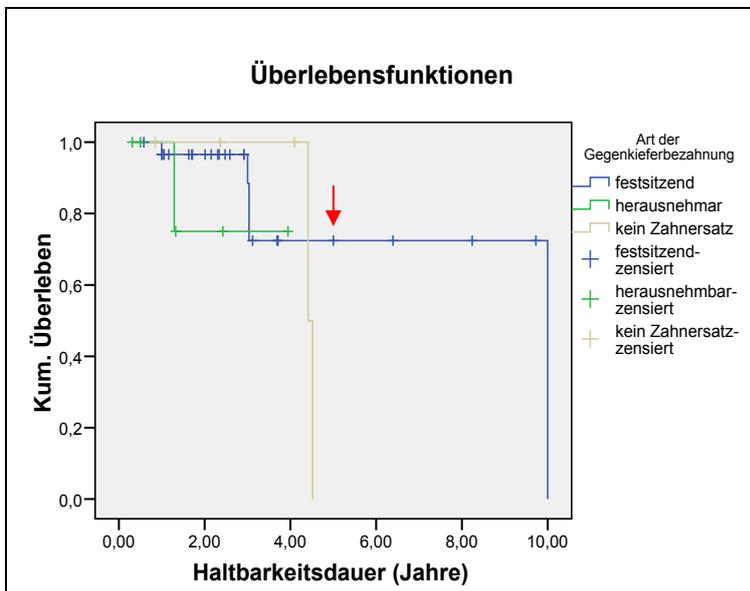
**Tabelle 6.2.6.1:**

Verweildauer von überspannten Brücken in Abhängigkeit von der Gegenkiefersbezeichnung

| Gegenkiefersbezeichnung (n) | Mittelwert <sup>a</sup>         |                        |                        |                      |
|-----------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
|                             | Mittlere Überlebenszeit [Jahre] | Standardfehler [Jahre] | 95%-Konfidenzintervall |                      |
|                             |                                 |                        | Untere Grenze [Jahre]  | Obere Grenze [Jahre] |
| feststehend (30)            | 8,00                            | 0,96                   | 6,12                   | 9,89                 |
| herausnehmbar (6)           | 3,28                            | 0,57                   | 2,15                   | 4,41                 |
| kein Zahnersatz (5)         | 4,46                            | 0,05                   | 4,36                   | 4,57                 |
| <b>Gesamt (41)</b>          | <b>7,19</b>                     | <b>0,92</b>            | <b>5,39</b>            | <b>8,99</b>          |

Es ergab sich bei dem Vergleich der oben genannten Versorgungsformen *kein signifikanter* Unterschied ( $p > 0,05$ ; Log-Rank-Test).

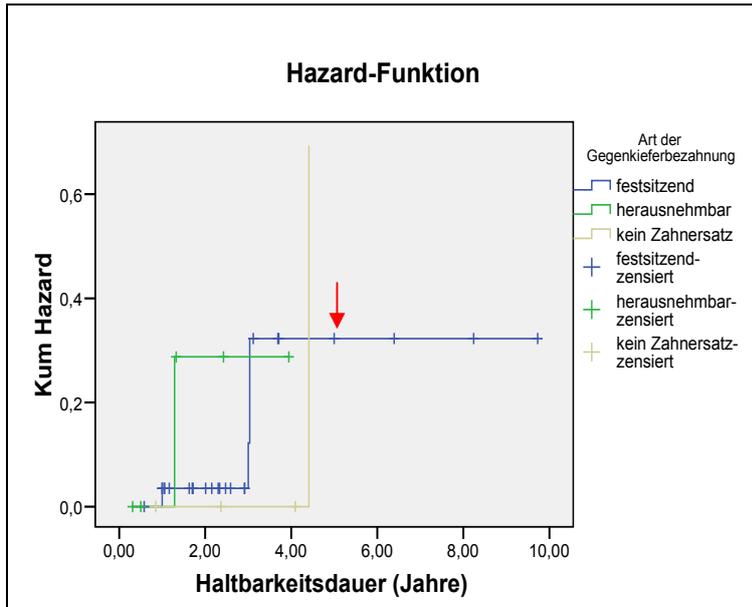
Die folgende *Abbildung 6.2.6.1a* stellt die Überlebenszeiten in Abhängigkeit der Gegenkiefersbezeichnung dar.



**Abb. 6.2.6.1a:** Überlebenszeitanalyse aller überspannter Brücken in Abhängigkeit von der Versorgung des Gegenkiefers (Zielereignis: Neuanfertigung)

Der Pfeil (▼) markiert den Zeitpunkt an dem noch 5 Brücken unter Risiko verweilen.

Die entsprechende graphische Darstellung des Verlustrisikos liefert die *Abbildung 6.2.6.1b*.



**Abb. 6.2.6.1b:** Verlustrisiko aller überspannter Brücken in Abhängigkeit von der Versorgung des Gegenkiefers (Zielereignis: Neuanfertigung)

Der Pfeil (▼) markiert den Zeitpunkt an dem noch 5 Brücken unter Risiko verweilen.

### 6.2.6.2 Extensionsbrücken

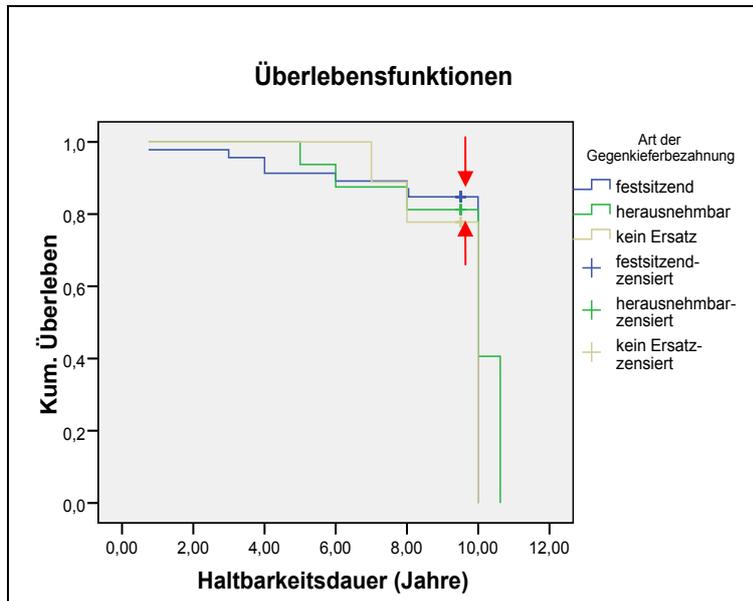
Bei der Untersuchung der Überlebenszeit in Abhängigkeit der Gegenkieferbezeichnung, in den Gruppen feststehender, herausnehmbarer und kein Zahnersatz, ergab sich die längste Verweildauer bei einer Gegenkieferversorgung mittels herausnehmbarem Zahnersatz (Tabelle 6.2.6.2).

**Tabelle 6.2.6.2:** Verweildauer von Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Gegenkieferbezeichnung

| Gegenkieferbezeichnung (n) | Mittelwert <sup>a</sup>         |                        |                        |                      |
|----------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
|                            | Mittlere Überlebenszeit [Jahre] | Standardfehler [Jahre] | 95%-Konfidenzintervall |                      |
|                            |                                 |                        | Untere Grenze [Jahre]  | Obere Grenze [Jahre] |
| feststehend (46)           | 9,21                            | 0,33                   | 8,56                   | 9,86                 |
| herausnehmbar (16)         | 9,56                            | 0,50                   | 8,58                   | 10,55                |
| kein Zahnersatz (9)        | 9,44                            | 0,43                   | 8,59                   | 10,30                |
| <b>Gesamt (71)</b>         | <b>9,39</b>                     | <b>0,26</b>            | <b>8,88</b>            | <b>9,91</b>          |

Der Vergleich der einzelnen Gruppen ergab *keinen signifikanten* Unterschied ( $p > 0,05$ ; LOG-Rank-Test).

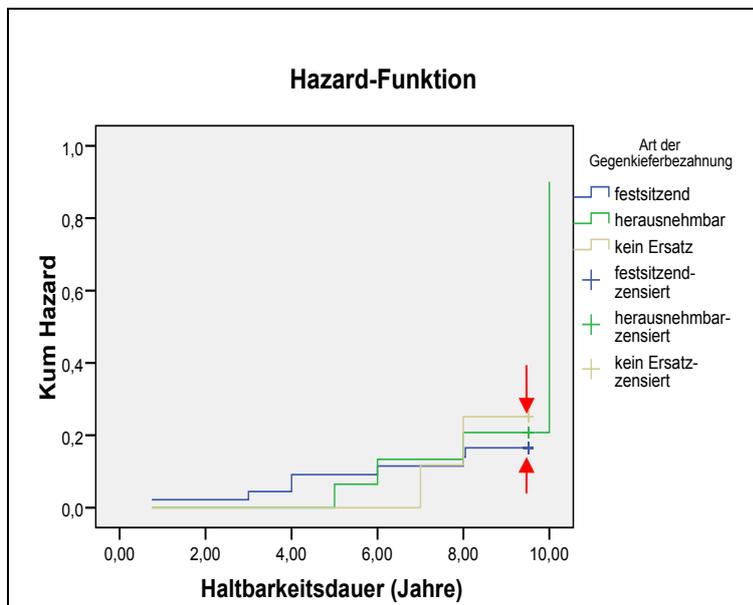
Eine graphische Darstellung der Überlebenszeiten liefert die *Abbildung 6.2.6.2a*.



**Abb. 6.2.6.2a:** Überlebenszeitanalyse aller Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Versorgung des Gegenkiefers (Zielereignis: Neuanfertigung)

Der Pfeil (▼) markiert den Zeitpunkt an dem noch 5 Brücken unter Risiko verweilen.

Die *Abbildung 6.2.6.2b* zeigt das Verlustrisiko bei den drei oben genannten Versorgungsformen des Gegenkiefers.



**Abb. 6.2.6.2b:** Verlustrisiko aller Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Versorgung des Gegenkiefers (Zielereignis: Neuanfertigung)

Der Pfeil (▼) markiert den Zeitpunkt an dem noch 5 Brücken unter Risiko verweilen.

### 6.2.7 Überlebensdauer in Abhängigkeit von der Position des Extensionsgliedes

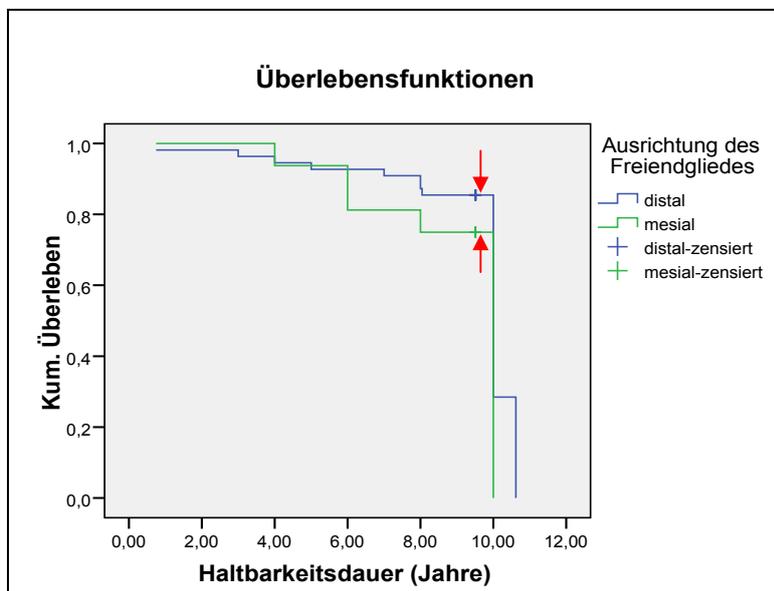
Betrachtet man die Überlebenszeit der Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Position des Freidendgliedes, so lässt sich eine geringfügig höhere mittlere Überlebenszeit bei den distalen Freidendbrücken feststellen (Tabelle 6.2.7). Der Unterschied erwies sich als *nicht signifikant* ( $p > 0,05$ ; LOG-Rank-Test).

**Tabelle 6.2.7:**

Verweildauer von Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Position des Freidendgliedes

| Ausrichtung<br>Freidendglied<br>(n) | Mittelwert <sup>a</sup>            |                           |                             |                            |
|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|
|                                     | Mittlere Überlebenszeit<br>[Jahre] | Standardfehler<br>[Jahre] | 95%-<br>Konfidenzintervall  |                            |
|                                     |                                    |                           | Untere<br>Grenze<br>[Jahre] | Obere<br>Grenze<br>[Jahre] |
| distal (55)                         | 9,52                               | 0,31                      | 8,91                        | 10,13                      |
| mesial (16)                         | 9,00                               | 0,52                      | 7,97                        | 10,02                      |
| <b>Gesamt (71)</b>                  | <b>9,39</b>                        | <b>0,26</b>               | <b>8,88</b>                 | <b>9,91</b>                |

Die zugehörige graphische Darstellung der Überlebenszeiten liefert die *Abbildung 6.2.7a*.

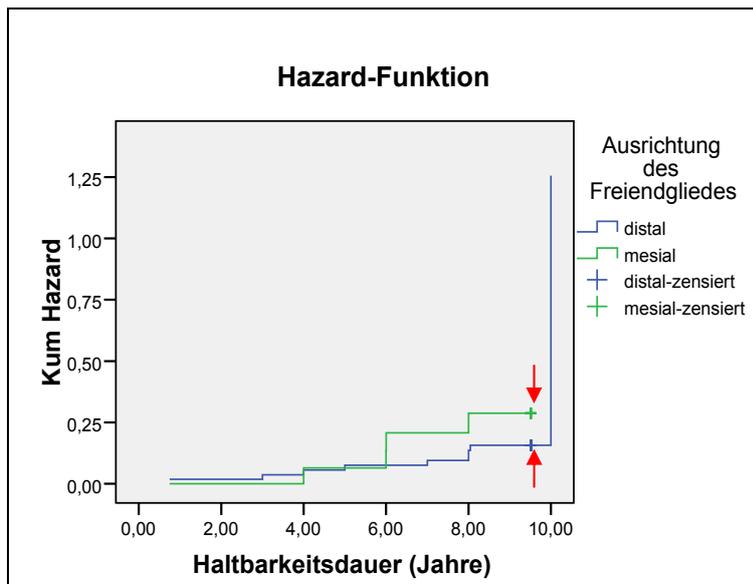


**Abb. 6.2.7a:**

Überlebenszeitanalyse aller Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Position des Freidendgliedes (Zielereignis: Neuanfertigung)

Der Pfeil (▼) markiert den Zeitpunkt an dem noch 5 Brücken unter Risiko verweilen.

Die entsprechende graphische Darstellung des Verlustrisikos liefert die *Abbildung 6.2.7b*.



**Abb. 6.2.7b:**  
Verlustrisiko aller  
Extensionsbrücken  
in Abhängigkeit von  
der Position des  
Freidendgliedes (Ziel-  
ereignis: Neuanferti-  
gung)

Der Pfeil (▼) mar-  
kiert den Zeitpunkt an  
dem noch 5 Brücken  
unter Risiko verwei-  
len.

### 6.2.8 Überlebensdauer in Abhängigkeit von der Recallteilnahme

Auf Grund der zu geringen Teilnahme an den gewünschten Nachuntersuchungen war weder in der Kategorie der Extensionsbrücken noch in der Gruppe der überspannten Brücken eine statistische Auswertung dieses Sachverhaltes in Bezug auf die Überlebenswahrscheinlichkeit möglich [82].

### 6.2.9 Zusammenfassung der Ergebnisse

In Bezug auf die Fragestellung lassen sich die Ergebnisse wie folgt darstellen:

Die ermittelte durchschnittliche Überlebenszeit der überspannten Brücken betrug 7,19 Jahre, während die 3-Jahres-Überlebensrate bei 88,3% lag. Es konnte ein *signifikanter* Unterschied hinsichtlich der Pfeileranzahl festgestellt werden. Während der Mittelwert von „zwei“ Pfeilerzähnen bei 8,44 Jahren lag, betrug er im Gegensatz dazu bei einer Anzahl von „drei und mehr“ Pfeilern 3,38 Jahre. Die Überlebenswahrscheinlichkeit war unabhängig von dem Geschlecht des Patienten sowie von der Lokalisation der prothetischen Versorgung, der vorliegenden Kennedy-Klasse und der Art der Gegenkieferbeziehung.

Aus der Überlebenszeitanalyse im Bereich der Extensionsbrücken ergab sich eine mittlere Haltbarkeitsdauer von 9,39 Jahren. Die 5-Jahres-Überlebensrate belief sich auf 93%. Die vorliegende Untersuchung zeigte einen *signifikanten* Unterschied in Bezug auf die Lokalisation der Konstruktionen. So dauerte es im Unterkiefer im Durchschnitt 9,98 Jahre, bis eine Neuan-

fertigung vorgenommen werden musste im Gegensatz zu den im Oberkiefer lokalisierten Extensionsbrücken mit 8,92 Jahren. Ebenso stellte sich in Bezug auf die Pfeileranzahl ein *signifikanter* Unterschied heraus. Während die Gruppe der „zwei“ Pfeilerzähne eine mittlere Überlebenswahrscheinlichkeit von 9,60 Jahren aufwies, lag die Gruppe mit „drei und mehr“ Pfeilerzähnen bei 8,36 Jahren. Die Vermutungen, dass sich das Geschlecht des Patienten, die Versorgung des Gegenkiefers, die im versorgten Kiefer vorliegende Kennedy-Klasse sowie die Lage des Freidendgliedes signifikant auf die Verweildauer auswirken könnten, ließen sich nicht bestätigen.

## 7 Diskussion

### 7.1 Methodenkritik

Die „Lebenserwartung“ wird in der Literatur vorwiegend als „die wahrscheinliche Überlebensdauer“ angegeben.

Es ist jedoch oftmals schwer einzelne Untersuchungen miteinander zu vergleichen. Einige Studien geben die Lebenserwartung als Prozentsatz der Misserfolge pro Jahr an, während andere die Lebenserwartung als mittlere Erfolgsquote pro Jahr angeben.

Wichtig für die Auswertung ist, nach welchem Kriterium ein Misserfolg definiert wird. Man kann zum einen zwischen Misserfolgen mit reparablen Schäden (Pulpitis, Sekundärkaries) und zum anderen zwischen Misserfolgen die zum Verlust der Restauration oder des Zahnes führen unterscheiden [40].

Von großer Wichtigkeit ist die statistisch korrekte Auswertung der gesammelten Daten, in dieser Studie wurde das Verfahren der Ereignisdatenanalyse angewendet. Dieses sucht eine Antwort auf die Frage, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein bestimmtes Ereignis eintritt oder nicht eintritt. Der nächstliegende Gedanke besteht nun darin, Zeitintervalle zu bilden und für jedes Intervall die Häufigkeiten zu ermitteln, mit denen das fragliche Ereignis eintritt bzw. nicht eintritt. Das Verhältnis der Häufigkeit des Eintretens zur Gesamtfallzahl wäre dann die gesuchte Wahrscheinlichkeit zum Zeitpunkt  $x$ . Ein Problem dieser Vorgehensweise besteht in der Existenz zensierter Daten: Wenn zum Ende des Untersuchungszeitraumes das Ereignis nicht eingetreten ist, kann dies vieles bedeuten, z.B. dass das Ereignis auch weiterhin nicht eintreten wird, oder dass es unmittelbar nach Untersuchungsende doch eintreten wird; dazwischen liegen viele denkbare Abstufungen. Hier nun setzt die statistische Ereignisdatenanalyse an, indem sie für zensierte Daten angepasste Modelle bereitstellt.

Die historisch ersten Anwendungsfälle waren zeitabhängige Überlebenswahrscheinlichkeiten, z.B. in der Versicherungsmathematik. Hier haben sich v.a. die so genannten Sterbetafeln etabliert. Die Sterbetafel besteht aus den verschiedenen, chronologisch geordneten Zeitintervallen. Für jedes Intervall wird festgehalten, wie viele Probanden dessen Beginn erlebt haben, während des Intervalls verstorben sind und das Intervall überlebt haben. Aus diesen Zahlen können Wahrscheinlichkeiten für den Ereigniseintritt bis zu einem Intervall (kumuliert) und auch während eines Intervalls (Hazard-Rate) ermittelt werden. Dafür sind jedoch, wie bei allen tabellenbasierten Analyseverfahren, sehr große Fallzahlen erforderlich, um alle Zellen der

Tabelle ausreichend besetzt zu haben. Für die Zwecke der vorliegenden Untersuchung scheidet sie daher aus.

Eine Alternative stellt die Kaplan-Meier-Methode dar. Hier wird die Stichprobe nicht in Intervalle unterteilt. Stattdessen werden bei jedem Ereigniseintritt die „Überlebenswahrscheinlichkeiten“ für alle verbliebenen Probanden neu berechnet. Der entscheidende Unterschied zur Sterbetafelanalyse liegt darin, dass die gesamte Fall- und Datenbasis zugrunde gelegt wird. Somit eignet sich dieses Verfahren für mittlere bis kleiner Stichproben und ist so auch in diesem Falle zum Einsatz gekommen. Soll nicht nur herausgefunden werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit der Proband überlebt, sondern auch welche Faktoren dies begünstigen oder beeinträchtigen, kann die Cox-Regression heran gezogen werden. Ähnlich der multiplen Regression werden Zusammenhänge zwischen Erklärungsfaktoren und der Zielgröße (Überlebenswahrscheinlichkeit) untersucht, wobei aber dem Umstand zensierter Daten Rechnung getragen wird. Auch dieses Verfahren legt die gesamte Datenbasis zugrunde und ist daher für kleinere bis mittlere Stichproben geeignet.

Die „zensierten Fälle“ beinhalten diejenigen Fälle, bei denen am Ende des Untersuchungszeitraumes die Restauration noch im Mund des Patienten verblieben ist. Infolgedessen kommt es zu einer Unterschätzung des wahren Mittelwerts der Nutzungsdauer.

Dementsprechend würde bei einer zu pessimistischen Variante die Verteilungsmitte aller Nutzungsdauern der nicht zensierten Fälle für die zensierten Fälle übernommen werden. Dies wäre zu pessimistisch, da der Mittelwert aller ungünstigen Fälle auch als Mittelwert aller günstigen Fälle angesetzt würde.

Diese so ermittelten Werte werden als Haltbarkeitsdauer bezeichnet.

Standardabweichung, Standardfehler und Konfidenzintervall sind systematisch unterschätzt, weil sämtliche zensierte Fälle auf denselben Wert gesetzt und diese damit künstlich homogenisiert werden. Diese drei Statistiken können zum Vergleich verschiedener Untergruppen herangezogen werden; sie geben aber nicht, wie sonst üblich, an, in welchem Intervall um den geschätzten Mittelwert bei 5%iger Fehlerwahrscheinlichkeit der tatsächliche Mittelwert der Haltbarkeit liegt. Die Interpretation der Ergebnisse der hier vorliegenden Studie bezieht sich dagegen ausschließlich auf den Mittelwert. Der Median ist zwar robuster gegen Ausreißer, reizt dafür aber die Information über Zeitabstände nicht voll aus. Beim Mittelwert hingegen sind die Vor- und Nachteile umgekehrt verteilt. Der Median hat jedoch bei Stichproben wie der vorliegenden eine Schwäche, da nur ein sehr kleiner Teil der Brücken ausgetauscht werden musste bestimmt in unsere Studie in einzelner Proband alleine diesen und zwar derjenige mit der maximalsten Haltbarkeit. Daher dient der Median in unserer Studie nur als rein infor-

mative Wiedergabe um das Maß der maximalen Haltbarkeit der jeweiligen Untersuchungsgruppen zu bestimmen [82].

Zur Evaluation der Verweildauer und der Funktionstüchtigkeit von prothetischen Restaurationen können verschiedene Studientypen verwendet werden.

Eine heutzutage weit verbreitete und brauchbare Methode zur Bestimmung der Lebensdauer stellt die 50%-Überlebenswahrscheinlichkeit dar. Es wird darin der Zeitpunkt bestimmt in dem noch 50% der ursprünglich eingegliederten Restaurationen noch in situ und funktionsfähig sind. Die verlässlichsten Angaben hierzu liefern *prospektive klinische Studien*, bei denen *zuvor* die zu untersuchenden Parameter festgelegt und mit einer Kontrollgruppe verglichen werden. So können die Ursachen für die klinischen Befunde evaluiert werden. Es gibt auf dem Gebiet des festsitzenden Zahnersatzes jedoch nur wenige solcher Studien [40,41].

Die meisten Studien zur Lebenserwartung kommen aus *retrospektiven Studien*, in denen *nachträglich* (längere Zeit nach Eingliederung der Restauration) kontrolliert wird, wie sich eine Restauration in ihrer Funktion über die Jahre bewährt oder verändert hat.

Die *retrospektiven Studien* lassen jedoch keine kausalen Schlüsse von den klinischen Befunden auf die Ursache derselben zu. Es sind lediglich Vermutungen und Hypothesen über Veränderungen möglich [40,41].

Es ist aus diesen Gründen eine Literaturübersucht in Form einer Meta-Analyse besonders interessant. Es handelt sich dabei um eine methodologisch korrekte Übersicht verschiedener Literaturquellen.

Hier wird noch unterschieden ob es sich um einen längeren Zeitraum handelt (*Longitudinalstudie*) oder ob der Zahnersatz nach einer definierten Tragedauer (*Querschnittsstudie*) nachkontrolliert wird. Man kann mit *Querschnittsstudien* Zusammenhänge zwischen Variablen sehen aber nichts über deren zeitliche Entwicklung sagen. Im Gegensatz hierzu können durch *Longitudinalstudien* zeitliche Entwicklungen abgebildet und daraus wertvolle Informationen abgeleitet werden [40,103].

Die *randomisierte kontrollierte Studie* (RCT englisch: randomized controlled trial) wird als „Goldstandard“ der Studienplanung bezeichnet, da man bei einer eindeutigen Fragestellung eine eindeutige Antwort erhält und die Kausalität belegt wird. Es handelt sich um ein Experiment, mit dem die Effektivität einer bestimmten Intervention untersucht werden soll. Unter Bildung von Studien- und Kontrollgruppe soll ein Vergleich angestellt werden. Um eine gleichmäßige Verteilung von bekannten und nicht bekannten Einflussfaktoren auf alle Gruppen sicherzustellen, muss die Stichprobe ausreichend groß sein [99].

Auf Grund des geringen Patientenkontingentes der hier vorliegenden Studie, kommt dieses Verfahren nicht in Betracht. Angesichts dieser Tatsache wäre jedoch ein *multizentrisches Studienverfahren* denkbar.

Eine praxisnah angelegte Studie erfordert oftmals Stichprobenumfänge, die in einem Behandlungszentrum in vertretbarer Zeit nicht anfallen. In diesen Fällen werden *multizentrische Studien* mit vielen Behandlungszentren bevorzugt. Diese Art der Studie verlangt allerdings einen weitaus höheren Aufwand bei der Planung und Organisation. Jedoch können die gewonnenen Ergebnisse genauer und aussagekräftiger sein [68].

## 7.2 Ergebniskritik

### 7.2.1 Verteilung von Geschlecht und Alter der Patienten

#### 7.2.1.1 Überspannte Brücken

Das Patientenkollektiv der vorliegenden Untersuchung wies bei einer Gesamtzahl von 36 Patienten in der Gruppe der überspannten Brücken, einen größeren Anteil der männlichen Probanden auf. Dies stimmt überein mit der Untersuchung von *Öwall et al.* [73], die ebenfalls eine mit 8 Personen höhere Anzahl männlicher Probanden im Gegensatz zu 3 weiblichen Studienteilnehmern verzeichneten. Hingegen zeigte sich bei *Kerschbaum et al.* [46] ein größeres Kontingent an weiblichen Patienten (55 Personen) im Gegenteil zu den männlichen (45 Personen). Eine etwas ausgeprägtere Verteilung zu Gunsten der weiblichen Patienten fand sich bei *Leempoel et al.* [58] mit 664 (61%) weiblichen und 416 (39%) männlichen Probanden.

Die Altersverteilung der vorliegenden Untersuchung besaß zum Zeitpunkt der Eingliederung einen Mittelwert bei 55,05 +/- 14,03 Jahren lag. Dieses Resultat liegt bis auf einige Ausnahmen etwas über dem Altersangaben in der Literatur. In der Studie von *Leempoel et al.* [58] war der Hauptteil der Patienten in der Altersgruppe von 31-50 Jahren lokalisiert. Auch bei *Kerschbaum et al.* [46,48] wurde erkennbar das Brücken ihren eindeutigen Indikationsgipfel im dritten Jahrzehnt aufwiesen [48]. Der Altersdurchschnitt in der Untersuchung von *Fayyad und Al-Rafee* [20] lag mit 43,6 Jahren ebenfalls unterhalb des Altersdurchschnitts der hier vorliegenden Untersuchung. Ein Grund dafür könnte sein, dass sich in einer Universitätsklinik eher ältere Patienten behandeln lassen, da diese eine längere Behandlungszeit in den Studentenkursen in Kauf nehmen können, als Berufstätige. *Öwall et al.* [73] hingegen zeigte mit 58,5 Jahren ebenfalls einen etwas höheren Altersdurchschnitt, als in der Literatur angegeben.

#### 7.2.1.2 Extensionsbrücken

In der Gruppe der Extensionsbrücken überwogen in der vorliegenden Untersuchung die weiblichen Patienten mit einem Verhältnis von 2,35. Die Verteilung des Patientenkollektivs auf die beiden Geschlechter war nur in wenigen Studien vermerkt, wobei in diesen ebenfalls der Großteil des Patientengutes durch den weiblichen Anteil gestellt wurde.

So untersuchten *Strub et al.* [88] ebenfalls mehr weibliche (55 Personen) als männliche Patienten (25 Personen). Ebenso fiel bei *De Backer et al.* (2006) [12] mit 62% Frauen und 38% Männer das Gleichgewicht zu Gunsten der Frauen aus, sowie auch bei *Hämmerle et al.* [29], wo Frauen mit 70% weit über dem Kontingent der männlichen Patienten mit 30 % lagen.

Eine deutliche Verteilung zu Gunsten der weiblichen Patienten fand sich ebenso bei *Leempoel et al.* [58] mit 664 (61%) weiblichen und 416 (39%) männlichen Probanden.

Eine ähnliche Verteilung der Geschlechter ließ sich auch bei *Sundh und Ödman* [91] mit 59 Frauen und 42 Männern sowie in der Studie von *Lindquist und Karlsson* [62] mit 54 weiblichen gegenüber den 44 männlichen Untersuchungsteilnehmern feststellen.

Es ließ sich somit in der Literatur ebenfalls eine deutliche Geschlechterverteilung zu Gunsten der Frauen erkennen, die sich auch mit der Auswertung der hier vorliegenden Untersuchung hinsichtlich des Patientenkontingentes deckte. Dies könnte sich durch eine generell höhere Versorgungsrate der Frauen mit feststehendem Zahnersatz (z.B. aufgrund ästhetischer Gründe) oder deren eventuell größere Teilnahmebereitschaft an Studien sowie an Nachsorgeuntersuchungen erklären lassen.

Die Altersverteilung in der hier vorliegenden Arbeit lag bei einem durchschnittlichen Alter von 52,04 +/- 13,50 Lebensjahren. Dieser Sachverhalt ähnelte, bis auf einige Ausnahmen, den Zahlen in der Literatur.

Es war in vielen Studien (Extensionsbrücken sowie überspannte Brücken) des Schrifttums nicht immer eindeutig geklärt, ob es sich, wie bei dieser hier vorliegenden Untersuchung sowie bei *Kerschbaum et al.* [48], um den Altersdurchschnitt bei Eingliederung oder zum Zeitpunkt der Untersuchung handelte. Somit könnte sich die Altersdifferenz im Vergleich der einzelnen Angaben erklären lassen.

Einige Angaben zur Altersverteilung sind in der folgenden *Tabelle 7.2.1.2* aufgeführt.

**Tabelle 7.2.1.2:**

Altersverteilung bei vergleichbaren Studien mit Extensionsbrücken

| Autor                               | Altersverteilung   |
|-------------------------------------|--|
| <i>Nyman und Lindhe</i> (1979) [71] | Durchschnittsalter 48,7 Jahre  |
| <i>Randow et al.</i> (1986) [77]    | Durchschnittsalter der <i>Frauen</i> :<br>52,54 +/- 11,82 Jahre<br>Durchschnittsalter der <i>Männer</i> :<br>50,59 +/- 10,06 Jahre |
| <i>Hochmann et al.</i> (1987) [31]  | Zwischen 30 – 36 Jahre   |

| Autor  | Altersverteilung                                    |
|--|---|
| <i>Strub et al.</i> (1989) [88]              | Durchschnittsalter 45,0 Jahre                       |
| <i>Budtz-Jorgensen und Isidor</i> (1990) [9] | Durchschnittsalter 69,7 Jahre                       |
| <i>Öwall et al.</i> (1991) [73]              | Durchschnittsalter 58,5 Jahre                       |
| <i>Leempoel et al.</i> (1995) [58]           | 28% <30 Jahre<br>41%= 30-49 Jahre<br>31% > 50 Jahre |
| <i>Sundh und Ödman</i> (1997) [91]           | Durchschnittsalter 53,0 Jahre                       |
| <i>Hämmerle et al</i> (2000) [29]            | Durchschnittsalter 56,5 Jahre                       |
| <i>Yi et al.</i> (2001) [104]                | Durchschnittsalter 49,0 Jahre                       |
| <i>De Backer et al.</i> (2006) [12]          | Durchschnittsalter 63,6 Jahre                       |
| <b>Eigene Untersuchung (2011)</b>            | <b>Durchschnittsalter 52,04 +/- 13,50 Jahre</b>     |

## 7.2.2 Lokalisation des Zahnersatzes

### 7.2.2.1 Überspannte Brücken

Es wurden in der vorliegenden Untersuchung 41 überspannte Brücken erfasst die mit einer Anzahl von 25 überwiegend im Unterkiefer lokalisiert waren.

In den entsprechenden Studien der Literatur wurde nur in zwei Fällen eine Angabe zur Lokalisation des Zahnersatzes wiedergegeben.

Während sich bei *Öwall et al.* [73] ausnahmslos alle 11 Brücken im Unterkiefer befanden, lagen bei *Leempoel et al.* [58] die Mehrzahl der untersuchten Konstruktionen mit einer Anzahl von 927 im Oberkiefer vor, während 747 Brücken im Unterkiefer lokalisiert waren.

### 7.2.2.2 Extensionsbrücken

Bei den insgesamt 71 Extensionsbrücken lag in der vorliegenden Untersuchung eine annähernd gleiche Verteilung hinsichtlich der Lokalisation vor.

Wie die nachfolgende *Tabelle 7.2.2.2* verdeutlicht, wurde auch in der Gruppe der Extensionsbrücken in der Literatur nur spärlich eine Lokalisation der Restaurationen angegeben.

**Tabelle 7.2.2.2**

Anzahl der Extensionsbrücken in Ober- und Unterkiefer in der Literatur

| Autor                               | Oberkiefer   | Unterkiefer   |
|-------------------------------------|--|---|
| <i>Öwall et al.</i> (1991) [73]     | 0  | 11  |
| <i>Decock</i> (1996) [14]           | 104<br>(58 im vorderen Bereich und 46 im hinteren Bereich) | 33<br>(11 im vorderen Bereich und 22 im hinteren Bereich) |
| <i>Yi et al.</i> (2001) [104]       | 17   | 16  |
| <i>De Backer et al.</i> (2006) [12] | 126  | 196   |
| <b>Eigene Untersuchung (2011)</b>   | <b>39</b>  | <b>32</b>   |

In der Studie von *Hochman et al.* [31] war eine genaue Lokalisation nicht möglich. Von den insgesamt 27 Extensionsbrücken waren definitiv vier im Oberkiefer und zwei im Unterkiefer lokalisiert. Über das Vorkommen der restlichen Brückenkonstruktionen wurde keine genaue Aussage getroffen.

Es zeigte sich eine vergleichbare Verteilung der hier durchgeführten Untersuchung mit *Yi et al.* [104]. Es wies zudem, mit Ausnahme der Studie von *De Backer et al.* [12], auf eine höhere Verteilung der Konstruktionen im Oberkiefer hin. Die höhere Verteilung der Restaurationen im Oberkiefer könnte durch den Aspekt der besseren Ästhetik zustande gekommen sein.

### **7.2.3 Die Anzahl der Pfeilerzähne**

#### *7.2.3.1 Überspannte Brücken*

Die Gesamtzahl der Pfeilerzähne umfasste in der vorliegenden Untersuchung in dieser Untersuchungsgruppe 91 Pfeilerzähne. Es wurden am häufigsten „zwei“ Pfeilerzähne in die Konstruktionen mit eingebunden. Im Untersuchungsspektrum von *Öwall et al.* [73] und *Leempoel et al.* [58] wurden ebenfalls meist zwei bis drei Pfeiler verwendet.

### 7.2.3.2 *Extensionsbrücken*

Es waren in dieser Gruppe 176 Pfeilerzähne im Rahmen der hier vorliegenden Untersuchung vorhanden. Hier wurden zum größten Teil ebenfalls „zwei“ Pfeilerzähne zur Fixation der Brücke in Anspruch genommen. Dieses Ergebnis ähnelt den nachfolgend aufgeführten Arbeiten. Bei *Öwall et al.* [73] waren die 22 Pfeilerzähne zu je zwei Pfeilern pro Extensionsbrücke einheitlich verteilt. *Landolt und Lang* [55] untersuchten insgesamt 154 Pfeilerzähne. Es zeigt sich, dass auch hier vorwiegend zwei Pfeiler zu Fixation der Brücke dienten. *Reuter und Brosse* [80] wiesen „ein bis zwei“ Pfeiler pro Konstruktion auf. *Hochman et al.* [31] teilten die Extensionsbrücken in anteriore und posteriore Freundbrücken ein. Zu den anterioren Extensionsbrücken zählte der Ersatz des ersten oder zweiten Prämolaren sowie des seitlichen Schneidezahnes. Für diese Konstruktionen waren ebenfalls jeweils zwei Pfeilerzähne eingebunden. Hingegen dienten die posterioren Freundbrücken dem Ersatz der ersten Molaren im Ober- oder Unterkiefer. Während acht Brücken mit „zwei bis drei“ Pfeilern fixiert waren, waren im Unterkiefer zwei Brücken mit „sechs bis sieben“ Pfeilern und im Oberkiefer vier Konstruktionen mit „sechs bis acht Pfeilern“ stabilisiert.

Die Literaturangaben beschränkten sich ansonsten auf die Gesamtpfeileranzahl.

So lag die Anzahl der untersuchten Pfeilerzähne bei *Karlsson* [38] bei 944 und *Hämmerle et al.* [29] gaben eine Gesamtpfeileranzahl von 239 an.

### 7.2.4 *Einteilung in die Kennedy-Klassen*

Vorab sei erwähnt, dass die Kennedy-Klasse IV weder im Untersuchungsbereich der überspannten Brücken noch im Bereich der Extensionsbrücken anzutreffen war.

#### 7.2.4.1 *Überspannte Brücken*

Im Zusammenhang mit den Kennedy-Klassen stellte sich in der hier vorliegenden Untersuchung am häufigsten die durch Schatlücken unterbrochene Zahnreihe (Kennedy-Klasse III) dar.

Angaben in Form von Kennedy-Klassen wurden im Schrifttum nur sehr selten verzeichnet.

In der Studie von *Öwall et al.* [73] lagen in allen 11 Fällen die Kennedy-Klasse I vor.

#### 7.2.4.2 *Extensionsbrücken*

Hingegen lag im Kontrollbereich der Extensionsbrücken am häufigsten eine bilateral verkürzte Zahnreihe in Form der Kennedy-Klasse I vor. Dieses Ergebnis deckt sich mit dem Ergebnis von *Öwall et al.* [73], wo ausnahmslos die Kennedy-Klasse I vorhanden. Bei *Strub et al.* [88] lagen die Kennedy-Klasse I und II in 63% der Fälle und die Kennedy-Klasse III und IV in 19% der Fälle vor.

Dies ist ein Ergebnis, das selbsterklärend ist, da die Kennedy-Klasse I und II den Hauptindikationsbereich für Extensionsbrücken darstellt.

### 7.2.5 *Art der Gegenkieferbeziehung*

#### 7.2.5.1 *Überspannte Brücken*

In Bezug auf die überspannten Brücken handelte es sich in der hier vorliegenden Untersuchung im häufigsten Fall um einen festsitzenden Zahnersatz im Gegenkiefer. Eine Einordnung in die Untersuchungsergebnisse im Schrifttum war nur schwer möglich, da sich nur in einer Quelle Angaben zur Gegenkieferversorgung fanden. So lag bei *Öwall et al.* [73] in allen 11 Untersuchungssituationen im Gegenkiefer ein herausnehmbarer Zahnersatz in Form einer Totalprothese vor.

#### 7.2.5.2 *Extensionsbrücken*

Bei den Extensionsbrücken lag ebenfalls in den meisten Fällen dieser Untersuchung ein festsitzender Zahnersatz vor. In der Untersuchung von *De Backer et al.* [12] lag als Gegenkieferbeziehung in 57,1% kein Zahnersatz, in 37,8% festsitzender Zahnersatz und in 5,1% der Fälle ein Lückengebiss vor. Bei *Landolt und Lang* [55] wiesen 93,8% der Patienten in dem der Extensionsbrücke gegenüberliegenden Quadranten (Antagonisten) eine Eigenbeziehung auf. *Radow et al.* [77] ließen ebenfalls die Gegenkieferbeziehung mit einfließen. In 140 Fällen lag im Gegenkiefer eine komplette Beziehung oder dental gestützter Zahnersatz (festsitzend oder herausnehmbar) vor. In 16 Fällen fand man ein antagonistisches Lückengebiss (kein Zahnersatz) und 47 Fälle zeichneten sich durch einen schleimhautgetragenen Zahnersatz (herausnehmbaren Zahnersatz) aus. Hingegen war bei *Budtz-Jorgensen und Isidor* [9] in allen Untersuchungsfällen ein herausnehmbarer Zahnersatz in Form einer Totalprothese vorhanden. Ebenso verhielt es sich bei *Öwall et al.* [73].

Im Hinblick auf die Gegenkieferbezahnung könnte der Altersdurchschnitt der einzelnen Studien eine große Rolle spielen, so liegt der Altersdurchschnitt bei *Budtz-Jorgensen und Isidor* [9] beispielsweise bei 69,7 Jahren und bei *Öwall et al.* [73] bei 58,5 Jahren. Dieser Aspekt könnte auf eine überwiegende Verteilung von herausnehmbarem Zahnersatz im fortgeschrittenen Alter hinweisen.

### **7.2.6 Position des Freundgliedes**

Es lag in dieser Untersuchung zu 77,5% (55 Konstruktionen) eine distale Ausrichtung des Freundgliedes vor. In der Literatur findet man nur in Einzelfällen eine Angabe über die Ausrichtung der Extensionsglieder. Während sich bei *Nyman und Lindhe* [71] sowie bei *Öwall et al.* [73] alle Untersuchungen ebenfalls auf distale Extensionsbrücken bezogen, wurde bei *Leempoel et al.* [58] keine genauen Angaben über die Ausrichtung des Extensionsgliedes getroffen. In der Untersuchung von *Strub et al.* [88] ließ nur die Gruppe der „ein- und / oder beidseitigen Friendsituation“ ebenfalls die Vermutung der distalen Position des Freundgliedes zu. Bei *Reuter und Brose* [80] sowie *Hochmann et al.* [31] fanden sich sowohl mesiale als auch distale Extensionsbrücken im Untersuchungskontingent. Eine genaue Anzahl der einzelnen Konstruktionen wurde jedoch nicht angegeben.

### **7.2.7 Extraktion der Pfeilerzähne**

#### *7.2.7.1 Überspannte Brücken*

In der hier zu Grunde liegenden Untersuchung erfolgte im Bereich der überspannten Brücken an 2 Konstruktionen eine Extraktion. Es wurde hier in einem Fall ein Zahn extrahiert und in einem weiteren Fall wurden vier Zähne entfernt. Die Gesamtextraktionszahl belief sich somit auf 5 Zähne (5,5%). Über Extraktionen der Pfeilerzähne wurde von *Nyman und Ericsson* [70] ebenfalls berichtet. Es handelte sich hierbei um 8% der Pfeilerzähne. In der weiteren Literatur wurde keine konkrete Aussage über Pfeilerextraktionen getroffen. Hingegen sprach man im Schrifttum vermehrt über Pfeilerfrakturen, welche dieser Pfeilerzähne letztendlich extrahiert wurden bleibt jedoch ungewiss.

#### *7.2.7.2 Extensionsbrücken*

In der Gruppe der Extensionsbrücken wurden sechs Zähne (3,4%) extrahiert. Es handelte sich in zwei Fällen um einen Zahn und in zwei weiteren Fällen um die Entfernung von jeweils

zwei Zähnen. Gründe waren kariöse und parodontale Läsionen. Inwieweit es sich jedoch um vitale oder avitale Pfeilerzähne handelte, ist jedoch unklar. In der Literatur der Extensionsbrücken wurde ebenfalls nur selten eine Angabe über die Extraktion der Pfeilerzähne gefunden. Ein Grund dafür könnte allerdings die tatsächlich geringe Anzahl dieser Vorkommnisse sein. Die Studie von *Decock et al.* [14] berichtete über 14 Extraktionen im Bereich der Pfeilerzähne. Hingegen belief sich die Extraktionsrate bei *Karlsson* [38] auf 1,5%. Während im Laufe der Beobachtungszeit von *Sundh und Ödmann* [91] 1,6% der Pfeilerzähne aufgrund von Pfeilerfrakturen und in 4% der Fälle parodontal bedingt extrahiert werden mussten. Eine Einordnung der hier ermittelten Ergebnisse hinsichtlich der Extraktionsrate und deren Ursache waren aufgrund der geringen Angaben in der Literatur nur schwer möglich.

## **7.2.8 Reparaturgründe und Anzahl der Neuanfertigungen**

### *7.2.8.1 Überspannte Brücken*

Im Bereich der überspannten Brücken wurden während der Untersuchung in 4 Fällen (9,8%) Reparaturen nötig. Es handelte sich dabei vorwiegend um Rezementierung (7,35%) sowie um Verblendreparaturen (2,45%). Von den insgesamt 41 überspannten Brücken, mussten in 9 Fällen (22%) eine Neuanfertigung vorgenommen werden. Die Gründe waren Gerüstbruch (4,9%), Wurzelstiftfraktur (2,4%), Extraktion von Pfeilerzähnen (4,9%), technische Mängel (2,4%) in Form von Randschlussungenauigkeiten sowie Sekundärkaries (7,3%). Die graphische Darstellung der Neuanfertigungsgründe kann zur näheren Erläuterung aus der *Abbildung 6.1.8a* in *Kapitel 6.1.8* entnommen werden. In der Literatur ist weniger die Rede von Reparaturen oder Neuanfertigungen, im Schrifttum wird vielmehr eine Einteilung in biologische und technische Komplikationen vorgenommen. Diese Aufteilung weist jedoch zahlreiche Überschneidungen bzw. definatorische Unschärfen auf, sie ist also weniger plausibel, als man zunächst annimmt. Am Beispiel der Kronenrandkaries lässt sich dies erläutern: Es handelt es sich auf den ersten Blick um ein biologisches Phänomen, der auslösende Faktor ist jedoch häufig ein technisches Problem in Form eines z.B. schlecht sitzenden Kronenrandes [44].

In wenigen Fällen wird im Schrifttum näher auf die Art der Komplikationen eingegangen. Da in der hier vorliegenden Studie nach diesen Gesichtspunkten keine Einteilung getroffen wird, ist ein Vergleich nur bedingt möglich. Somit konnte man in der Literatur der überspannten Brücken lediglich eine Angabe über diverse Komplikationen finden. *Lulic et al.* [63] teilten die beobachteten Komplikationen nach biologischen und technischen Gesichtspunkten ein. Im Rahmen der „biologischen“ Komplikationen traten nach 5 Jahren / 10 Jahren bewegliche Brü-

ckenkonstruktionen (3,1% / 6,2%), Pfeiler mit Karies (0,9 / 1,9%) und Pfeiler mit endodontischen Komplikationen (3,6% / 7%) auf. Es wurden an „technischen“ Komplikationen nach 5 Jahren / 10 Jahren Rezementierung (2,2% / 4,6%), Pfeilerfraktur (1,9% / 3,7%) und Gerüstfraktur (2,1% / 4,2%) beobachtet. Die beschriebenen Komplikationen konnten in der hier vorliegenden Studie häufiger festgestellt werden. Eventuell könnte die Einzementierung der Restauration ohne ausreichende Trockenlegung zu einer Rezementierung geführt haben.

Ebenso kann die Beschaffenheit der Pfeilerzähne oder deren Präparation zu einer späteren Komplikation beitragen.

In einzelnen Fällen können, z.B. bei Verlust von Front- und Eckzähnen nach Unfall, überspannte Brücken mit Prämolaren als Pfeiler bei Einhaltung der Indikationen, bei exakter Ausführung und guter Pflege durchaus eine lange Lebensdauer aufweisen. Jedoch stellen Brückenpfeiler mit großen Füllungen oder Pfeiler die parodontal geschädigt oder avital sind, ein hohes Risiko dar und sollten daher nicht mit überspannten Brücken versorgt werden [83].

#### 7.2.8.2 *Extensionsbrücken*

In dieser Gruppe lag die Anzahl der Reparaturen bei 3 Fällen (4,2%). Es handelte sich hier ebenfalls um Rezementierung (1,4%) sowie Verblendungsreparaturen (1,4%) jedoch lagen hier zusätzlich noch Löcher im Gerüst (1,4%) vor. Es mussten in der Kategorie der Extensionsbrücken in 16 Fällen (22,5%) eine Neuanfertigung vorgenommen werden. Die Gründe waren unter anderem Bruch des Brückengerüsts (1,4%), Extraktion der Pfeilerzähne (5,6%), endodontale (1,4%) und parodontale (2,8%) Komplikationen sowie Sekundärkaries (2,8%). Die graphische Darstellung über die Verteilung der Neuanfertigungsgründe ist der *Abbildung 6.1.8b* in *Kapitel 6.1.8* zu entnehmen. Ebenso wie im Bereich der überspannten Brücken, wurde hier im Schrifttum vermehrt eine Einteilung in biologische und technische Aspekte vorgenommen. Inwieweit diese Komplikationen zu einer Neuversorgung führten, geht aus dem Material jedoch nicht hervor. Die dargestellten Komplikationen decken sich mit der hier vorliegenden Untersuchung. Jedoch liegt in der Literatur oftmals ein weitaus höherer Anteil der Komplikationen vor. So zeigte sich auch im Schrifttum, dass es in diesem Bereich der Brückenversorgungen sehr häufig zu Rezementierung, Sekundärkaries oder Reparaturen der Verblendung kommen kann. In einigen Fällen lagen, ebenso wie bei dieser hier vorliegenden Untersuchung, auch Frakturen des Gerüsts vor. Als Ursache für den Funktionsverlust von festsitzendem Zahnersatz waren somit Erkrankungen der Zahnhartsubstanz, des Parodonts

sowie technische Mängel zu nennen. So berichten *Nyman und Lindhe* [71] von Komplikationen technischer Natur. Von den insgesamt 332 Brücken wurde an 11 Konstruktionen (3,3%) ein Retentionsverlust der Kronen an den Pfeilerzähnen festgestellt, in 7 Fällen lag eine Fraktur der Brückenkonstruktion und in 8 Fällen eine Fraktur der Pfeilerzähne vor.

Etwa 5-10% aller Kronen- bzw. Brückenanker lösen sich nach dem definitiven Zementieren und werden dann meist ein- oder mehrfach rezementiert. Einflussreiche Faktoren in diesem Geschehen sind z.B. der Konvergenzwinkel der Präparation der Pfeilerzähne, die Schaffung von Hilfskavitäten, die klinische Position und Rauigkeit des präparierten Stumpfes. Außerdem sind die Passform und die Innenrauigkeit der eingesetzten Restauration von Interesse für den klinischen Erfolg [49].

Hingegen standen bei *Izikowitz* [33] in den ersten acht Jahren nach Eingliederung technische Komplikationen wie Gerüstfrakturen im Vordergrund. Danach führten biologische Grundlagen wie Sekundärkaries und Verlust der Pfeilerzähne zu Komplikationen. In der hier vorliegenden Studie konnte man keine Aussage über die Reihenfolge bzw. den Zeitpunkt der Komplikationen treffen.

Als wichtige Qualitätskriterien von prothetischen Restaurationen werden Randspalt und Konturenverlauf von künstlichen Kronen angesehen. Nicht einwandfreie Restaurationsränder können negative Auswirkungen für den Pfeilerzahn sowie seine umgebenden Gewebe nach sich ziehen. Es wird davon ausgegangen, dass fünf Jahre nach der definitiven Eingliederung 5-10% und nach zehn Jahren etwa 10-20% aller Kronen und Brücken im Randbereich Karies oder Sekundärkaries aufweisen bzw. eine Füllungstherapie notwendig wird. Man weiß jedoch nicht, in welchem Maße der Randspalt dieses Geschehen begünstigt [49].

Hinzu kommt natürlich auch das Mundhygieneverhalten des Patienten, das eine entscheidende Rolle bei der Verweildauer von prothetischen Restaurationen spielt [89].

*Reuter und Brose* [80] nahmen eine Einteilung in primäre und sekundäre Folgeschäden vor. Die primären Schäden beinhalteten eine komplette Fraktur der Konstruktion oder der Pfeilerzähne. Dies kam nur einmal vor. Die sekundären Folgeschäden beschrieben Fälle von Sekundärkaries, Verblendungsschäden, gingivale Rezessionen, Nachbehandlung avitaler bzw. endodontisch (2,8%) behandelter Pfeilerzähne und schlechte Kronenränder. Diese sekundären Folgeschäden traten in sechs Fällen auf, jedoch ist in den Einzelfällen der genaue Grund nicht bekannt. In der Studie von *Randow et al.* [77] wurden die häufigsten Komplikationen durch Sekundärkaries (26,8%) sowie endodontische (13,6%), parodontale (11,6%), ästhetische und technische Gründe hervorgerufen. Bei *Landolt und Lang* [55] äußerten sich die technischen Misserfolge als Defekte am Brückengerüst oder als Retentionsverlust. Nur bei einem Extensi-

onsglied einer Brücke konnte ein Verblendungsschaden festgestellt werden. Bei keiner Brücke kam es zu Frakturen des Gerüsts oder der Lotstellen. Als häufigster technischer Misserfolg wurde jedoch der Verlust des Zementsiegels eingestuft. Man beobachtete bei 12 der insgesamt 80 Extensionsbrücken bzw. 20 der 154 Brückenpfeilern einen Retentionsverlust auf Grund des fehlenden Zementsiegels. Dieser Retentionsverlust stellte sich jedoch häufiger bei wurzelbehandelten Zähnen ein. Ebenso kam es bei avitalen Zähnen eher zu einer Pfeilerfraktur als bei vitalen Brückenpfeilern. Zumeist löste sich dort der Brückenanker zusammen mit der Wurzelarmierung und dem Stumpfaufbau. In drei Fällen trat der Retentionsverlust zusammen mit einer Fraktur des Stumpfaufbaus, bei zwei sogar in Kombination mit einer Wurzelfraktur auf. Als häufigste biologische Ursache führte Sekundärkaries zum Misserfolg. Das Resultat von *Karlsson (1986)* [38] stellte sich wie folgt dar: von den insgesamt 922 Brückenpfeilern wurde in 8,1% Sekundärkaries diagnostiziert, in 10% traten apikale Aufhellungen der Brückenpfeiler auf, in 12,6% kam es zu Retentionsverlusten an den Pfeilerzähnen und in 4,2% wurden Verblendschäden an Metallkeramischen Brücken festgestellt.

Es ist trotz schonender Präparationstechniken nach fünf Jahren in ca. 4-5% der Fälle mit apikalen Aufhellungen und in ca. 10% mit Sensibilitätsverlust der Pfeilerzähne zu rechnen [49].

In einer weiteren Studie im Jahre 1989 stellte *Karlsson* [39] in 14,5% einen unzureichenden Kronenrand mit nachfolgender Sekundärkariesentstehung fest und in 8,6% konnten Retentionsverluste an den Brücken diagnostiziert werden. *Strub et al.* [88] mussten in 12,7% technische Misserfolge feststellen. Die Ursachen waren Frakturen im Bereich der Verblendung (6,2%) und des Metallgerüsts (5,2%) sowie Retentionsverluste (1,3%). Im Vordergrund standen jedoch in 23,3% der Fälle biologische Misserfolge.

Wenn man auf das Augenmerk auf die Verblendmaterialien von Brückengerüsten legt, so lässt sich sagen, dass viele der Kronen- und Brückengerüstmaterialien bei korrekter Verarbeitung eine fast unbegrenzte Lebensdauer aufweisen, da sie sich in der Mundhöhle nicht bedeutsam verändern. Mit einem gewissen Versagen durch lastinduzierte Rißöffnungs- und Rißwachstumseffekte im Rahmen der normalen Funktion muss jedoch gerechnet werden. Selbst im günstigsten Fall ist mit einer Abplatzrate von 5-8% nach fünf Jahren zu rechnen. Traumata, ungünstige statische Okklusionskontakte, Fehler bei der Präparation, Fehler bei der Gerüstfertigung und beim Keramikbrand, Fehler bei der Einprobe am Patienten und bei den späteren Nachbehandlungen können das Frakturrisiko begünstigen [49].

Im gleichen Maße verhält es sich in den Untersuchungen von *Hämmerle et al.* [29] und *Pjetursson et al.* [75], die als häufigste technische Misserfolge Retentionsverluste und Materialfrakturen angeben. Es kam bei *Budtz-Jorgensen und Isidor* [9] in jeweils 6 Fällen zu Gerüst-

reparaturen und Wiederbefestigungen der Konstruktionen. Bei *Öwall et al.* [73] kam es in 1,6% zu Pfeilerfrakturen, in 1,3% zu Retentionsverlusten und in 5,2% zu einem Gerüstbruch. Von den 22 Pfeilerzähnen mussten letztendlich 9 endodontisch behandelt werden.

*Decock et al.* [14] stellte in 82% biologische und in 18% technische Misserfolge fest. Retentionsverlust stellte die häufigste Ursache, mit oder ohne Karies, dar. Sekundärkaries wurde in neun Fällen festgestellt. In vier Fällen kam es zu Pfeilerfrakturen, zweimal zu Gerüstfrakturen und einmal zur Fraktur des Extensionsgliedes. In 40% kam es zur Behandlung von Sekundärkaries oder zu Wiederbefestigung der Konstruktion.

Brüche von Gerüsten oder der Zwischenglieder kommen selten vor. Einer Schätzung zu Folge handelt es sich um 1% aller Restaurationen. Die Ursachen sind entweder Unterdimensionierung von Verbindungsstellen zwischen Kronen oder Brückengliedern oder eine fehlerhafte Lötung bei der Metallkeramik. Häufig führt die Lötung, insbesondere nach dem Keramikbrand, zu fehlerhaften Ergebnissen [49].

Auch bei *Sundh und Ödman* [91] kam es in 9% zu Retentionsverlusten und in 6% zu Gerüstbrüchen. Reparaturen der Verblendung mussten in 3% der Fälle vorgenommen werden. *Lindquist und Karlsson* [62] berichten ebenso über das häufige Auftreten von Retentionsverlusten in Folge von Karies, sowie von parodontalen und ästhetischen Problemen. Unter der mangelnden Kronenrandsituation und Kronenkontur können auch ungünstige Folgen für das marginale Parodont ergeben. Es ist jedoch zumeist bei infragingivalen Restaurationsrändern mit einem Schaden zu rechnen. Daher ist Zurückhaltung bei der Platzierung von infragingivalen Restaurationsrändern ratsam [49].

Die hier beschriebenen technischen und biologischen Misserfolge können zwar durch eine genaue Planung, eine sorgfältig ausgeführte präprothetische und prothetische Behandlung sowie ein gezieltes Nachsorgeprogramm stark vermindert werden, vollkommen vermeiden lassen sie sich allerdings nie [89].

## 7.3 Überlebenszeiten im Vergleich mit anderen Studien

### 7.3.1 Überlebenszeitanalyse für alle untersuchten Brückenkonstruktionen

#### 7.3.1.1 Überspannte Brücken

Aus der Überlebenszeitanalyse im Bereich der überspannten Brücken ergab sich eine mittlere Haltbarkeitsdauer von 7,19 Jahren, während die 3-Jahres-Überlebensrate noch 88,3% betrug. Damit lag das Ergebnis dieser Untersuchung vorwiegend unterhalb der Resultate vergleichbarer Studien, welche anschließend aufgeführt werden.

*Nyman und Ericsson* [70] konnten nach einem 8- bis 11-jährigen Beobachtungszeitraum eine Überlebensrate von 100% verzeichnen. *Öwall et al.* [73] hingegen beschrieb eine Überlebensrate von 91% nach 5 Jahren. Nach 15 Jahren waren noch 64% der Konstruktionen intakt und nach 20 Jahren befanden sich noch 27% der Brücken in situ. Ein Grund für den doch relativ langen Erhalt dieser Konstruktionen könnten die Totalprothesen im Gegenkiefer sein, denn der Kaudruck ist durch die Totalprothese nicht so stark ausgeprägt wie im Falle einer natürlichen Bezahnung. *Lulic et al.* [63] ermittelten eine 5-Jahresüberlebensrate von 96,4%. Die 10-Jahresüberlebensrate belief sich auf 92,9%. Es wurde in Bezug auf die Überlebensrate auf die Voraussetzung einer engmaschigen Nachsorge und erfolgreichen parodontalen Therapie hingewiesen. In diese Untersuchung waren zwei spezialisierte Kliniken schwedischer Universitäten integriert. Dies kann ein Grund für das gute Ergebnis darstellen. *Kanno et al* [37] belegen ebenfalls gute Ergebnisse unter adäquater Nachsorge und Mundhygiene. Diese Aussagen lassen die Vermutung zu, dass die mangelnde Teilnahme an den Nachsorgeuntersuchungen in der hier vorliegenden Arbeit das Ergebnis negativ beeinflusst hat. *Leempoel et al.* [58] untersuchten 223 überspannte Brücken. Nach einem Jahr lag die Überlebensrate bei 99,3%, nach 5 Jahren bei 97,5%, nach 10 Jahren bei 91,9% und nach 12 Jahren bei 87%. Hingegen ermittelten *Fayyad und Al-Rafee* [20] eine mittlere Überlebensrate von 6,1 Jahren. Hinsichtlich des Resultates lag das Ergebnis der hier vorliegenden Untersuchung mit 7,19 Jahren über dem von *Fayyad und Al-Rafee*.

#### 7.3.1.2 Extensionsbrücken

Die mittlere Haltbarkeitsdauer der im Untersuchungskontingent der vorhandenen Extensionsbrücken belief sich auf 9,39 Jahre. Die 5-Jahres-Überlebensrate betrug 93,0% und nach 8 Jahren wies die Überlebensrate 84,5% auf.

Auch in der Gruppe der Extensionsbrücken wiesen die Untersuchungen des Schrifttums, im Vergleich zu den Resultaten in der vorliegenden Studie teilweise etwas höhere Überlebensraten auf. Das im Vergleich zu den Überlebenszeiten des Schrifttums die Resultate der hier vorliegenden Arbeit nach unten abweichen, kann unter Umständen darin zu Grunde liegen, dass die universitäre Einrichtung strengere Beurteilungskriterien in Bezug auf die Entscheidung zur Neuanfertigung anwendet. Aus dem vorliegenden Material waren keine eventuellen Zusammenhänge und Einflüsse der Untersuchergruppen (Studenten oder Zahnärzte) in Bezug auf die Überlebenszeit ersichtlich.

*Karlsson* [38] untersuchte nach 10 Jahren 238 Restaurationen nach und stellte eine Überlebensrate von 93,3% fest. Aus der Arbeit von *Nyman und Lindhe* [71] resultierte nach 5 bis 8 Jahren eine Überlebensrate von 92%. Es wurde in regelmäßigen Abständen Kontrolluntersuchungen und Mundhygieneinstruktionen durchgeführt. Ebenso verhielt es sich bei *Hochman et al.* [31] wo nach 10 Jahren noch 100% der 29 Extensionsbrücken in situ und funktionstüchtig waren. Dies kann zu einem positiven Einfluss des Resultates geführt haben. Die mangelnde Teilnahme an den Nachuntersuchungen konnte in der hier vorliegenden Arbeit dazu geführt haben, dass die Überlebensrate stärker absank. *Izikowitz* [33] untersuchte im Laufe der Studie 87 Extensionsbrücken. Nach den ersten 5 Jahren befanden sich noch 98% der Brücken in Funktion. Entsprechend lag der Anteil der funktionstüchtigen Konstruktionen nach 10 Jahren bei 82%, nach 15 Jahren bei 69% und nach 20 Jahren bei 49%. Bei *Randow et al.* [77] wiesen nach 6 bis 7 Jahren die Brücken mit einem Freielement eine Überlebensrate von 84% auf, während Konstruktionen mit zwei Anhängern nur eine Überlebensrate von 66% hervorbrachten. Jedoch konnten *Yi et al.* [104] nach einem Untersuchungszeitraum von etwa 3 Jahren, bei den 16 Extensionsbrücken mit einem Anhänger und den 17 Konstruktionen mit zwei Extensionsgliedern, eine 100%ige Überlebensrate feststellen. Es zeigte sich hier keinerlei Unterschied hinsichtlich der Anhängeranzahl. Dies kann allerdings auch an dem kurzen Untersuchungszeitraum liegen. *Karlsson* [39] kontrollierte 36 Extensionsbrücken, wobei die Überlebensrate nach 8 Jahren 95% und nach 14 Jahren 66,7% betrug. In der Arbeit von *Strub et al.* [88] zeigte sich, in einer durchschnittlichen Beobachtungsdauer von 5,9 Jahren eine Überlebensdauer von 64%. Das reduzierte Parodont und der Knochenabbau im Bereich der Pfeilerzähne könnte diese geringe Lebensdauer erklären. In einem Zeitraum von 5 Jahren wurden bei *Budtz-Jorgensen und Isidor* [9] 27 Patienten mit 42 Extensionsbrücken untersucht. Die Überlebensrate belief sich am Ende der Beobachtungszeit auf 81%. Dieses Resultat liegt unterhalb des hier ermittelten Ergebnisses. *Öwall et al.* [73] hingegen beschrieben eine Überlebensrate von 91% nach 5 Jahren. Nach 15 Jahren waren noch 64% der Konstruktionen

intakt und nach 20 Jahren befanden sich noch 27% der Brücken in situ. Im Laufe der Untersuchung verstarben zwei der Patienten und eine Brücke ging auf Grund einer Bestrahlungstherapie verloren. Diese Vorkommnisse könnten auch in der vorliegenden Studie zu einer Verringerung der Überlebenszeit geführt haben, denn es ist nicht bekannt wie viele der Patienten während des Untersuchungszeitraumes verstarben. *Palmquist und Swartz* [74] begutachteten 103 Konstruktionen. Nach 18-23 Jahren waren noch 72% der Restaurationen funktionsstüchtig. *Kerschbaum et al.* [48] untersuchten 1669 Brückenkonstruktionen, während die genaue Anzahl der Extensionsbrücken nicht angegeben wurde. Nach 5 Jahren waren noch 95% der Brücken, nach 10 Jahren 79% und nach 15 Jahren noch 64% der Konstruktionen in situ. Es zeigte sich bei den Extensionsbrücken ein um den Faktor 1,43 erhöhtes Verlustrisiko. Ebenso waren Brücken mit nur einem Pfeiler und einem Zwischenglied mehr als doppelt so stark gefährdet wie konventionelle Endpfeilerbrücken mit zwei Pfeilern. Im Rahmen der Arbeit von *Leempoel et al.* [58] wurden 235 Extensionsbrücken nachuntersucht. Die Überlebensrate dieser Brückenkonstruktion lag nach einem Jahr bei 99,6%, nach 5 Jahren bei 96,5%, nach 10 Jahren bei 89,9% und nach 12 Jahren bei 85,8%. Es ist doch in diesen Fällen nicht bekannt, ob es sich um vitale oder avitale Pfeilerzähne handelte und ob hier eventuell ein Zusammenhang bestand. Auffällig war nur, dass die Überlebensrate unter Einbeziehung avitaler Pfeilerzähne in fast gleicher Weise nach 12 Jahren abnahm. So lag die Überlebensrate bei vitalen bzw. avitalen Pfeilerzähnen nach einem Jahr bei 99,3% (+/- 0,2) bzw. 99,3% (+/- 0,5), nach 5 Jahren bei 97,6% bzw. 97,4%, nach 10 Jahren bei 92,9% bzw. bei 87,1% und nach 12 Jahren bei 87,7% bzw. 78,8%. Die Untersuchung von *Lindquist und Karlsson* [62] basierte auf einer Anzahl von 36 Extensionsbrücken. Nach 20 Jahren waren noch 81% der Konstruktionen in Funktion. In der folgenden Studie von *De Backer et al. (2007)* [13] wurden, in einem Zeitraum von 16 bis 20 Jahren, 168 Extensionsbrücken kontrolliert. Es wurde der Unterschied zwischen Extensionsbrücken, Kronen und Endpfeilerbrücken in Bezug auf die Überlebensrate bei vitalen bzw. avitalen Zähnen Pfeilerzähnen untersucht. Die Verwendung von devitalen Pfeilern für Extensionsbrücken birgt die Gefahr der Fraktur. Dies spiegelte sich in einer Überlebensrate von 74% (vitale Pfeilerzähne) und 52% (avitale Pfeilerzähne) nach 16 bis 18 Jahren wieder. Der Sachverhalt der Pfeilervitalität ist in der hier vorliegenden Arbeit nicht bekannt, er kann jedoch die Überlebensrate negativ beeinflusst haben.

Im Vergleich zu den in der hier vorliegenden Arbeit untersuchten Brückenkonstruktionen wurde im Schrifttum, aufgrund von systematischen Erhebungen, die durchschnittliche klinische Funktionsperiode von konventionellem festsitzendem Zahnersatz heute auf 15-20 Jahre

geschätzt. Erst nach dieser Zeit sind mehr als 50% der ursprünglich eingegliederten Konstruktionen verloren oder durch Erneuerungen ersetzt [49].

Unter Einbeziehung von biologischen und technischen Misserfolgen zeigte der konventionelle Zahnersatz eine hohe Überlebenswahrscheinlichkeit von 87-89% nach 10 Jahren und rund 75% nach 15 Jahren. Weniger als 5% der Brückenpfeiler gingen in einem Zeitraum von 10 Jahren verloren [30].

In vielen Fällen fanden sich günstigere Überlebensraten von Brücken gegenüber Einzelkronen. Dies könnte daran liegen, dass Einzelkronen oftmals als letzte Möglichkeit angesehen werden, einen Zahn zu erhalten. Während Brückenankerkrone vermehrt bei geringer vorgeschädigten Zähnen angefertigt werden [49].

Generell werden die Überlebensraten von herausnehmbaren Zahnersatz, der mit 8 bis 10 Jahren angegeben wird, deutlich übertroffen [89].

Man geht davon aus, dass vor dem Ende der Zehnjahresgrenze ca. 1% pro Jahr oder weniger der Restaurationen in Verlust geraten oder erneuert werden müssen. Somit liegen die Misserfolgsraten in der Größenordnung von 5% nach 5 Jahren und 10% nach 10 Jahren [49].

In der *Tabelle 4.5.1* in *Kapitel 4.5.1* sind die Überlebenszeiten der konventionellen Brückenkonstruktionen des Schrifttums dargestellt.

Unmittelbar nach der Eingliederung des festsitzenden Zahnersatzes waren Misserfolge bei fast allen bisherigen Untersuchungen sehr selten. Sie traten nur bei einer fehlerhaften Indikationsstellung, wie z.B. einer fehlerhaften Einschätzung des parodontalen Zustandes der Pfeilerzähne, groben Behandlungsmängeln, psychogener Unverträglichkeit und gravierenden technischen Fehlern auf. Die immer wieder diskutierten Qualitätsmerkmale der Restaurationen, in Form von Kronenrandspalt oder ähnlichem sowie die mangelnde Mundhygiene- und Pflegeverhalten durch den jeweiligen Patienten wirken sich in der ersten Phase kaum aus. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass eine fehlerhafte und risikoreiche Indikationsstellung, möglicherweise auf der Basis einer unsicheren oder fehlerbehafteten Diagnose, dominiert. Nach dieser so genannten Initialphase beginnt eine längere Periode von Verlusten auf höherem Niveau, denn zwischen dem fünften bis etwa zum fünfzehnten Jahr nach der Eingliederung, sind die Restaurationen immer wieder multiplen Noxen in der Gebrauchsphase ausgesetzt, wobei ebenso die aktuelle Gefährdung pro Zeiteinheit zunimmt [49].

Die Arbeit von *Kerschbaum* im Jahre 2000, ist die einzige Studie die einen Zeitraum von 25 Jahren abdeckt. Nach dieser Zeit waren noch etwa 30% der ursprünglich eingesetzten Brücken in Funktion. Es zeigte sich, dass Endpfeilerbrücken, Brücken im Seitenzahnbereich,

einspannige Brücken, Brücken im Unterkiefer sowie Brücken bei jüngeren Patienten die günstigsten Risiken aufwiesen [42].

Überspannte Brücken zählen, neben Frontzahnrestaurationen und hohem Patientenalter, in Verbindung mit schlechtem parodontalem Fundament, zu den Risikofaktoren die für einen vorzeitigen Verlust von Brückenkonstruktionen führen [44].

Jedoch zeigte sich, z.B. bei *Leempoel* in Bezug auf die überspannten Brücken eine mit 79% nach 12 Jahren ausgezeichnete Überlebensrate [58,60]. Ebenso zeigten vergleichbare Studien wie z.B. die von *Lulic et al.* [63] in dieser Brückenkategorie gute Langzeitergebnisse, selbst bei parodontal schwer geschädigtem Gebisszustand.

In Bezug auf die Extensionsbrücken verhielt es sich ähnlich. So zeigten *Decock et al.* [14] 18 Jahre nach Insertion der Restaurationen eine Überlebensrate von 70%. Als Hauptrisikofaktor galt hier die endodontische Behandlung von Pfeilerzähnen.

Es weist darauf hin, dass im Vergleich zu den konventionellen Brückenkonstruktionen die Extensions- und überspannten Brücken nicht unbedingt schlechter zu bewerten sind.

In der hier vorliegenden Untersuchung fielen die Überlebensraten der überspannten Brücken bzw. Extensionsbrücken stärker ab. Dies kann sich eventuell durch die mangelnde Nachsorgeteilnahme erklären lassen, die auf einer freiwilligen Teilnahme basiert. Auf diesem Wege hätten womöglich Misserfolge vermieden werden können. Zum anderen ist uns nicht bekannt gewesen, ob es sich in den einzelnen Fällen um vitale oder avitale Pfeilerzähne handelte, noch wurden aus den Patientenkarteien die parodontalen Verhältnisse der Patienten ersichtlich.

Zum Vergleich zu den Überlebenszeiten von überspannten Brücken und Extensionsbrücken im Schrifttum kann die *Tabelle 4.5.2* bzw. *Tabelle 4.5.3* in dem entsprechenden *Kapitel 4.5.2* bzw. *Kapitel 4.5.3* herangezogen werden.

### **7.3.2 Überlebensdauer in Abhängigkeit vom Geschlecht**

#### *7.3.2.1 Überspannte Brücken*

Die mittlere Überlebensdauer der vorhandenen Brücken lag bei den Männern höher als bei den Frauen.

In der Arbeit von *Leempoel et al.* [58] konnte ebenfalls kein Einfluss vom Geschlecht in Bezug auf die Überlebensrate der Brücken festgestellt werden. Im Schrifttum werden dies bezüglich keine weiteren Aussagen getroffen. Dies lässt vermuten, dass das Geschlecht keinen Einfluss auf die Überlebenszeit von überspannten Brücken besitzt.

### 7.3.2.2 *Extensionsbrücken*

Bei den Männern war die mittlere Überlebenszeit der Extensionsbrücken geringfügig länger als bei den Frauen. Der Grund dafür könnte das eventuell jüngere und somit günstigere Alter der Männer zum Zeitpunkt der Eingliederung gewesen sein. Die Aussage von *Kerschbaum et al.*, dass sich mit zunehmendem Alter bei Eingliederung des Zahnersatzes das Verlustrisiko bis zum Fünffachen erhöhen würde, untermauert unsere Mutmaßung. Parodontale Geschehnisse könnten hierfür zu Grunde liegen [48].

Bei *Kerschbaum et al.* konnte kein Einfluss vom Geschlecht auf die Verweildauer der Extensionsbrücken festgestellt werden. Es konnte somit, seiner Meinung nach, die immer wieder vorgetragene These, dass bei Frauen günstigere Verweilquoten zahnärztlicher Restaurationen gefunden werden, nicht unterstützt werden [48].

Im weiteren Schrifttum wurden hinsichtlich des Einflusses vom Geschlecht auf die Verweildauer von Extensionsbrücken keine weiteren Aussagen getroffen. Dies lässt die Wahrscheinlichkeit zu, dass das Geschlecht eine eher untergeordnete Rolle bezüglich der Verweildauer von feststehendem Zahnersatz spielt.

## 7.3.3 *Überlebensdauer in Abhängigkeit der Lokalisation*

### 7.3.3.1 *Überspannte Brücken*

Die Auswertungen der Überlebenszeiten für Ober- und Unterkieferbrücken ergab eine deutlich längere Verweildauer des im Unterkiefer lokalisierten Zahnersatzes, welcher sich jedoch als *nicht signifikant* herausstellte.

Dies bezüglich scheinen die Zusammenhänge mit der in *Kapitel 4.3.4* angesprochenen „Deformation der Mandibula unter Funktion“, welche sich negativ im Zuge der Abformung, der anschließenden Modellherstellung und der Restorationspassgenauigkeit auswirken, in der vorliegenden Untersuchung nicht zum Tragen zu kommen. Ebenso kann die Einzementierung im Unterkiefer ohne ausreichende Trockenlegung zu späteren Misserfolgen führen, welche in der vorliegenden Untersuchung nicht in hohem Maße anzutreffen scheint. Auch könnte sich eine womöglich längere Überlebensdauer der überspannten Brücken ergeben, wenn sich die Restauration nicht direkt im Kauzentrum befindet.

In der Literatur kamen im Bereich der überspannten Brücken keine vergleichbaren Angaben in Bezug auf die Verweildauer hinsichtlich der Lokalisation vor.

Jedoch trafen *Kerschbaum et al.* [48] die auf alle Brückenkonstruktionen bezogene Aussage, dass im Vergleich zu Unterkieferbrücken diejenigen im Oberkiefer um circa ein Drittel risikoreicher sind. Diese Angabe deckt sich mit dem hier vorliegenden Resultat.

#### 7.3.3.2 *Extensionsbrücken*

In Abhängigkeit der Lokalisation zeigte sich im Unterkiefer eine *signifikant* längere mittlere Haltbarkeitsdauer.

In der Untersuchung von *Decock et al.* [14] hingegen gingen mehr Brückenkonstruktionen im Unterkiefer (38%) als im Oberkiefer (25%) verloren. Dieser Unterschied stellte sich jedoch als nicht signifikant heraus. *De Backer et al.* [12] konnten ebenfalls keinen signifikanten Unterschied in Bezug auf die Lokalisation der Brückenkonstruktion feststellen. Laut *Kerschbaum et al.* [48] sind Restaurationen im Oberkiefer um circa ein Drittel risikoreicher als im Unterkiefer. Was seiner Aussage nach gut mit den zahnärztlichen Erfahrungen übereinstimmt und sich auch mit dem hier vorliegenden Untersuchungsergebnis deckt.

### 7.3.4 *Überlebensdauer in Abhängigkeit von der Pfeileranzahl*

#### 7.3.4.1 *Überspannte Brücken*

Bei einer Anzahl von „zwei“ Pfeilern stellte sich eine höhere Verweildauer im Gegensatz zu der Pfeileranzahl von „drei und mehr“ Pfeilerzähnen heraus. Es ergab sich ein *signifikanter* Unterschied.

In Bezug auf überspannte Brücken wurde in der Literatur weniger auf die Pfeileranzahl eingegangen, sondern eher auf die Beachtung des *Ante'schen Gesetzes* und dessen Folgen.

So konnten *Leempoel et al.* [58] feststellen, dass 223 Brückenkonstruktionen die meist mit „zwei bis drei“ Brückenpfeilern fixiert waren und nicht dem *Gesetz von Ante* entsprachen, eine signifikant geringere Überlebensrate aufwiesen im Gegensatz zu konventionellen Endpfeilerbrücken. Die Überlebensrate entsprach nach 10 Jahren 86,5% wohingegen die konventionellen Endpfeilerbrücken, die dem *Gesetz nach Ante* entsprachen, eine Überlebensrate von 92,7% aufwiesen. Es wurde keine Aussage darüber getroffen, inwieweit es sich innerhalb der Konstruktionen um vitale oder avitale Pfeilerzähne handelte. Ein Zusammenhang ist jedoch denkbar, da Restaurationen die mit avitalen Pfeilerzähnen kombiniert waren, eine geringere Überlebensrate aufwiesen. Dies könnte auch im Zusammenhang mit unserem Ergebnis stehen.

Ebenso äußerten sich *Nyman und Ericsson* [70] weniger über die Pfeileranzahl und deren Einfluss auf die Überlebenszeit. Sie lenkten ihr Augenmerk vielmehr auf die desmodontale Gesamtfläche der Pfeilerzähne. Trotz oft dramatisch reduzierter parodontaler Stütze waren auch noch 8-11 Jahren die zu beurteilenden Brücken in Funktion, ohne das ein weiterer Attachmentverlust der Pfeilerzähne festgestellt werden konnte.

#### 7.3.4.2 Extensionsbrücken

In Bezug auf die Pfeileranzahl war der Unterschied der einzelnen Gruppen nur gering. Während die Gruppe mit „zwei“ Pfeilerzähnen eine höhere mittlere Überlebenswahrscheinlichkeit aufwies als die Gruppe mit „drei und mehr“ Pfeilerzähnen. Dieser Unterschied stellte sich als *signifikant* heraus.

*Leempoel et al.* [58] untersuchten ebenfalls die Verweildauer von Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Pfeileranzahl. Entweder handelte es sich um „einen“ Pfeiler und ein Extensionsglied oder um „zwei bis drei“ Pfeiler und ein Freieglied bzw. Endpfeiler oder um „fünf oder mehr“ Pfeiler mit einem Freieglied bzw. Endpfeiler. Im Ergebnis zeigte sich eine höhere Überlebensrate mit steigender Anzahl der Pfeilerzähne. Dies steht im Gegensatz zu den hier vorliegenden Ergebnissen. In dieser Untersuchung lag jedoch auch kein Fall mit nur einem Pfeiler und einem Extensionsglied vor. Ebenso wiesen *Hochman et al.* [31] darauf hin, dass möglichst viele Pfeilerzähne in die Brückenkonstruktion mit einbezogen werden sollten. Da es bei einer zu geringen Anzahl der Pfeilerzähne zu einer Überbelastung des Parodonts kommen würde. *Kerschbaum et al.* [48] fanden heraus, dass Brücken mit nur einem Pfeiler und einem Brückenglied mehr als doppelt so stark gefährdet sind wie Standardbrücken mit zwei Pfeilerzähnen. Zudem zeigten sich Freie situations primär höher (ca. 40%) verlustgefährdet im Vergleich zu Endpfeilerbrücken.

Dies wiederum bestätigte das unnötig hohe Planungsrisiko, das derartigen Konstruktionen anhaftet. Sie entsprechen nicht dem aktuellen prothetischen Standard. Die Einbeziehung eines zweiten Brückenpfeilers würde dieses Risiko normalisieren [44].

*Landolt und Lang* [55] äußerten sich nicht direkt über den Einfluss der Pfeileranzahl auf die Verweildauer. In Anlehnung an die Studie von *Glantz und Nyman* [25] erwähnten sie jedoch, dass technische Komplikationen wie Frakturen im Brückengerüst, im Zementsiegel oder der Wurzeln und Stümpfe bei Patienten mit gesunden, aber stark reduzierten parodontalen Stützgeweben weniger häufig auftraten, als wenn wenige relativ unbewegliche Zähne als Pfeiler dienten. Daher nahmen sie an, dass auf leicht mobile Pfeilerzähne okklusale Kräfte weniger

Stress ausübten, so dass Kräfte kaum eine Größe erreichen, welche zu Wurzelfrakturen führten. Des Weiteren wiesen sie nochmals auf die Notwendigkeit von vitalen Pfeilerzähnen, der Parallelisierung der Pfeilerstümpfe und der zum Extensionsglied entgegengesetzten Neigung der Pfeilerpräparation hin, um technische Misserfolge zu vermeiden.

Diese Aspekte könnten der Grund sein, warum in der hier vorliegenden Untersuchung die Gruppe mit „drei und mehr“ Pfeilern eine geringere Überlebenswahrscheinlichkeit aufwies. Wobei in dieser Auswertung die Anzahl der Extensionsglieder unbeachtet blieb.

### ***7.3.5 Überlebensdauer in Abhängigkeit von der Kennedy-Klasse***

#### *7.3.5.1 Überspannte Brücken*

Die Überlebenszeiten der bei einem Befund der Kennedy-Klasse III eingegliederten Brücken zeigten tendenziell höhere Überlebensrate als Brücken, die bei der Kennedy-Klasse I und Kennedy-Klasse II eingegliedert wurden.

In der Literatur fanden sich keine Quellen, die sich mit der Auswirkung verschiedener Lückensituationen auf die Überlebenszeit von überspannten Brücken befassten.

Ein Vergleich war daher in diesem Bereich nicht möglich und eine klinische Relevanz ist daher eher fraglich.

#### *7.3.5.2 Extensionsbrücken*

Die Kennedy-Klasse III zeigte auch bei den Extensionsbrücken eine höhere mittlere Überlebenszeit als die Kennedy-Klassen I und Kennedy-Klasse II.

Auch im Bereich der Extensionsbrücken waren keine vergleichbaren Angaben in der Literatur zu finden. Was auch in dieser Hinsicht eine klinische Relevanz in Frage stellt.

### ***7.3.6 Überlebensdauer in Abhängigkeit von der Gegenkieferbezahnung***

#### *7.3.6.1 Überspannte Brücken*

Die höchste mittlere Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit der Gegenkieferbezahnung ergab sich wenn ein festsitzender Zahnersatz im Gegenkiefer vorhanden war.

Bei herausnehmbarer und keiner prothetischen Versorgung variierten die Ergebnisse nur gering.

Dieses Ergebnis ist allerdings erstaunlich, da bei natürlicher Bezahnung oder feststitzendem Zahnersatz ein stärkerer Kaudruck vorliegt als bei herausnehmbaren Zahnersatz.

Im Schrifttum wurden diesbezüglich keine Angaben gemacht. Was darauf schließen lässt, dass die Gegenkieferbezahnung eine eher untergeordnete Rolle spielt, wenn es sich um die Verweildauer von überspannten Brücken handelt oder es wurde bisher noch kein Fokus auf diesen Aspekt gelegt.

### *7.3.6.2 Extensionsbrücken*

In Abhängigkeit von der Gegenkieferbezahnung ergab sich die längste mittlere Verweildauer bei herausnehmbarem Zahnersatz, dicht gefolgt von der natürlichen Bezahnung und dem feststitzenden Zahnersatz.

Es lässt sich vermuten, dass bei herausnehmbarem Zahnersatz der Kaudruck und somit die Belastung der Extensionsbrücken geringer ist als bei einer natürlichen Bezahnung.

*Randow et al.* [77] konnten ebenfalls keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Gegenkieferbezahnung und der Verweildauer von Extensionsbrücken feststellen. Hingegen stellte *Izikowitz* [33] im Fall von antagonistischen Totalprothesen eine signifikant geringere Überlebenszeit der Extensionsbrücken fest, als bei Patienten mit einer natürlichen Bezahnung im Gegenkiefer. In der Arbeit von *Landolt und Lang* [55] wurde zwar auf die Gegenkieferbezahnung eingegangen, es wurden jedoch keine Aussagen über den Zusammenhang mit der Überlebensdauer aufgeführt. Was darauf schließen lässt, dass es auch in dieser Untersuchung kein signifikanter Unterschied festgestellt wurde.

### ***7.3.7 Überlebensdauer in Abhängigkeit von der Lage des Extensionsgliedes***

Eine deutlich höhere mittlere Haltbarkeitsdauer lag im Fall der distalen Ausrichtung des Freieendgliedes vor.

Die in der Literatur verfügbaren Studien bezogen sich nur selten auf die Ausrichtung des Extensionsgliedes.

Bei *Hochman et al.* [31] erfolgte eine Einteilung in mesiale und distale Freieendglieder. Die mesialen Extensionsglieder dienten dem Ersatz eines lateralen Schneidezahnes bzw. eines ersten Prämolaren, während die distalen Extensionsglieder zum Ersatz eines ersten Molaren herangezogen wurden. Da nach 10 Jahren noch alle Konstruktionen ohne Ausnahme in situ und funktionstüchtig waren, kann man davon ausgehen, dass die Richtung der Extensions-

glieder sowie die Position im Kauzentrum einen eher geringen Einfluss auf die Haltbarkeit von Extensionsbrücken ausübt.

*Nyman und Lindhe* [71] bezogen sich ausschließlich auf distale Extensionsbrücken. Eine Untersuchung wurde nur in der Länge der Extension durchgeführt. Dabei fand man an 15 Konstruktionen ein Extensionsglied, in 18 Fällen lagen zwei Extensionsglieder und in 10 Fällen drei und mehr Extensionsglieder vor. Der Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen war jedoch sehr gering und wies im Ergebnis keinerlei signifikanten Unterschied auf. *Reuter und Brose* [80] teilten die Extensionsbrücken ebenfalls in Gruppen ein. In der ersten Gruppe lagen die Brücken jeweils vor dem Eckzahn, in der zweiten Gruppe hinter dem Eckzahn und in der dritten Gruppe beidseits, also vor und hinter dem Eckzahn. Es handelte sich dabei um jeweils „ein bis zwei“ Pfeiler mit je einem Freidendglied. Im Ergebnis konnte für die dritte Gruppe die höchste Misserfolgsrate, gefolgt von der ersten und zweiten Gruppe errechnet werden. *Landolt und Lang* [55] konnten bei 15% der Brücken (12) ein Retentionsverlust feststellen. Elf dieser Brücken wiesen distal nur ein Extensionsglied auf, bei einer Brücke waren zwei Extensionsglieder vorhanden. Das Augenmerk wurde also hierbei eher auf die Anzahl der Freidendglieder, welche in dieser hier vorliegenden Studie unbeachtet blieb, als auf deren Ausrichtung gelegt. In der Untersuchung von *Öwall et al.* [73] wurden ausschließlich distale Extensionsbrücken betrachtet. Es konnte daher kein Vergleich durchgeführt werden. *Kerschbaum et al.* [48] fanden heraus, dass die Versorgung einer verkürzten Zahnreihe mit einer Extensionsbrücke grundsätzlich einen um den Faktor 1,43 erhöhtes Verlustrisiko in sich birgt.

Es zeigte sich, dass eine Untersuchung bezüglich der Ausrichtung des Extensionsgliedes eine eher untergeordnete Rolle spielte, so lag der Fokus im Schrifttum vielmehr auf der Anzahl der Extensionsglieder bzw. dem Vergleich zwischen konventionellen Endpfeilerbrücken und Extensionsbrücken. Aber auch hier waren die Ergebnisse unterschiedlich, was in Zusammenhang mit der regelrechten Ausführung der Konstruktion stehen könnte.

*Sundh und Ödman* [91] untersuchten 31 Extensionsbrücken. 25 Freidendbrücken wiesen einen Anhänger und 6 Brücken zwei Extensionsglieder auf. Nach einem Untersuchungszeitraum von 18 Jahren gingen insgesamt 10 der Extensionsbrücken verloren. Es handelte sich dabei in 8 Fällen um Konstruktionen mit einem Anhänger und in 2 Fällen um Brücken mit zwei Extensionsgliedern. Es war jedoch kein signifikanter Unterschied in der Anzahl der Freidendglieder erkennbar.

*Yi et al.* [104] konnten in ihrer Untersuchung im Ergebnis keinen Unterschied zwischen Extensionsbrücken mit einem oder zwei Anhängern hinsichtlich der Überlebenszeit feststellen.

Hingegen konnten *Radow et al.* [77] ableiten, dass bei Extensionsbrücken die mit zwei Anhängerzähnen versorgt wurden, mit einer höheren Misserfolgsrate zu rechnen war, als bei Konstruktionen die nur ein Extensionsglied aufwiesen.

Ein Unterschied zwischen Restaurationen **mit** und **ohne** Extension konnte bei *Lindquist und Karlsson* [62] nicht dargestellt werden.

Es scheint also weder in Bezug auf die Ausrichtung noch auf die Anzahl der Extensionsglieder eine eindeutige Aussage hinsichtlich des Einflusses auf die Überlebenswahrscheinlichkeit möglich zu sein.

## 8 Schlussfolgerung

Aus dem Ergebnis der hier vorliegenden Untersuchung sowie aus Daten des Schrifttums wird deutlich, dass selbst Restaurationen in Form von überspannten Brücken bzw. Extensionsbrücken bei guter oraler Vorbehandlung, regelrechter Ausführung der Konstruktion sowie anschließend ausreichender Mundhygiene durch den Patienten eine gute Langzeitprognose aufweisen können und eine gute Alternative zu herausnehmbarem Zahnersatz bieten. Demzufolge ist die Bezeichnung der „Risikokonstruktion“ hinsichtlich dieser Restaurationen in Frage zu stellen und sollte daher sorgfältig überdacht werden.

Bezüglich der Überlebenszeit der hier untersuchten Brückenkonstruktionen wäre auch ein multizentrisches Studienverfahren denkbar, denn in der Literatur wie auch in der hier vorliegenden Studie lagen oftmals nur geringe Fallzahlen vor. Diese Multizentrität ist für Wirksamkeitsstudien von Behandlungsmethoden erwünscht. Diese Studien sollen über mehrere Standorte verteilt durchgeführt werden um eine lokale Beeinflussung des Ergebnisses auszuschließen. Mit diesem Untersuchungsverfahren könnten die gewonnenen Ergebnisse womöglich sicherer, genauer und somit aussagekräftiger sein. Allerdings verlangt eine solche multizentrische Studie einen weit höheren Aufwand hinsichtlich der Planung und Organisation. Notwendig ist eine detaillierte Planung des Studienablaufes, ein Monitoring während der gesamten Durchführungsphase und eine möglichst unabhängige Erfassung und Auswertung der gewonnenen Daten. Dieser Mehraufwand führt jedoch häufig dazu, dass solch eine multizentrische Studie nur zustande kommt, wenn ein übergeordnetes Interesse besteht [68].

## 9 Zusammenfassung

In dieser retrospektiven Longitudinalstudie wurden an einem Patientenkollektiv über einen Zeitraum von 1997 bis Anfang 2008 die Überlebensrate so genannten festsitzenden „Risiko-konstruktionen“ in Form von 41 überspannten Brücken und 71 Extensionsbrücken untersucht und mögliche Einflussfaktoren, die das Verlustrisiko erhöhen, identifiziert.

Diese Untersuchung stützte sich ausschließlich auf Daten von Patienten der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Justus-Liebig-Universität Gießen.

Im Patientenkontingent der überspannten Brücken (36 Patienten) machten die Männer in der Geschlechterverteilung den größeren Anteil aus. Der Altersdurchschnitt lag bei 55,05 Jahren. Die Mehrzahl der Brückenkonstruktionen war im Unterkiefer lokalisiert. Im Gegenkiefer war überwiegend festsitzender Zahnersatz vorhanden. In 53,7% der Fälle lag eine durch Schatlücken unterbrochene Zahnreihe und in 46,3% eine einseitige oder doppelseitige Freundsituation vor. Im Mittel wurden bei der Brückenkonstruktion 2 Zähne zur Verankerung verwendet.

Die durchschnittliche Verweildauer der überspannten Brücken wurde mit der Überlebenszeitanalyse nach Kaplan-Meier ermittelt. Bei der Bestimmung der Verlustrisiken fand die Hazard-Analyse ihre Anwendung. Die Signifikanzanalyse wurde mit dem Log-Rank-Test durchgeführt, wobei einheitlich ein Signifikanzniveau von 5% vorgegeben wurde.

Die durchschnittliche Überlebenszeit betrug 7,19 Jahre. Dabei fiel diese bei den Männern am höchsten aus. Die Unterkieferbrücken hielten länger als die im Oberkiefer lokalisierten Brücken. Bei einer Pfeileranzahl von „zwei“ pro Brückenkonstruktion lag die Überlebenswahrscheinlichkeit *signifikant* höher als bei einer Verankerung von „drei und mehr“ Pfeilern. Die durchschnittliche Verweildauer fiel bei der Situation der Kennedy-Klasse III am höchsten aus, gefolgt von den Befunden der Klassen II und I. Im Falle einer festsitzenden Versorgung des Gegenkiefers ergab sich eine bessere Überlebenswahrscheinlichkeit der überspannten Brücken, als in Fällen mit herausnehmbarem oder keinem Zahnersatz (natürliche Bezahnung). Diese Ergebnisse erwiesen sich jedoch, bis auf die Anzahl der Pfeilerzähne, als *nicht signifikant*. Rezementierung sowie Defekte der Brückenverblendung machten Reparaturen notwendig. Bei 5,5% der Pfeilerzähne wurde eine Extraktion vorgenommen. Am Ende des Beobachtungszeitraumes war die Neuversorgung von 22% der beobachteten Fälle notwendig geworden. Gründe waren Gerüstbruch, Extraktion der Pfeilerzähne, technische Mängel der Konstruktion und Kronenrandkaries.

Die Untersuchungen im Rahmen der Extensionsbrücken führten zu ähnlichen Ergebnissen. Im Patientenkontingent (57 Patienten) überwogen jedoch die Frauen eindeutig mit 70,2% gegenüber den Männern. Der Altersdurchschnitt betrug dabei 52,04 Jahre. Die Lokalisation der Brücken war in ihrer Verteilung annähernd gleich. Die Gegenkieferbezahnung wurde überwiegend durch festsitzenden Zahnersatz dargestellt, gefolgt von herausnehmbarem und kein Zahnersatz. In 83,1% der Fälle lag eine einseitige und doppelseitige Freundsituation vor, der Rest wurde durch die Kennedy-Klasse III dargestellt. Auch bei den Extensionsbrücken wurden meist zwei Pfeilerzähne in die Konstruktion eingebunden.

Die mittlere Haltbarkeitsdauer der im Untersuchungskontingent vorhandenen Extensionsbrücken belief sich auf 9,39 Jahre. Es wurde in der Geschlechterverteilung eine mit 9,52 Jahren *nicht signifikant* höhere Überlebenswahrscheinlichkeit der Extensionsbrücken in der Gruppe der Männer, im Gegensatz zu den Frauen mit 9,33 Jahren festgestellt. In Abhängigkeit der Lokalisation zeigte sich im Unterkiefer eine *signifikant* höhere Verweildauer. Im Zusammenhang mit der Pfeileranzahl zeigte sich ebenfalls eine *signifikant* höhere mittlere Haltbarkeitsdauer zu Gunsten der Gruppe mit „zwei“ Pfeilerzähnen gegenüber den Konstruktionen mit „drei und mehr“ Pfeilern. Die Kennedy-Klasse III fiel auch bei den Extensionsbrücken am höchsten aus. Bei der Untersuchung der Überlebenszeit in Abhängigkeit der Gegenkieferbezahnung ergab sich die längste Verweildauer bei herausnehmbarem Zahnersatz, gefolgt von keinem und schließlich festsitzendem Zahnersatz. In der mittleren Haltbarkeitsdauer zeigte sich eine höhere Überlebensdauer der distalen Extensionsbrücken. Diese Ergebnisse erwiesen sich jedoch, bis auf die Lokalisation und die Anzahl der Pfeilerzähne, als *nicht signifikant*. Im Kontingent der Extensionsbrücken mussten im Laufe der Untersuchung ebenfalls Pfeilerzähne extrahiert (3,4%) werden. Reparaturen wurden aufgrund von Rezementierungen, Verblendschäden und Löchern im Gerüst vorgenommen. In 22,5% wurden letzten Endes Neuanfertigungen nötig. Ursache waren Extraktionen der Pfeilerzähne, Bruch des Brückengerüsts, mangelnde technische Ausführungen der Konstruktion, parodontale und endodontale Komplikationen sowie Kronenrandkaries.

## Summary

The aim of this clinical study was to evaluate the long-term survival of 41 extended bridges who don't meet Ante's law and 71 cantilever fixed partial dentures, the number of abutment teeth, the influencing factors on survival as well as the type of number and necessary treatments during the observation period.

The study is based on the data of 36 (extended bridges) and 57 patients (cantilever fixed partial dentures) who had received 41 extended bridges and 71 cantilever fixed partial dentures from 1997-2007 in the Justus-Liebig University of Gießen. The mean age of the patients was 55.05 years (extended bridges) and 52.04 years (cantilever fixed partial dentures). The mean observation period was  $3.19 \pm 0.08$  years (maximum 10.62) for the extended bridges and  $3.09 \pm 0.31$  (maximum 10 years) for the cantilever fixed partial dentures. Only patients with complete data sets were included in the study. The influence of patient's gender, location of denture (upper/lower jaw), number of abutment teeth, their distribution (Kennedy-class) the dentition in the opposing jaw (removable dentures, fixed partial dentures or natural dentition), position of the cantilever pontic (mesial/distal) were analysed. Statistical Analysis was performed using a Kaplan-Meier-method ( $p < 0.05$ ) in combination with a Cox regression.

The mean survival time of the extended bridges was 7.19 years and 9.39 years of the cantilever fixed partial dentures. During the observation period 22.0% of the extended bridges and 22.5% of the cantilever fixed partial dentures ceased functioning. Reasons for failure were material fractures, extraction or caries of the abutment teeth as well as periodontal and endodontic diseases. 5.5% of the abutment teeth of the extended bridges and 3.4% of the cantilever fixed partial dentures were extracted. Significant differences in the survival rates were found for "2" abutment teeth for all of the analysed bridges ( $p < 0.05$ ) and for the restorations in the lower jaw in the extended bridges group ( $p < 0.05$ ).

## 10 Literaturverzeichnis

1. Ante IH: The fundamental principles of abutments. Michigan Dent Soc Bull 1926;8:14-23.
2. Bergenholtz G, Nyman S: Endodontic complications following periodontal and prosthetic treatment of patients with advanced periodontal disease. J Periodontol 1984;55:63-68.
3. Biffar R, Mundt T: Die einseitig verkürzte Zahnreihe. Zahnmedizin up2date 2010;1:91-112.
4. BKK (Hrsg): Qualität und Wirtschaftlichkeit in der zahnmedizinischen Versorgung. Essen: 1992.
5. BLZK, Redaktion: Kerschbaum-Studie: Haltbarkeit von Kronen und Brücken-Gutes Zeugnis für die zahnärztliche Arbeit. ZBay 2001;1-2.
6. BMGS, Pressemitteilung: Finanzentwicklung der gesetzlichen Krankenversicherung im Krisenjahr 2009 besser als erwartet. Bundesministerium für Gesundheit 2010;15:6-7.
7. Böning K: Risikobewertung und Aufbau vorgeschädigter Pfeilerzähne. Zahnärztebl Sachs 2010;1:23-27.
8. Brunner T, Walti D, Menghini G: Spätergebnisse mit fixem Zahnersatz bei minderbemittelten Erwachsenen. Schweiz Monatsschr Zahnheilk 1992;102:1029-1029.
9. Budtz-Jorgensen E, Isidor F: A 5-year longitudinal study of cantilevered fixed partial dentures compared with removable partial dentures in a geriatric population. J Prosthet Dent 1990;64:42-47.
10. Creugers NH, De Kanter RJ, Verijden CW, Van't Hof MA: Risk factors and multiple failures in posterior resin-bonded bridges in a 5-year multi-practice clinical trial. J Dent 1998;26:397-402.
11. Creugers NH, Käyser AF, van't Hof MA: A meta-analysis of durability data on conventional fixed bridges. Community Dent Oral Epidemiol 1994;22:448-452.

12. De Backer H, Van Maele G, De Moor N, Van den Berghe L, De Boever JA: A 20-year retrospective survival study of fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 2006;19:143-153.
13. De Backer H, Van Maele G, Decock V, Van den Berghe L: Long-term survival of complete crowns, fixed dental prostheses, and cantilever fixed dental prostheses with posts and cores on root canal-treated teeth. *Int J Prosthodont* 2007;20:229-234.
14. Decock V, De Nayer K, de Boever JA: A 18-year longitudinal study of cantilevered fixed restorations. *Int J Prosthodont* 1996;9:331-340.
15. DGÄZ (2010): Warum sollte man eine Zahnlücke nicht "offen" lassen? (letzter Stand: 17.05.2010)<http://www.dgaez.de/patienten/gesunde-und-schoene-zaehne/kronen-und-bruecken/warum-sollte-man-eine-zahnluecke-nicht-offen-lassen.html>
16. Diedrichs G: Ist das Teleskopsystem noch zeitgemäß? *ZWR* 1990;99:78-82.
17. Eickholz P: Langfristiger Erfolg weitspanniger Brücken auch bei parodontal stark vorgeschädigten Pfeilerzähnen. *Dtsch Zahnärztl Z* 2008;63:463-463.
18. Erhardson S, Carlsson J, Wictorin L: Brottmekanisk dimensionering av dentala guldlödningar. *Swed Dent J* 1980;5:1-62.
19. Erpenstein H, Kerschbaum Th, Fischbach H: Verweildauer und klinische Befunde bei Kronen und Brücken. *Dtsch Zahnärztl Z* 1992;47:315-319.
20. Fayyad MA, Al-Rafee MA: Failure of dental bridges. IV. Effect of supporting periodontal ligament. *J Oral Rehabil* 1997;24:401-403.
21. Ferger P, Wöstmann B (Hrsg): *Handbuch der zahnärztlichen Prothetik*. Gießen: Poliklinik für zahnärztliche Prothetik, Justus-Liebig-Universität, 2004.
22. Fishman B: The rotational aspect of mandibular flexure. *J Prosthet Dent* 1990;64:483-485.
23. Freilich MA, Niekrash CE, Katz RV, Simonsen RJ: Periodontal effects of fixed partial denture retainer margins: configuration and location. *J Prosthet Dent* 1992;67:184-190.
24. Gates GN, Nicholls JI: Evaluation of mandibular arch width change. *J Prosthet Dent* 1981;46:385-392.
25. Glantz P-O, Nyman, S: Technical and biophysical aspects of fixed partial dentures for patients with reduced periodontal support. *J Prosthet Dent* 1982;47:47-51.

26. Glockmann E, Köhler J, Vollandt R: Gründe für Zahnverlust in den neuen Bundesländern - eine epidemiologische Feldstudie im Jahre 1994/95 -. Institut der Deutschen Zahnärzte, Köln 1999;1:1-15.
27. Grunert I: Geroprothetik - eine Herausforderung für die Zukunft. Zahnärztl Mitt 2008;98:38-41.
28. Grunert I: Gerostomatologie - Zukunftsbereich in der zahnärztlichen Praxis. Bayr Zahnärztebl 2008;Oktober 8:48-51.
29. Hämmerle CH, Ungerer MC, Fantoni PC, Bragger U, Burgin W, Lang NP: Long-term analysis and technical aspects of fixed partial dentures with cantilevers. Int J Prosthodont 2000;13:409-415.
30. Heydecke G, Richter E, Seedorf H: Festsitzender Zahnersatz für zahnbegrenzte Lücken. Wissenschaftlich Mitteilung der Deutschen Gesellschaft für zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde (DGZPW) 2008.
31. Hochman N, Ginio I, Ehrlich J: The cantilever fixed partial denture: a 10-year follow-up. J Prosthet Dent 1987;58:542-545.
32. ICCMO: Verwindung UK-Abdrucknahme- Die Verwindung des Unterkiefers während der Abdrucknahme und ihre Auswirkung auf okklusale Interferenzen (letzter Stand: 24.03.2010) <http://www.iccmo.de/literatur/diverse-themen/verwindung-unterkiefer>
33. Izikowitz L: A long-term prognosis for the free-end saddle-bridge. J Oral Rehabil 1985;12:247-262.
34. Jung F: Über die Reaktionen des Gebisses auf Gaumenplatten. Dtsch Zahnärztl Z 1957;12:688-695.
35. Jung F: Veränderungen des Prothesenlagers unter der Teilprothese. Dtsch Zahnärztl Z 1959;14:105-107.
36. Jung F: Die funktionell-elastische Deformation des Kieferknochens und die Eigenbeweglichkeit der Zähne. Schweiz Monatsschr Zahnheilk 1960;70:17-30.
37. Kanno T, Nakamura K, Hayashi E, Kimura K, Hirooka H: What Prosthodontic Therapy Should we Select for Periodontally Compromised Patients? Part 2: A Review of the Literature Focusing on Conventional Prosthodontic Therapy for Periodontally Compro-

- mised Patients and Clinical Implication (RPD vs FPD vs Implant). *Nihon Hotetsu Shika Gakkai Zasshi* 2008;52:143-149.
38. Karlsson S: A clinical evaluation of fixed bridges, 10 years following insertion. *J Oral Rehabil* 1986;13:423-432.
39. Karlsson S: Failures and length of service in fixed prosthodontics after long-term function. A longitudinal clinical study. *Swed Dent J* 1989;13:185-192.
40. Käyser AF, Creugers NH, Plasmans PJ, Postema N, Snoek PA (Hrsg): *Kronen- und Brückenprothetik: Behandlungsplanung, Indikation, Ausführung, Langzeitbewährung*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag, 1997.
41. Kerschbaum T: Zur Bedeutung von Nachuntersuchungen in der zahnärztlichen Prothetik. *Dtsch Zahnärztl Z* 1983;38:990-997.
42. Kerschbaum T: Hohe Haltbarkeit von Zahnersatz. *Zahnärztl Mitt* 2000;90:2706-2711.
43. Kerschbaum T: Behandlungsbedarf mit Zahnersatz bis zum Jahre 2020. *Presstext DGZPW* 2001;1-7.
44. Kerschbaum T: Langzeitüberlebensdauer von Zahnersatz- Eine Übersicht. *Quintessenz* 55, 2004;10:1113-1126.
45. Kerschbaum T: Zur Zukunft prothetischer Therapieformen. *Zahnärztl Mitt* 2008;98:36-39.
46. Kerschbaum T, Gaa M: Longitudinale Analyse von festsitzendem Zahnersatz privater Versicherter Patienten. *Dtsch Zahnärztl Z* 1987;42:345-351.
47. Kerschbaum T, Haastert B, Marinello CP: Risk of debonding in three-unit resinbonded fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 1996;75:248-253.
48. Kerschbaum T, Paszyna C, Klapp S, Meyer G: Verweilzeit- und Risikofaktoranalyse von festsitzendem Zahnersatz. *Dtsch Zahnärztl Z* 1991;46:20-24.
49. Koeck B, Behneke N, Blatz MB, Heydecke G, Hildebrand D, Kerschbaum Th, Lückerrath W, Reiber Th, Schwiekerath H, Setz J, Strub JR, Türp JC, Weber H, Wichmann M, Wöstmann B (Hrsg): *Kronen- und Brückenprothetik*. Jena; München: Elsevier, Urban&Fischer Verlag, 1999.
50. Koeck B, Sander G: Über die elastische Deformation der Unterkieferspange. *Dtsch Zahnärztl Z* 1978;33:254-261.

51. Körber E, Voss R: Erfassung von Patienten, die ihre zahnärztliche Prothese mehrere Jahre getragen haben. *Dtsch Stomatol* 1971;21:465-474.
52. Körber K (Hrsg): *Zahnärztliche Prothetik*. Stuttgart;New York: Georg Thieme Verlag, 1995.
53. Koriath TWP, Hannam AG: Deformation of the human mandible during simulated tooth clenching. *J Dent Res* 1994;73:56-66.
54. KZBV: Hinweise und Berechnungsbeispiele zur Einführung von Festzuschüssen für Zahnersatz ab 2005. *Schwere Kost für leichteres Arbeiten* 2006.
55. Landolt A, Lang NP: Erfolg und Misserfolg bei Extensionsbrücken. *Schweiz Monatsschr Zahnheilk* 1988;98:239-244.
56. Lang NP: Was heisst funktionelle Rekonstruktion im parodontal reduzierten Gebiss? *Schweiz Monatsschr Zahnheilk* 1982;92:365-377.
57. Laurell L, Lundgren D: Periodontal ligament areas and occlusal forces in dentitions restored with cross-arch bilateral end abutments bridges. *J Clin Periodontol* 1985;12:850-860.
58. Leempoel PJ, Käyser AF, Van Rossum GM, De Haan AF: The survival rate of bridges. A study of 1674 bridges in 40 Dutch general practices. *J Oral Rehabil* 1995;22:327-330.
59. Leempoel PJ, Van Rossum GM, De Haan AF, Reintjes AG: Bridges in general dental practices: a descriptive study of the types of bridges and patients. *J Oral Rehabil* 1989;16:381-386.
60. Leempoel PJB: *Levensduur en nabehandlingen van kronen en conventionele bruggen in de algemene praktijk*. Thesis, Nijmegen 1987.
61. Lehmann KM, Hellwig E (Hrsg): *Einführung in die zahnärztliche Propädeutik*. Marburg, Freiburg: Urban & Fischer Verlag München;Jena, 2002.
62. Lindquist E, Karlsson S: Success Rate and Failures for Fixed Partial Dentures After 20 Years of Service: Part I. *Int J Prosthodont* 1998;11:133-138.
63. Lulic M, Brägger U, Lang NP, Zwahlen M, Salvi GE: Ante's (1926) law revisited: a systematic review on survival rates and complications of fixed dental prostheses (FDPs) on severely reduced periodontal tissue support. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:63-72.

64. Marxkors R (Hrsg): Lehrbuch der zahnärztlichen Prothetik. Köln; München: Dt. Zahnärzte-Verlag, DÄV-Hanser, 2000.
65. McDowell JA, Regli CP: A quantitative analysis of the decrease in width of the mandibular arch during forced movements of the mandible. J Dent Res 1961;40:1183-1185.
66. Micheelis W, Schiffner U, Hoffmann Th, John M, Kerschbaum Th: Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV). Institut der Deutschen Zahnärzte, IDZ Köln 2006.
67. Möhler H, Krohn M, Garling H: Die Therapie der verkürzten Zahnreihen (2). Dens 2006;12:31-32.
68. MPR-online: Multizentrische versus unizentrische Studien. 1997;2. (letzter Stand: 10.01.2011) <http://www.dgps.de/fachgruppen/methoden/mpr-online/issue3/art7/node7.html>
69. Nordmeyer J: Verweildaueranalyse und klinische Nachuntersuchung von festsitzendem Zahnersatz unter besonderer Berücksichtigung der Kronenrandspaltbreiten. Med Diss Köln, 1996.
70. Nyman S, Ericsson I: The capacity of reduced periodontal tissues to support fixed bridgework. J Clin Periodont 1982;9:409-414.
71. Nyman S, Lindhe J: A longitudinal study of combined periodontal and prosthetic treatment of patients with advanced periodontal disease. J Periodontol 1979;50:163-169.
72. Nyman S, Lindhe J, Lundgren D: The role of occlusion for the stability of fixed bridges in patients with reduced periodontal tissue support. J Clin Periodontol 1975;50:163-169.
73. Öwall BE, Almfeldt I, Helbo M: Twenty-year experience with 12-unit fixed partial dentures supported by two abutments. Int J Prosthodont 1991;4:24-29.
74. Palmquist S, Swartz B: Artificial crowns and fixed partial dentures 18 to 23 years after placement. Int J Prosthodont 1993;6:279-285.
75. Pjetursson BE, Tan K, Lang NP, Brägger U, Egger M, Zwahlen M: A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPD's) after an observation period of at least 5 years. Clin Oral Implants Res 2004;15:625-642.
76. Quinn F, Graton DR, McConnell RT: The performance of conventional, fixed bridgework, retainers by partial coverage crowns. J Irish Dent Assoc 1995;41:6-9.

77. Randow K, Glantz P-O, Zöger B: Technical failures and fixed prosthodontics. An epidemiological study of long-term clinical quality. *Acta Odontol Scand* 1986;44:241-255.
78. Regli CP, Kelly EK: The phenomenon of decreased mandibular arch width in opening movements *J Prosthet Dent* 1967;17:49-53.
79. Reitmeier B, Schwenzer N, Ehrenfeld M (Hrsg): Einführung in die Zahnmedizin. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2006.
80. Reuter JE, Brose MO: Failures in Full Crown Retained Dental Bridges. *Br Dent J* 1984;157:61-63.
81. Richter E-J: Prothetik im Unterkiefer. *Schweiz Monatsschr Zahnheilk* 1999;109:117-126.
82. Riehl JR: Haltbarkeit von Zahnersatz-Eine Ereignisdatenanalyse. jr train & serv 2009.
83. Schrenker H (Hrsg): Kompromisse und Grenzen in der Prothetik. Balingen: Spitta Verlag GmbH & Co. KG, 2003.
84. Schulze W: Wissenschaftliche Mitteilung der DGZPW: Festsitzender Zahnersatz für zahnbegrenzte Lücken. *Zahnärztl Mitt* 2009;99:48-52.
85. Scurria MS, Bader JD, Shugars DA: Meta-analysis of fixed partial denture survival: prostheses and abutments. *J Prosthet Dent* 1998;79:459-464.
86. Seth M: Verweildaueranalyse von Brücken und Kronenblocks einer Kassenpraxis unter besonderer Berücksichtigung der Verblendung. *Med Diss Köln*, 1995.
87. Severin RM, Stark H: Zahnärztliche Prothetik für den älteren Menschen. *Hess Zahnärzte M* 2002;2:4-10.
88. Strub JR, Linter H., Marinello CP: Die Versorgung des Lückengebisses mit Extensionsbrücken: Eine Retrospektivstudie. *Int Parodontol Restaurat Zahnheilk* 1989;9:365-375.
89. Strub JR, Türp JC, Witkowski S, Hürzeler MB, Kern M (Hrsg): Curriculum Prothetik, Band II. Berlin: Quintessenz Verlag 2005.
90. Strub JR, Türp JC, Witkowski S, Hürzeler MB, Kern M (Hrsg): Curriculum Prothetik, Band III. Berlin: Quintessenz Verlag 2005.
91. Sundh B, Ödman P: A Study of Fixed Prosthodontics Performed at a University Clinic 18 Years After Insertion. *Int J Prosthodont* 1997;10:513-519.

92. Tan K, Pjetursson BE, Lang NP, Chan ES: A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. Clin Oral Implants Res 2004;15:654-666.
93. Valderhaug J: Periodontal conditions and carious lesions following the insertion of fixed prostheses: a 10-year follow-up study. Int Dent J 1980;30:296-304.
94. Walter M: Verkürzte Zahnreihen- welche Zähne wie ersetzen. Zahnärztl Mitt 2005;95:48-52.
95. Walter M, Rädcl M: Festsitzender Zahnersatz - was ist in, was ist out? Zahnärztebl Sachs 2009;09:27-31.
96. Walter MH, Luthardt RG: Differenzialtherapeutische Kriterien und Versorgungsoptionen bei bilateral verkürzter Zahnreihe. ZWR 2005;114:220-227.
97. Weber H: "Zahnlücke, was nun?" Moderner Zahnersatz - auch mit Implantaten (letzter Stand:17.05.2010)[http://www.medizin.uni-tuebingen.de/zzmk/cms/files/zahnluecke-was\\_nun\\_moderner\\_zahnersatz-auch\\_mit\\_implantaten.pdf](http://www.medizin.uni-tuebingen.de/zzmk/cms/files/zahnluecke-was_nun_moderner_zahnersatz-auch_mit_implantaten.pdf)
98. Weber T (Hrsg): Memorix Zahnmedizin. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG, 2010.
99. Wikipedia-Die freie Enzyklopädie: Thema Randomisierte, kontrollierte Studie (letzter Stand:20.05.2010) [http://de.wikipedia.org/wiki/Randomisierte,\\_kontrollierte\\_Studie](http://de.wikipedia.org/wiki/Randomisierte,_kontrollierte_Studie)
100. Wikipedia-Die freie Enzyklopädie: Thema Halbwertszeit (letzter Stand:17.05.2010) <http://de.wikipedia.org/wiki/Halbwertszeit>
101. Wolf JM, Ottl P: Vollkeramische Adhäsivbrücken und deren klinische Bewährung. Zahnärztebl Sachs 2009;11:27-28.
102. Wöstmann B: Zahnersatz und Gesundheit bei Senioren. Zahnärztl Mitt 2003;9:44-46.
103. WPGS: Querschnittsstudien und Längsschnittstudien als Forschungsansätze (letzter Stand: 20.12.2010) <http://www.wpgs.de/content/view/390/347/>
104. Yi SW, Carlsson GE, Ericsson I: Prospective 3-year study of cross arch fixed partial dentures in patients with advanced periodontal disease. J Prosthet Dent 2001;86:489-494.

# 11 Anhang

## 11.1 Tabellenverzeichnis

|                |                 |   |
|----------------|-----------------|---|
| <b>Tabelle</b> | <b>4.1:</b>     | Gründe für Zahnverlust in den neuen Bundesländern                                   |
| <b>Tabelle</b> | <b>4.5.1:</b>   | Überlebenszeiten von konventionellen Brücken im Schrifttum                          |
| <b>Tabelle</b> | <b>4.5.2:</b>   | Überlebenszeiten von überspannten Brücken im Schrifttum                             |
| <b>Tabelle</b> | <b>4.5.3:</b>   | Überlebenszeiten von Extensionsbrücken im Schrifttum                                |
| <b>Tabelle</b> | <b>5.3.1:</b>   | Geschlechterverteilung innerhalb des untersuchten Patientenkontingents              |
| <b>Tabelle</b> | <b>6.1:</b>     | Beobachtungszeitraum (Jahren) der einzelnen Brückenkonstruktionen                   |
| <b>Tabelle</b> | <b>6.1.2:</b>   | Lokalisation des Zahnersatzes   |
| <b>Tabelle</b> | <b>6.2.2.1:</b> | Verweildauer von überspannten Brücken in Abhängigkeit vom Geschlecht                |
| <b>Tabelle</b> | <b>6.2.2.2:</b> | Verweildauer von Extensionsbrücken in Abhängigkeit vom Geschlecht                   |
| <b>Tabelle</b> | <b>6.2.3.1:</b> | Verweildauer von überspannten Brücken in Abhängigkeit der Lokalisation              |
| <b>Tabelle</b> | <b>6.2.3.2:</b> | Verweildauer von Extensionsbrücken in Abhängigkeit der Lokalisation                 |
| <b>Tabelle</b> | <b>6.2.4.1:</b> | Verweildauer von überspannten Brücken in Abhängigkeit von der Pfeileranzahl         |
| <b>Tabelle</b> | <b>6.2.4.2:</b> | Verweildauer von Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Pfeileranzahl            |
| <b>Tabelle</b> | <b>6.2.5.1:</b> | Verweildauer von überspannten Brücken in Abhängigkeit von der Kennedy-Klasse        |
| <b>Tabelle</b> | <b>6.2.5.2:</b> | Verweildauer von Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Kennedy-Klasse           |
| <b>Tabelle</b> | <b>6.2.6.1:</b> | Verweildauer von überspannten Brücken in Abhängigkeit von der Gegenkieferbezzahnung |
| <b>Tabelle</b> | <b>6.2.6.2:</b> | Verweildauer von Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Gegenkieferbezzahnung    |
| <b>Tabelle</b> | <b>6.2.7:</b>   | Verweildauer von Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Lage des Freidendgliedes |
| <b>Tabelle</b> | <b>7.2.1.2:</b> | Altersverteilung bei vergleichbaren Studien mit Extensionsbrücken                   |
| <b>Tabelle</b> | <b>7.2.2.2:</b> | Anzahl der Extensionsbrücken in Ober- und Unterkiefer in der Literatur              |

## 11.2 Abbildungsverzeichnis

|                  |                  |   |
|------------------|------------------|---|
| <b>Abbildung</b> | <b>5.3.2:</b>    | Altersverteilung bei Eingliederung des untersuchten Zahnersatzes im Bereich der überspannten Brücken und Extensionsbrücken mit einer Breite von zehn Jahren zusammengefasst |
| <b>Abbildung</b> | <b>5.3.3:</b>    | Altersverteilung der Patienten zum Untersuchungszeitpunkt im Bereich der überspannten Brücken und Extensionsbrücken mit einer Breite von zehn Jahren zusammengefasst        |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.1.1:</b>    | Eingliederung der überspannten Brücken und Extensionsbrücken im Zeitablauf  |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.1.3:</b>    | Anzahl der Pfeilerzähne und ihre Häufigkeit in der Gruppe der überspannten Brücken und Extensionsbrücken  |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.1.4:</b>    | Verteilung der Kennedy-Klassen bei den untersuchten überspannten Brücken und Extensionsbrücken  |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.1.5a:</b>   | Prothetische Versorgung des Gegenkiefers im Bereich der überspannten Brücken und Extensionsbrücken  |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.1.5b:</b>   | Zusammenfassung der prothetischen Versorgung des Gegenkiefers im Bereich der überspannten Brücken und Extensionsbrücken   |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.1.8a:</b>   | Verteilung der Neuanfertigungsgründe bei überspannten Brücken   |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.1.8b:</b>   | Verteilung der Neuanfertigungsgründe bei Extensionsbrücken  |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.1.1a:</b> | Überlebenszeitanalyse für alle untersuchten überspannten Brücken  |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.1.1b:</b> | Verlustrisiko aller untersuchten überspannten Brücken   |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.1.2a:</b> | Überlebenszeitanalyse für alle untersuchten Extensionsbrücken   |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.1.2b:</b> | Verlustrisiko aller untersuchten Extensionsbrücken  |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.2.1a:</b> | Überlebenszeitanalyse aller überspannter Brücken in Abhängigkeit vom Geschlecht   |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.2.1b:</b> | Verlustrisiko aller überspannter Brücken in Abhängigkeit vom Geschlecht   |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.2.2a:</b> | Überlebenszeitanalyse aller Extensionsbrücken in Abhängigkeit vom Geschlecht  |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.2.2b:</b> | Verlustrisiko aller Extensionsbrücken in Abhängigkeit vom Geschlecht  |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.3.1a:</b> | Überlebenszeitanalyse aller überspannter Brücken in Abhängigkeit der Lokalisation   |

|                  |                  |  |
|------------------|------------------|--|
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.3.1b:</b> | Verlustrisiko aller überspannter Brücken in Abhängigkeit der Lokalisation                            |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.3.2a:</b> | Überlebenszeitanalyse aller Extensionsbrücken in Abhängigkeit der Lokalisation                       |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.3.2b:</b> | Verlustrisiko aller Extensionsbrücken in Abhängigkeit der Lokalisation                               |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.4.1a:</b> | Überlebenszeitanalyse aller überspannter Brücken in Abhängigkeit von der Pfeileranzahl               |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.4.1b:</b> | Verlustrisiko aller überspannter Brücken in Abhängigkeit von der Pfeileranzahl                       |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.4.2a:</b> | Überlebenszeitanalyse aller Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Pfeileranzahl                  |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.4.2b:</b> | Verlustrisiko aller Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Pfeileranzahl                          |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.5.1a:</b> | Überlebenszeitanalyse aller überspannter Brücken in Abhängigkeit von der Kennedy-Klasse              |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.5.1b:</b> | Verlustrisiko aller überspannter Brücken in Abhängigkeit von der Kennedy-Klasse                      |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.5.2a:</b> | Überlebenszeitanalyse aller Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Kennedy-Klasse                 |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.5.2b:</b> | Verlustrisiko aller Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Kennedy-Klasse                         |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.6.1a:</b> | Überlebenszeitanalyse aller überspannter Brücken in Abhängigkeit von der Versorgung des Gegenkiefers |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.6.1b:</b> | Verlustrisiko aller überspannter Brücken in Abhängigkeit von der Versorgung des Gegenkiefers         |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.6.2a:</b> | Überlebenszeitanalyse aller Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Versorgung des Gegenkiefers    |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.6.2b:</b> | Verlustrisiko aller Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Versorgung des Gegenkiefers            |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.7a:</b>   | Überlebenszeitanalyse aller Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Lage des Freieingliedes        |
| <b>Abbildung</b> | <b>6.2.7b:</b>   | Verlustrisiko aller Extensionsbrücken in Abhängigkeit von der Lage des Freieingliedes                |

## 12 Erklärung

„Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbstständig, ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die ich wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.“

## 13 Danksagung

Mein Dank gilt ganz besonders Prof. Dr. Paul Ferger für die Bereitstellung des Themas.

Ebenfalls möchte ich Prof. Dr. Bernd Wöstmann für die intensive Betreuung der vorliegenden Arbeit danken.

Des Weiteren danke ich Dr. Peter Rehmann für seine freundschaftliche und kollegiale Betreuung.

Ebenfalls danke ich Dr. Jürgen Riehl für die Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Mein größter Dank jedoch gilt meinen Eltern, Roselinde und Norbert Schaaf sowie meiner besten Freundin Katharina Orbach, die mir mit gutem Rat und Unterstützung zur Seite standen und mich immer wieder ermutigt haben nach vorn zu schauen.



*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

VVB LAUFERSWEILER VERLAG  
STAUFENBERGRING 15  
D-35396 GIESSEN

Tel: 0641-5599888 Fax: -5599890  
redaktion@doktorverlag.de  
www.doktorverlag.de

ISBN: 978-3-8359-5805-0



9 783835 958050