

**Überlebenszeitanalysen prothetischer Versorgungen, welche in einer  
zahnärztlichen Gemeinschaftspraxis angefertigt wurden**

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

**vorgelegt von  
Katharina Barbara Kailing, geb. Müller  
aus Würzburg**

**Gießen 2021**

Aus dem Fachbereich der Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen  
Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde  
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik

Gutachter: Prof. Dr. Peter Rehmann

Gutachter: Prof. Dr. Dr. Hans-Peter Howaldt

Tag der Disputation: 16.12.2021

## Inhaltsverzeichnis

|                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Inhaltsverzeichnis                                                                                          | I  |
| 1. Einleitung                                                                                               | 1  |
| 2. Ziel der Arbeit                                                                                          | 3  |
| 3. Fragestellung                                                                                            | 4  |
| 4. Literaturübersicht                                                                                       | 5  |
| 4.1.1. Kronen zum Zahnerhalt                                                                                | 5  |
| 4.1.2. Überlebenszeiten von festsitzendem Zahnersatz in Form<br>von Einzelzahnkronen                        | 6  |
| 4.1.3. Brücken als Zahnersatz                                                                               | 11 |
| 4.1.4. Überlebenszeiten von festsitzendem Zahnersatz in Form<br>von Brückenversorgungen                     | 13 |
| 4.2.1. Modellgussprothesen als herausnehmbarer Zahnersatz                                                   | 18 |
| 4.2.2. Überlebenszeiten von herausnehmbarem Zahnersatz in Form<br>von Modellgussprothesen                   | 19 |
| 4.3.1. Kombinationsersatz auf natürlichen Pfeilerzähnen                                                     | 22 |
| 4.3.2. Überlebenszeiten von Kombinationsersatz auf natürlichen<br>Pfeilerzähnen                             | 24 |
| 4.4.1. Implantatgetragener Zahnersatz                                                                       | 29 |
| 4.4.2. Überlebenszeiten von festsitzendem implantatgetragensem<br>Zahnersatz in Form von Kronen und Brücken | 31 |
| 4.4.3. Überlebenszeiten von Kombinationsersatz auf Implantaten                                              | 40 |
| 5. Material und Methode                                                                                     | 46 |
| 5.1. Patientengut                                                                                           | 46 |
| 5.2. Datenerfassung                                                                                         | 48 |
| 5.3. Datenanalyse und statistische Verfahren                                                                | 49 |
| 6. Ergebnisse                                                                                               | 51 |
| 6.1. Allgemeine Daten                                                                                       | 51 |
| 6.2. Überlebenswahrscheinlichkeit des Zahnersatzes                                                          | 56 |
| 6.2.1. Überlebenswahrscheinlichkeiten der verschiedenen Zahnersatzarten                                     | 57 |
| 6.2.2. Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Geschlecht                                          | 60 |
| 6.2.3. Überlebenswahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit von der<br>Vitalität der Zähne                        | 62 |

|          |                                                                                                                 |     |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.2.4.   | Überlebenswahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit vom<br>Werkstoff der Versorgung                                  | 65  |
| 6.2.5.   | Überlebenswahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit von der<br>Gegenkieferbezahnung                                  | 67  |
| 6.2.6.   | Überlebenswahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit von der<br>Lokalisation des Zahnersatzes und der Recallteilnahme | 70  |
| 6.3.     | Einfluss des Faktors „Alter“ auf die Dauer bis zur<br>Neuanfertigung des Zahnersatzes                           | 71  |
| 6.4.     | Cox-Regression                                                                                                  | 71  |
| 6.5.     | Zusammenfassung der Ergebnisse                                                                                  | 74  |
| 7.       | Diskussion                                                                                                      | 76  |
| 7.1.     | Methodenkritik                                                                                                  | 76  |
| 7.2.     | Ergebniskritik                                                                                                  | 80  |
| 7.2.1.   | Patientenbezogene Auswertung                                                                                    | 80  |
| 7.2.2.   | Vitalität der Pfeilerzähne                                                                                      | 82  |
| 7.2.3.   | Kieferlokalisierung des Zahnersatzes                                                                            | 82  |
| 7.2.4.   | Gegenkieferbezahnung                                                                                            | 84  |
| 7.2.5.   | Komplikationen                                                                                                  | 85  |
| 7.2.5.1. | Komplikationen bei feststehendem Zahnersatz                                                                     | 86  |
| 7.2.5.2. | Komplikationen bei Modellgussprothesen                                                                          | 87  |
| 7.2.5.3. | Komplikationen bei Kombinationsersatz                                                                           | 89  |
| 7.2.5.4. | Komplikationen bei implantatgetragendem Zahnersatz                                                              | 91  |
| 7.3.     | Überlebenszeiten im Vergleich mit anderen Studien                                                               | 92  |
| 7.3.1.   | Überlebenszeit in Abhängigkeit von der Zahnersatzart                                                            | 101 |
| 7.3.2.   | Überlebenszeit in Abhängigkeit vom Geschlecht                                                                   | 103 |
| 7.3.3.   | Überlebenszeit in Abhängigkeit von der Vitalität der Zähne                                                      | 104 |
| 7.3.4.   | Überlebenszeit in Abhängigkeit vom Werkstoff der Versorgung                                                     | 106 |
| 7.3.5.   | Überlebenszeit in Abhängigkeit von der Gegenkieferbezahnung                                                     | 107 |
| 7.3.6.   | Überlebenszeit in Abhängigkeit von der Lokalisation des Zahnersatzes                                            | 108 |
| 7.3.7.   | Überlebenszeit in Abhängigkeit von der Recallteilnahme                                                          | 109 |
| 7.3.8.   | Überlebenszeit in Abhängigkeit vom Alter                                                                        | 110 |
| 8.       | Schlussfolgerung                                                                                                | 112 |
| 9.       | Zusammenfassung                                                                                                 | 113 |
| 9.1.     | Summary                                                                                                         | 115 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 10. Literaturverzeichnis     | 117 |
| 11. Anhang                   | 147 |
| 11.1. Abbildungsverzeichnis  | 148 |
| 11.2. Tabellenverzeichnis    | 150 |
| 12. Ehrenwörtliche Erklärung | 151 |
| 13. Danksagung               | 152 |

## 1. Einleitung

Trotz steigender Geburtenraten und hoher Nettozuwanderung in den letzten Jahren ist der demografische Wandel hin zu einer älter werdenden deutschen Bevölkerung nicht mehr aufzuhalten. Nach Berechnung des Statistischen Bundesamtes wird die Zahl der über 67-Jährigen von 16,2 Millionen im Jahr 2020 auf etwa 21 bis 21,5 Millionen im Jahr 2060 steigen, bei gleichzeitiger Abnahme der Gesamtbevölkerungszahl <sup>[371]</sup>. Aufgrund der alternden Gesellschaft ist mit einem zunehmenden zahnärztlichen Behandlungsbedarf zu rechnen <sup>[129,173]</sup>.

Durch eine verbesserte Zahn- und Mundgesundheit können immer mehr Menschen ihre eigenen Zähne bis ins hohe Alter erhalten <sup>[129]</sup>, sodass der Anteil der Bevölkerung mit zahnlosen Kiefern weiterhin rückläufig ist. Dennoch gehen partiell Zähne verloren und die entstehenden Lücken sollten zum Funktions- und Strukturerhalt geschlossen werden <sup>[48]</sup>. Unbehandelter Zahnverlust kann zu einer Einschränkung der Kaufunktion, zu Fehlbelastungen sowie Kiefergelenksproblemen führen, ferner kann die Ästhetik und die Phonetik eingeschränkt sein <sup>[243]</sup>. Bei benachbarten Zähnen sind Zahnwanderungen, -kippungen sowie -rotationen und bei ehemaligen Antagonisten Zahnelongationen möglich, wodurch Okklusionsstörungen entstehen und oben genannte Probleme verstärkt werden könnten <sup>[48]</sup>. Als häufigste Ursachen für Zahnverlust sind Karies, periapikale Entzündungen und Parodontitis zu nennen, daneben können kieferorthopädische Behandlungen, Traumata sowie prothetische Therapieplanungen Gründe für einen Zahnverlust darstellen <sup>[123]</sup>. Neben dem Zahnersatz durch festsitzende Brückenkonstruktionen oder herausnehmbare Prothesen spielt in der zahnärztlichen Prothetik der Zahnerhalt durch Überkronung einzelner Zähne bei großen Zahnhartsubstanzdefekten eine wichtige Rolle <sup>[243]</sup>.

Infolge des demografischen Wandels, des besseren Mundhygieneverhaltens und damit einhergehend dem Erhalt der eigenen Zähne bis ins hohe Alter, rücken festsitzende Restaurationen auf natürlichen Pfeilerzähnen oder Implantaten als auch partielle herausnehmbare Prothesen in Form von Modellgussprothesen oder Kombinationsersatz in den Vordergrund prothetischer Behandlungen <sup>[173,433]</sup>. Festsitzende Versorgungen weisen im Vergleich zu herausnehmbaren Prothesen einen höherer Tragekomfort und eine höhere Kaueffizienz auf, wodurch eine größere Akzeptanz des Patienten gegenüber dem eingesetzten Zahnersatz erzielt werden kann <sup>[433]</sup>.

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Wahl des Zahnersatzes ist, neben der Anzahl

fehlender Zähne, der Ästhetik, des Kaukomforts sowie des Funktions- und Strukturerhalts, die Langlebigkeit der geplanten Restauration.

Es gibt zwar eine Vielzahl an Studien, welche die Überlebenszeiten prothetischer Versorgungen untersucht haben, allerdings wurden diese zumeist an Universitäten oder Kliniken durchgeführt. Hieraus ergab sich die Frage, ob Zahnersatz, welcher in einer niedergelassenen Zahnarztpraxis hergestellt und eingesetzt wurde, eine vergleichbare Überlebenswahrscheinlichkeit aufweist. Die vorliegende Studie soll hierzu einen Forschungsbeitrag leisten.

## **2. Ziel der Arbeit**

Ziel dieser retrospektiven Longitudinalstudie war es, die Überlebenswahrscheinlichkeiten von prothetischen Restaurationen, sowohl festsitzender als auch herausnehmbarer Art, in einer niedergelassenen Zahnarztpraxis zu untersuchen sowie den Einfluss möglicher modellierender Faktoren auf die Mundverweildauer zu detektieren.

Als mögliche Einflussfaktoren galten folgende Aspekte:

- Geschlecht des Patienten
- Alter des Patienten bei Eingliederung
- Zahnersatzart
- Kieferlokalisation des Zahnersatzes
- Art der Gegenkieferbezahnung
- Vitalität der Pfeiler
- Werkstoff
- Teilnahme an regelmäßigen zahnärztlichen Kontrollen (Recall)

Des Weiteren wurden im anschließenden Diskussionsteil die gewonnenen Überlebenszeitdaten mit bereits bestehenden Studien verglichen, deren Daten zumeist aus universitären Behandlungen stammten.

Ziel war es hierbei, mögliche Unterschiede in der Überlebenszeit des Zahnersatzes in Abhängigkeit davon, ob dieser in einer niedergelassenen Zahnarztpraxis oder aber in einer universitären Zahnklinik hergestellt und eingesetzt wurde, festzustellen und zu interpretieren.

### **3. Fragestellung**

Die Untersuchung sollte folgende Fragestellungen beantworten und Erkenntnisse über die Überlebenszeit von prothetischen Versorgung in einer niedergelassenen Zahnarztpraxis sowie den Einfluss modellierender Faktoren auf die Mundverweildauer der Restaurationen liefern:

- Wie lange ist die durchschnittliche Überlebenszeit von prothetischen Versorgung?
- Bestehen Unterschiede bezüglich der Überlebenswahrscheinlichkeit bei Betrachtung verschiedener Zahnersatzarten?
- Wirkt sich das Geschlecht auf die Mundverweildauer des Zahnersatzes aus?
- Ist die Überlebenswahrscheinlichkeit prothetischer Versorgung abhängig vom Alter des Patienten bei Eingliederung?
- Zeigt sich ein Unterschied in der Überlebenszeit von Zahnersatz in Abhängigkeit davon, ob dieser im Ober- oder Unterkiefer eingesetzt wurde?
- Hat die Art der Gegenkieferbezahlung einen Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit des Zahnersatzes?
- Beeinflusst die Vitalität der Pfeilerzähne die Mundverweildauer der Restaurationen?
- Wirkt sich der Werkstoff des Zahnersatzes auf dessen Überlebenszeit aus?
- Hat eine regelmäßige Recallteilnahme Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit des eingesetzten Zahnersatzes?

Des Weiteren sollten folgende Fragestellungen durch einen Vergleich mit bereits bestehenden Studien beantwortet werden:

- Unterscheiden sich die Überlebenszeiten von prothetischen Versorgung in Abhängigkeit davon, ob diese in einer niedergelassenen Zahnarztpraxis oder aber in einer universitären Zahnklinik angefertigt und eingesetzt wurden?
- Wenn ja, welche möglichen Faktoren könnten Einfluss haben und wie lassen sich die Unterschiede erklären?

## 4. Literaturübersicht

### 4.1.1. Kronen zum Zahnerhalt

Eine Einzelzahnkrone, welche die kleinste prothetische Einheit darstellt, dient dem Zahnerhalt, wenn aufgrund von großen Zahnhartsubstanzdefekten konservierende Maßnahmen nicht mehr ausreichend sind und die verlorengegangene Zahnhartsubstanz prothetisch ersetzt werden muss <sup>[243]</sup>. Zu den Zahnhartsubstanzdefekten zählen Karies, Erosionen sowie mechanische Abnutzungen der Zähne wie keilförmige Defekte, Attritionen und Abrasionen <sup>[138]</sup>, wobei Karies weiterhin als Hauptursache angesehen wird <sup>[138,173]</sup>.

Die prothetische Versorgung mit Einzelzahnkronen dient dem Struktur- und Formerhalt und soll die Funktion der natürlichen Zahnkrone wiederherstellen <sup>[121,391]</sup>. Ferner minimiert sich dadurch das Risiko vor weiteren Zahnhartsubstanzdefekten oder Zahnfrakturen <sup>[222,391]</sup>. Eine Überkronung kann auch dann erforderlich werden, wenn ein Zahn als Pfeiler für die Verankerung einer Brücke oder aber eines herausnehmbaren Zahnersatzes dienen soll <sup>[121,222,243]</sup>. Daneben können auch ästhetische Gründe, beispielsweise Zahnfehlstellungen oder Zahnverfärbungen, zu einer Überkronung führen <sup>[121,222]</sup>.

Je nach verwendetem Werkstoff können Kronen in Metallkronen, Verblendkronen und Vollkeramikronen unterteilt werden <sup>[121]</sup>. Metallkronen können aus Edelmetall- oder Nichtedelmetalllegierungen hergestellt werden. Vorteile sind eine gute Randschlussgenauigkeit, eine hohe Festigkeit sowie bei Nichtedelmetalllegierungen die geringen Kosten <sup>[121]</sup>. Des Weiteren kann bei der Präparation des Zahnes aufgrund der Stabilität des Materials auf einen großen Zahnhartsubstanzabtrag verzichtet werden <sup>[121]</sup>. Als Nachteil ist die hohe Wärmeleitfähigkeit von Metalllegierungen zu nennen, wodurch thermische Reize auf die Pulpa übertragen und Schmerzen ausgelöst werden können <sup>[121,222]</sup>. Im Gegensatz zu Nichtedelmetalllegierungen ist bei Edelmetalllegierungen mit hohen Materialkosten zu rechnen <sup>[121]</sup>. Ein weiterer, nicht zu vernachlässigender Nachteil ist die silberne beziehungsweise goldene Farbe der Krone, welche zu einer Beeinträchtigung der Ästhetik führen kann <sup>[121,222]</sup>. Verblendkronen bestehen aus einem Metallgerüst und einer keramischen, zahnfarbenen Verblendung, welche in ihrer Ausdehnung nur die vestibulären Anteile als auch die gesamten Krone umfassen kann <sup>[121,222]</sup>, wodurch ein ästhetisch zufriedenstellendes Ergebnis erzielt werden kann. Nachteilig sind im Vergleich zu Metallkronen die höheren Laborkosten sowie ein

größerer Substanzabtrag bei der Präparation zu nennen, weiterhin können Keramikabplatzungen auftreten <sup>[121,222]</sup>. Durch Vollkeramikkronen kann ein ästhetisch hoch ansprechender Zahnersatz hergestellt werden <sup>[185,222,243]</sup>, da das metallfreie Gerüst eine dem natürlichen Zahn ähnliche Lichttransmission und Transluzenz besitzt <sup>[310,368]</sup>. Jedoch ist auch hier ein höherer Zahnhartsubstanzaabtrag notwendig <sup>[243]</sup>. Vollkeramikkronen zeigen eine gute Gewebeverträglichkeit, eine niedrige thermische Leitfähigkeit sowie eine minimale Plaqueakkumulation, allerdings haben sie im Vergleich zu Metallkronen eine geringere Biegefestigkeit und Bruchzähigkeit <sup>[92,185,222]</sup>.

Periapikale Entzündungsprozesse, insuffiziente Wurzelfüllungen und fortgeschrittene Parodontopathien stellen Kontraindikationen für eine Überkronung von Einzelzähnen dar <sup>[121,391]</sup>. Zu den Risiken einer Kronenversorgung zählen die Entstehung einer Kronenrandkaries, parodontale sowie endodontische Probleme ebenso wie Materialversagen <sup>[35,121,190,193,299]</sup>. Durch eine ungenügende Randschlussgenauigkeit der Einzelzahnkrone als auch einer mangelnden Mundhygiene des Patienten wird die Entwicklung einer Sekundärkaries sowie von Parodontopathien begünstigt <sup>[63,121,190,194,222,299,320,342,350,357]</sup>. Daneben stellt der Verlust der Zahnvitalität eine weitere häufige Komplikation dar. Durch die notwendige Wegnahme von Zahnhartsubstanz bei der Präparation des Zahnes kann ein iatrogenes Trauma gesetzt und dadurch die Vitalität des Zahnes gefährdet werden <sup>[63,121,138,190,194,222,342]</sup>. Technische Probleme können in Form von Retentionsverlusten <sup>[121]</sup>, Schäden am Verblendmaterial <sup>[26,35,63,190,231,274,299]</sup> oder Frakturen des Gerüsts, zumeist bei vollkeramischen Versorgung <sup>[26,105,107,299]</sup>, auftreten.

#### 4.1.2. Überlebenszeiten von festsitzendem Zahnersatz in Form von Einzelzahnkronen

*Tab. 4.1.2.: Überlebenszeitanalysen von festsitzendem Zahnersatz in Form von Einzelzahnkronen (Pat = Patienten, Pf = Pfeilerzähne, Kr = Kronen, VMK = Verbund-Metall-Keramik, K = Klinik, P = Praxis)*

| Erstautor                                  | Jahr | Anzahl            | Prüf-<br>stelle | Zeitraum<br>(Jahre) | Überlebensrate |
|--------------------------------------------|------|-------------------|-----------------|---------------------|----------------|
| Leempoel <sup>[220]</sup><br>(Niederlande) | 1985 | 174 Pat<br>601 Kr | P               | 3                   | 100% Kr        |
|                                            |      |                   |                 | 7                   | 99% Kr         |
|                                            |      |                   |                 | 11                  | 97% Kr         |
| Bentley <sup>[40]</sup><br>(USA)           | 1986 | 295 Kr            | K               | 10                  | 89,2% Kr       |

|                                                               |      |                                                                            |       |         |                                                     |
|---------------------------------------------------------------|------|----------------------------------------------------------------------------|-------|---------|-----------------------------------------------------|
| <b>Kerschbaum</b> <sup>[187]</sup><br><b>(Deutschland)</b>    | 1986 | 906 Kr                                                                     | K + P | 20      | 70% Kr                                              |
| <b>Westermann</b> <sup>[428]</sup><br><b>(Deutschland)</b>    | 1990 | 222 Kr                                                                     | /     | 8       | 88% Kr                                              |
| <b>Cheung</b> <sup>[74]</sup><br><b>(Hong Kong)</b>           | 1991 | 132 Pat<br>152 Kr                                                          | K     | Ø 2,8   | 86,2% Kr                                            |
| <b>Kerschbaum</b> <sup>[192]</sup><br><b>(Deutschland)</b>    | 1991 | 1238 Pat<br>mit 4371 Einzelkronen<br><br>135 Pat mit 175<br>verblockten Kr | /     | 5       | 92% Einzelkr<br>87% verblockte Kr                   |
|                                                               |      |                                                                            |       | 10      | 79% Einzelkr<br>67% verblockte Kr                   |
|                                                               |      |                                                                            |       | 15      | 56% Einzelkr<br>47% verblockte Kr                   |
| <b>Brunner</b> <sup>[63]</sup><br><b>(Schweiz)</b>            | 1992 | 215 Kr                                                                     | K     | Ø 9,3   | 88% Kr                                              |
| <b>Erpenstein</b> <sup>[106]</sup><br><b>(Deutschland)</b>    | 1992 | 593 Kr                                                                     | P     | 5       | 96,2% Kr                                            |
|                                                               |      |                                                                            |       | 10      | 91,3% Kr                                            |
|                                                               |      |                                                                            |       | 15      | 83,7% Kr                                            |
| <b>Palmqvist</b> <sup>[285]</sup><br><b>(Schweden)</b>        | 1993 | 25 Kr                                                                      | K     | 18 – 23 | 92% Kr                                              |
| <b>Schlösser</b> <sup>[341]</sup><br><b>(Deutschland)</b>     | 1993 | 390 Kr                                                                     | P     | 9       | 92,1% Kr                                            |
| <b>Hawthorne</b> <sup>[135]</sup><br><b>(Australien)</b>      | 1997 | 399 Kr                                                                     | P     | 15      | 75% Kr                                              |
|                                                               |      |                                                                            |       | 26      | 50% Kr                                              |
| <b>Kerschbaum</b> <sup>[195]</sup><br><b>(Deutschland)</b>    | 1997 | 1618 OK-<br>Frontzahn-Kr                                                   | P     | 5       | 93,7% VMK-Kr<br>86,5% kunststoff-<br>verblendete Kr |
|                                                               |      |                                                                            |       | 10      | 88,7% VMK-Kr<br>66,8% kunststoff-<br>verblendete Kr |
| <b>Martin</b> <sup>[242]</sup><br><b>(USA)</b>                | 1997 | 1071 Kr                                                                    | /     | 5       | 84% Kr                                              |
| <b>Smales</b> <sup>[367]</sup><br><b>(Hong Kong)</b>          | 1997 | 270 Kr                                                                     | P     | 20      | 70% Kr                                              |
| <b>Valderhaug</b> <sup>[390]</sup><br><b>(Norwegen)</b>       | 1997 | 46 Kr                                                                      | K     | 5       | 96,5% Kr                                            |
|                                                               |      |                                                                            |       | 10      | 82,1% Kr                                            |
| <b>Walton</b> <sup>[407]</sup><br><b>(Australien)</b>         | 1997 | 344 Pat<br>768 Kr                                                          | P     | 10      | 76% Kr                                              |
| <b>Walton</b> <sup>[408]</sup><br><b>(Australien)</b>         | 1999 | 688 Kr                                                                     | P     | 10      | 96,7% Kr                                            |
| <b>Erpenstein</b> <sup>[105]</sup><br><b>(Deutschland)</b>    | 2000 | 322 Pat mit<br>769 VMK-Kr                                                  | P     | 7       | 92% Frontzahn-Kr<br>96,5% Seitenzahn-Kr             |
|                                                               |      | 88 Pat mit<br>173 Glaskeramik-Kr                                           |       |         | 82,7% Frontzahn-Kr<br>70% Seitenzahn-Kr             |
| <b>Lövgren</b> <sup>[231]</sup><br><b>(Schweden)</b>          | 2000 | 242 Kr                                                                     | K     | 5       | 99,6% Kr                                            |
| <b>Hochman</b> <sup>[147]</sup><br><b>(Israel)</b>            | 2003 | 23 Pat<br>50 Kr                                                            | K     | Ø 6,3   | 92% Kr                                              |
| <b>Marklund</b> <sup>[241]</sup><br><b>(Schweden)</b>         | 2003 | 18 Pat<br>42 Kr                                                            | /     | 5       | 92,9% Kr                                            |
| <b>Van Nieuwenhuysen</b> <sup>[391]</sup><br><b>(Belgien)</b> | 2003 | 89 Kr                                                                      | K     | 15      | 50% Kr                                              |
| <b>Jokstad</b> <sup>[171]</sup><br><b>(Norwegen)</b>          | 2004 | 20 Pat<br>39 Kr                                                            | K     | 8,5     | 89% Kr                                              |
| <b>Kolker</b> <sup>[201]</sup><br><b>(USA)</b>                | 2004 | 337 Kr                                                                     | K     | 5       | 95% Kr                                              |
|                                                               |      |                                                                            |       | 10      | 87% Kr                                              |

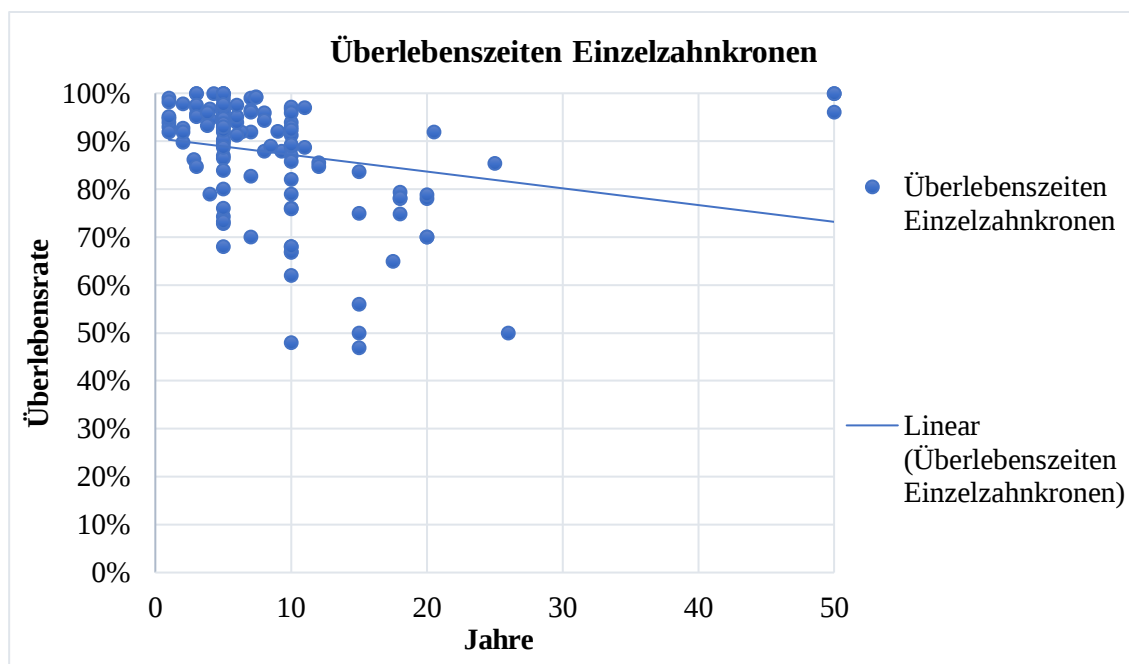
|                                                            |              |                                                                                   |       |         |                                                                           |
|------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|---------------------------------------------------------------------------|
| <b>Böning</b> <sup>[52]</sup><br><b>(Deutschland)</b>      | 2006         | 33 Pat mit<br>40 VMK-Kr                                                           | K     | 3       | 100% Kr                                                                   |
|                                                            |              | 30 Pat mit<br>39 Lithiumdisilikat-Kr                                              |       |         | 97% Kr                                                                    |
| <b>Etemadi</b> <sup>[107]</sup><br><b>(Iran)</b>           | 2006         | 62 VMK-Kr                                                                         | P     | 5       | 74,3% Kr                                                                  |
|                                                            |              | 167 Feldspatkeramik-Kr                                                            |       |         | 72,9% Kr                                                                  |
| <b>Janus</b> <sup>[159]</sup><br><b>(USA)</b>              | 2006         | 1252 Kr                                                                           | K     | 10      | 89% Kr, wenn Pat<br>< 35 Jahre<br>68% Kr, wenn Pat<br>≥ 55 Jahre          |
| <b>Reitemeier</b> <sup>[321]</sup><br><b>(Deutschland)</b> | 2006         | 95 Pat<br>190 Kr                                                                  | P     | 7       | 96,1% Kr                                                                  |
| <b>De Backer</b> <sup>[22,23,25]</sup><br><b>(Belgien)</b> | 2006<br>2007 | 456 Pat<br>1037 Kr                                                                | K     | 6       | 93,9% vitale Pf<br>95,2% avitale Pf + Stift                               |
|                                                            |              |                                                                                   |       | 12      | 85,6% vitale Pf<br>84,7% avitale Pf + Stift                               |
|                                                            |              |                                                                                   |       | 18      | 74,9% vitale Pf<br>79,4% avitale Pf + Stift<br>78,1% Kr OK<br>78,2% Kr UK |
| <b>Eliasson</b> <sup>[99]</sup><br><b>(Norwegen)</b>       | 2007         | 12 Kr                                                                             | K     | Ø 4,3   | 100% Kr                                                                   |
| <b>Miyamoto</b> <sup>[252]</sup><br><b>(USA)</b>           | 2007         | 506 Pf                                                                            | P     | 8       | 95,9% Pf                                                                  |
| <b>Pjetursson</b> <sup>[299]</sup><br><b>(Schweiz)</b>     | 2007         | Metaanalyse<br>(34 Studien)<br>1765 VMK-Kr<br>6006 Vollkeramik-Kr                 | /     | 5       | 95,6% VMK-Kr<br>93,3% Vollkeramik-Kr                                      |
| <b>Näpänkangas</b> <sup>[264]</sup><br><b>(Finnland)</b>   | 2008         | 50 Pat<br>100 Kr                                                                  | K     | 20      | 78% Kr                                                                    |
| <b>Bader</b> <sup>[26]</sup><br><b>(USA)</b>               | 2009         | Review<br>(16 Studien)<br>7785 Kr                                                 | /     | 5       | 95% konv. Kr<br>90% Vollkeramik-Kr                                        |
|                                                            |              |                                                                                   |       | 15 – 20 | 50 – 80% Kr                                                               |
| <b>Burke</b> <sup>[69]</sup><br><b>(England)</b>           | 2009         | 7817 Vollguss-Kr<br>38166 Verblend-Kr<br>1434 Vollkeramik-Kr                      | K + P | 1       | 94% Vollguss-Kr<br>93% Verblend-Kr<br>92% Vollkeramik-Kr                  |
|                                                            |              |                                                                                   |       | 5       | 80% Vollguss-Kr<br>76% Verblend-Kr<br>68% Vollkeramik-Kr                  |
|                                                            |              |                                                                                   |       | 10      | 68% Vollguss-Kr<br>62% Verblend-Kr<br>48% Vollkeramik-Kr                  |
| <b>Encke</b> <sup>[102]</sup><br><b>(Deutschland)</b>      | 2009         | 99 Gold-Kr<br>123 Vollkeramik-Kr                                                  | K     | 1       | 94,8% Gold-Kr<br>95,1% Vollkeramik-Kr                                     |
|                                                            |              |                                                                                   |       | 2       | 92,7% Gold-Kr<br>89,8% Vollkeramik-Kr                                     |
| <b>Walton</b> <sup>[411]</sup><br><b>(Australien)</b>      | 2009         | Gruppe 1: 140 Pat,<br>404 Kr<br>Gruppe 2: 180 Pat,<br>539 Kr                      | P     | 10      | 94% Kr Gruppe 1<br>93% Kr Gruppe 2                                        |
| <b>Schmidlin</b> <sup>[342]</sup><br><b>(Schweiz)</b>      | 2010         | 56 Kr auf vitalen Pf<br>34 Kr auf avitalen Pf<br>39 Kr auf avitalen Pf<br>+ Stift | K     | 5       | 100% Kr vitale Pf<br>96,9% Kr avitale Pf<br>89,6% Kr mit Stift            |
|                                                            |              |                                                                                   |       | 10      | 89,3% Kr vitale Pf<br>85,8% Kr avitale Pf<br>75,9% Kr mit Stift           |
| <b>Abou Tara</b> <sup>[1]</sup><br><b>(Deutschland)</b>    | 2011         | 39 Pat<br>60 Kr                                                                   | K     | Ø 4     | 96,7% Kr                                                                  |

|                                                         |      |                                                                   |       |       |                                                     |
|---------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------|-------|-------|-----------------------------------------------------|
| <b>Ortorp</b> <sup>[274,278]</sup><br>(Schweden)        | 2012 | 55 Pat<br>90 Vollguss-Kr                                          | P     | 5     | 90,3% Kr                                            |
|                                                         |      | 162 Pat<br>143 Vollkeramik-Kr                                     |       |       | 88,8% Kr                                            |
| <b>Wolleb</b> <sup>[434]</sup><br>(Schweiz)             | 2012 | 249 konv. Kr                                                      | K     | 5     | 98,8% Kr                                            |
|                                                         |      | 47 Glaskeramik-Kr                                                 |       |       | 100% Kr                                             |
| <b>Passia</b> <sup>[290]</sup><br>(Deutschland)         | 2013 | 100 Gold-Kr<br>123 Vollkeramik-Kr                                 | K     | 1     | 99% Gold-Kr<br>98,3% Vollkeramik-Kr                 |
|                                                         |      |                                                                   |       | 2     | 97,9% Gold-Kr<br>92,0% Vollkeramik-Kr               |
|                                                         |      |                                                                   |       | 3     | 95,7% Gold-Kr<br>84,7% Vollkeramik-Kr               |
|                                                         |      |                                                                   |       | 4     | 94,6% Gold-Kr<br>79% Vollkeramik-Kr                 |
|                                                         |      |                                                                   |       | 5     | 92,3% Gold-Kr<br>73,2% Vollkeramik-Kr               |
| <b>Reitemeier</b> <sup>[322,323]</sup><br>(Deutschland) | 2013 | 95 Pat<br>190 Kr                                                  | P     | 8     | 94,3% Kr                                            |
|                                                         |      |                                                                   |       | 11    | 88,8% komplikations-<br>freie Kr                    |
|                                                         | 2019 |                                                                   |       | 20    | 78,8% Kr                                            |
| <b>Rinke</b> <sup>[327]</sup><br>(Deutschland)          | 2013 | 49 Pat<br>48 VMK-Kr<br>52 Vollkeramik-Kr                          | P     | 3     | 97,6% VMK-Kr<br>95,2% Vollkeramik-Kr                |
| <b>Walton</b> <sup>[412]</sup><br>(Australien)          | 2013 | 670 Pat<br>2340 Kr                                                | P     | 10    | 97,1% Kr                                            |
|                                                         |      |                                                                   |       | 25    | 85,4% Kr                                            |
| <b>Behr</b> <sup>[37]</sup><br>(Deutschland)            | 2014 | 997 Kr                                                            | K     | 5     | 96,4% Frontzahn-Kr<br>97,5% Seitenzahn-Kr           |
|                                                         |      |                                                                   |       | 10    | 92,3% Frontzahn-Kr<br>95,9% Seitenzahn-Kr           |
| <b>Hey</b> <sup>[146]</sup><br>(Deutschland)            | 2014 | 21 Pat<br>41 Kr                                                   | K     | 6     | 91,3% Kr                                            |
| <b>Ozer</b> <sup>[282]</sup><br>(USA)                   | 2014 | 1080 VMK-Kr<br>1102 Vollkeramik-Kr                                | P     | Ø 7,4 | 99,3% VMK-Kr<br>99,2% Vollkeramik-Kr                |
| <b>Schmidt</b> <sup>[343]</sup><br>(Deutschland)        | 2014 | 857 Kr                                                            | K     | 5     | 88,8% Kr                                            |
|                                                         |      |                                                                   |       | 10    | 73,9% Kr                                            |
|                                                         |      |                                                                   |       | 15    | 56,7% Kr                                            |
|                                                         |      |                                                                   |       | 20    | 49,2% Kr                                            |
| <b>Sailer</b> <sup>[335]</sup><br>(Schweiz)             | 2015 | Metaanalyse<br>(67 Studien)<br>4663 VMK-Kr<br>9434 Vollkeramik-Kr | K + P | 5     | 94,7% VMK-Kr<br>90,7 – 96,6%<br>Vollkeramik-Kr      |
| <b>Overmeer</b> <sup>[280]</sup><br>(Schweden)          | 2016 | 300 VMK-Kr                                                        | K     | 5     | 93% Kr                                              |
| <b>Shi</b> <sup>[359]</sup><br>(China)                  | 2016 | 95 Pat<br>132 Kr                                                  | K     | Ø 3,8 | 96% VMK-Kr<br>93,3% Vollkeramik-Kr                  |
| <b>Skupien</b> <sup>[363]</sup><br>(Brasilien)          | 2016 | 27 Kr                                                             | K     | 5     | 100% Kr                                             |
| <b>Brondani</b> <sup>[60]</sup><br>(Brasilien)          | 2017 | 129 Pat<br>152 Kr                                                 | K     | 6     | 97,6% Kr                                            |
| <b>Monaco</b> <sup>[258]</sup><br>(Italien)             | 2017 | 72 Pat<br>45 VMK-Kr<br>45 Vollkeramik-Kr                          | K     | 5     | 97,4% VMK-Kr<br>97,7% Vollkeramik-Kr                |
| <b>Olley</b> <sup>[270]</sup><br>(England)              | 2018 | 154 VMK-Kr<br>25 Gold-Kr<br>22 Vollkeramik-Kr                     | P     | 50    | 96,1% VMK-Kr<br>100% Gold-Kr<br>100% Vollkeramik-Kr |

Durch eine systematische Literaturanalyse wurden 56 Studien sowie drei Reviews aus den Jahren 1985 bis 2018 aufgefunden, welche das Überleben von Einzelzahnkronen untersucht haben (*Tabelle 4.1.2.*).

Die durchschnittliche Beobachtungsdauer lag bei  $8,8 \pm 8,2$  Jahren, wobei der kürzeste Untersuchungszeitraum ein Jahr und der längste 50 Jahre betrug. Zum Studienende lag die Überlebenswahrscheinlichkeit für Einzelzahnkronen im Mittel bei  $87,6 \pm 12,1\%$ . Es wurden Überlebensraten zwischen 47,0% und 100,0% angegeben. Die Angaben für die 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensrate lagen zwischen 68,0% und 100,0% bzw. zwischen 48,0% und 97,1%.

Eine grafische Darstellung der Überlebenszeiten von Einzelzahnkronen aus *Tabelle 4.1.2.* zeigt *Abb. 4.1.2.*. Durch die lineare Trendlinie wird deutlich, dass die durchschnittliche Überlebensrate für Einzelzahnkronen langsam abfällt, sodass nach 10 Jahren die Überlebenswahrscheinlichkeit im Mittel bei knapp unter 90,0% und nach 30 Jahren bei 80,0% liegt.



*Abb. 4.1.2.: Darstellung der Überlebenszeiten von Einzelzahnkronen aus Tabelle 4.1.2.*

#### 4.1.3. Brücken als Zahnersatz

Brücken stellen einen festsitzenden, rein parodontal abgestützten Zahnersatz bei Verlust von einem oder mehreren Zähnen dar. Hierbei werden die fehlenden Zähne durch Brückenzwischenglieder ersetzt und mit den Pfeilerzähnen über Anker starr verbunden [56,121,138,222]. Kaufunktion, Ästhetik und Phonetik können durch Brückenversorgungen wiederhergestellt werden. Des Weiteren wird verhindert, dass durch Wanderung, Rotation und Kippung benachbarter oder Elongation antagonistischer Zähne in die Lücken, mögliche Störungen in der statischen oder dynamischen Okklusion entstehen können [121,222,418]. In der Regel werden Brücken von Patienten gut akzeptiert, da sie den eigenen Zähnen in Ästhetik, Komfort und Kaufunktion sehr ähnlich sind [189,190].

Als Hauptursache für Zahnverlust und die daraus resultierenden Lücken gelten Karies sowie Parodontopathien. Aber auch Traumata, angeborene Fehlbildungen oder andere Zahnhartsubstanzschädigungen wie beispielsweise Abrasionen können zum Zahnverlust führen. Ferner können Zähne aufgrund einer prothetischen Therapieplanung oder aus kieferorthopädischen Gründen entfernt werden [123,196,222,418].

Bei Brückenkonstruktionen werden die Kaukräfte aufgrund der starren Verbindung der Pfeilerzähne untereinander auf diese und das umgebene Stützgewebe gleichmäßig verteilt [204,346]. Durch die hieraus resultierende verstärkte Beanspruchung der Pfeilerzähne sowie des Parodontiums, ist eine ausreichende Anzahl von stabilen Brückenpfeilern notwendig [121,243]. Um eine Überbelastung zu vermeiden, sollte die Anzahl der Brückenzwischenglieder die Zahl der Brückenpfeiler nicht überschreiten [121,222]. Bei Betrachtung von parodontal gesunden Zähnen kann man Brückenpfeiler nach ihrer Wertigkeit absteigend wie folgt angeben: Molaren, Eckzähne, Prämolaren, mittlere obere Schneidezähne, seitliche obere Schneidezähne, untere Schneidezähne [121,222]. Des Weiteren müssen bei der Auswahl der Pfeilerzähne Kontraindikationen wie periapikale Entzündungen, insuffiziente Wurzelfüllungen, endodontisch unbehandelte avitale Zähne sowie Parodontopathien Beachtung finden [14,121,222,227,243,391]. Außerdem ist eine gute Mundhygiene unerlässlich für die Langlebigkeit von Brücken [63,104,156,222,227,325].

Wenn eine Brücke auf beiden Seiten durch Pfeilerzähne begrenzt wird, spricht man von einer Endpfeilerbrücke. Im Gegensatz dazu sind Freidendbrücken nur einseitig mit Pfeilerzähnen fest verbunden. Sie gelten als Risikobrücken, da Hebelkräfte vom Brückenzwischenglied auf die Brückenpfeiler übertragen werden können, woraus eine erhöhte Frakturgefahr der Pfeilerzähne resultiert [121,222,243]. Brücken können weiterhin

nach der Gestaltung des Brückenzwischengliedes unterteilt werden. Bei Schwebelbrücken hat das Zwischenglied keinen Schleimhautkontakt, der Abstand sollte mindestens 3 mm betragen. Von Vorteil ist die gute Reinigungsmöglichkeit zu nennen, allerdings kann sie zu ästhetischen Beeinträchtigungen führen, wodurch sie ihre Anwendung nur im nicht sichtbaren Bereich findet <sup>[121,222]</sup>. Spaltbrücken haben ebenfalls keinen Kontakt zur Schleimhaut, allerdings ist der Spaltraum sehr schmal, wodurch es zu einer Impaktierung von Speiseresten kommen kann <sup>[121,222]</sup>. Ein kleinflächiger, punkt- beziehungsweise strichförmiger, druckloser Kontakt des Brückenzwischengliedes zur Schleimhaut besteht bei Tangentialbrücken. Hierbei sollte der Querschnitt des Zwischengliedes aus parodontalhygienischer Sicht herzförmig sein <sup>[121,222]</sup>. Besteht ein großflächiger, sattelförmiger Schleimhautkontakt, spricht man von einer Sattelbrücke. Die Basis des Zwischengliedes ist hierbei aufgrund ihrer konkaven Form nicht zu reinigen, was zu einer chronischen Entzündung der Schleimhaut führen kann <sup>[121,222,243]</sup>.

Brücken können, ebenso wie Kronen, aus Metall (Nichtedelmetall- oder Edelmetalllegierungen), Verbund-Metall-Keramik oder Vollkeramik hergestellt werden <sup>[121]</sup>. Vor- und Nachteile verschiedener Materialien wurden bereits im *Kapitel 4.1.1.* erläutert. Materialversagen ist in Form von Retentionsverlusten, Gerüst- beziehungsweise Brückengliedfrakturen oder Abplatzungen der Verblendungen möglich <sup>[14,56,63,75,112,147,148,150,190,227,229,231,243,265,295,314,336,346,385,408]</sup>. Zu den weiteren Risiken einer Brückenversorgung zählen, wie bei Einzelzahnkronen auch, die Entstehung einer Sekundärkaries am Kronenrand sowie endodontische oder parodontale Komplikationen <sup>[14,56,104,122,147,148,150,156,189,190,227,229,231,265,295,336,346,372,377,385,408]</sup>. Durch die notwendige Wegnahme von Zahnhartsubstanz bei der Präparation der Pfeilerzähne kann es zu einem Vitalitätsverlust kommen, wodurch eine endodontische Behandlung notwendig wird <sup>[14,56,63,75,132,285,336,385]</sup>. Ferner besteht ein erhöhtes Risiko für eine Fraktur der Pfeilerzähne, da die auftretenden Kaukräfte auf die Pfeiler verteilt und diese dadurch stärker belastet werden <sup>[56,147,150,189,227,231,346,377,385,408]</sup>.

#### 4.1.4. Überlebenszeiten von festsitzendem Zahnersatz in Form von Brückenversorgungen

Tab. 4.1.4.: Überlebenszeitanalysen von festsitzendem Zahnersatz in Form von konventionellen Brücken (Pat = Patienten, Pf = Pfeilerzähne, Kr = Kronen, Br = Brücken, VMK = Verbund-Metall-Keramik, K = Klinik, P = Praxis)

| Erstautor                                           | Jahr | Anzahl                                         | Prüf-<br>stelle | Zeitraum<br>(Jahre) | Überlebensrate                    |
|-----------------------------------------------------|------|------------------------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------------|
| <b>Reuter</b> <sup>[325]</sup><br>(England)         | 1984 | 121 Br                                         | P               | 11                  | 68,1% Br                          |
| <b>Gustavsen</b> <sup>[132]</sup><br>(Norwegen)     | 1986 | 108 Pat<br>114 Br                              | K               | 6                   | 93% Br                            |
| <b>Randow</b> <sup>[314]</sup><br>(Schweden)        | 1986 | 98 Br                                          | P               | 7                   | 8,2% technische<br>Komplikationen |
| <b>Karlsson</b> <sup>[178]</sup><br>(Schweden)      | 1989 | 104 Br<br>471 Pf                               | P               | 14                  | 88,5% Br                          |
| <b>Reichen-Graden</b> <sup>[320]</sup><br>(Schweiz) | 1989 | 73 Br                                          | K               | Ø 6,4               | 7,4% technische<br>Komplikationen |
| <b>Cheung</b> <sup>[75]</sup><br>(Hong Kong)        | 1990 | 143 Pat<br>169 Br                              | K               | Ø 2,9               | 79,3% Br                          |
| <b>Ericson</b> <sup>[104]</sup><br>(Schweden)       | 1990 | 30 Pat<br>33 Br<br>94 Pf                       | K               | 3                   | 93,9% Br                          |
| <b>Foster</b> <sup>[112]</sup><br>(England)         | 1990 | 130 Pat<br>142 Br                              | K               | 6,2                 | 50% Br                            |
| <b>Kerschbaum</b> <sup>[192]</sup><br>(Deutschland) | 1991 | 1073 Pat<br>1669 Br                            | /               | 5                   | 95% Br                            |
|                                                     |      |                                                |                 | 10                  | 82% Br                            |
|                                                     |      |                                                |                 | 15                  | 64% Br                            |
| <b>Valderhaug</b> <sup>[389]</sup><br>(Norwegen)    | 1991 | 102 Pat<br>108 Br<br>343 Pf                    | K               | 5                   | 96% Br                            |
|                                                     |      |                                                |                 | 10                  | 88% Br                            |
|                                                     |      |                                                |                 | 15                  | 68% Br                            |
| <b>Brunner</b> <sup>[63]</sup><br>(Schweiz)         | 1992 | 92 Br<br>221 Pf                                | K               | Ø 9,5               | 92% Br                            |
| <b>Erpenstein</b> <sup>[106]</sup><br>(Deutschland) | 1992 | 298 Br                                         | P               | 5                   | 89,4% Br                          |
|                                                     |      |                                                |                 | 10                  | 74,7% Br                          |
|                                                     |      |                                                |                 | 15                  | 60,4% Br                          |
| <b>Hochman</b> <sup>[148]</sup><br>(Israel)         | 1992 | 66 Pat<br>138 Br<br>569 Pf                     | K + P           | 10 – 17             | 93,4% Br                          |
| <b>Palmqvist</b> <sup>[285]</sup><br>(Schweden)     | 1993 | 103 Br                                         | K               | 18 – 23             | 77% Br                            |
| <b>Creugers</b> <sup>[81]</sup><br>(Niederlande)    | 1994 | Metaanalyse<br>(7 Studien)<br>4118 Br          | /               | 15                  | 74% Br                            |
| <b>Leempoel</b> <sup>[221]</sup><br>(Niederlande)   | 1995 | 1451 Br                                        | P               | 5                   | 97,7% Br                          |
|                                                     |      |                                                |                 | 10                  | 92,7% Br                          |
|                                                     |      |                                                |                 | 12                  | 88,3% Br                          |
| <b>Yi</b> <sup>[438]</sup><br>(Schweden)            | 1995 | 34 Pat<br>43 Br<br>(31 Extensionsbr)<br>274 Pf | K               | Ø 14 – 15           | 70% Br<br>79% Pf                  |

|                                                     |      |                                          |       |       |                                                     |
|-----------------------------------------------------|------|------------------------------------------|-------|-------|-----------------------------------------------------|
| <b>Jokstad</b> <sup>[172]</sup><br>(Norwegen)       | 1996 | 61 Pat<br>81 Br<br>135 Pf                | P     | 5     | 80 – 85% Pf                                         |
|                                                     |      |                                          |       | 10    | 71 – 81% Pf                                         |
| <b>Fayyad</b> <sup>[109]</sup><br>(Jordanien)       | 1997 | 132 Pat<br>156 Br<br>(64 überspannte Br) | K + P | 6,1   | 50% Br                                              |
| <b>Kerschbaum</b> <sup>[195]</sup><br>(Deutschland) | 1997 | 1219 Br sowie<br>Kronenblocks            | P     | 5     | 99% VMK-Br<br>96,3% kunststoff-<br>verblendete Br   |
|                                                     |      |                                          |       | 10    | 80,2% VMK-Br<br>75,3% kunststoff-<br>verblendete Br |
| <b>Libby</b> <sup>[227]</sup><br>(USA)              | 1997 | 50 Pat<br>89 Br                          | P     | Ø 16  | 75% Br                                              |
| <b>Sundh</b> <sup>[377]</sup><br>(Schweden)         | 1997 | 138 Br<br>359 Pf                         | K     | 18    | 75% Br<br>72% Pf                                    |
| <b>Valderhaug</b> <sup>[390]</sup><br>(Norwegen)    | 1997 | 187 Br ≤ 4 Glieder<br>164 Br ≥ 5 Glieder | K     | 5     | 93,4% Br ≤ 4 Glieder<br>96,6% Br ≥ 5 Glieder        |
|                                                     |      |                                          |       | 10    | 80,4% Br ≤ 4 Glieder<br>80,6% Br ≥ 5 Glieder        |
|                                                     |      |                                          |       | 15    | 62,7% Br ≤ 4 Glieder<br>66,4% Br ≥ 5 Glieder        |
|                                                     |      |                                          |       | 20    | 62,7% Br ≤ 4 Glieder<br>64,1% Br ≥ 5 Glieder        |
|                                                     |      |                                          |       | 25    | 56,0% Br ≤ 4 Glieder<br>58,3% Br ≥ 5 Glieder        |
| <b>Walton</b> <sup>[407]</sup><br>(Australien)      | 1997 | 344 Pat<br>346 Br                        | P     | 10    | 76% Br                                              |
| <b>Lindquist</b> <sup>[229]</sup><br>(Schweden)     | 1998 | 140 Br<br>(36 Extensionsbr)              | P     | 20    | 65% Br                                              |
| <b>Scurria</b> <sup>[356]</sup><br>(USA)            | 1998 | Metaanalyse<br>(8 Studien)               | K + P | 10    | 92% Br<br>96% Pf                                    |
|                                                     |      |                                          |       | 15    | 75% Br                                              |
| <b>Shugars</b> <sup>[360]</sup><br>(USA)            | 1998 | 124 Br                                   | K     | 5     | 96% Br                                              |
| <b>Lövgren</b> <sup>[231]</sup><br>(Schweden)       | 2000 | 91 Br                                    | K     | 5     | 97,8% Br                                            |
| <b>Aquilino</b> <sup>[14]</sup><br>(USA)            | 2001 | 65 Br                                    | K     | 5     | 97% Br                                              |
|                                                     |      |                                          |       | 10    | 92% Br                                              |
| <b>Brägger</b> <sup>[55]</sup><br>(Schweiz)         | 2001 | 40 Pat<br>58 Br<br>124 Pf                | K     | 4 – 5 | 98,3% Br<br>98,6% Pf                                |
| <b>Glantz</b> <sup>[122]</sup><br>(Schweden)        | 2002 | 77 Br                                    | P     | 22    | 50% Br                                              |
| <b>Näpänkangas</b> <sup>[265]</sup> (Finnland)      | 2002 | 132 Pat<br>195 Br                        | K     | 10    | 84% Br                                              |
| <b>Walton</b> <sup>[409,410]</sup><br>(Australien)  | 2002 | 357 Pat<br>515 Br<br>1209 Pf             | P     | 5     | 96% Br                                              |
|                                                     | 2003 |                                          |       | 10    | 87% Br<br>93% Pf                                    |
|                                                     |      |                                          |       | 15    | 85% Br<br>92% Pf                                    |
| <b>Hochman</b> <sup>[147]</sup><br>(Israel)         | 2003 | 30 Pat<br>49 Br<br>180 Pf                | K     | Ø 6,3 | 88% Br                                              |
| <b>Holm</b> <sup>[150]</sup><br>(Schweden)          | 2003 | 235 Pat<br>289 Br<br>(42 Extensionsbr)   | K     | 10    | 72% Br                                              |
|                                                     |      |                                          |       | 20    | 64% Br                                              |
|                                                     |      |                                          |       | 30    | 53% Br                                              |

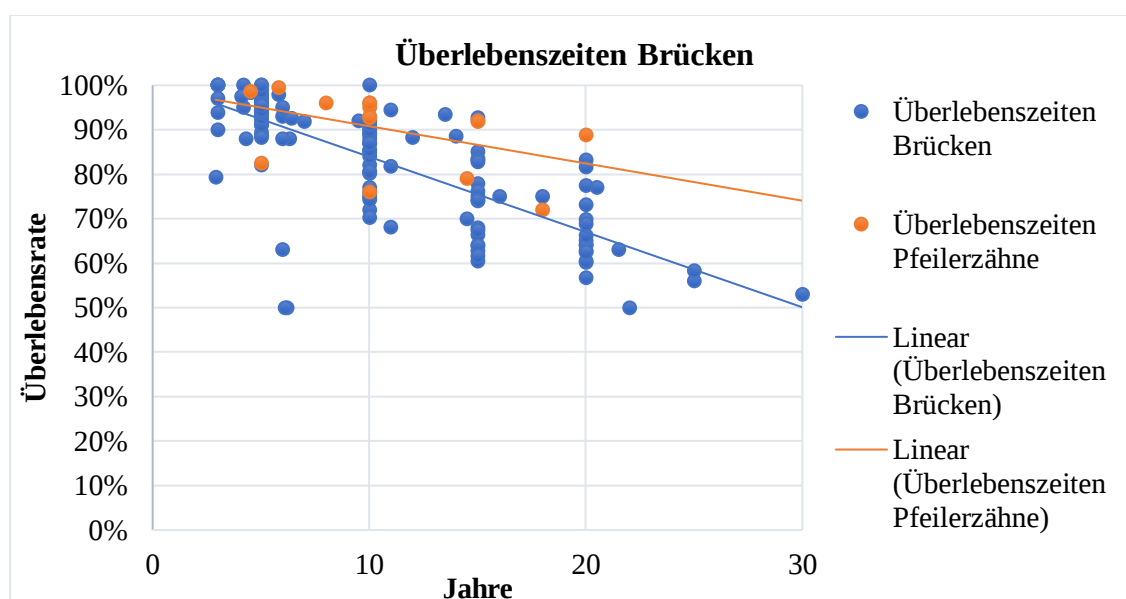
|                                                     |              |                                                                              |       |         |                                                                                               |
|-----------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tan</b> <sup>[385]</sup><br>(Singapur)           | 2004         | Metaanalyse<br>(19 Studien)<br>1764 Pat, 3548 Br                             | K + P | 10      | 89,1% Br                                                                                      |
| <b>Petersson</b> <sup>[293]</sup><br>(Schweden)     | 2006         | 262 Pat                                                                      | /     | 20 – 23 | 63% Br                                                                                        |
| <b>De Backer</b> <sup>[23,24]</sup><br>(Belgien)    | 2006<br>2007 | 193 Pat<br>322 Br                                                            | K     | 5       | 95,5% Br mit vitalen Pf<br>90,9% Br mit avitalen Pf                                           |
|                                                     |              |                                                                              |       | 10      | 90,5% Br mit vitalen Pf<br>74,2% Br mit avitalen Pf                                           |
|                                                     |              |                                                                              |       | 15      | 83,5% Br mit vitalen Pf<br>63,9% Br mit avitalen Pf                                           |
|                                                     |              |                                                                              |       | 20      | 66,2% Br<br>77,4% Br mit vitalen Pf<br>56,7% Br mit avitalen Pf<br>60,1% Br OK<br>69,8% Br UK |
| <b>De Backer</b> <sup>[20,21,23]</sup><br>(Belgien) | 2006<br>2007 | 98 Pat<br>134 dreigliedrige Br                                               | K     | 5       | 95,1% Br<br>94,9% Br mit vitalen Pf<br>95,2% Br mit avitalen Pf                               |
|                                                     |              |                                                                              |       | 10      | 88,8% Br<br>90,2% Br mit vitalen Pf<br>84,9% Br mit avitalen Pf                               |
|                                                     |              |                                                                              |       | 15      | 77,8% Br<br>83,2% Br mit vitalen Pf<br>76,1% Br mit avitalen Pf                               |
|                                                     |              |                                                                              |       | 20      | 73,1% Br<br>83,2% Br mit vitalen Pf<br>60,5% Br mit avitalen Pf<br>62,5% Br OK<br>81,6% Br UK |
| <b>Tan</b> <sup>[384]</sup><br>(Singapur)           | 2006         | 85 Pat<br>99 Br                                                              | K     | 5       | 92,3% Br                                                                                      |
| <b>Eliasson</b> <sup>[99]</sup><br>(Norwegen)       | 2007         | 42 Pat<br>51 Br                                                              | K     | Ø 4,3   | 88% Br                                                                                        |
| <b>Miyamoto</b> <sup>[252]</sup><br>(USA)           | 2007         | 201 Pf                                                                       | P     | 8       | 96% Pf                                                                                        |
| <b>Pjetursson</b> <sup>[295]</sup><br>(Schweiz)     | 2007         | Metaanalyse<br>(21 Studien)<br>3548 Br                                       | /     | 5       | 93,8% Br                                                                                      |
|                                                     |              |                                                                              |       | 10      | 89,2% Br                                                                                      |
| <b>Sailer</b> <sup>[336]</sup><br>(Schweiz)         | 2007         | Metaanalyse<br>1163 VMK-Br<br>343 Vollkeramik-Br                             | K + P | 5       | 94,4% VMK-Br<br>88,6% Vollkeramik-Br                                                          |
| <b>Salinas</b> <sup>[339]</sup><br>(USA)            | 2007         | Metaanalyse<br>(41 Studien)                                                  | /     | 5       | 94% Br                                                                                        |
|                                                     |              |                                                                              |       | 10      | 87% Br                                                                                        |
|                                                     |              |                                                                              |       | 15      | 67,3% Br                                                                                      |
| <b>Sailer</b> <sup>[334]</sup><br>(Schweiz)         | 2009         | 31 VMK-Br<br>36 Vollkeramik-Br                                               | K     | 3       | 100% VMK-Br<br>100% Vollkeramik-Br                                                            |
| <b>Walton</b> <sup>[411]</sup><br>(Australien)      | 2009         | Gruppe 1: 129 Pat,<br>189 Br, 433 Pf<br>Gruppe 2: 104 Pat,<br>142 Br, 354 Pf | P     | 10      | Gruppe 1: 77% Br<br>95% Pf<br>Gruppe 2: 90% Br<br>96% Pf                                      |
| <b>Heintze</b> <sup>[137]</sup><br>(Lichtenstein)   | 2010         | Review<br>(15 Studien)<br>134 konv. Br<br>664 Vollkeramik-Br                 | /     | 3       | 97% konv. Br<br>90% Vollkeramik-Br                                                            |
| <b>Ikai</b> <sup>[156]</sup><br>(Japan)             | 2010         | 55 Pat<br>69 Br<br>142 Pf                                                    | K     | 10      | 85,2% Br<br>92,7% Pf                                                                          |

|                                                     |      |                                                                   |       |       |                                                |
|-----------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------|-------|-------|------------------------------------------------|
|                                                     |      |                                                                   |       | 15    | 74,1% Br<br>91,9% Pf                           |
|                                                     |      |                                                                   |       | 20    | 68,8% Br<br>88,8% Pf                           |
| <b>Brägger<sup>[56]</sup><br/>(Schweiz)</b>         | 2011 | 82 Br                                                             | K     | 5     | 91,4% Br                                       |
|                                                     |      |                                                                   |       | 10    | 70,3% Br                                       |
| <b>Makarouna<sup>[233]</sup><br/>(Deutschland)</b>  | 2011 | 19 VMK-Br<br>19 Vollkeramik-Br                                    | K     | 6     | 95% VMK-Br<br>63% Vollkeramik-Br               |
| <b>Schnaidt<sup>[346]</sup><br/>(Deutschland)</b>   | 2011 | 292 Br                                                            | K     | 5     | 91,1% Br                                       |
|                                                     |      |                                                                   |       | 10    | 85,5% Br                                       |
| <b>Behr<sup>[36]</sup><br/>(Deutschland)</b>        | 2012 | 654 Br                                                            | K     | 5     | 94% Br                                         |
|                                                     |      |                                                                   |       | 10    | 87% Br                                         |
| <b>Wolleb<sup>[434]</sup><br/>(Schweiz)</b>         | 2012 | 76 Br                                                             | K     | 5     | 98,7% Br                                       |
| <b>Pelaez<sup>[291]</sup><br/>(Spanien)</b>         | 2012 | 37 Pat<br>20 VMK-Br<br>20 Vollkeramik-Br                          | K     | Ø 4,2 | 100% VMK-Br<br>95% Vollkeramik-Br              |
| <b>Vigolo<sup>[399]</sup><br/>(Italien)</b>         | 2012 | 60 Pat<br>20 VMK-Br<br>40 Vollkeramik-Br                          | P     | 5     | 95% VMK-Br<br>79 – 85%<br>Vollkeramik-Br       |
| <b>Hey<sup>[145]</sup><br/>(Deutschland)</b>        | 2013 | 23 Pat<br>31 Br                                                   | K     | 6     | 88% Br<br>88% Impl                             |
| <b>Reitemeier<sup>[322]</sup><br/>(Deutschland)</b> | 2013 | 138 Pat<br>276 Br                                                 | P     | 11    | 94,4% Br<br>81,7% komplikations-<br>freie Br   |
| <b>Svanborg<sup>[378]</sup><br/>(Schweden)</b>      | 2013 | 149 Pat<br>201 Br                                                 | P     | 5     | 92,8% Br                                       |
| <b>Bömicke<sup>[50]</sup><br/>(Deutschland)</b>     | 2014 | 57 Br                                                             | K     | Ø 4,1 | 97,4% Br                                       |
| <b>Schmidt<sup>[343]</sup><br/>(Deutschland)</b>    | 2014 | 363 Br                                                            | K     | 5     | 88,0% Br                                       |
|                                                     |      |                                                                   |       | 10    | 59,6% Br                                       |
|                                                     |      |                                                                   |       | 15    | 38,5% Br                                       |
|                                                     |      |                                                                   |       | 20    | 25,0% Br                                       |
| <b>Sailer<sup>[298]</sup><br/>(Schweiz)</b>         | 2015 | Metaanalyse<br>(40 Studien)<br>1796 VMK-Br<br>1110 Vollkeramik-Br | K + P | 5     | 94,4% VMK-Br<br>86,2 – 90,4%<br>Vollkeramik-Br |
| <b>Walton<sup>[413]</sup><br/>(Australien)</b>      | 2015 | 145 Pat<br>174 Br                                                 | P     | 15    | 92,75% Seitenzahn-Br<br>82,82% Frontzahn-Br    |
| <b>Nicolaisen<sup>[268]</sup><br/>(Dänemark)</b>    | 2016 | 34 Pat<br>17 VMK-Br<br>17 Vollkeramik Br                          | K     | 3     | 100% VMK-Br<br>100% Vollkeramik-Br             |
| <b>Prabhu<sup>[306]</sup><br/>(Indien)</b>          | 2016 | 45 Pat<br>45 Br                                                   | K     | 5     | 95,5% Br                                       |
| <b>Sailer<sup>[332]</sup><br/>(Schweiz)</b>         | 2017 | 52 Pat<br>29 VMK-Br<br>40 Vollkeramik-Br                          | K     | 5     | 100% VMK-Br<br>100% Vollkeramik-Br             |
| <b>Pol<sup>[303]</sup><br/>(Niederlande)</b>        | 2018 | Metaanalyse<br>(42 Studien)<br>1973 Br                            | /     | Ø 5,8 | 97,9% Br<br>99,5% Pf                           |
| <b>Sailer<sup>[333]</sup><br/>(Schweiz)</b>         | 2018 | 58 Pat<br>36 VMK-Br<br>40 Vollkeramik-Br                          | K     | 10    | 100% VMK-Br<br>91,3% Vollkeramik-Br            |
| <b>Yoshida<sup>[439]</sup><br/>(Japan)</b>          | 2019 | 177 Br                                                            | K     | 15    | 61,6% Br                                       |

Eine durchgeführte Literaturrecherche ergab, dass in den Jahren von 1984 bis 2019 63 Studien sowie 9 Reviews die Langlebigkeit von Brückenkonstruktionen sowie deren Pfeilerzähne analysiert haben. Diese wurden in der *Tabelle 4.1.4.* aufgelistet.

Die Untersuchungszeiträume lagen zwischen 2,9 und 30 Jahren. Über alle aufgeführten Studien betrachtet, war die Beobachtungsdauer im Mittel  $10,5 \pm 5,9$  Jahre lang. Für die eingesetzten Brückenkonstruktionen ergab sich zum Studienende ein durchschnittliches Überleben von  $83,2 \pm 13,4\%$  und für die Brückenpfeiler von  $89,9 \pm 8,5\%$ . Insgesamt lag eine Verteilung der Überlebensrate zum letzten Untersuchungszeitpunkt zwischen 50,0% und 100,0% für Brücken beziehungsweise zwischen 72,0% und 99,5% für die Pfeilerzähne vor. Für die 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensrate der Brückenkonstruktionen wurden Werte zwischen 79,0% und 100,0% bzw. zwischen 54,3% und 100,0% angegeben. In einer Studie wurde der 5-Jahres-Wert mit 82,5% für die Pfeilerzähne beschrieben. Die Angaben zur 10-Jahres-Überlebensrate der Brückenpfeiler lagen zwischen 76,0% und 96,0%.

In der grafischen Darstellung der Überlebenszeiten aus *Tabelle 4.1.4.* zeigt sich bei Betrachtung der Trendlinien eine langsame Abnahme der Überlebensraten (*Abb. 4.1.4.*). Nach 10 Jahren liegt die Überlebenswahrscheinlichkeit für Brücken im Durchschnitt bei etwa 84,0% und für die Pfeilerzähne bei 90,0%, nach 20 Jahren bei etwa 65,0% beziehungsweise 82,0%. Für Brückenkonstruktionen ist laut Trendlinie ein Unterschreiten der 50%igen Überlebenswahrscheinlichkeit erst nach 30 Jahren zu erwarten.



*Abb. 4.1.4.: Darstellung der Überlebenszeiten von Brücken aus Tabelle 4.1.4.*

#### 4.2.1. Modellgussprothesen als herausnehmbarer Zahnersatz

Bei klammerverankerten Modellgussprothesen, auch als Einstückgussprothesen bezeichnet, handelt es sich um einen herausnehmbaren, partiellen, parodontal oder parodontal-gingival abgestützten Zahnersatz <sup>[47,121,222]</sup>. Sie dienen nach Zahnverlust der Wiederherstellung von Ästhetik und Phonetik sowie der Kaufunktion <sup>[222]</sup>. Ursachen und Folgen von Zahnverlust sind in *Kapitel 4.1.3.* bereits beschrieben. Zu den Indikationsbereichen der Modellgussprothese zählen eine reduzierte Restbezahnung, Risikopfeilerzähne oder zu lange Spannen für festsitzenden Zahnersatz sowie ein parodontal vorgeschädigtes Gebiss, bei dem die vorhandenen Zähne durch eine Prothese sekundär geschient werden können <sup>[85,121]</sup>. Weiterhin spielen die reduzierten Kosten im Vergleich zu anderen Zahnersatzarten eine Rolle bei der Wahl zur Modellgussprothese <sup>[85,121,338,419]</sup>. Vorteile liegen in der minimal invasiven Behandlung <sup>[85,121,419]</sup> und somit in einer geringeren Belastung des Patienten, welche gerade in der Alterszahnmedizin einen hohen Stellenwert einnehmen kann <sup>[121,348]</sup>. Das geringfügige Beschleifen der Pfeilerzähne ermöglicht zudem verschiedenste Therapieoptionen in der Zukunft <sup>[47]</sup>. Ein weiterer Vorteil liegt in der Möglichkeit der optimalen Reinigung von Zahnersatz und Restgebiss durch die Herausnahme der Prothese <sup>[85,419]</sup>.

Die künstlichen Zähne sind auf dem Prothesensattel, zumeist bestehend aus Polymethylmethacrylat (PMMA), verankert, welcher der Mundschleimhaut flächig aufliegt <sup>[121,243]</sup>. Über starre Verbinder sind die Sättel untereinander und mit den Verankerungselementen verbunden. Den großen Verbinder stellt im Oberkiefer die Gaumenplatte und im Unterkiefer der Sublingualbügel dar. Als Halteelemente dienen Klammerarme, welche den Abzugskräften entgegenwirken. Dagegen übertragen die Klammerrahmen als Stützelemente vertikale Druckkräfte auf die Parodontien der Pfeilerzähne <sup>[47,121,222,243]</sup>. Die aus einem Stück gegossenen, metallischen Anteile bestehen aus einer Kobalt-Chrom-Molybdänlegierung, welche eine gute Korrosionsbeständigkeit, ein hohes E-Modul sowie eine gute Biokompatibilität aufweist <sup>[47,121,222]</sup>.

Als Kontraindikation gilt ein stark reduziertes Lückengebiss mit gegebenenfalls nur noch zwei nebeneinanderstehenden oder einem vorhandenen Pfeilerzahn, wodurch es zu einer Überbelastung der Parodontien der noch vorhandenen Zähne kommen kann <sup>[85,121]</sup>. Sollten zur Verankerung herangezogene Pfeilerzähne keine Unterschnitte aufweisen, so ist der Halt der Prothese nicht gewährleistet <sup>[85,121]</sup>. Eine Überkronung der Pfeilerzähne kann hierbei in Betracht gezogen werden <sup>[121]</sup>. Ein Nachteil der Modellgussprothese

entsteht durch die flächenhafte Auflage der Klammern an den Pfeilerzähnen, wodurch die Selbstreinigung der Zähne eingeschränkt ist und es folglich zu einer vermehrten Plaqueanlagerung kommen kann. Hieraus ergibt sich ein erhöhtes Risiko für die Entstehung einer Karies oder von Parodontopathien [66,87,121,222,252,451]. Als weiterer Nachteil ist die eingeschränkte Ästhetik durch sichtbare Klammern zu nennen [85,149,222,376]. In Abhängigkeit von der Lückensituation kann die Modellgussprothese nicht immer rein parodontal gelagert werden, sodass unbezahnte Kieferabschnitte als Auflage herangezogen werden müssen [121,149,222,243,419]. Durch diese parodontal-gingivale Lagerung der Prothese kann aufgrund der unterschiedlichen Resilienz von Parodontium und Alveolarkamm eine Druckatrophie des Alveolarfortsatzes entstehen [243]. Daher muss die Passung der Prothesenbasis zur Mundschleimhaut regelmäßig überprüft und gegebenenfalls korrigiert werden [121]. Ferner ist ein hoher Nachsorgebedarf angesichts von technischen Komplikationen, wie Klammerfrakturen, Retentionsverlusten oder das Abbrechen von Prothesenzähnen, gegeben [38,94,121,149,338,396]. Modellgussprothesen werden von Patienten, im Gegensatz zu festsitzendem Zahnersatz, nicht als eigene Zähne wahrgenommen, sondern als künstlicher Zahnersatz. Der Tragekomfort ist im Vergleich reduziert, wodurch ein Teil der Prothesen selten bis gar nicht getragen wird [85,121].

#### 4.2.2. Überlebenszeiten von herausnehmbarem Zahnersatz in Form von Modellgussprothesen

*Tab. 4.2.2.: Überlebenszeitanalysen von herausnehmbarem Zahnersatz in Form von Modellgussprothesen (Pat = Patienten, Pro = Prothesen, Pf = Pfeilerzähne, TK = Teleskop, Mdg = Modellguss, K = Klinik, P = Praxis)*

| Erstautor                                            | Jahr | Anzahl                      | Prüf-<br>stelle | Zeitraum<br>(Jahre) | Überlebensrate               |
|------------------------------------------------------|------|-----------------------------|-----------------|---------------------|------------------------------|
| <b>Bergman</b> <sup>[42]</sup><br>(Schweden)         | 1982 | 30 Pat<br>30 Pro            | K               | 10                  | 48,5% Pro                    |
| <b>Brose</b> <sup>[62]</sup><br>(DDR)                | 1984 | 80 Pat                      | /               | 6 – 9               | 85% Pro                      |
| <b>Chandler</b> <sup>[72]</sup><br>(USA)             | 1984 | 38 Pat<br>44 Pro<br>112 Pf  | K               | 8 – 9               | 77,3% Pro<br>96,4% Pf        |
| <b>Kerschbaum</b> <sup>[191]</sup><br>(Deutschland)  | 1987 | 677 Pro<br>(294 OK, 383 UK) | /               | 8 – 9               | 75,8% Pro OK<br>75,6% Pro UK |
| <b>Budtz-Jørgensen</b> <sup>[66]</sup><br>(Dänemark) | 1990 | 26 Pat<br>26 Pro            | K               | 5                   | 61,5% Pro                    |

|                                                     |      |                                        |   |             |                                                    |
|-----------------------------------------------------|------|----------------------------------------|---|-------------|----------------------------------------------------|
| <b>Eismann</b> <sup>[95]</sup><br>(Deutschland)     | 1991 | 33 Pat<br>49 Pro<br>214 Pf             | / | 4           | 96,3% Pf                                           |
| <b>Kapur</b> <sup>[177]</sup><br>(USA)              | 1994 | 60 Pat<br>60 Pro                       | K | 5           | 71,3% Pro                                          |
| <b>Bergman</b> <sup>[43]</sup><br>(Schweden)        | 1995 | 18 Pat<br>20 Pro                       | K | 25          | 65% Pro                                            |
| <b>Vermeulen</b> <sup>[396]</sup><br>(Niederlande)  | 1996 | 748 Pat<br>886 Pro                     | K | 5           | 75% Pro                                            |
|                                                     |      |                                        |   | 10          | 50% Pro                                            |
| <b>Wöstmann</b> <sup>[435]</sup><br>(Deutschland)   | 1997 | 224 Pat<br>309 Pro                     | K | 5           | 73% Pro                                            |
| <b>Eisenburger</b> <sup>[94]</sup><br>(Deutschland) | 1998 | 92 Pat<br>152 Pro                      | K | 8           | 50% Pro                                            |
| <b>Shugars</b> <sup>[360]</sup><br>(USA)            | 1998 | 47 Pro                                 | K | 5           | 86% Pro                                            |
| <b>Studer</b> <sup>[376]</sup><br>(Schweiz)         | 1998 | 45 Pat<br>54 Pro                       | K | 5           | 98,1% Pro                                          |
|                                                     |      |                                        |   | 8           | 93,1% Pro                                          |
| <b>Wagner</b> <sup>[402]</sup><br>(Deutschland)     | 2000 | 23 Pro                                 | K | 10          | 33,3% Pro                                          |
| <b>Weimann</b> <sup>[419]</sup><br>(Deutschland)    | 2000 | 163 Pat<br>256 Pro<br>940 Pf           | K | 5           | 81% Pro<br>92,3% Pf                                |
| <b>Aquilino</b> <sup>[14]</sup><br>(USA)            | 2001 | 13 Pro                                 | K | 5           | 77% Pro                                            |
|                                                     |      |                                        |   | 10          | 56% Pro                                            |
| <b>Grundström</b> <sup>[128]</sup><br>(Schweden)    | 2001 | 316 Pro                                | K | 8           | 42% Pro                                            |
| <b>Hofmann</b> <sup>[149]</sup><br>(Deutschland)    | 2002 | 40 Pat<br>40 Pro                       | K | Ø 3,7       | 20% technische<br>Komplikationen                   |
| <b>Saito</b> <sup>[338]</sup><br>(Japan)            | 2002 | 16 Mdg-Pro<br>37 mod. Mdg-Pro          | K | 2 – 10      | Ø 6,6 Jahre Mdg-Pro<br>Ø 5,3 Jahre mod.<br>Mdg-Pro |
|                                                     |      | 11 Kombi Mdg-TK-Pro                    |   |             | Ø 5,6 Jahre<br>Kombi Mdg-TK-Pro                    |
| <b>Zlatarić</b> <sup>[451]</sup><br>(Kroatien)      | 2002 | 205 Pat<br>261 Pro<br>(123 OK, 138 UK) | K | < 1         | 39% Pro OK<br>37% Pro UK                           |
|                                                     |      |                                        |   | 1 – 5       | 42% Pro OK<br>47% Pro UK                           |
|                                                     |      |                                        |   | > 5         | 20% Pro OK<br>16% Pro UK                           |
| <b>Dietze</b> <sup>[87]</sup><br>(Deutschland)      | 2003 | 1125 Pat<br>1474 Pro                   | P | 5           | 84% Pro                                            |
|                                                     |      |                                        |   | 10          | 59% Pro                                            |
|                                                     |      |                                        |   | 15          | 38,8% Pro                                          |
|                                                     |      |                                        |   | 20          | 23,5% Pro                                          |
|                                                     |      |                                        |   | 30          | 14,5% Pro                                          |
| <b>Vanzeveren</b> <sup>[393,394]</sup><br>(Belgien) | 2003 | 254 Pat<br>292 Pro<br>804 Pf           | K | ≥ 5 - < 10  | 85,7% Pro                                          |
|                                                     |      |                                        |   | ≥ 10 - < 15 | 62,8% Pro                                          |
|                                                     |      |                                        |   | ≥ 15        | 57,1% Pro                                          |
|                                                     |      |                                        |   | 4 – 15      | 90,2% Pf                                           |
| <b>Miyamoto</b> <sup>[252]</sup><br>(USA)           | 2007 | 51 Pf                                  | P | 8           | 86,5% Pf                                           |
| <b>Behr</b> <sup>[38]</sup><br>(Deutschland)        | 2012 | 174 Pat<br>174 Pro                     | K | 5           | 96,4% Pro                                          |
|                                                     |      |                                        |   | 10          | 89,8% Pro                                          |
| <b>Rehmann</b> <sup>[317]</sup><br>(Deutschland)    | 2013 | 52 Pat<br>65 Pro<br>207 Pf             | K | Ø 3,11      | 90,8% Pro<br>94,2% Pf                              |

|                                                            |      |                              |       |           |                                                                               |
|------------------------------------------------------------|------|------------------------------|-------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tada</b> <sup>[383]</sup><br><b>(Japan)</b>             | 2013 | 147 Pat<br>236 Pro<br>856 Pf | K     | 5         | 86,6% Pf<br>(indirekte Abutments)<br>93,1% Pf<br>(direkte Abutments)          |
| <b>Walter</b> <sup>[403,404]</sup><br><b>(Deutschland)</b> | 2013 | 81 Pat                       | K     | 5         | 74% Pro<br>88% Pf                                                             |
|                                                            | 2018 |                              |       | 10        | 67% Pf                                                                        |
| <b>Jacoby</b> <sup>[158]</sup><br><b>(Deutschland)</b>     | 2014 | 206 Pf                       | K     | 10        | 86% Pf<br>(Klammer an Krone)<br>63% Pf (Klammer an<br>natürlichem Zahn)       |
| <b>Tada</b> <sup>[382]</sup><br><b>(Japan)</b>             | 2015 | 192 Pat<br>304 Pro           | K     | 7         | 83,7% Pro (Ktr.: 3-6 M)<br>75,5% Pro (Ktr.: 1/Jahr)<br>71,9% Pro (keine Ktr.) |
| <b>Moldovan</b> <sup>[255]</sup><br><b>(Deutschland)</b>   | 2016 | Review<br>(13 Studien)       | K     | 5         | 33 - 50% Pro                                                                  |
| <b>Ishida</b> <sup>[157]</sup><br><b>(Japan)</b>           | 2017 | 199 Pro<br>399 Pf            | K     | 5         | 94,5% Pro<br>91,5% Pf                                                         |
| <b>Moldovan</b> <sup>[256]</sup><br><b>(Deutschland)</b>   | 2018 | Review<br>(42 Studien)       | K + P | > 2 Jahre | 81,9 - 100% Pf                                                                |

Eine durchgeführte Literaturrecherche über die Langlebigkeit von Modellgussprothesen konnte insgesamt 32 Studien sowie zwei Reviews identifizieren, welche zwischen den Jahren 1982 und 2018 veröffentlicht wurden (*Tabelle 4.2.2.*).

Der Untersuchungszeitraum lag im Durchschnitt bei  $7,9 \pm 5,1$  Jahren. Die kürzeste Beobachtungsdauer belief sich auf ein Jahr und die längste auf 30 Jahre. Die Überlebensrate der Modellgussprothesen betrug im Mittel  $62,9 \pm 23,4\%$  zum letzten Untersuchungszeitpunkt, wobei insgesamt eine große Streuung zwischen 14,5% und 98,1% vorlag. Bei Betrachtung der Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne zeigte sich ein durchschnittliches Überleben von  $87,3 \pm 10,1\%$  bei Studienende. Die Spanne ging hierbei von 63,0% bis 96,4%. Die 5- bzw. 10-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit von Modellgussprothesen wurde mit Werten zwischen 33,0% und 98,1% bzw. zwischen 33,3% und 89,8% angegeben. Bei einer Studie lag der 5-Jahres-Wert bei 92,3% für die Pfeilerzähne. Zur 10-Jahres-Überlebensrate der Pfeilerzähne wurden Werte zwischen 63,0% und 88,0% beschrieben.

*Abb. 4.2.2.* stellt die Überlebenszeiten der untersuchten Modellgussprothesen und Pfeilerzähne aus *Tabelle 4.2.2.* grafisch dar. Durch die lineare Trendlinie lässt sich sowohl beim Überleben der Modellgussprothesen als auch beim Überleben der Pfeilerzähne ein kontinuierlicher und deutlicher Abfall erkennen, wobei die 50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit der Modellgussprothesen nach 20 Jahren unterschritten wird. Nach 10 Jahren zeigt sich eine durchschnittliche Überlebensrate von 60,0% bei den Modellgussprothesen und von 85,0% bei den Pfeilerzähnen.

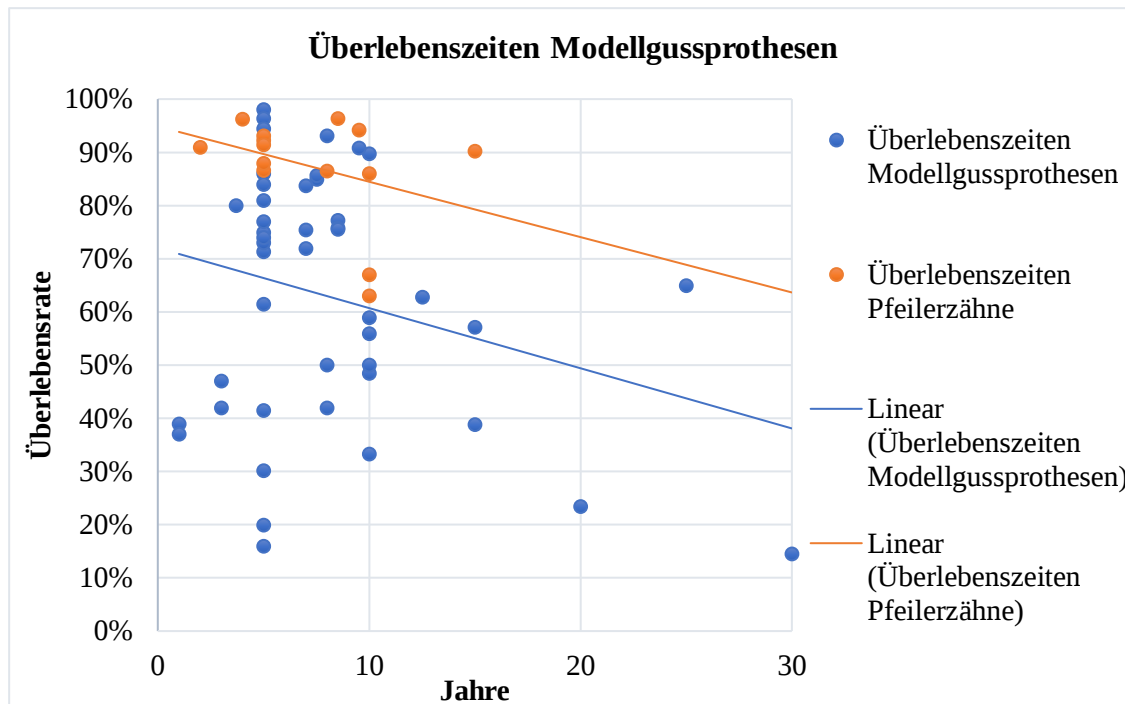


Abb. 4.2.2.: Darstellung der Überlebenszeiten von Modellgussprothesen aus Tabelle 4.2.2.

#### 4.3.1 Kombinationsersatz auf natürlichen Pfeilerzähnen

Unter Kombinationsersatz versteht man einen partiellen, parodontal oder parodontal-gingival gelagerten Zahnersatz im reduzierten Restgebiss zur Wiederherstellung der Kaufunktion, Ästhetik und Phonetik <sup>[121,222]</sup>. Dieser setzt sich aus einem festsitzenden und einem herausnehmbaren Anteil zusammen. Ebenso wie bei der Modellgussprothese sind die zu ersetzenden Zähne auf den Prothesensätteln befestigt, welche wiederum über Verbinder miteinander gekoppelt sein können <sup>[121,222]</sup>. Über Präzisionselemente, bestehend aus Primär- und Sekundärteil, ist der Zahnersatz am Restgebiss verankert. Das Primärteil ist hierbei fest an einem Zahn oder einem Implantat fixiert, das Sekundärteil befindet sich an der herausnehmbaren Prothese <sup>[121,222]</sup>. Es gibt verschiedene Präzisionselemente wie Doppelkronen, Geschiebe, Stege, Riegel, Druckknopfanker, Gelenke oder Magnete <sup>[121,222]</sup>. In dieser Arbeit wird im weiteren Verlauf aufgrund der vorhandenen Patientenfälle nur noch auf Kombinationsersatz mit Doppelkronen als Verankerungselement eingegangen. Sie bestehen aus einer Innenkrone (Primärkrone), welche auf dem Pfeiler fest zementiert ist, und einer Außenkrone (Sekundärkrone), die in der Teilprothese eingearbeitet wurde <sup>[222]</sup>. Bezüglich der Form und des Haltemechanismus der Doppelkronen kann man Teleskopkronen, Konuskronen sowie Doppelkronen mit

Spielpassung voneinander unterscheiden <sup>[121,222]</sup>. Primär- und Sekundärteil werden bei Teleskopkronen parallel zueinander angefertigt. Auf diese Weise entsteht die Haltewirkung der Prothese durch Friktion <sup>[121,222]</sup>. Bei Konuskronen werden die Primärkronen konisch, das bedeutet in einem Winkel von sechs bis acht Grad, hergestellt. Die Sekundärkrone wird passgenau hierzu gestaltet. Der Halt ist durch Verkeilung der Präzisionselemente in Endposition gegeben <sup>[121,222]</sup>. Bei den Doppelkronen mit Spielpassung wird der Halt der Prothese durch ein zusätzliches Verankerungselement, beispielsweise einen Riegel oder einen Federbolzen, erzielt <sup>[222]</sup>.

Im Vergleich zu Modellgussprothesen sind bei Teleskopprothesen keine sichtbaren Verankerungselemente vorhanden, wodurch die Ästhetik weniger stark eingeschränkt wird <sup>[121]</sup>. Ferner kann bei ausreichender Pfeileranzahl unter Umständen auf einen großen Verbinder verzichtet werden. Hierdurch wird der Tragekomfort und dadurch die Akzeptanz der Patienten für die Prothese verbessert <sup>[121]</sup>. Weiterhin ist eine höhere Retention und eine gute Erweiterungsmöglichkeit des Zahnersatzes bei Verlust weiterer Zähne gegeben <sup>[93,94,121,202,426]</sup>. Die aufgrund der Teilprothese gegebene sekundäre Schienung der Pfeilerzähne untereinander sowie deren axiale Belastung haben eine protektive Wirkung auf die einbezogenen Zähne und können darüber hinaus zu einer Festigung dieser führen <sup>[41,120,149,243,369,380,381,422,426,436]</sup>. Eine suffiziente Mundhygiene ist durch die Herausnahme des Zahnersatzes möglich, da hierdurch eine gute Zugänglichkeit zu den Primär- als auch den Sekundärteilen entsteht <sup>[93,94,121,202,427,436]</sup>. Nachteilig zeigen sich die erhöhten Kosten, welche durch einen Mehraufwand auf Seiten des Zahnarztes und des Zahntechnikers entstehen <sup>[120,121,202,374,422,436]</sup>. Ein weiterer Nachteil ergibt sich aufgrund des Doppelkronensystems, da diesbezüglich bei der Präparation der Pfeilerzähne ein größerer Zahnhartsubstanzauftrag notwendig wird <sup>[121,202,422]</sup>. Wird zu schonend präpariert, können die verblendeten Sekundärkronen im Vergleich zu den ersetzten Kunststoffzähnen sehr massiv wirken, wodurch die Ästhetik eingeschränkt sein kann <sup>[243]</sup>.

Als häufige Komplikationen beziehungsweise notwendige Nachsorgemaßnahmen des Kombinationsersatzes werden in der Literatur das Lösen und Rezementieren der Primärkronen, der Friktionsverlust zwischen den Präzisionselementen, das Freischleifen der Prothesenbasis aufgrund von vorhandenen Druckstellen sowie Verblendungsreparaturen beschrieben <sup>[32,33,41,94,121,149,155,202,254,345,369,374,380,417,430,436]</sup>. Ferner können Pfeilerzahnfrakturen auftreten oder endodontische Behandlungen aufgrund einer Pulpitis, eines Vitalitätsverlusts oder einer apikalen Parodontitis

notwendig werden [118,140,267,405,417].

### 4.3.2 Überlebenszeiten von Kombinationsersatz auf natürlichen Pfeilerzähnen

Tab. 4.3.2.: Überlebenszeitanalysen von Kombinationsersatz auf natürlichen Pfeilerzähnen (Pat = Patienten, Pro = Prothesen, Pf = Pfeilerzähne, TK = Teleskop, K = Konus, F = Friktion, R = Resilienz, Mdg = Modellguss, Impl = Implantat, Kr = Kronen, K = Klinik, P = Praxis)

| Erstautor                                                | Jahr | Anzahl                        | Prüf-<br>stelle | Zeitraum<br>(Jahre) | Überlebensrate         |
|----------------------------------------------------------|------|-------------------------------|-----------------|---------------------|------------------------|
| <b>Gernet</b> <sup>[120]</sup><br>(Deutschland)          | 1983 | 270 Pat<br>370 Pro            | K               | 7                   | 64,3% Pro<br>> 5 Jahre |
| <b>Heners</b> <sup>[139]</sup><br>(Deutschland)          | 1988 | 871 Pro<br>2793 Pf            | /               | Ø 3,2               | 96,1% Pf               |
| <b>Heners</b> <sup>[140]</sup><br>(Deutschland)          | 1988 | 690 Pro<br>2183 Pf            | /               | ≥ 5                 | 96,7% Pro<br>96,7% Pf  |
| <b>Heners</b> <sup>[141]</sup><br>(Deutschland)          | 1990 | 558 Pat<br>671 Pro<br>2094 Pf | /               | 2 – 7               | 92,8% Pf               |
| <b>Hultén</b> <sup>[152]</sup><br>(Schweden)             | 1993 | 57 Pat<br>62 Pro<br>188 Pf    | K               | Ø 3,4               | 80,7% Pro<br>82,5% Pf  |
| <b>Molin</b> <sup>[257]</sup><br>(Schweden)              | 1993 | 57 Pat<br>60 Pro<br>248 Pf    | K + P           | Ø 2,5               | 96,8% Pf               |
| <b>Nickenig</b> <sup>[266]</sup><br>(Deutschland)        | 1993 | 39 Pat<br>45 Pro<br>98 Pf     | K               | 5                   | 69,5% Pro<br>88% Pf    |
| <b>Keltjens</b> <sup>[183]</sup><br>(Niederlande)        | 1994 | 148 Pat<br>181 Pro<br>512 Pf  | K               | 6                   | 89% Pro<br>91,4% Pf    |
| <b>Budtz-<br/>Jørgensen</b> <sup>[65]</sup><br>(Schweiz) | 1995 | 31 Pat<br>31 Pro<br>72 Pf     | K               | 5                   | 87,1% Pro<br>90,2% Pf  |
| <b>Nickenig</b> <sup>[267]</sup><br>(Deutschland)        | 1995 | 85 Pat<br>105 Pro<br>402 Pf   | K               | 5                   | 98% Pro<br>95% Pf      |
|                                                          |      |                               |                 | 8                   | 85% Pro<br>81% Pf      |
| <b>Bergman</b> <sup>[41]</sup><br>(Schweden)             | 1996 | 18 Pat<br>18 Pro<br>78 Pf     | K               | 6,1 – 7,8           | 78,3% Pro              |
| <b>Igarashi</b> <sup>[155]</sup><br>(Japan)              | 1997 | 152 Pro<br>530 Pf             | K               | 12                  | 87,2% Pro<br>86,3% Pf  |
| <b>Eisenburger</b> <sup>[94]</sup><br>(Deutschland)      | 1998 | 96 Pat<br>123 Pro             | K               | 9,5                 | 50% Pro                |
| <b>Stark</b> <sup>[369]</sup><br>(Deutschland)           | 1998 | 68 Pat<br>68 Pro<br>258 Pf    | K               | 6                   | 90% Pf                 |

|                                                                                           |              |                                                           |   |                 |                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------|---|-----------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Wenz</b> <sup>[427]</sup><br><b>(Deutschland)</b>                                      | 1998         | 111 Pro                                                   | / | 5               | 96% Pro<br>87% Pro mit allen Pf                          |
|                                                                                           |              |                                                           |   | 10              | 80% Pro mit allen Pf                                     |
| <b>Behr</b> <sup>[32]</sup><br><b>(Deutschland)</b>                                       | 2000         | 117 Pat<br>117 Pro<br>411 Pf                              | K | Ø 4,6<br>F-TK   | 34,2% technische<br>Komplikationen                       |
|                                                                                           |              |                                                           |   | Ø 5,2<br>K-TK   | 48,8% technische<br>Komplikationen                       |
| <b>Blaschke</b> <sup>[49]</sup><br><b>(Deutschland)</b>                                   | 2000         | 345 Pro<br>1020 Pf                                        | K | 17              | Ø 10,4 Jahre Pro                                         |
| <b>Coca</b> <sup>[77]</sup><br><b>(Deutschland)</b>                                       | 2000         | 92 Pat<br>106 Pro<br>236 Pf                               | / | 5               | 86% Pf OK<br>92% Pf UK                                   |
| <b>Eisenburger</b> <sup>[93]</sup><br><b>(Deutschland)</b>                                | 2000         | 175 Pat<br>250 Pro<br>617 Pf                              | K | Gesamt:<br>20,5 | 86,4% Pro<br>89,4% Pf                                    |
| <b>Wagner</b> <sup>[402]</sup><br><b>(Deutschland)</b>                                    | 2000         | 74 Pat<br>101 Pro                                         | K | 10              | 66,7% Pro                                                |
| <b>Walther</b> <sup>[406]</sup><br><b>(Deutschland)</b>                                   | 2000         | 659 Pat<br>803 Pro<br>2714 Pf                             | K | Gesamt:<br>17   | 87,9% Pro                                                |
| <b>Wenz</b> <sup>[426]</sup><br><b>(Deutschland)</b>                                      | 2001         | 125 Pro<br>460 Pf                                         | K | 5               | 84% Pf                                                   |
|                                                                                           |              |                                                           |   | 10              | 66% Pf                                                   |
| <b>Hofmann</b> <sup>[149]</sup><br><b>(Deutschland)</b>                                   | 2002         | 80 Pat<br>80 Pro<br>(40 F-TK, 40 K-TK)                    | K | Ø 4,6<br>F-TK   | 33% technische<br>Komplikationen                         |
|                                                                                           |              |                                                           |   | Ø 5,3<br>K-TK   | 50% technische<br>Komplikationen                         |
| <b>Saito</b> <sup>[338]</sup><br><b>(Japan)</b>                                           | 2002         | 27 TK-Pro<br>132 Pf                                       | K | 2 – 11          | Ø 8,1 Jahre TK-Pro                                       |
|                                                                                           |              | 11 Kombi Mdg-TK-Pro                                       |   |                 | Ø 5,6 Jahre Kombi<br>Mdg-TK-Pro                          |
| <b>Rehmann</b> <sup>[319]</sup><br><b>(Deutschland)</b>                                   | 2004         | 84 Pat<br>84 Pro<br>168 Pf                                | K | 4               | 90% Pro<br>90% Pf                                        |
| <b>Widbom</b> <sup>[430]</sup><br><b>(Schweden)</b>                                       | 2004         | 72 Pat<br>75 Pro<br>368 Pf                                | K | Ø 3,8           | 98,7% Pro<br>93% Pf                                      |
| <b>Mock</b> <sup>[254]</sup><br><b>(Deutschland)</b>                                      | 2005         | 92 Pat<br>105 Pro<br>299 Pf                               | K | 1               | 97,8% Pf                                                 |
|                                                                                           |              |                                                           |   | 5               | 86,3% Pf                                                 |
|                                                                                           |              |                                                           |   | 10              | 72,4% Pf<br>91,8% Pro mit > 3 Pf<br>61,3% Pro mit ≤ 3 Pf |
| <b>Weber</b> <sup>[417]</sup><br><b>Wöstmann</b> <sup>[436]</sup><br><b>(Deutschland)</b> | 2005<br>2007 | 463 Pat<br>554 Pro<br>1758 Pf                             | K | Ø 5,3           | 95,1% Pro<br>95,3% Pf                                    |
| <b>Gehring</b> <sup>[118]</sup><br><b>(Deutschland)</b>                                   | 2006         | 58 Pat<br>73 Pro<br>280 Pf<br>(226 vital, 54 avital)      | K | 3               | 96,4% Pf<br>(98,7% vital,<br>87% avital)                 |
| <b>Krennmair</b> <sup>[209]</sup><br><b>(Österreich)</b>                                  | 2007         | 22 Pat<br>22 TK-Pro<br>108 Pf<br>(48 natürl. Pf, 60 Impl) | K | Ø 3,2           | 100% Pro<br>100% Pf<br>100% Impl                         |
| <b>Piowarczyk</b> <sup>[294]</sup><br><b>(Deutschland)</b>                                | 2007         | 97 Pat<br>97 Pro<br>445 Pf                                | K | Ø 4,9           | 94,9% Pro<br>93,3% Pf                                    |

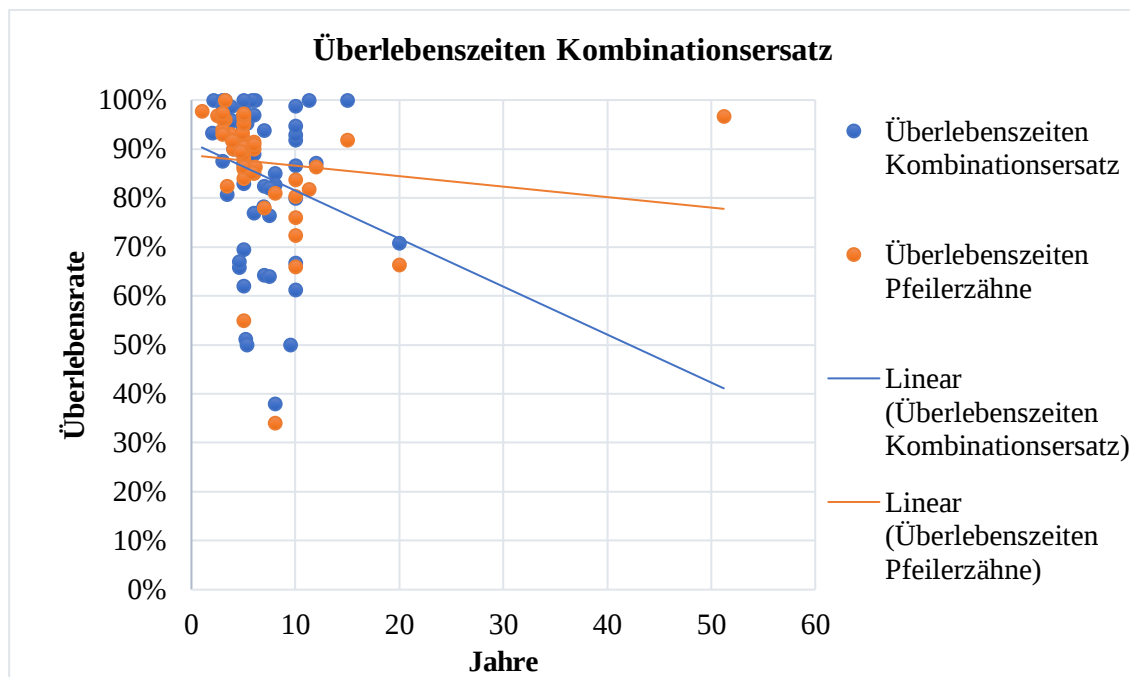
|                                                                 |      |                                                                                   |   |         |                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------|---|---------|-------------------------------------------------------------------|
| <b>Weng</b> <sup>[422]</sup><br><b>(Deutschland)</b>            | 2007 | 8 Pat<br>8 Pro<br>16 Pf                                                           | K | Ø 2,1   | 100% Pro                                                          |
| <b>Dittmann</b> <sup>[88]</sup><br><b>(Deutschland)</b>         | 2008 | 86 Pat<br>117 Pro<br>385 Pf                                                       | K | 5       | 97% vitale Pf<br>89% avitale Pf                                   |
| <b>Behr</b> <sup>[33]</sup><br><b>(Deutschland)</b>             | 2009 | 577 Pat<br>577 Pro (200 F-TK,<br>62 K-TK, 315 R-TK)<br>1807 Pf                    | K | 10      | 98,8% Pro F-TK<br>92,9% Pro K-TK<br>86,6% Pro R-TK                |
| <b>Szentpétery</b> <sup>[379–381]</sup><br><b>(Deutschland)</b> | 2010 | 74 Pat<br>82 Pro<br>173 Pf                                                        | K | 3       | 93,9% Pf<br>87,5% TK-Kr                                           |
|                                                                 | 2012 |                                                                                   |   | 5       | 90,4% Pf<br>80,6% TK-Kr                                           |
| <b>Koller</b> <sup>[202]</sup><br><b>(Deutschland)</b>          | 2011 | Review<br>(7 Studien)                                                             | / | 4 – 5,3 | 90% - 95,1% Pro                                                   |
|                                                                 |      |                                                                                   |   | 4 – 10  | 60,6% - 95,3% Pf                                                  |
| <b>Stober</b> <sup>[374,375]</sup><br><b>(Deutschland)</b>      | 2012 | 54 Pat<br>60 Pro<br>(30 F-TK, 30 K-TK)<br>217 Pf<br>(105 Pf F-TK,<br>112 Pf K-TK) | K | 3       | 93,3% Pro F-TK<br>100% Pro K-TK<br>96,2% Pf F-TK<br>97,3% Pf K-TK |
|                                                                 | 2015 |                                                                                   |   | 6       | 77% Pro F-TK<br>97% Pro K-TK<br>85% Pf T-TK<br>91% Pf K-TK        |
| <b>Verma</b> <sup>[395]</sup><br><b>(Schweiz)</b>               | 2013 | Review<br>(14 Studien)                                                            | / | 6 – 10  | 66,7% - 98,6% Pro                                                 |
|                                                                 |      |                                                                                   |   | 3,4 – 6 | 82,5% - 96,5% Pf                                                  |
| <b>Jacoby</b> <sup>[158]</sup><br><b>(Deutschland)</b>          | 2014 | 152 Pf                                                                            | K | 10      | 76% Pf                                                            |
| <b>Schwarz</b> <sup>[353]</sup><br><b>(Deutschland)</b>         | 2014 | 34 Pat<br>36 Pro<br>182 Pf (102 natürl. Pf,<br>80 Impl)                           | K | 2       | 93,3% Pro                                                         |
|                                                                 |      |                                                                                   |   | 5       | 82,9% Pro                                                         |
| <b>Schwindling</b> <sup>[354]</sup><br><b>(Deutschland)</b>     | 2014 | 86 Pat<br>117 Pro<br>385 Pf                                                       | K | 5       | 96,5% Pro                                                         |
|                                                                 |      |                                                                                   |   | 7       | 93,8% Pro                                                         |
| <b>Frisch</b> <sup>[115]</sup><br><b>(Deutschland)</b>          | 2015 | 23 Pat<br>23 Pro<br>126 Pf<br>(66 natürl. Pf, 60 Impl)                            | P | Ø 6,1   | 100% Pro<br>86,36% Pf<br>98,36% Impl                              |
| <b>Rinke</b> <sup>[329]</sup><br><b>(Deutschland)</b>           | 2015 | 14 Pat<br>14 Pro<br>51 Pf<br>(27 natürl. Pf, 24 Impl)                             | P | Ø 5,8   | 100% Pro<br>85,19% Pf<br>100% Impl                                |
| <b>Zahn</b> <sup>[441]</sup><br><b>(Deutschland)</b>            | 2016 | 29 Pat<br>37 Pro<br>165 Pf                                                        | K | Ø 7,5   | 76,47% Pro                                                        |
| <b>Ishida</b> <sup>[157]</sup><br><b>(Japan)</b>                | 2017 | 52 Pat<br>52 Pro<br>144 Pf                                                        | K | 5       | 100% Pro<br>96,8% Pf                                              |
| <b>Schwindling</b> <sup>[355]</sup><br><b>(Deutschland)</b>     | 2017 | 56 Pat<br>60 Pro                                                                  | K | 3       | 96,4% Pro                                                         |
| <b>Guarnieri</b> <sup>[130]</sup><br><b>(Italien)</b>           | 2018 | 18 Pat<br>36 Pro<br>397 Pf (233 natürl. Pf,<br>164 Impl)                          | P | 15      | 100% Pro<br>91,8% Pf<br>96,4% Impl                                |

|                                                         |      |                                                                                                                           |       |        |                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Lian</b> <sup>[225]</sup><br><b>(China)</b>          | 2018 | Review<br>(17 Studien mit TK auf<br>natürl. Pf und/oder<br>Impl)                                                          | K + P | ≥ 3    | 93% natürl. Pf<br>98,7% Impl bei Kombi<br>aus natürl. Pf + Impl<br>98,83% Impl bei rein<br>Impl-getragenen Pro |
| <b>Zierden</b> <sup>[447]</sup><br><b>(Deutschland)</b> | 2018 | 462 Pat<br>572 Pro<br>1946 Pf                                                                                             | K     | Ø 3,9  | 95,8% Pro<br>91,7% Pf                                                                                          |
| <b>Brandt</b> <sup>[58]</sup><br><b>(Deutschland)</b>   | 2019 | 111 Pat<br>126 Pro (19 Pro mit<br>natürl. Pf, 30 Pro mit<br>natürl. Pf + Impl,<br>77 Impl-Pro)<br>603 natürl. Pf und Impl | K     | 3      | 98,9% Pro                                                                                                      |
|                                                         |      |                                                                                                                           |       | 5      | 96,9% Pro                                                                                                      |
|                                                         |      |                                                                                                                           |       | 7      | 82,5% Pro                                                                                                      |
| <b>Fobbe</b> <sup>[110]</sup><br><b>(Deutschland)</b>   | 2019 | 126 Pat<br>139 Pro (86 Pro mit<br>natürl. Pf + Impl,<br>53 Impl-Pro)<br>651 Pf (239 natürl. Pf,<br>412 Impl)              | K     | 5      | 97,2% Pf<br>96% Impl                                                                                           |
|                                                         |      |                                                                                                                           |       | 10     | 80,4% Pf<br>88,5% Impl                                                                                         |
| <b>Kern</b> <sup>[184]</sup><br><b>(Deutschland)</b>    | 2019 | 31 Pat<br>33 Pro<br>(Pro mit natürl. Pf +<br>Impl oder Impl-Pro)                                                          | K     | Ø 11,3 | 100% Pro<br>81,8% Pf<br>97,6% Impl                                                                             |
| <b>Rinke</b> <sup>[328]</sup><br><b>(Deutschland)</b>   | 2019 | 221 Pat<br>263 Pro R-TK<br>538 Pf                                                                                         | K     | 5      | 62% Pro<br>55% Pf                                                                                              |
|                                                         |      |                                                                                                                           |       | 8      | 38% Pro<br>34% Pf                                                                                              |
| <b>Seo</b> <sup>[358]</sup><br><b>(Japan)</b>           | 2020 | Review<br>(25 Studien)                                                                                                    | /     | 5 – 10 | 68,9% - 95,1%<br>Pro F-TK oder K-TK<br>34% - 94%<br>Pro R-TK                                                   |
| <b>Yoshino</b> <sup>[440]</sup><br><b>(Japan)</b>       | 2020 | 213 Pro<br>1030 Pf                                                                                                        | K     | 10     | 94,7% Pro<br>83,8% Pf                                                                                          |
|                                                         |      |                                                                                                                           |       | 20     | 70,8% Pro<br>66,3% Pf                                                                                          |

*Tabelle 4.3.2.* gibt eine Literaturübersicht in Bezug auf das Überleben von Kombinationsersatz auf natürlichen Pfeilerzähnen wieder. Von 1983 bis 2020 wurden 55 Studien sowie vier Reviews veröffentlicht und in der Tabelle berücksichtigt.

Hierbei betrug die Beobachtungsdauer im Mittel  $6,7 \pm 5,4$  Jahre. Der kürzeste Zeitraum belief sich auf ein Jahr, der längste auf 51,2 Jahre. Die Überlebenswahrscheinlichkeit zum letzten Untersuchungszeitpunkt lag durchschnittlich bei  $84,9 \pm 15,4\%$  für den Kombinationsersatz und bei  $87,2 \pm 11,9\%$  für die Pfeilerzähne, wobei Wahrscheinlichkeiten für das Überleben des Kombinationsersatzes zwischen 38,0% und 100,0% und der Pfeilerzähne zwischen 34,0% und 100,0% angegeben wurden. Die Werte der 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensrate lagen für den Kombinationsersatz zwischen 62,0% und 100,0% bzw. zwischen 66,7% und 98,8% und für die Pfeilerzähne zwischen 72,4% und 100,0% bzw. zwischen 34,0% und 97,2%.

Die Überlebensraten der prothetischen Versorgung und der Pfeilerzähne aus *Tabelle 4.3.2.* werden in der *Abb. 4.3.2.* grafisch dargestellt. Bei Betrachtung der linearen Trendlinie, welche das durchschnittliche Überleben des Kombinationsersatzes darstellt, zeigt sich ein kontinuierlicher Abwärtstrend mit Überlebenswahrscheinlichkeiten nach 10 Jahren von 80,0% und nach 20 Jahren von 70,0%. Die Überlebensrate der Pfeilerzähne fällt laut Trendlinie hingegen deutlich langsamer ab und befindet sich in den ersten 40 Jahren nach Eingliederung des Zahnersatzes zwischen 80,0% und 90,0%.



*Abb. 4.3.2.: Darstellung der Überlebenszeiten von Kombinationsersatz aus Tabelle 4.3.2.*

#### 4.4.1. Implantatgetragener Zahnersatz

Implantate sind künstliche Zahnwurzeln, welche sowohl mit festsitzenden als auch mit herausnehmbaren Suprakonstruktionen versorgt werden können<sup>[121,222]</sup>.

Sie bestehen aus biokompatiblen Materialien, zumeist Reintitan oder Titanlegierungen, und sind über Gewinde sowie einer definierten Mikrorauigkeit mechanisch mit dem Alveolarknochen verankert<sup>[121,222]</sup>. Im Gegensatz zu einem natürlichen Zahn, welcher über das bindegewebige Parodontium mit dem Knochenfach verbunden ist, ist das Implantat ankylotisch mit dem Kieferknochen verwachsen. Diese Form der Verankerung bezeichnet man als Osseointegration<sup>[121,222]</sup>. Die Implantatlänge sollte der Länge der natürlichen Zahnwurzel entsprechen, der Implantatdurchmesser liegt meist zwischen 3 bis 4 mm<sup>[222]</sup>. Daher ist ein ausreichend vertikaler sowie horizontaler Kieferkamm Voraussetzung für eine Implantation<sup>[222]</sup>. Limitierende Strukturen, wie der Nervus alveolaris inferior im Unterkiefer oder der Sinus maxillaris im Oberkiefer, können eine Implantation primär aufgrund eines zu geringen vertikalen Knochenangebots ausschließen<sup>[2,222]</sup>. Durch chirurgische Maßnahmen, beispielsweise einen Knochenaufbau oder eine Verlagerung des Unterkiefernervs, kann die notwendige Knochenhöhe geschaffen und hierdurch eine Implantation möglich werden<sup>[222]</sup>. Nach der Einheilphase des Implantats kann eine Verlangsamung oder gar Verhinderung des normalerweise nach Zahnverlust stattfindenden Knochenabbaus beobachtet werden<sup>[17,222,260,424]</sup>.

Studien zufolge liegen für implantatgetragenen Zahnersatz gute Überlebensraten sowie eine hohe Zufriedenheit auf Seiten der Patienten vor<sup>[2,12,57,108,174,175,207–209,250,260,296,361,401]</sup>. Nachteilig zeigen sich die erhöhten Kosten im Vergleich zum konventionellen Zahnersatz<sup>[2,449]</sup>.

Als Indikationen für die Insertion von Implantaten sind alle Lückensituationen vom Verlust eines Zahnes über mehrere Zähne bis hin zur vollständigen Zahnlosigkeit zu nennen<sup>[68,121,222]</sup>. Ist eine Zahnücke neben nicht überkronungsbedürftigen Nachbarzähnen vorhanden, so kann durch ein Implantat auf die sonst notwendige Präparation der Pfeilerzähne zur Aufnahme einer Brücke verzichtet werden<sup>[9,68,97,121,222,243,260,424]</sup>. Bei großen Schatlücken oder dem Verlust von endständigen Zähnen ist ein konventioneller, festsitzender Zahnersatz unter Umständen nicht mehr indiziert. Durch die gezielte Insertion von Implantaten besteht die Möglichkeit, statt eines herausnehmbaren, einen festsitzenden Zahnersatz zu planen<sup>[68,121,222]</sup>. Brücken können

entweder rein implantatgetragen sein oder auf Implantaten und natürlichen Pfeilerzähnen gemeinsam abgestützt werden. Solche Konstruktionen bezeichnet man als Verbund- oder Hybridbrücken <sup>[222,243]</sup>. Die implantatgetragenen Brückenkonstruktionen unterscheiden sich nicht von der Gestaltung konventioneller Brücken (siehe Kapitel 4.1.3.) <sup>[222]</sup>. Des Weiteren dienen Implantate bei einem stark reduzierten Restgebiss zur Pfeilervermehrung, wodurch günstigere Abstützungs- und Verankerungsverhältnisse des Kombinationsersatzes geschaffen und hierdurch Funktion und Prognose verbessert werden können <sup>[121,222]</sup>. Ferner kann auch ein zahnloser Kiefer durch Implantate, je nach deren Anzahl, herausnehmbar oder festsitzend versorgt werden <sup>[121,222]</sup>. Für implantatgetragenen Kombinationsersatz im zahnlosen Unterkiefer müssen mindestens zwei, möglichst jedoch vier, interforaminäre Implantate gesetzt werden <sup>[68,121,222]</sup>. Im Oberkiefer sind mindestens vier bis sechs Implantate im anterioren Bereich notwendig <sup>[68,121,222]</sup>. Die Gestaltung des implantatgetragenen Kombinationsersatzes gleicht dem auf natürlichen Pfeilerzähnen (siehe Kapitel 4.3.1.) <sup>[222]</sup>. Als Verankerungselemente des implantatgetragenen Kombinationsersatzes dienen zumeist Stege, Kugelköpfe oder Teleskope <sup>[121,222]</sup>. Ist ein festsitzender, rein implantatgetragener Zahnersatz im zahnlosen Kiefer geplant, so muss der Unterkiefer mindestens mit vier bis sechs interforaminären Implantaten und der Oberkiefer mit acht Implantaten versorgt werden <sup>[68,121]</sup>.

Komplikationen können bei implantatgetragenen Teilprothesen in Form von Abplatzungen der Verblendmaterialien, starker Abnutzung der Prothesenzähne, Friktionsverlusten oder Frakturen der Halteelemente, Inkongruenzen von Prothesenbasis und Alveolarkamm, Prothesenbrüchen, Retentionsverlusten der Suprakonstruktionen, Lösen oder Frakturen der Verbindungsschrauben, aber auch durch die Entfernung von Implantaten auftreten <sup>[12,17,91,98,124,136,170,197,208,212,214,215,307,324,401,429,448]</sup>. Bei festsitzendem implantatgetragenen Zahnersatz kann es zu Gerüstfrakturen, zu Schäden am Verblendmaterial, zum Lösen der Suprakonstruktion, zur Lockerung oder Fraktur der Verbindungsschrauben oder zum Implantatverlust kommen <sup>[2,16,19,55,57,97,126,127,160,165,166,168,174,175,207,224,248,295,301,400]</sup>. Biologische Komplikationen können durch eine Periimplantitis, eine Entzündung des umgebenden Weich- und Hartgewebes, entstehen, wodurch es zu einem periimplantären Knochenabbau kommen kann <sup>[2,17,55,57,67,174,175,212,295,300,301,361,448]</sup>. Eine Entfernung des Implantats kann notwendig werden, wenn eine fortgeschrittene Periimplantitis mit Lockerung des Implantats vorliegt, keine ausreichende Osseointegration stattgefunden hat oder das Implantat frakturiert ist <sup>[211,223,351,361,400,448]</sup>.

#### 4.4.2. Überlebenszeiten von festsitzendem implantatgetragenen Zahnersatz in Form von Kronen und Brücken

Tab. 4.4.2.: Überlebenszeitanalysen von festsitzendem Zahnersatz auf Implantaten (Pat = Patienten, ZE = Zahnersatz, Pf = Pfeilerzähne, Impl = Implantat, Kr = Kronen, Br = Brücken, VMK = Verbund-Metall-Keramik, K = Klinik, P = Praxis)

| Erstautor                                          | Jahr | Anzahl                                                   | Prüf-<br>stelle | Zeitraum<br>(Jahre) | Überlebensrate                                     |
|----------------------------------------------------|------|----------------------------------------------------------|-----------------|---------------------|----------------------------------------------------|
| <b>Jemt</b> <sup>[168]</sup><br>(Schweden)         | 1992 | 87 Pat<br>127 ZE<br>354 Impl                             | K               | 1                   | 100% ZE<br>98,6% Impl                              |
| <b>Cranin</b> <sup>[79]</sup><br>(USA)             | 1993 | 30 Pat<br>30 Kr<br>30 Impl                               | /               | Ø 7,1               | 83,3% ZE<br>83,3% Impl                             |
| <b>Jemt</b> <sup>[166]</sup><br>(Schweden)         | 1993 | 67 Pat<br>94 ZE<br>259 Impl                              | K               | 5                   | 100% ZE<br>97,2% Impl                              |
| <b>Jemt</b> <sup>[169]</sup><br>(Schweden)         | 1993 | 50 Pat<br>70 Kr<br>70 Impl                               | K               | 3                   | 98,5% Kr<br>98,5% Impl                             |
| <b>Schmitt</b> <sup>[344]</sup><br>(Kanada)        | 1993 | 32 Pat<br>40 Kr<br>40 Impl                               | K               | Ø 2,9               | 100% Kr<br>100% Impl                               |
| <b>Zarb</b> <sup>[442,443]</sup><br>(Kanada)       | 1993 | anteriore Impl: 30 Pat,<br>34 ZE, 94 Impl                | K               | Ø 4,7               | 100% ZE<br>91,5% Impl                              |
|                                                    |      | posteriore Impl: 35 Pat,<br>46 ZE, 105 Impl              |                 | Ø 5,2               | 100% ZE<br>94,3% Impl                              |
| <b>Ekfeldt</b> <sup>[97]</sup><br>(Schweden)       | 1994 | 77 Pat<br>93 Kr<br>93 Impl                               | /               | Ø 1,5 – 2,5         | 90,3% ZE<br>97,8% Impl                             |
| <b>Jemt</b> <sup>[160]</sup><br>(Schweden)         | 1994 | 76 Pat<br>76 ZE<br>449 Impl                              | K               | 5                   | 95,9% ZE<br>92,1% ZE                               |
| <b>Laney</b> <sup>[218]</sup><br>(USA)             | 1994 | 92 Pat<br>107 Kr<br>107 Impl                             | /               | 3                   | 89,6% Kr<br>97,2% Impl                             |
| <b>Andersson</b> <sup>[7,9,11]</sup><br>(Schweden) | 1995 | 57 Pat<br>65 Kr<br>65 Impl                               | K               | 2 – 3               | 93,7% Kr<br>98,5% Impl                             |
|                                                    |      |                                                          |                 | 3 – 4               | 89% Kr<br>97,3% Impl                               |
|                                                    | 1998 |                                                          |                 | 5                   | 93,7% Kr<br>98,5% Impl                             |
| <b>Becker</b> <sup>[31]</sup><br>(USA)             | 1995 | 22 Pat<br>24 Kr<br>24 Impl                               | P               | 1                   | 95,7% Kr<br>95,7% Impl                             |
| <b>Engquist</b> <sup>[103]</sup><br>(Schweden)     | 1995 | 58 Pat<br>82 Kr<br>82 Impl                               | K               | 1 – 5               | 96,3% Kr<br>97,6% Impl                             |
| <b>Olsson</b> <sup>[271]</sup><br>(Schweden)       | 1995 | 23 Pat<br>46 Br (23 Impl-Br,<br>23 Hybrid-Br)<br>69 Impl | K               | 5                   | 83% Impl-getragene Br<br>91% Hybrid-Br<br>88% Impl |

|                                                    |      |                                                                                                |       |       |                                                                                                     |
|----------------------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Henry <sup>[143]</sup><br/>(Australien)</b>     | 1995 | 43 Pat<br>53 Kr<br>53 Impl                                                                     | P     | 1     | 96,2% Kr<br>98,2% Impl                                                                              |
| <b>Jemt <sup>[167]</sup><br/>(Schweden)</b>        | 1995 | 150 Pat<br>herausnehmbarer und<br>festsitzender ZE<br>801 Impl                                 | K     | 5     | 97% festsitzender ZE<br>92,1% Impl mit<br>festsitzendem ZE                                          |
| <b>Avivi-Arber <sup>[19]</sup><br/>(Kanada)</b>    | 1996 | 41 Pat<br>49 Kr<br>49 Impl                                                                     | K     | 1 – 8 | 100% ZE<br>100% Impl                                                                                |
| <b>Balshi <sup>[29]</sup><br/>(USA)</b>            | 1996 | 47 Pat<br>47 Kr<br>72 Impl                                                                     | /     | 3     | 98,6% Kr<br>98,6% Impl                                                                              |
| <b>Buser <sup>[70]</sup><br/>(Schweiz)</b>         | 1996 | 9 Pat<br>12 Impl                                                                               | K     | 5     | 100% ZE<br>100% Impl                                                                                |
| <b>Henry <sup>[142]</sup><br/>(Australien)</b>     | 1996 | 75 Pat<br>86 Kr<br>86 Impl                                                                     | K + P | 5     | 95,3% Kr<br>96,6% Impl OK<br>100% Impl UK                                                           |
| <b>Makkonen <sup>[234]</sup><br/>(Finnland)</b>    | 1997 | 13 Pat<br>77 Impl                                                                              | K     | 5     | 100% ZE<br>100% Impl                                                                                |
| <b>Parein <sup>[289]</sup><br/>(USA)</b>           | 1997 | 152 Pat<br>224 ZE, davon 56 Kr<br>392 Impl                                                     | K     | 6     | 81,9% ZE<br>89% Impl                                                                                |
| <b>Andersson <sup>[10]</sup><br/>(Schweden)</b>    | 1998 | Klinik: 19 Pat,<br>19 Kr, 19 Impl<br>Praxis: 19 Pat,<br>19 Kr, 19 Impl                         | K + P | 5     | Klinik: 94,4% Kr,<br>100% Impl<br>Praxis: 100% Kr,<br>100% Impl                                     |
| <b>Arvidson <sup>[15]</sup><br/>(Schweden)</b>     | 1998 | 107 Pat<br>618 Impl                                                                            | K     | 3     | 100% ZE<br>98,9% Impl                                                                               |
|                                                    |      |                                                                                                |       | 5     | 100% ZE<br>98,7% Impl                                                                               |
| <b>Behr <sup>[34]</sup><br/>(Deutschland)</b>      | 1998 | 97 Pat<br>47 herausnehmbarer<br>und 50 festsitzender ZE<br>138 ITI-Impl<br>50 IMZ-Impl         | K     | Ø 3,5 | 28,8% Komplikationen<br>ZE ITI<br>97,3% ITI-Impl<br>77,4% Komplikationen<br>ZE IMZ<br>100% IMZ-Impl |
| <b>Karlsson <sup>[179]</sup><br/>(Schweden)</b>    | 1998 | 50 Pat<br>52 Br<br>133 Impl                                                                    | K     | 2     | 95,7% Br<br>97,7% Impl                                                                              |
| <b>Lindh <sup>[228]</sup><br/>(Schweden)</b>       | 1998 | Metaanalyse<br>(18 Studien)                                                                    | /     | 6 – 7 | 97,5% Kr<br>93,6% Br                                                                                |
| <b>Scheller <sup>[340]</sup><br/>(Deutschland)</b> | 1998 | 82 Pat<br>99 Kr<br>99 Impl                                                                     | K + P | 5     | 91,1% Kr<br>95,9% Impl                                                                              |
| <b>Watzek <sup>[416]</sup><br/>(Österreich)</b>    | 1998 | 20 Pat<br>15 Pro, 5 Br<br>155 Impl                                                             | K     | 5,8   | 100% ZE<br>95,4% Impl                                                                               |
| <b>Wyatt <sup>[437]</sup><br/>(Kanada)</b>         | 1998 | 77 Pat<br>97 Br<br>230 Impl                                                                    | K     | Ø 5,4 | 97% ZE<br>94% Impl                                                                                  |
| <b>Gunne <sup>[131]</sup><br/>(Schweden)</b>       | 1999 | 23 Pat<br>46 Br<br>(23 mit zwei Impl,<br>23 mit einem Impl +<br>einem natürl. Zahn)<br>69 Impl | K     | 10    | 80% Br mit 2 Impl<br>85% Br mit 1 Impl<br>+ 1 natürl. Zahn<br>88% Impl                              |

|                                                   |      |                                                                                                     |       |       |                                                                                   |
|---------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Keller</b> <sup>[182]</sup><br>(USA)           | 1999 | 17 Pat<br>17 ZE<br>125 Impl                                                                         | /     | 12    | 100% ZE<br>94% Impl                                                               |
| <b>Lekholm</b> <sup>[224]</sup><br>(Schweden)     | 1999 | 127 Pat<br>163 ZE<br>461 Impl                                                                       | K + P | 10    | 86,5% ZE<br>92,6% Impl                                                            |
| <b>Ortorp</b> <sup>[275]</sup><br>(Schweden)      | 1999 | 58 Pat<br>68 ZE<br>167 Impl                                                                         | K     | 5     | 95,6% ZE<br>93,6% Impl                                                            |
| <b>Ortorp</b> <sup>[277,279]</sup><br>(Schweden)  | 1999 | Gruppe 1:<br>155 Pat, 155 ZE<br>Gruppe 2:<br>53 Pat, 53 ZE<br>825 Impl                              | K     | 5     | Gruppe 1: 95,9% ZE<br>99,7% Impl<br>Gruppe 2: 100% ZE<br>99,6% Impl               |
|                                                   | 2009 |                                                                                                     |       | 15    | Gruppe 1: 89,2% ZE<br>98,7% Impl<br>Gruppe 2: 100% ZE<br>98,9% Impl               |
| <b>Polizzi</b> <sup>[304]</sup><br>(Italien)      | 1999 | 21 Pat<br>30 Kr<br>30 Impl                                                                          | P     | 6 – 7 | 96,7% Kr<br>96,7% Impl                                                            |
| <b>Schwartz-Arad</b> <sup>[352]</sup><br>(Israel) | 1999 | 55 Pat<br>78 Kr<br>78 Impl                                                                          | K     | 1     | 93,6% Kr<br>93,6% Impl                                                            |
|                                                   |      |                                                                                                     |       | Ø 2,3 | 92,3% Impl                                                                        |
| <b>Wennerberg</b> <sup>[423]</sup><br>(Schweden)  | 1999 | 137 Pat<br>133 ZE<br>422 Impl                                                                       | K     | 5     | 94% Impl                                                                          |
| <b>Bianco</b> <sup>[46]</sup><br>(Italien)        | 2000 | 214 Pat<br>252 Kr<br>252 Impl                                                                       | P     | 8     | 95,9% Kr<br>95,9% Impl                                                            |
| <b>Creugers</b> <sup>[80]</sup><br>(Niederlande)  | 2000 | Metaanalyse<br>(9 Studien)<br>459 Impl                                                              | /     | 4     | 83% Kr<br>97% Impl                                                                |
| <b>Naert</b> <sup>[260]</sup><br>(Belgien)        | 2000 | 219 Pat<br>263 Kr<br>270 Impl                                                                       | K + P | 11    | 96,5% ZE<br>93% Impl                                                              |
| <b>Palmer</b> <sup>[284]</sup><br>(England)       | 2000 | 15 Pat<br>15 Kr<br>15 Impl                                                                          | K     | 5     | 93,3% Kr<br>100% Impl                                                             |
| <b>Rodriguez</b> <sup>[330]</sup><br>(USA)        | 2000 | 687 Pat<br>882 herausnehmbarer<br>und festsitzender ZE<br>2900 Impl                                 | K     | 3     | 97,6% Kr<br>93,3% Br                                                              |
| <b>Zitzmann</b> <sup>[449,450]</sup><br>(Schweiz) | 2000 | 10 Pat<br>84 Impl                                                                                   | K     | 1,5   | 100% ZE<br>97,6% Impl                                                             |
| <b>Brägger</b> <sup>[55]</sup><br>(Schweiz)       | 2001 | Gruppe 1: 33 Pat,<br>40 Br, 84 Impl<br>Gruppe 2: 15 Pat,<br>18 Hybrid-ZE, 19 Impl,<br>18 natürl. Pf | K     | 4 – 5 | 97,5% Impl-Br<br>94,4% Hybrid-Br<br>98% Impl<br>98,6% natürl. Pf                  |
| <b>Gotfredsen</b> <sup>[127]</sup><br>(Dänemark)  | 2001 | 50 Pat<br>52 Br<br>133 Impl                                                                         | K     | 5     | 96,2% Br<br>97,6% Impl                                                            |
| <b>Mengel</b> <sup>[247]</sup><br>(Deutschland)   | 2001 | Aggressive PA: 5 Pat,<br>10 ZE, 36 Impl<br>Chronische PA: 5 Pat,<br>7 ZE, 12 Impl                   | K     | 5     | Aggressive PA:<br>100% ZE<br>88,8% Impl<br>Chronische PA:<br>100% ZE<br>100% Impl |

|                                              |      |                                                                             |       |       |                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Mericske-Stern</b><br>[248]<br>(Schweiz)  | 2001 | 72 Pat<br>109 Kr<br>109 Impl                                                | K     | 5     | 94,5% Kr<br>99,1% Impl                                                                                                            |
| <b>Andersen</b> [6]<br>(Norwegen)            | 2002 | 8 Pat<br>8 Kr<br>8 Impl                                                     | K     | 5     | 100% Kr<br>100% Impl                                                                                                              |
| <b>Haas</b> [133]<br>(Österreich)            | 2002 | 71 Pat<br>76 Kr<br>76 Impl                                                  | K     | 10    | 93% Kr<br>93% Impl                                                                                                                |
| <b>Krennmair</b> [210]<br>(Österreich)       | 2002 | 112 Pat<br>146 Kr<br>146 Impl                                               | /     | Ø 3   | 96,4% Kr<br>97,3% Impl                                                                                                            |
| <b>Naert</b> [261,262]<br>(Belgien)          | 2002 | 660 Pat<br>810 ZE<br>1956 Impl                                              | K     | 16    | 95,8% ZE<br>91,4% Impl                                                                                                            |
| <b>Andersson</b> [8]<br>(Schweden)           | 2003 | 32 Pat<br>36 ZE<br>105 Impl                                                 | K     | 5     | 97,2% ZE                                                                                                                          |
| <b>Attard</b> [16]<br>(Kanada)               | 2003 | 130 Pat<br>432 Impl                                                         | K     | 15    | 89% ZE<br>91,6% Impl                                                                                                              |
| <b>Jemt</b> [164]<br>(Schweden)              | 2003 | Gruppe 1: 21 Pat,<br>42 Br, 117 Impl<br>Gruppe 2: 21 Pat,<br>21 Br, 53 Impl | K     | 5     | Gruppe 1:<br>95% Br NEM<br>100% Br Gold<br>100% Impl OK<br>98,9% Impl UK<br>Gruppe 2:<br>90% ZE<br>95,8% Impl OK<br>90,5% Impl UK |
| <b>Attard</b> [18]<br>(Kanada)               | 2004 | 45 Pat<br>47 Konstruktionen<br>265 Impl                                     | K     | 20    | 84,3% ZE<br>86,8% Impl                                                                                                            |
| <b>Bernard</b> [44]<br>(Schweiz)             | 2004 | 28 Pat<br>40 Kr<br>40 Impl                                                  | K     | Ø 4,2 | 100% ZE<br>100% Impl                                                                                                              |
| <b>Bianchi</b> [45]<br>(Italien)             | 2004 | 116 Pat<br>116 Kr<br>116 Impl                                               | K     | 9     | 100% ZE<br>100% Impl                                                                                                              |
| <b>Gotfredsen</b><br>[125,126]<br>(Dänemark) | 2004 | 20 Pat<br>20 Kr                                                             | K     | 5     | 95% Kr<br>100% Impl                                                                                                               |
|                                              | 2012 | 20 Impl                                                                     |       | 10    | 90% Kr<br>100% Impl                                                                                                               |
| <b>Pjetursson</b> [300]<br>(Schweiz)         | 2004 | Metaanalyse<br>(21 Studien)<br>1336 Br<br>3578 Impl                         | K + P | 5     | 95% Br<br>95,4% Impl                                                                                                              |
|                                              |      |                                                                             |       | 10    | 86,7% Br<br>92,8% Impl                                                                                                            |
| <b>Romeo</b> [331]<br>(Italien)              | 2004 | 250 Pat<br>759 Impl<br>340 ZE davon 106 Kr<br>und 137 Br                    | K     | 7     | 95,6% Impl mit Kr<br>96,1% Impl mit Br                                                                                            |
| <b>Wennström</b> [425]<br>(Schweden)         | 2004 | 51 Pat<br>56 Br<br>149 Impl                                                 | K     | 5     | 94,7% Br<br>97,3% Impl                                                                                                            |
| <b>Zinsli</b> [448]<br>(Schweiz)             | 2004 | 149 Pat<br>herausnehmbarer und<br>festsitzender ZE<br>298 Impl              | K     | 5     | 100% ZE<br>98,7% Impl                                                                                                             |

|                                                                                  |      |                                                                                                                                               |       |       |                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Brägger</b> <sup>[57]</sup><br>(Schweiz)                                      | 2005 | Gruppe 1: 48 Pat,<br>69 Kr, 69 Impl<br>Gruppe 2: 29 Pat,<br>33 Br, 69 Impl<br>Gruppe 3: 21 Pat,<br>22 Hybrid-Br, 22 Impl,<br>24 natürliche Pf | K     | 10    | 89,9% Kr<br>93,9% Br<br>68,2% Hybrid-Br<br>92,7% Impl                                  |
| <b>Degidi</b> <sup>[83]</sup><br>(Italien)                                       | 2005 | 11 Pat<br>16 ZE<br>93 Impl                                                                                                                    | P     | 7     | 98,5% ZE<br>93,5% Impl                                                                 |
| <b>Wennström</b> <sup>[424]</sup><br><b>Donati</b> <sup>[90]</sup><br>(Schweden) | 2005 | 40 Pat<br>45 Kr                                                                                                                               | K     | 5     | 97,7% Kr<br>97,7% Impl                                                                 |
|                                                                                  | 2016 | 45 Impl                                                                                                                                       |       | 12    | 90,9% Impl                                                                             |
| <b>Eliasson</b> <sup>[100]</sup><br>(Schweden)                                   | 2006 | 123 Pat<br>146 Br<br>375 Impl                                                                                                                 | K     | Ø 9,5 | 96,8% Br mit 2 Impl<br>97,6% Br mit 3 Impl<br>98,4% Impl                               |
| <b>Jemt</b> <sup>[165]</sup><br>(Schweden)                                       | 2006 | 32 Pat<br>203 Impl                                                                                                                            | K     | 15    | 90,6% ZE<br>90,9% Impl                                                                 |
| <b>Lekholm</b> <sup>[223]</sup><br>(Schweden)                                    | 2006 | 27 Pat<br>69 Impl                                                                                                                             | K     | 20    | 91% Impl                                                                               |
| <b>Ormianer</b> <sup>[272]</sup><br>(Israel)                                     | 2006 | 60 Pat<br>137 ZE<br>218 Impl                                                                                                                  | P     | 5     | 96,3% ZE<br>98,2% Impl                                                                 |
| <b>Kreissl</b> <sup>[207]</sup><br>(Deutschland)                                 | 2007 | 76 Pat<br>112 ZE<br>205 Impl                                                                                                                  | K     | 5     | 94,5% ZE                                                                               |
| <b>Pjetursson</b> <sup>[295]</sup><br>(Schweiz)                                  | 2007 | Metaanalyse<br>1384 Br<br>465 Kr                                                                                                              | K + P | 5     | 94,5% Kr<br>95,2% Br                                                                   |
|                                                                                  |      |                                                                                                                                               |       | 10    | 89,4% Kr<br>86,7% Br                                                                   |
| <b>Salinas</b> <sup>[339]</sup><br>(USA)                                         | 2007 | Metaanalyse<br>(51 Studien)<br>2963 Kr                                                                                                        | /     | 5     | 95,1% Kr                                                                               |
| <b>Hälg</b> <sup>[134]</sup><br>(Schweiz)                                        | 2008 | 27 Pat<br>22 Kr, 5 Br<br>32 Impl                                                                                                              | P     | Ø 5,3 | 96,3% ZE<br>96,9% Impl                                                                 |
| <b>Jemt</b> <sup>[161]</sup><br>(Schweden)                                       | 2008 | 38 Pat<br>47 Kr<br>47 Impl                                                                                                                    | K     | 15    | 77% Kr<br>100% Impl                                                                    |
| <b>Jung</b> <sup>[174]</sup><br>(Schweiz)                                        | 2008 | Metaanalyse<br>(26 Studien)<br>1558 Kr<br>1558 Impl                                                                                           | K + P | 5     | 94,5% Kr<br>96,8% Impl                                                                 |
| <b>Ortorp</b> <sup>[276]</sup><br>(Schweden)                                     | 2008 | 104 Pat<br>120 ZE<br>351 Impl                                                                                                                 | K     | 10    | 93,7% ZE<br>93% Impl                                                                   |
| <b>Purcell</b> <sup>[307]</sup><br>(USA)                                         | 2008 | 46 Pat<br>46 ZE<br>233 Impl                                                                                                                   | /     | Ø 7,9 | 100% ZE<br>99,6% Impl                                                                  |
| <b>Degidi</b> <sup>[82]</sup><br>(Italien)                                       | 2009 | 155 Pat<br>550 Impl                                                                                                                           | P     | 5     | 100% ZE<br>98,8% Impl mit<br>Sofortbelastung<br>100% Impl mit<br>verzögerter Belastung |
| <b>Lambert</b> <sup>[217]</sup><br>(USA)                                         | 2009 | Review<br>(33 Studien)<br>8376 Impl                                                                                                           | /     | 1     | 98,2% ZE<br>94% Impl                                                                   |
|                                                                                  |      |                                                                                                                                               |       | 5     | 94,6% ZE<br>90,7% Impl                                                                 |

|                                                           |      |                                                                 |       |       |                                                                   |
|-----------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------|-------|-------|-------------------------------------------------------------------|
|                                                           |      |                                                                 |       | 10    | 92,1% ZE<br>90,3% Impl                                            |
|                                                           |      |                                                                 |       | 15    | 87,7% Impl                                                        |
| <b>Ridell</b> <sup>[326]</sup><br><b>(Schweden)</b>       | 2009 | 21 Pat<br>21 Br<br>94 Impl                                      | P     | Ø 8   | 100% ZE                                                           |
| <b>Vigolo</b> <sup>[397]</sup><br><b>(Italien)</b>        | 2009 | 144 Pat<br>182 Kr<br>182 Impl                                   | P     | 5     | 100% Kr<br>100% Impl                                              |
| <b>Bonde</b> <sup>[51]</sup><br><b>(Dänemark)</b>         | 2010 | 49 Kr<br>52 Impl                                                | K     | 10    | 94% Kr<br>94% Impl                                                |
| <b>Friberg</b> <sup>[114]</sup><br><b>(Schweden)</b>      | 2010 | 111 Pat<br>herausnehmbarer und<br>festsitzender ZE<br>390 Impl  | K     | 5     | 100% ZE<br>99,1% Standard<br>+ TiUnite Impl<br>98,4% TiUnite Impl |
| <b>Krennmair</b> <sup>[211]</sup><br><b>(Deutschland)</b> | 2010 | 216 Pat<br>541 Impl                                             | P     | 5     | 100% ZE<br>98,3% Impl                                             |
| <b>Schmidlin</b> <sup>[342]</sup><br><b>(Schweiz)</b>     | 2010 | 39 Kr                                                           | K     | 5     | 83,6% Kr                                                          |
|                                                           |      |                                                                 |       | 10    | 66,2% Kr                                                          |
| <b>Simonis</b> <sup>[361]</sup><br><b>(Frankreich)</b>    | 2010 | 76 Pat<br>162 Impl                                              | K     | 10    | 89,2% Impl                                                        |
|                                                           |      |                                                                 |       | 16    | 82,9% Impl                                                        |
| <b>Urdaneta</b> <sup>[388]</sup><br><b>(USA)</b>          | 2010 | 81 Pat<br>326 Kr<br>326 Impl                                    | K     | Ø 5,9 | 94,8% Kr<br>98,1% Impl                                            |
| <b>Krennmair</b> <sup>[213]</sup><br><b>(Österreich)</b>  | 2011 | 36 Pat<br>36 Br<br>72 Impl                                      | /     | Ø 4,7 | 100% ZE<br>100% Impl                                              |
| <b>Mertens</b> <sup>[251]</sup><br><b>(Deutschland)</b>   | 2011 | 17 Pat<br>17 ZE<br>106 Impl                                     | K     | 8     | 100% ZE<br>99% Impl                                               |
| <b>Visser</b> <sup>[400]</sup><br><b>(Niederlande)</b>    | 2011 | 92 Pat                                                          | K     | 5     | 96,7% Impl                                                        |
| <b>Jung</b> <sup>[175]</sup><br><b>(Schweiz)</b>          | 2012 | Metaanalyse<br>(46 Studien)<br>3223 Impl                        | K + P | 5     | 96,3% Kr<br>97,2% Impl                                            |
|                                                           |      |                                                                 |       | 10    | 89,4% Kr<br>95,2% Impl                                            |
| <b>Ormianer</b> <sup>[273]</sup><br><b>(Israel)</b>       | 2012 | 46 Pat<br>173 Impl                                              | P     | 10    | 99% Impl                                                          |
| <b>Perelli</b> <sup>[292]</sup><br><b>(Italien)</b>       | 2012 | 87 Pat<br>63 Kr<br>47 Br<br>110 Impl                            | P     | 5     | 93,1% ZE<br>90% Impl                                              |
| <b>Pjetursson</b> <sup>[301]</sup><br><b>(Island)</b>     | 2012 | Metaanalyse<br>(32 Studien)<br>2100 Pat<br>1881 ZE<br>4266 Impl | K + P | 5     | 95,4% Kr<br>95,6% Impl                                            |
|                                                           |      |                                                                 |       | 10    | 80,1% Kr<br>93,1% Impl                                            |
| <b>Schneider</b> <sup>[347]</sup><br><b>(Schweiz)</b>     | 2012 | 70 Pat<br>100 Kr<br>100 Impl                                    | K     | 5     | 95,8% Kr<br>95,8% Impl                                            |
| <b>Wolleb</b> <sup>[434]</sup><br><b>(Schweiz)</b>        | 2012 | 37 Kr<br>15 Br<br>76 Impl                                       | K     | 5     | 100% Kr<br>100% Br<br>100% Impl                                   |
| <b>Hosseini</b> <sup>[151]</sup><br><b>(Dänemark)</b>     | 2013 | 59 Pat<br>98 Kr<br>98 Impl                                      | K     | 3     | 97% Kr<br>100% Impl                                               |

|                                                             |      |                                                                       |   |        |                                                 |
|-------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------|---|--------|-------------------------------------------------|
| <b>Lai</b> <sup>[216]</sup><br><b>(China)</b>               | 2013 | 168 Pat<br>231 Kr<br>231 Impl                                         | K | 5      | 98,7% Impl                                      |
|                                                             |      |                                                                       |   | 10     | 95,2% Kr<br>98,3% Impl                          |
| <b>Lops</b> <sup>[230]</sup><br><b>(Italien)</b>            | 2013 | 85 Pat<br>85 Kr<br>85 Impl                                            | K | 5      | 100% Kr<br>100% Impl                            |
| <b>Rammelsberg</b> <sup>[313]</sup><br><b>(Deutschland)</b> | 2013 | 132 Pat<br>166 Br<br>(118 Impl-Br,<br>48 Hybrid-Br)                   | K | Ø 2,3  | 98,2% Br<br>98,2% Impl                          |
| <b>Sivolella</b> <sup>[362]</sup><br><b>(Italien)</b>       | 2013 | 109 Pat<br>280 Impl                                                   | K | 16     | Gruppe 1: 95,7% Impl<br>Gruppe 2: 97,2% Impl    |
| <b>Vanlioglu</b> <sup>[392]</sup><br><b>(Türkei)</b>        | 2013 | 95 Pat<br>177 ZE (125 Kr, 18<br>verblockte Kr, 34 Br)<br>231 Impl     | K | 10     | 97,7% ZE                                        |
| <b>Covani</b> <sup>[78]</sup><br><b>(Italien)</b>           | 2014 | 47 Pat<br>47 Kr<br>47 Impl                                            | K | 5      | 95,7% Impl                                      |
| <b>Francetti</b> <sup>[113]</sup><br><b>(Italien)</b>       | 2014 | 22 Pat<br>33 ZE<br>54 Impl                                            | P | 6      | 96,7% ZE<br>98% Impl                            |
| <b>Mangano</b> <sup>[239]</sup><br><b>(Italien)</b>         | 2014 | 642 Pat<br>1494 Impl                                                  | P | 10     | 88,6% kompli-<br>kationsfreier ZE<br>98,7% Impl |
| <b>Mangano</b> <sup>[240]</sup><br><b>(Italien)</b>         | 2014 | 194 Pat<br>215 Impl                                                   | P | 10     | 95,9% Kr<br>98,5% Impl                          |
| <b>Pozzi</b> <sup>[305]</sup><br><b>(Italien)</b>           | 2014 | 34 Pat<br>88 Impl                                                     | K | 1      | 100% ZE<br>100% Impl                            |
| <b>Wittneben</b> <sup>[432]</sup><br><b>(Schweiz)</b>       | 2014 | 303 Pat<br>268 Kr, 129 Br<br>511 Impl                                 | K | Ø 10,8 | 95,5% ZE                                        |
| <b>Anitua</b> <sup>[13]</sup><br><b>(Spanien)</b>           | 2015 | 63 Pat<br>128 Impl                                                    | P | Ø 1,8  | 100% ZE<br>100% Impl                            |
| <b>Branzén</b> <sup>[59]</sup><br><b>(Schweden)</b>         | 2015 | 36 Pat<br>54 Kr<br>54 Impl                                            | K | 5      | 100% Kr<br>100% Impl                            |
| <b>Maló</b> <sup>[235]</sup><br><b>(Portugal)</b>           | 2015 | 332 Pat<br>594 Kr<br>594 Impl                                         | P | 10     | 80,5% kompli-<br>kationsfreier ZE<br>95,7% Impl |
| <b>Mangano</b> <sup>[236]</sup><br><b>(Italien)</b>         | 2015 | 49 Pat<br>58 ZE (15 Kr, 43 Br)<br>178 Impl                            | P | 20     | 85,5% kompli-<br>kationsfreier ZE<br>97,2% Impl |
| <b>Rehmann</b> <sup>[318]</sup><br><b>(Deutschland)</b>     | 2015 | 236 Pat<br>157 festsitzender ZE,<br>76 herausnehmbarer ZE<br>567 Impl | K | 3      | 87,7% festsitzender ZE<br>97,7% Impl            |
| <b>Walton</b> <sup>[413]</sup><br><b>(Australien)</b>       | 2015 | 174 Pat<br>220 Kr<br>220 Impl                                         | P | 15     | 96% Impl SZ-Bereich<br>93,3% Impl FZ-Bereich    |
| <b>Vigolo</b> <sup>[398]</sup><br><b>(Italien)</b>          | 2016 | 1159 Pat<br>2010 Impl                                                 | P | 5 – 8  | 98,9% Impl                                      |
| <b>Wang</b> <sup>[415]</sup><br><b>(China)</b>              | 2016 | 5491 ZE<br>4760 Impl-Kr                                               | P | 5      | 90,9% kompli-<br>kationsfreier ZE<br>99,9% Impl |
| <b>Mangano</b> <sup>[237]</sup><br><b>(Italien)</b>         | 2017 | 65 Pat<br>91 ZE (44 Kr, 47 Br)<br>142 Impl                            | P | 10     | 92,4% kompli-<br>kationsfreier ZE<br>96,5% Impl |

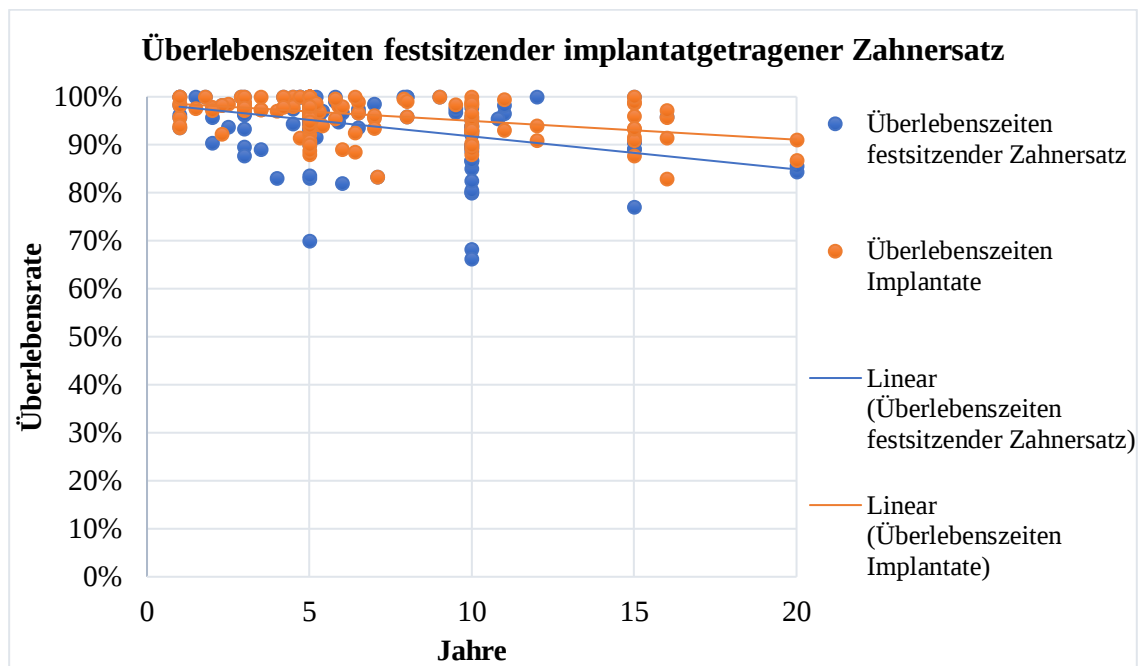
|                                                 |              |                                                                            |       |                  |                                                                           |
|-------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------|-------|------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <b>Rammelsberg</b><br>[312]<br>(Deutschland)    | 2017         | 630 Pat<br>557 Kr, 594 Br, 418<br>herausnehmbarer ZE<br>1569 Impl          | K     | 5                | 98,2% Impl<br>97% Kr<br>95,5% Br                                          |
| <b>Tey</b> [387]<br>(Singapur)                  | 2017         | 194 Pat<br>266 Kr<br>266 Impl                                              | K     | 5                | 98,2% Kr<br>100% Impl                                                     |
| <b>Papaspyridakos</b><br>[287,288]<br>(USA)     | 2018<br>2020 | 52 Pat<br>71 Br<br>457 Impl                                                | K     | Ø 5,2            | 91,6% ZE<br>98,7% Impl                                                    |
| <b>Pjetursson</b> [302]<br>(Schweiz)            | 2018         | Metaanalyse<br>(35 Studien)                                                | K + P | 5                | 98,3% VMK-Kr<br>97,6% Vollkeramik-Kr                                      |
| <b>Pol</b> [303]<br>(Niederlande)               | 2018         | Metaanalyse<br>(24 Studien)<br>765 Br                                      | /     | Ø 5,8            | 99% Br<br>99,6% Impl                                                      |
| <b>Sailer</b> [337]<br>(Schweiz)                | 2018         | Metaanalyse<br>(19 Studien)<br>1107 Br (932 VMK-Br,<br>175 Vollkeramik-Br) | K + P | 5                | 98,7% VMK-Br<br>93% Vollkeramik-Br                                        |
| <b>Ali</b> [4]<br>(USA)                         | 2019         | 41 Pat<br>55 Br<br>359 Impl                                                | K     | Insgesamt:<br>11 | 98,2% Br<br>99,4% Impl                                                    |
| <b>Chrcanovic</b> [76]<br>(Schweden)            | 2019         | 438 Pat<br>567 Kr<br>567 Impl                                              | K     | Ø 15             | 90,5% Kr<br>93,5% Impl                                                    |
| <b>ElSyad</b> [101]<br>(Ägypten)                | 2019         | 17 Pat<br>68 Impl                                                          | K     | 1                | 100% Impl                                                                 |
| <b>Ravidá</b> [315]<br>(USA)                    | 2019         | 145 Pat<br>120 Kr, 156 verblockte<br>Kr, 53 Br<br>382 Impl                 | K     | Ø 6,4            | 92,5% Impl mit Kr<br>88,5% Impl mit<br>verblockten Kr<br>100% Impl mit Br |
| <b>Stein-Lausnitz</b><br>[373]<br>(Deutschland) | 2019         | Metaanalyse<br>(7 Studien)<br>141 Pat<br>185 ZE auf natürl. Pf<br>+ Impl   | /     | 5                | 90,8% ZE<br>94,8% Impl                                                    |
|                                                 |              |                                                                            |       | 10               | 82,5% ZE<br>89,8% Impl                                                    |
| <b>Augustín-Panadero</b> [3]<br>(Spanien)       | 2020         | 42 Pat<br>25 VMK-Kr<br>25 Vollkeramik-Kr<br>50 Impl                        | /     | 5                | 100% VMK-Kr<br>70% Vollkeramik-Kr<br>98% Impl                             |
| <b>Tang</b> [386]<br>(China)                    | 2020         | 130 Pat<br>180 Impl                                                        | K     | Ø 4,2            | 97,8% Impl                                                                |

Eine Literaturanalyse identifizierte 126 veröffentlichte Studien sowie 13 Reviews zum Thema Langlebigkeit von festsitzendem implantatgetragenen Zahnersatz in den Jahren von 1992 bis 2020 (*Tabelle 4.4.2.*).

Der Beobachtungszeitraum lag im Mittel bei  $6,5 \pm 3,8$  Jahren, wobei eine Zeitspanne zwischen einem Jahr und 20 Jahren umfasst wurde. Die durchschnittliche Überlebenswahrscheinlichkeit bei Studienende betrug  $94,2 \pm 6,4\%$  für den festsitzenden implantatgetragenen Zahnersatz und  $96,3 \pm 3,7\%$  für die Implantate. Die geringste Überlebensrate des Zahnersatzes lag bei 66,2% und die der Implantate bei 82,9%. Die

höchste Überlebenswahrscheinlichkeit wurde jeweils mit 100,0% angegeben. Die Angaben zur 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensrate des implantatgetragenen Zahnersatzes lagen zwischen 70,0% und 100,0% bzw. zwischen 66,2% und 98,7% und für die Implantate zwischen 86,8% und 100,0% bzw. zwischen 93,3% und 100,0%. Die 15-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit wurde mit Werten zwischen 77,0% und 100,0% für den Zahnersatz bzw. zwischen 88,5% und 100,0% für die Implantate angegeben.

Die grafische Darstellung der *Tabelle 4.4.2.* verdeutlicht, dass auch Jahre nach Eingliederung des implantatgetragenen Zahnersatzes mit hohen Überlebensraten zu rechnen ist (*Abb. 4.4.2.*). Betrachtet man die Trendlinien, so wird die 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit des Zahnersatzes nach 13 Jahren und die der Implantate nach 20 Jahren unterschritten.



*Abb. 4.4.2.: Darstellung der Überlebenszeiten von festsitzendem Zahnersatz auf Implantaten aus Tabelle 4.4.2.*

#### 4.4.3. Überlebenszeiten von Kombinationsersatz auf Implantaten

Tab. 4.4.3.: Überlebenszeitanalysen von Kombinationsersatz auf Implantaten  
(Pat = Patienten, Pro = Prothesen, ZE = Zahnersatz, Pf = Pfeilerzähne, TK = Teleskop,  
Impl = Implantat, Kr = Kronen, K = Klinik, P = Praxis)

| Erstautor                                       | Jahr | Anzahl                                                                                 | Prüf-<br>stelle | Zeitraum<br>(Jahre) | Überlebensrate                                                                                  |
|-------------------------------------------------|------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Johns</b> <sup>[170]</sup><br>(England)      | 1992 | 127 Pat<br>29 OK-Pro, 98 UK-Pro<br>311 Impl                                            | K               | 1                   | 86,2% ZE OK<br>81,2% Impl OK<br>96,9% ZE UK<br>96,2% Impl UK                                    |
| <b>Krämer</b> <sup>[205]</sup><br>(Deutschland) | 1992 | 11 Pat<br>11 Pro<br>66 Impl                                                            | K               | ≤ 5                 | 100% ZE<br>94% Impl                                                                             |
| <b>Jemt</b> <sup>[162]</sup><br>(Schweden)      | 1994 | 6 Pat<br>6 Pro<br>32 Impl                                                              | K               | 1                   | 100% ZE<br>100% Impl                                                                            |
| <b>Hutton</b> <sup>[154]</sup><br>(USA)         | 1995 | 133 Pat<br>120 Pro<br>294 Impl                                                         | K               | 3                   | 90,8% ZE<br>86,4% Impl                                                                          |
| <b>Jemt</b> <sup>[167]</sup><br>(Schweden)      | 1995 | 150 Pat<br>herausnehmbarer und<br>festsitzender ZE<br>801 Impl                         | K               | 5                   | 81,1% herausnehmbarer<br>ZE<br>71,3% Impl mit heraus-<br>nehmbaren ZE                           |
| <b>Jemt</b> <sup>[163]</sup><br>(Schweden)      | 1996 | OK: 30 Pat,<br>30 Pro, 117 Impl<br>UK: 103 Pat,<br>103 Pro, 393 Impl                   | K               | 5                   | 77,9% ZE OK<br>72,4% Impl OK<br>100% ZE UK<br>94,5% Impl UK                                     |
| <b>Ekfeldt</b> <sup>[98]</sup><br>(Schweden)    | 1997 | Gruppe 1: 12 Pat,<br>13 Pro, 39 Impl                                                   | K               | Ø 2,5               | 84,6% ZE<br>87,9% Impl                                                                          |
|                                                 |      | Gruppe 2: 29 Pat,<br>30 Pro, 156 Impl                                                  |                 | Ø 2,8               | 73,3% ZE<br>79,3% Impl                                                                          |
| <b>Makkonen</b> <sup>[234]</sup><br>(Finnland)  | 1997 | 20 Pat<br>20 Pro<br>78 Impl                                                            | K               | 5                   | 100% ZE<br>97,4% Impl                                                                           |
| <b>Naert</b> <sup>[263]</sup><br>(Belgien)      | 1997 | 36 Pat<br>36 Pro<br>72 Impl                                                            | K               | 3                   | 100% ZE<br>100% Impl                                                                            |
| <b>Behr</b> <sup>[34]</sup><br>(Deutschland)    | 1998 | 97 Pat<br>47 herausnehmbarer<br>und 50 festsitzender ZE<br>138 ITI-Impl<br>50 IMZ-Impl | K               | Ø 3,5               | 28,8% Kompl ZE ITI<br>97,3% ITI-Impl<br>77,4% Kompl ZE IMZ<br>100% IMZ-Impl                     |
| <b>Naert</b> <sup>[259]</sup><br>(Belgien)      | 1998 | 13 Pat<br>13 Pro<br>53 Impl                                                            | K               | ≤ 4                 | 84,6% ZE<br>88,6% Impl                                                                          |
| <b>Watzek</b> <sup>[416]</sup><br>(Österreich)  | 1998 | 20 Pat<br>15 Pro, 5 Br<br>155 Impl                                                     | K               | 5,8                 | 100% ZE<br>95,4% Impl                                                                           |
| <b>Rodriguez</b> <sup>[330]</sup><br>(USA)      | 2000 | 687 Pat<br>882 herausnehmbarer<br>und festsitzender ZE<br>2900 Impl                    | K               | 3                   | 95,2% Steg-ZE<br>90,5% Kombi Steg<br>+ schleimhautgelagert<br>87% über Kappen<br>befestigter ZE |

|                                             |      |                                                                        |   |       |                                                                 |
|---------------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------|---|-------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>Zitzmann</b><br>[449,450]<br>(Schweiz)   | 2000 | 10 Pat<br>10 Pro<br>71 Impl                                            | K | 1,5   | 100% ZE<br>94,4% Impl                                           |
| <b>Kiener</b> [197]<br>(Schweiz)            | 2001 | 41 Pat<br>41 Pro<br>173 Impl                                           | K | Ø 3,2 | 95% ZE<br>95,5% Impl                                            |
| <b>Weischer</b> [420]<br>(Deutschland)      | 2001 | 24 Pat<br>24 Pro<br>111 Impl                                           | K | 9     | 95% ZE<br>97% Impl                                              |
| <b>Dudic</b> [91]<br>(Schweiz)              | 2002 | 119 Pat<br>119 Pro<br>258 Impl                                         | K | Ø 9,3 | 87% ZE<br>96% Impl                                              |
| <b>Fortin</b> [111]<br>(Schweden)           | 2002 | 45 Pat<br>45 Pro<br>245 Impl                                           | K | 5     | 100% ZE<br>97% Impl                                             |
| <b>Mericske-Stern</b><br>[249]<br>(Schweiz) | 2002 | 41 Pat<br>41 Pro<br>173 Impl                                           | K | 5     | 97,6% ZE<br>94,2% Impl                                          |
| <b>Raghoobar</b> [309]<br>(Niederlande)     | 2003 | 10 Pat<br>10 Pro<br>68 Impl                                            | K | 1     | 100% ZE<br>95,6% Impl                                           |
| <b>Attard</b> [17]<br>(Kanada)              | 2004 | 30 Pat<br>32 Pro<br>132 Impl                                           | / | 15    | 91,4% ZE<br>96,1% Impl                                          |
| <b>Heckmann</b> [136]<br>(Deutschland)      | 2004 | 23 Pat<br>23 Pro<br>46 Impl                                            | K | 10    | 100% ZE<br>100% Impl                                            |
| <b>Romeo</b> [331]<br>(Italien)             | 2004 | 250 Pat<br>340 ZE davon 37 Pro<br>759 Impl                             | K | 7     | 95,7% Pro<br>95,7% Impl                                         |
| <b>Zinsli</b> [448]<br>(Schweiz)            | 2004 | 149 Pat<br>herausnehmbarer und<br>festsitzender ZE<br>298 Impl         | K | 5     | 100% ZE<br>98,7% Impl                                           |
| <b>Schwartz-<br/>Arad</b> [351]<br>(Israel) | 2005 | 62 Pat<br>69 Pro<br>285 Impl                                           | P | Ø 3,2 | 96,1% Impl                                                      |
| <b>Widbom</b> [429]<br>(Schweden)           | 2005 | Gruppe 1:<br>13 Pat, 13 Pro<br>Gruppe 2:<br>14 Pat, 14 Pro<br>145 Impl | K | 5     | Gruppe 1: 100% ZE<br>77% Impl<br>Gruppe 2: 64,3% ZE<br>46% Impl |
| <b>Krennmair</b> [215]<br>(Österreich)      | 2006 | 25 Pat<br>25 Pro<br>50 Impl                                            | / | 3     | 100% ZE<br>100% Impl                                            |
| <b>Krennmair</b> [208]<br>(Österreich)      | 2007 | 58 Pat<br>58 Pro<br>232 Impl                                           | K | Ø 4,9 | 100% ZE<br>99% Impl                                             |
| <b>Krennmair</b> [209]<br>(Österreich)      | 2007 | 22 Pat<br>22 TK-Pro<br>108 Pf (48 natürliche<br>Pf, 60 Impl)           | K | Ø 3,2 | 100% Pro<br>100% Pf<br>100% Impl                                |
| <b>Weng</b> [422]<br>(Deutschland)          | 2007 | 14 TK-Pro                                                              | K | Ø 2,1 | 48,9% Pro                                                       |
| <b>Eitner</b> [96]<br>(Deutschland)         | 2008 | 109 Pat<br>51 Steg-Pro<br>58 TK-Pro<br>328 Impl                        | K | Ø 3,4 | 93,5% Impl mit<br>Steg-Pro<br>94,8% Impl mit TK-Pro             |

|                                                      |      |                                                                                           |   |          |                                                                          |
|------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>Mericske-Stern</b> <sup>[250]</sup><br>(Schweiz)  | 2009 | 20 Pat<br>20 Pro<br>40 Impl                                                               | K | 0,5      | 100% ZE<br>100% Impl                                                     |
| <b>Visser</b> <sup>[401]</sup><br>(Niederlande)      | 2009 | 39 Pat<br>39 ZE<br>252 Impl                                                               | K | 10       | 86,1% Impl                                                               |
| <b>Andreiotelli</b> <sup>[12]</sup><br>(Deutschland) | 2010 | Review<br>(18 Studien)                                                                    | / | 5 – 19   | 87% – 100% Pro<br>71% – 100% Impl                                        |
| <b>Friberg</b> <sup>[114]</sup><br>(Schweden)        | 2010 | 111 Pat<br>herausnehmbarer und<br>festsitzender ZE<br>390 Impl                            | K | 5        | 100% ZE<br>99,1% Standard<br>+ TiUnite Impl<br>98,4% TiUnite Impl        |
| <b>Rentsch-Kollar</b> <sup>[324]</sup><br>(Schweiz)  | 2010 | 147 Pat<br>147 ZE<br>314 Impl                                                             | K | Ø 16,5   | > 80% ZE<br>96,2% Impl                                                   |
| <b>Slot</b> <sup>[366]</sup><br>(Niederlande)        | 2010 | Metaanalyse<br>(31 Studien)<br>796 Pat<br>3116 Impl                                       | / | 1        | ≥ 6 Impl: 97,4% ZE<br>98,2% Impl<br>≤ 4 Impl: 96,5% ZE<br>96,3% Impl     |
| <b>Bortolini</b> <sup>[53]</sup><br>(Italien)        | 2011 | 32 Pat<br>32 Pro<br>64 Impl                                                               | K | 8        | 100% ZE<br>93,8% Impl                                                    |
| <b>Koller</b> <sup>[202]</sup><br>(Deutschland)      | 2011 | Review<br>(3 Studien)                                                                     | / | 3 – 10,4 | 95% – 100% TK-Pro<br>97% – 100% Impl                                     |
| <b>Krennmair</b> <sup>[212]</sup><br>(Österreich)    | 2011 | Gruppe 1: 13 Pat,<br>13 Kugel-Pro, 26 Impl<br>Gruppe 2: 12 Pat,<br>12 TK-Pro, 24 Impl     | K | 5        | 100% ZE<br>100% Impl                                                     |
| <b>Krennmair</b> <sup>[214]</sup><br>(Österreich)    | 2012 | Gruppe 1: 26 Pat,<br>26 Steg-Pro, 104 Impl<br>Gruppe 2: 25 Pat,<br>25 TK-Pro, 100 Impl    | K | 3        | 100% ZE<br>100% Impl                                                     |
| <b>Chen</b> <sup>[73]</sup><br>(China)               | 2013 | 51 Pat<br>219 Impl                                                                        | K | 8        | 93,2% Impl                                                               |
| <b>Frisch</b> <sup>[117]</sup><br>(Deutschland)      | 2013 | 22 Pat<br>89 Impl                                                                         | P | Ø 14,1   | 77,3% ZE<br>98,8% Impl                                                   |
| <b>Heschl</b> <sup>[144]</sup><br>(Österreich)       | 2013 | 39 Pat<br>156 Impl                                                                        | K | 5        | 100% ZE<br>99,4% Impl                                                    |
| <b>Verma</b> <sup>[395]</sup><br>(Schweiz)           | 2013 | Review<br>(17 Studien)                                                                    | / | 3 – 10,4 | 100% UK-Pro<br>97,9% – 100% Impl                                         |
| <b>Zou</b> <sup>[452]</sup><br>(China)               | 2013 | 30 Pat<br>30 Pro<br>120 Impl                                                              | K | 3        | 100% Impl                                                                |
| <b>Mangano</b> <sup>[238]</sup><br>(Italien)         | 2014 | 30 Pat<br>30 Pro<br>120 Impl                                                              | K | 3        | 17,8% mit technischen<br>Komplikationen<br>97,4% Impl                    |
| <b>Raghoobar</b> <sup>[308]</sup><br>(Schweden)      | 2014 | Metaanalyse<br>(24 Studien)                                                               | / | 1        | ≥ 6 Impl OK: 99,5% ZE<br>98,1% Impl<br>≤ 4 Impl OK: 96,9% ZE<br>97% Impl |
| <b>Rammelsberg</b> <sup>[311]</sup><br>(Deutschland) | 2014 | 73 Pro<br>(34 Impl-Pro, 39 Pro<br>mit natürl. Pf + Impl)<br>234 Impl<br>107 natürliche Pf | K | 5        | 85% Impl-Pro<br>92% Pro mit natürlichen<br>Pf + Impl                     |

|                                                         |      |                                                                                                      |       |       |                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Schwarz</b> <sup>[353]</sup><br><b>(Deutschland)</b> | 2014 | Gruppe 1: 21 Pat,<br>30 Pro, 129 Impl<br>Gruppe 2: 34 Pat,<br>36 Pro, 102 natürliche<br>Pf + 80 Impl | K     | 2     | Gruppe 1: 92,3% Pro<br>Gruppe 2: 93,3% Pro                                                                |
|                                                         |      |                                                                                                      |       | 5     | Gruppe 1: 78,5% Pro<br>Gruppe 2: 82,9% Pro                                                                |
| <b>Balaguer</b> <sup>[28]</sup><br><b>(Spanien)</b>     | 2015 | 95 Pat<br>107 Pro<br>360 Impl                                                                        | K     | Ø 7,9 | OK: 91,9% Impl<br>UK: 98,6% Impl                                                                          |
| <b>Bryant</b> <sup>[64]</sup><br><b>(Kanada)</b>        | 2015 | 86 Pat<br>86 Pro<br>130 Impl                                                                         | K     | 5     | 100% Impl bei Pro mit<br>einem Impl<br>94,3% Impl bei Pro mit<br>zwei Impl                                |
| <b>Frisch</b> <sup>[116]</sup><br><b>(Deutschland)</b>  | 2015 | 20 Pat<br>20 Pro<br>80 Impl                                                                          | P     | Ø 5,6 | 100% ZE<br>98,8% Impl                                                                                     |
| <b>Frisch</b> <sup>[115]</sup><br><b>(Deutschland)</b>  | 2015 | 23 Pat<br>23 Pro<br>126 Pf (66 natürliche<br>Pf, 60 Impl)                                            | P     | Ø 6,1 | 100% Pro<br>86,4% Pf<br>98,4% Impl                                                                        |
| <b>Rehmann</b> <sup>[318]</sup><br><b>(Deutschland)</b> | 2015 | 236 Pat<br>157 festsitzender ZE<br>76 herausnehmbarer ZE<br>567 Impl                                 | K     | 3     | 94,8% herausnehmbarer<br>ZE<br>97,7% Impl                                                                 |
| <b>Rinke</b> <sup>[329]</sup><br><b>(Deutschland)</b>   | 2015 | 14 Pat<br>14 Pro<br>51 Pf (27 natürliche Pf,<br>24 Impl)                                             | P     | Ø 5,8 | 100% Pro<br>85,2% Pf<br>100% Impl                                                                         |
| <b>Ma</b> <sup>[232]</sup><br><b>(Neuseeland)</b>       | 2016 | 39 Pat<br>117 Impl                                                                                   | K     | 10    | 86,3% Impl                                                                                                |
| <b>Mo</b> <sup>[253]</sup><br><b>(Norwegen)</b>         | 2016 | 23 Pat<br>23 Pro<br>69 Impl                                                                          | P     | 2     | 100% Impl                                                                                                 |
| <b>Slot</b> <sup>[364]</sup><br><b>(Niederlande)</b>    | 2016 | 46 Pat                                                                                               | K     | 5     | 99,2% Impl bei Pro mit 6<br>Impl<br>100% Impl bei Pro mit<br>4 Impl<br>100% ZE                            |
| <b>Wang</b> <sup>[414]</sup><br><b>(China)</b>          | 2016 | 26 Pat<br>104 Impl                                                                                   | K     | Ø 3,8 | 95,2% Impl                                                                                                |
| <b>Boven</b> <sup>[54]</sup><br><b>(Niederlande)</b>    | 2017 | 50 Pat<br>300 Impl                                                                                   | K     | 5     | 97% Impl FZ-Bereich<br>99,3% Impl SZ-Bereich                                                              |
| <b>Guarnieri</b> <sup>[130]</sup><br><b>(Italien)</b>   | 2018 | 18 Pat<br>36 Pro<br>397 Pf (233 natürliche<br>Pf, 164 Impl)                                          | P     | 15    | 100% Pro<br>91,8% Pf<br>96,4% Impl                                                                        |
| <b>Lian</b> <sup>[225]</sup><br><b>(China)</b>          | 2018 | Review<br>(17 Studien mit TK auf<br>natürlichen Pf und/oder<br>Impl)                                 | K + P | ≥ 3   | 93% Pf<br>98,7% Impl bei Kombi<br>aus natürlichen Pf + Impl<br>98,8% Impl bei rein<br>Impl-getragenen Pro |
| <b>Anadioti</b> <sup>[5]</sup><br><b>(USA)</b>          | 2019 | 44 Pat<br>44 Pro<br>171 Impl                                                                         | K     | Ø 4,7 | 100% ZE<br>98% Impl                                                                                       |
| <b>Bakker</b> <sup>[27]</sup><br><b>(Niederlande)</b>   | 2019 | 53 Pat<br>53 Pro<br>106 Impl                                                                         | K     | 20    | 92,5% Impl                                                                                                |

|                                                   |      |                                                                                                                         |   |          |                                                                        |
|---------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Brandt <sup>[58]</sup><br/>(Deutschland)</b>   | 2019 | 111 Pat<br>126 Pro (19 Pro mit<br>natürl. Pf, 30 Pro mit<br>natürl. Pf + Impl,<br>77 Impl-Pro)<br>603 natürl. Pf + Impl | K | 3        | 98,9% Pro                                                              |
|                                                   |      |                                                                                                                         |   | 5        | 96,9% Pro                                                              |
|                                                   |      |                                                                                                                         |   | 7        | 82,5% Pro                                                              |
| <b>Di Francesco <sup>[86]</sup><br/>(Italien)</b> | 2019 | Review<br>(28 Studien)                                                                                                  | / | $\geq 2$ | 87,5% – 100% ZE<br>73,5% – 100% Impl                                   |
| <b>ElSyad <sup>[101]</sup><br/>(Ägypten)</b>      | 2019 | 17 Pat<br>17 Pro<br>68 Impl                                                                                             | K | 1        | 100% Impl                                                              |
| <b>Fobbe <sup>[110]</sup><br/>(Deutschland)</b>   | 2019 | 126 Pat<br>139 Pro (86 Pro mit<br>natürl. Pf + Impl,<br>53 Impl-Pro)<br>651 Pf (239 natürl. Pf,<br>412 Impl)            | K | 5        | 97,2% Pf<br>96% Impl                                                   |
|                                                   |      |                                                                                                                         |   | 10       | 80,4% Pf<br>88,5% Impl                                                 |
| <b>Lian <sup>[226]</sup><br/>(China)</b>          | 2019 | 33 Pat<br>132 Impl                                                                                                      | K | Ø 6,4    | 81,4% Impl bei<br>Kugel-ZE<br>86,2% Impl bei Steg-ZE                   |
| <b>Kern <sup>[184]</sup><br/>(Deutschland)</b>    | 2019 | 31 Pat<br>33 Pro (Pro mit natürl.<br>Pf + Impl oder<br>Impl-Pro)                                                        | K | Ø 11,3   | 100% Pro<br>81,8% Pf<br>97,6% Impl                                     |
| <b>Matthys <sup>[244]</sup><br/>(Belgien)</b>     | 2019 | 75 Pat<br>75 Pro<br>150 Impl                                                                                            | P | 5        | 100% Impl                                                              |
| <b>Matthys <sup>[245]</sup><br/>(Belgien)</b>     | 2019 | 116 Pat<br>116 Pro<br>232 Impl                                                                                          | K | 5        | 98,7% Impl                                                             |
| <b>Slot <sup>[365]</sup><br/>(Niederlande)</b>    | 2019 | 60 Pat                                                                                                                  | K | 5        | mit 6 Impl: 90,9% ZE<br>99,5% Impl<br>mit 4 Impl: 100% ZE<br>100% Impl |

Aus einer Datenbank-Recherche wurden insgesamt 68 Studien sowie sieben Reviews aus den Jahren 1992 bis 2019 herangezogen, welche die Überlebenszeit von herausnehmbarem implantatgetragenen Zahnersatz untersucht haben (Tabelle 4.4.3.).

Der durchschnittliche Untersuchungszeitraum lag bei  $5,2 \pm 3,6$  Jahren. Die kürzeste Beobachtungszeit belief sich auf 0,5 Jahre und die längste auf 20 Jahre. Bei Betrachtung der Überlebensrate wurden für den Kombinationsersatz Werte zwischen 48,9% und 100,0% und für die Implantate Werte zwischen 46,0% und 100,0% angegeben. Im Mittel betrug die Überlebenswahrscheinlichkeit zum Ende des Beobachtungszeitraums für den herausnehmbaren implantatgetragenen Zahnersatz  $93,2 \pm 9,6\%$  und für die Implantate  $94,4 \pm 8,3\%$ . Die 5-Jahres-Überlebensrate des implantatgetragenen herausnehmbaren Zahnersatzes lag zwischen 64,3% und 100,0%. Eine Studie beschrieb den 10-Jahres-Wert mit 100,0%, die Angaben zur 15-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit betrugen zwischen 91,4% und 100,0%. Die 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensrate der Implantate wurde

mit Werten zwischen 85,5% und 100,0% bzw. zwischen 86,8% und 100,0% angegeben. Ähnlich wie beim festsitzenden implantatgetragenen Zahnersatz zeigen die Überlebensraten des herausnehmbaren implantatgetragenen Zahnersatzes einen sehr langsamen Abwärtstrend (Abb. 4.4.3.). Laut Trendlinien ist ein Unterschreiten der 90%igen Überlebenswahrscheinlichkeit sowohl des Zahnersatzes als auch der Implantate erst nach 20 Jahren und länger zu erwarten.

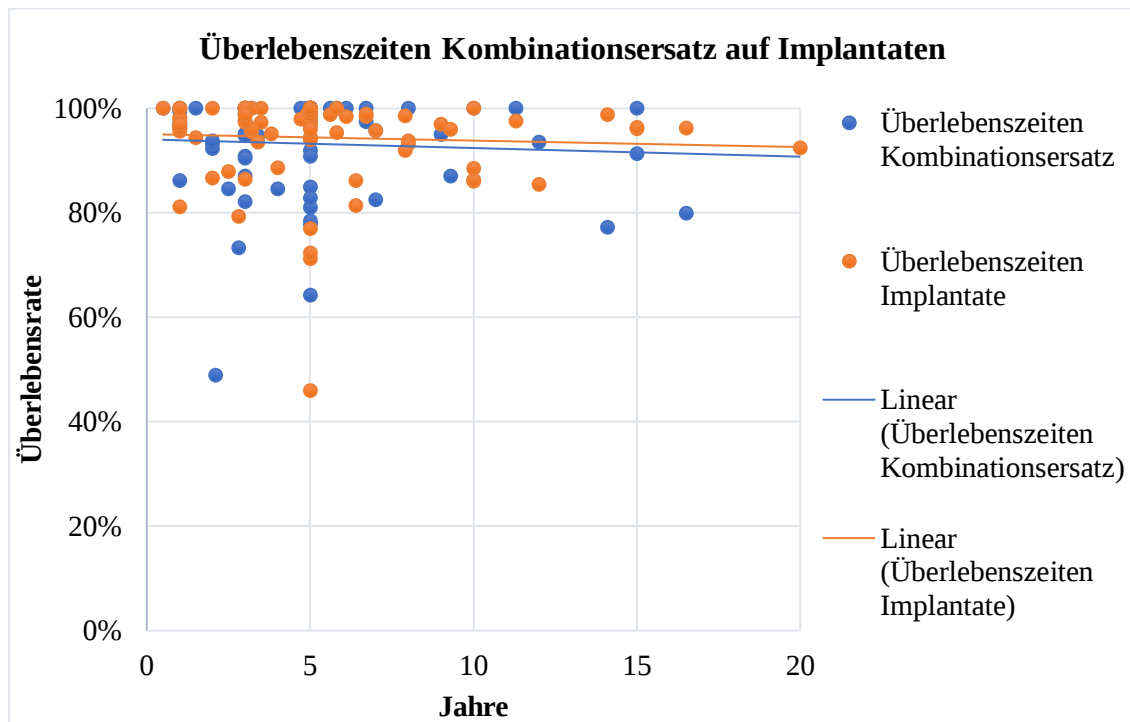


Abb. 4.4.3.: Darstellung der Überlebenszeiten von Kombinationersatz auf Implantaten aus Tabelle 4.4.3.

## 5. Material und Methode

Es handelt sich bei dieser Studie um eine retrospektive Longitudinalstudie anhand von Patientenunterlagen. Die gewonnenen Daten sind aus einer niedergelassenen Zahnarztpraxis mit Hilfe des Programms „Charly“ der Firma Solutio GmbH & Co. KG entnommen worden.

Es wurden mit Ausnahme der Totalprothesen alle in dieser Praxis definitiv eingesetzten Zahnersatzarten berücksichtigt, sowohl festsitzender als auch herausnehmbarer Art. Der Beobachtungszeitraum erstreckte sich von November 2006 bis März 2020.

Für die Durchführung der vorliegenden Untersuchung lag ein positives Votum (Aktenzeichen 164/11) der Ethik-Kommission am Fachbereich Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen mit einem entsprechenden Amendment vom 10.01.2020 vor (siehe Anhang).

### 5.1. Patientengut

Die erhobenen Daten der Patienten wurden ausschließlich aus einer niedergelassenen Zahnarztpraxis in Rodgau Nieder-Roden (Hessen) gewonnen. Die Behandlungen wurden bis September 2017 von zwei, im Zeitraum danach von drei Zahnärzten durchgeführt.

Die Anfertigung des Zahnersatzes erfolgte entweder im praxiseigenen Labor oder aber in anderen qualifizierten zahntechnischen Laboren.

Im Beobachtungszeitraum von 13 Jahren und 5 Monaten wurden insgesamt 3760 definitive Arbeiten an 1416 Patienten eingesetzt. Darunter waren 2848 festsitzende Versorgung, 174 Modellgussprothesen, 279 Kombinationsarbeiten und 459 implantatgetragene Versorgung.

Ein definiertes Nachsorgeprogramm ist in dieser Praxis nicht vorhanden. Die Patienten wurden jedoch nach Eingliederung des Zahnersatzes angehalten, eine jährliche Kontrolluntersuchung wahrzunehmen.

#### *5.1.1. Altersverteilung der Patienten*

Die Patienten waren bei Eingliederung jeglichen Zahnersatzes im Durchschnitt  $53,15 \pm 14,96$  Jahre alt. Der jüngste Patient war 14 Jahre alt, der älteste 94 Jahre alt. Es zeigte sich eine kontinuierliche Zunahme der Anzahl an Eingliederungen bis zu einem Maximum im 5. Lebensjahrzehnt und danach eine ebenso kontinuierliche Abnahme bis zum 9. Lebensjahrzehnt.

Bei Patienten, welche mit festsitzendem Zahnersatz versorgt wurden, betrug das Durchschnittsalter  $51,29 \pm 14,49$  Jahre. Die Altersspanne lag zwischen 14 und 87 Jahren. Patienten mit Modellgussprothesen waren im Mittel  $62,70 \pm 14,43$  Jahre alt. Der jüngste Patient in dieser Gruppe war 29 und der älteste Patient 91 Jahre alt. Bei Eingliederung eines Kombinationsersatzes waren die Patienten durchschnittlich  $64,81 \pm 11,86$  Jahre alt. Das minimale Alter lag bei 35, das maximale bei 92 Jahren. Das Alter des Patientenkollektivs bei Eingliederung eines implantatgetragenen Zahnersatzes war im Mittel bei  $53,98 \pm 15,09$  Jahren. Die Altersspanne in dieser Gruppe ging von 18 bis 86 Jahren. (Abb. 5.1.1.)

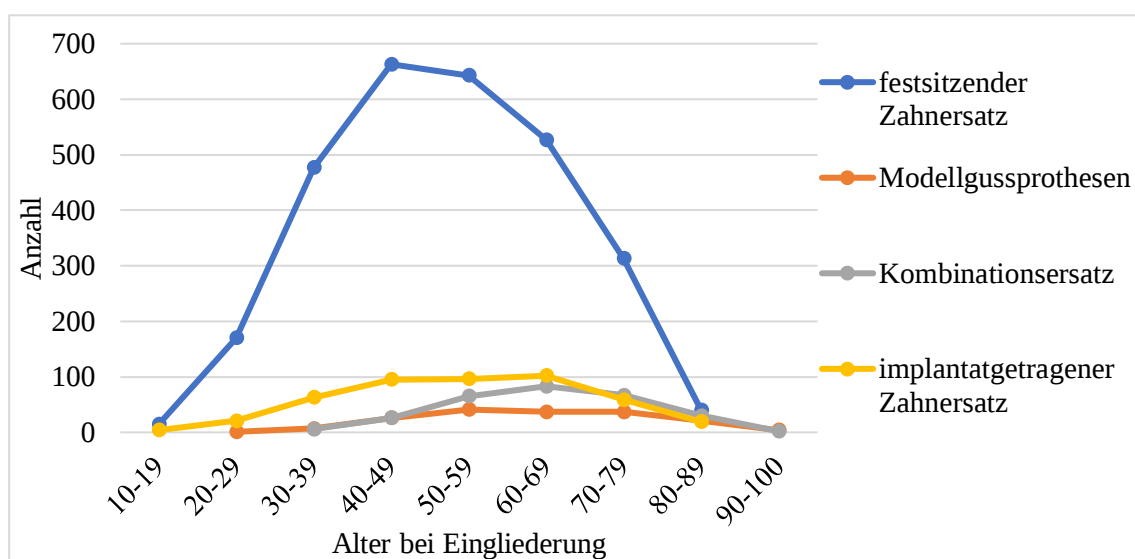


Abb. 5.1.1.: Altersverteilung der Patienten in Dekaden bei Eingliederung des untersuchten Zahnersatzes

Bei festsitzendem Zahnersatz stieg die Anzahl an Eingliederungen in jungen Jahren bis zu einem Maximum im 4. und 5. Lebensjahrzehnt gleichmäßig an und fiel danach fortlaufend bis zum 8. Lebensjahrzehnt ab. Das Alter der Patienten, welche mit Modellgussprothesen versorgt wurden, verteilte sich relativ stabil über das 4. bis 7. Lebensjahrzehnt, mit einem deutlichen Anstieg vom 2. bis 4. Lebensjahrzehnt und einem leichten Abfall zwischen dem 7. bis 9. Lebensjahrzehnt. Beim Alter der mit einem Kombinationsersatz versorgten Patienten zeigte sich ein Maximum im 6. Lebensjahrzehnt. Ein leichter Abfall war sowohl im 5. als auch im 7. Lebensjahrzehnt und ein deutlicher Abfall bei Patienten unter 50 und über 80 Jahren sichtbar. Bei Patienten, welche mit implantatgetragendem Zahnersatz versorgt wurden, verteilte sich das Alter gleichmäßig

über das 4. bis 6. Lebensjahrzehnt mit einem kontinuierlichen Anstieg ab dem 2. und einem Abstieg ab dem 7. Lebensjahrzehnt.

#### 5.1.2. Geschlechterverteilung der Patienten

Von den 3760 untersuchten Arbeiten wurden 2103 (55,93%) bei Frauen und 1657 (44,07%) bei Männern eingesetzt. Aus der *Tabelle 5.1.2.* wird deutlich, dass der Frauenanteil bei Eingliederung eines festsitzenden Zahnersatzes (57,83%) und bei Eingliederung eines Kombinationsersatzes (54,12%) überwiegt. Hingegen wurden mehr Männer mit Modellgussprothesen (55,17%) und implantatgetragenen Zahnersatz (50,54%) versorgt.

Tab. 5.1.2.: Geschlechterverteilung innerhalb des Patientenkontingents

|                                            | <b>Festsitzender<br/>Zahnersatz</b> | <b>Modellguss-<br/>prothesen</b> | <b>Kombinations-<br/>ersatz</b> | <b>Implantat-<br/>getragener<br/>ZE</b> | <b>Gesamtergebnis</b> |
|--------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------|
| <b>weiblich</b>                            | n = 1647<br>(57,83%)                | n = 78<br>(44,83%)               | n = 151<br>(54,12%)             | n = 227<br>(49,46%)                     | n = 2103<br>(55,93%)  |
| <b>männlich</b>                            | n = 1201<br>(42,17%)                | n = 96<br>(55,17%)               | n = 128<br>(45,88%)             | n = 232<br>(50,54%)                     | n = 1657<br>(44,07%)  |
| <b>Gesamt</b>                              | n = 2848<br>(100,0%)                | n = 174<br>(100,0%)              | n = 279<br>(100,0%)             | n = 459<br>(100,0%)                     | n = 3760<br>(100,0%)  |
| <b>n = Anzahl an eingesetzten Arbeiten</b> |                                     |                                  |                                 |                                         |                       |

## 5.2. Datenerfassung

Die Gewinnung der Daten erfolgte durch eine standardisierte Auswertung der elektronischen Patientenakten einer niedergelassenen Zahnarztpraxis über das Programm „Charly“ der Firma Solutio GmbH & Co. KG.

Folgende Daten wurden für die statistische Analyse erhoben:

- Geschlecht des Patienten
- Alter des Patienten bei Eingliederung
- Eingliederungsdatum des Zahnersatzes
- Datum der letzten zahnärztlichen Kontrolle  
oder Datum bei Funktionsverlust des Zahnersatzes

- Zahnersatzart: festsitzender Zahnersatz, Modellgussprothesen, Kombinationsersatz, implantatgetragener Zahnersatz
- Kieferlokalisation des Zahnersatzes
- Art der Gegenkieferbezahnung: natürliche Bezahnung oder festsitzender Zahnersatz, herausnehmbarer Zahnersatz, Kombinationsersatz, implantatgetragener Zahnersatz
- Vitalität der Pfeiler: vital, endodontische Vorbehandlung, Stiftversorgung
- Werkstoff: Metallkronen/ -brücken unverblendet, Vollkeramikronen/ -brücken, vollverblendete Metallkronen/ -brücken (Verbund-Metall-Keramik, VMK), Kunststoff (bei Modellgussprothesen und Kombinationsersatz)
- Teilnahme an regelmäßigen zahnärztlichen Kontrollen (Recall)
- Komplikationen nach Eingliederung: endodontische Behandlung, Stiftinsertion, Parodontalbehandlung, Extraktion eines Pfeilerzahnes, Reparatur des Zahnersatzes
- Grund der Neuanfertigung

### 5.3. Datenanalyse und statistische Verfahren

Die Daten wurden zunächst in Microsoft Excel erfasst und für die weitere Analyse aufbereitet. Anschließend wurde mit Hilfe des Programms IBM SPSS Statistic für Windows (Version 26.0.0.1) unter externer Beratung von Herrn Dr. Johannes Herrmann (Gießen) die statistische Auswertung durchgeführt.

Jede eingesetzte prothetische Arbeit wurde als einzelner, unabhängiger Fall betrachtet und ausgewertet <sup>[203]</sup>, auch wenn der Patient an einem Tag mit mehreren prothetischen Restaurationen versorgt wurde. Die insgesamt 3760 angefertigten und in die Statistik eingegangenen Versorgungen wurden an 1416 verschiedenen Patienten eingesetzt.

Die aufgestellten Hypothesen wurden unter Anwendung statistischer Testverfahren auf ihre Signifikanz überprüft. Dabei wurde das Ergebnis eines statistischen Signifikanztests wie in der Literatur üblich mit „p“ bezeichnet und folgende Werte festgelegt <sup>[39]</sup>:

- $p \geq 0,05$  nicht signifikant
- $p < 0,05$  signifikant

Bei der Überlebenszeitanalyse wurde das Kaplan-Meier-Verfahren angewendet <sup>[446]</sup>. Die Überlebenszeit ist die Zeitspanne zwischen Eingliederung des Zahnersatzes und dessen

Funktionsverlust. Da im Beobachtungszeitraum nicht bei allen Patienten das Ereignis „Funktionsverlust“ eingetreten ist, entweder weil sie nicht mehr zur zahnärztlichen Kontrolle erschienen sind oder aber der Zahnersatz bis zum Ende des Beobachtungsintervalls intakt war, lag für dieses Patientenkollektiv nur die Information vor, dass bis zu einem bestimmten Zeitpunkt *kein* Ereignis aufgetreten ist. Hierbei wurde das Datum des letzten Besuches vermerkt. Wenn kein vorher definiertes Ereignis eingetreten ist, bezeichnet man diese Form der Datensätze als zensierte Daten. Bei der vorliegenden Untersuchung lag ein sehr hoher Anteil an zensierten Daten vor. Es war daher zu erwarten, dass die 50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit nicht immer unterschritten wird und der Median somit nicht ermittelt werden konnte. Aus diesem Grund wurde bei der statistischen Auswertung zumeist der Mittelwert der Überlebenszeit berechnet. Des Weiteren musste die Annahme getroffen werden, dass die Prognose des Zahnersatzes unabhängig vom Eingliederungsdatum ist.

Bei Anwendung des Kaplan-Meier-Verfahrens wurden sowohl zensierte als auch nicht-zensierte Datensätze einbezogen und die kumulative Überlebensfunktion zum Zeitpunkt jedes Ereignisses geschätzt. Zensierte Patienten werden dabei im Kurvenverlauf durch einen senkrechten Strich gekennzeichnet. Bei jedem Scheitern eines Zahnersatzes macht die Kaplan-Meier-Kurve einen Sprung nach unten, wodurch ein stufenartiger Verlauf entsteht. Die Hazard-Funktion gibt das Risiko an, dass zu einem bestimmten Zeitpunkt das Ereignis „Funktionsverlust“ eintritt.

Ob signifikante Unterschiede in Bezug auf die Überlebenszeit bei Betrachtung verschiedener Faktoren bestehen, wurde durch Anwendung dreier Testverfahren ermittelt, welche auf einer Berechnung der gewichteten Differenz zwischen beobachteten und erwarteten Ereignissen basieren. Der Log-Rank-Test geht von einem konstanten Risiko aus und gewichtet spätere Ereignisse stärker als frühere, der Breslow-Test gewichtet hingegen frühe stärker als späte Ereignisse. Beim Tarone-Ware-Test werden frühe Ereignisse ebenfalls stärker gewichtet, allerdings nicht so stark wie beim Breslow-Test.<sup>[444]</sup>

Mittels der sogenannten Cox-Regression wurde der simultane Einfluss multipler Faktoren auf die Überlebenswahrscheinlichkeit analysiert.<sup>[445]</sup> Die Hazard-Ratio ist der Quotient aus zwei Hazard-Funktionen und gibt das relative Funktionsverlustrisiko einer Gruppe im Vergleich zu einer Referenzkategorie an. Voraussetzung hierbei ist, dass sich die Hazard-Funktionen zweier Gruppen proportional zueinander verhalten müssen.

## 6. Ergebnisse

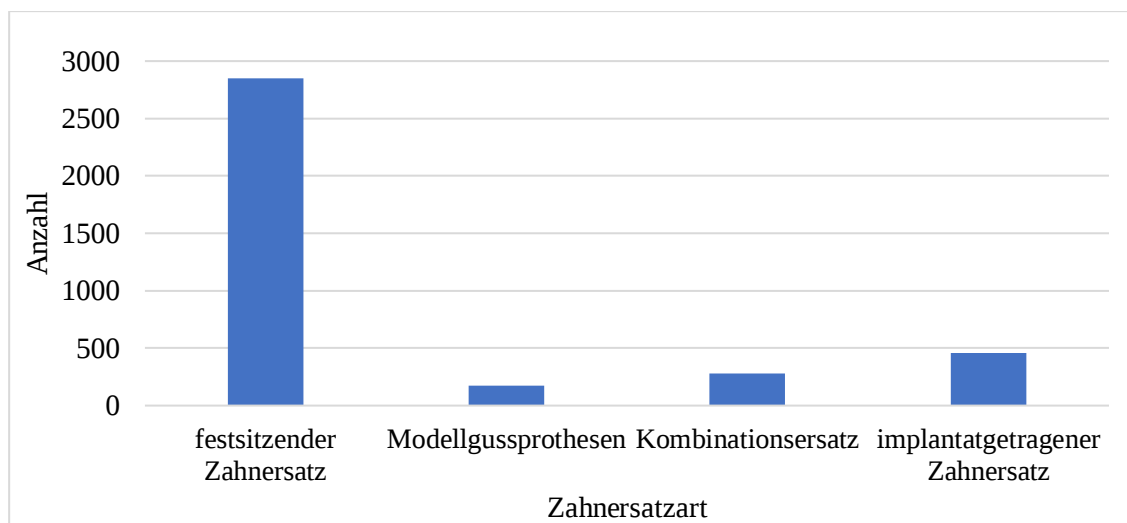
### 6.1. Allgemeine Daten

#### 6.1.1. Beobachtungsdauer

Die eingesetzten Zahnersatzarten wurden in einem Zeitraum von 13 Jahren und 5 Monaten rückwirkend betrachtet. Dabei lag der mittlere Beobachtungszeitraum bei 4,51 Jahren, der Median lag bei 3,83 Jahren. Die kürzeste Beobachtungsdauer betrug 2 Monate und die längste 13,17 Jahre.

#### 6.1.2. Zahnersatzart

Von den 3760 eingesetzten Restaurationen waren 2848 festsitzende Arbeiten (75,74%) in Form von Kronen und Brücken auf natürlichen Pfeilerzähnen. 174 Modellgussprothesen (4,63%) und 279 Kombinationsarbeiten (7,42%) wurden eingegliedert. 459 implantatgetragene Versorgungen (12,21%) wurden hergestellt (*Abb. 6.1.2.*).



*Abb. 6.1.2.: Zahnersatzart*

#### 6.1.3. Anzahl der gescheiterten prothetischen Versorgungen sowie deren Versagensgründe

Insgesamt mussten 524 Arbeiten (13,94%) im Beobachtungszeitraum erneuert werden. Bei den festsitzenden Versorgungen haben 354 Restaurationen (12,43%) ihre Funktion verloren, bei den Modellgussprothesen waren es 64 Arbeiten (36,78%). 79 Kombinationsarbeiten (28,32%) und 27 implantatgetragene Versorgungen (5,88%) wurden erneuert. Versagensgründe sind in *Tabelle 6.1.3.* dargestellt.

Tab. 6.1.3.: Versagensgründe des Zahnersatzes

| Grund                                                                                                                                                      | Festsitzender<br>Zahnersatz | Modellguss-<br>prothesen | Kombinations-<br>ersatz | Implantat-<br>getragen | Jeglicher<br>Zahnersatz |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| <b>Extraktion/<br/>Explantation</b>                                                                                                                        | n = 132<br>(37,29%)         | n = 28<br>(43,75%)       | n = 53<br>(67,09%)      | n = 5<br>(18,52%)      | n = 218<br>(41,6%)      |
| <b>Endodontische<br/>Behandlung,<br/>Stiftinsertion</b>                                                                                                    | n = 43<br>(12,15%)          | n = 1<br>(1,56%)         | /                       | /                      | n = 44<br>(8,4%)        |
| <b>Material-<br/>versagen</b>                                                                                                                              | n = 58<br>(16,38%)          | n = 11<br>(17,19%)       | n = 8<br>(10,13%)       | n = 14<br>(51,85%)     | n = 91<br>(17,37%)      |
| <b>Verlust des<br/>Zahnersatzes</b>                                                                                                                        | n = 13<br>(3,67%)           | n = 4<br>(6,25%)         | n = 4<br>(5,06%)        | n = 2<br>(7,41%)       | n = 22<br>(4,2%)        |
| <b>Umplanung*</b>                                                                                                                                          | n = 65<br>(18,36%)          | n = 7<br>(10,94%)        | n = 4<br>(5,06%)        | n = 5<br>(18,52%)      | n = 81<br>(15,46%)      |
| <b>Andere<br/>Gründe</b>                                                                                                                                   | n = 43<br>(12,15%)          | n = 13<br>(20,31%)       | n = 10<br>(12,66%)      | n = 1<br>(3,7%)        | n = 68<br>(12,98%)      |
| <b>Gesamt</b>                                                                                                                                              | n = 354<br>(100,0%)         | n = 64<br>(100,0%)       | n = 79<br>(100,0%)      | n = 27<br>(100,0%)     | n = 524<br>(100,0%)     |
| <b>n = Anzahl an eingesetzten Arbeiten</b>                                                                                                                 |                             |                          |                         |                        |                         |
| <b>* notwendiger neuer Therapieplan: z.B. bei Lückenschluss durch Extraktion/<br/>Explantation des Nachbarzahnes oder Planung einer Komplettversorgung</b> |                             |                          |                         |                        |                         |

#### 6.1.4. Vitalität

Bei der Datenerhebung wurden folgende Vitalitäten unterschieden: vital, endodontisch vorbehandelt, Stiftversorgung oder Implantat. In der Untersuchungsgruppe wurden insgesamt 1912 Restaurationen auf vitalen Zähnen (50,85%) abgestützt. Bei 1033 prothetischen Versorgungungen waren die Pfeilerzähne endodontisch vorbehandelt (27,47%) und bei 356 Arbeiten wurde vor Eingliederung zusätzlich ein Stift gesetzt (9,47%). 459 Implantate (12,21%) wurden mit einer Restauration versorgt. Abb. 6.1.4. zeigt die Verteilung der Pfeilerzahnvitalität in Abhängigkeit von den eingesetzten Zahnersatzarten.

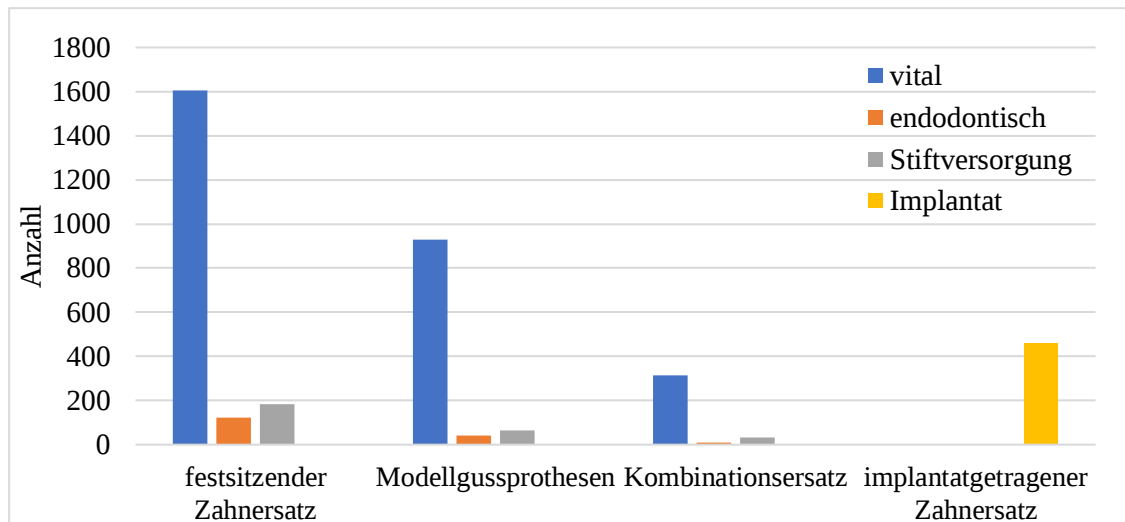


Abb. 6.1.4.: Häufigkeitsverteilung der Pfeilerzahnvitalität nach Zahnersatzart

#### 6.1.5. Kieferlokalisation

Von den untersuchten Restaurationen wurden 2267 im Oberkiefer (60,29%) und 1493 im Unterkiefer (39,71%) eingesetzt. *Tabelle 6.1.5.* zeigt eine genaue Aufschlüsselung der Verteilung des Zahnersatzes auf Ober- bzw. Unterkiefer in Abhängigkeit von der prothetischen Versorgung.

Tab.6.1.5.: Kieferlokalisation in Abhängigkeit von der eingesetzten Zahnersatzart

|                                            | Festsitzender<br>Zahnersatz | Modellguss-<br>prothesen | Kombinations-<br>ersatz | Implantat-<br>getragener | Gesamt               |
|--------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|
| <b>Ober-<br/>kiefer</b>                    | n = 1844<br>(64,75%)        | n = 75<br>(43,1%)        | n = 122<br>(43,73%)     | n = 226<br>(49,24%)      | n = 2267<br>(60,29%) |
| <b>Unter-<br/>kiefer</b>                   | n = 1004<br>(35,25%)        | n = 99<br>(56,9%)        | n = 157<br>(56,27%)     | n = 233<br>(50,76%)      | n = 1493<br>(39,71%) |
| <b>Gesamt</b>                              | n = 2848<br>(100,0%)        | n = 174<br>(100,0%)      | n = 279<br>(100,0%)     | n = 459<br>(100,0%)      | n = 3760<br>(100,0%) |
| <b>n = Anzahl an eingesetzten Arbeiten</b> |                             |                          |                         |                          |                      |

#### 6.1.6. Art des Werkstoffes

Insgesamt wurden im Beobachtungszeitraum 112 unverblendete Metallkronen/-brücken (2,98%), 649 Vollkeramikronen/-brücken (17,26%) und 2488 vollverblendete Metallkronen/-brücken (66,17%) eingesetzt. Bei 511 Arbeiten (13,59%) handelte es sich um herausnehmbaren Zahnersatz im Sinne von Modellgussprothesen oder

Kombinationsersatz auf natürlichen Zähnen oder Implantaten. Diese Werkstoffgruppe wurde einfachheitshalber im Folgenden als „Kunststoff“ bezeichnet (Abb. 6.1.6.).

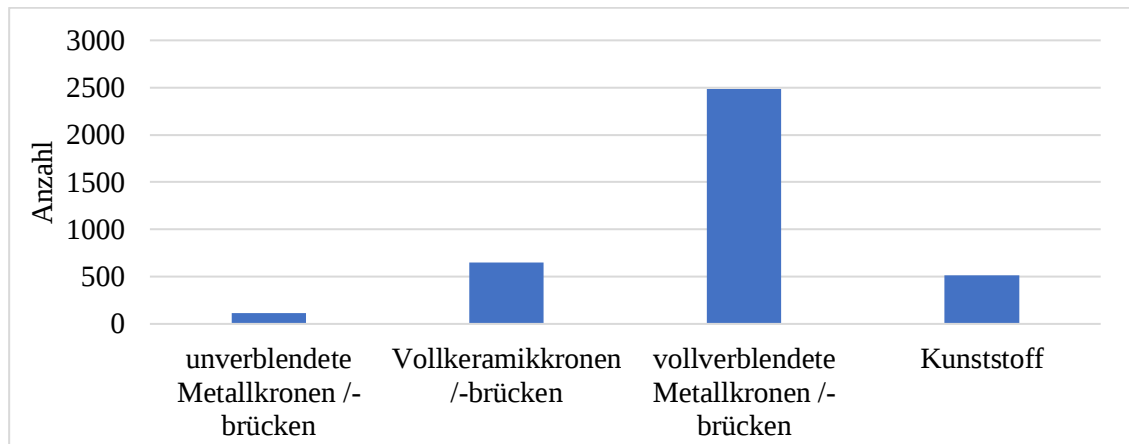


Abb. 6.1.6.: Werkstoff des Zahnersatzes

#### 6.1.7. Gegenkieferbezahnung

Von den betrachteten 3760 eingesetzten Arbeiten besaßen 3099 (82,42%) als Gegenkieferbezahnung im Bereich des Zahnersatzes ein natürliches Gebiss oder festsitzenden Zahnersatz in Form von auf natürlichen Zähnen verankerten Kronen oder Brücken. Bei 309 Arbeiten war der Gegenbiss ein herausnehmbarer Zahnersatz (8,22%), wie Modellgussprothesen, Interimsprothesen oder Totalprothesen. Als Gegenbezahnung war bei 241 (6,41%) Versorgungungen ein Kombinationsersatz vorhanden. 111 der eingesetzten Arbeiten hatten eine implantatgetragene Versorgung (2,95%) im Gegenkiefer (Abb. 6.1.7.).

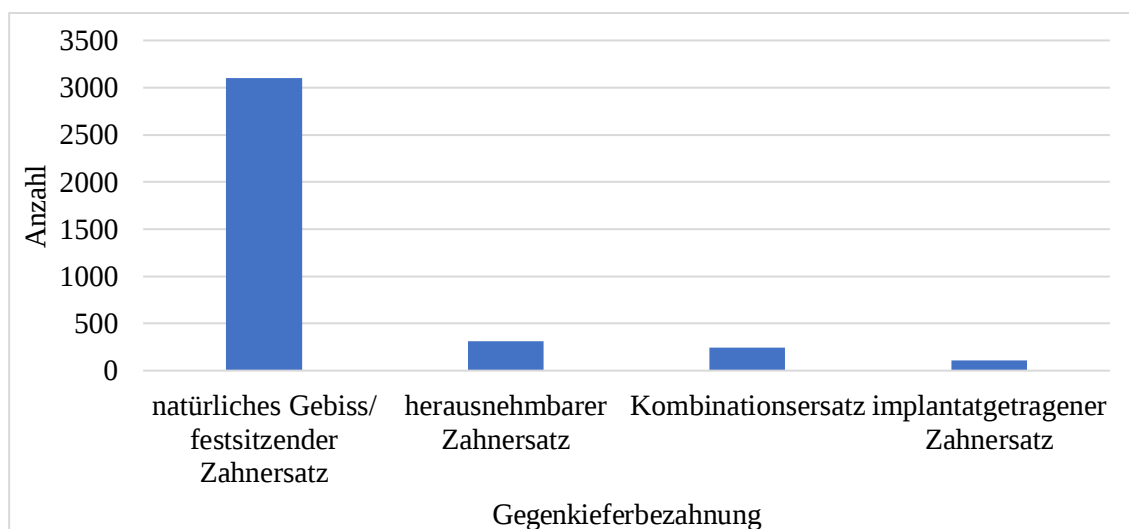


Abb. 6.1.7.: Gegenkieferbezahnung im Bereich des Zahnersatzes

#### 6.1.8. Recallteilnahme

Von den eingesetzten Arbeiten wurden 2571 Restaurationen (73,16%) in regelmäßigen Zeitabständen kontrolliert. Bei 1009 Versorgungen (26,84%) fand kein regelmäßiger Recall statt.

#### 6.1.9. Komplikationen

Bei 2943 eingesetzten Restaurationen (78,27%) traten im Beobachtungszeitraum keine Komplikationen auf. Dementsprechend gab es bei 817 Versorgungen (21,73%) Komplikationen. Unterschieden wurde hierbei zwischen Einleitung einer endodontischen Behandlung oder Stiftinsertion, Parodontalbehandlung, Extraktion und Werkstoffinstandsetzung. Je eingesetzter Arbeit konnten mehrere Komplikationen auftreten, diese wurden jeweils einzeln betrachtet. Insgesamt wurden nach definitiver Eingliederung des Zahnersatzes bei 244 prothetischen Versorgungen (6,49%) an mindestens einem Pfeilerzahn eine endodontische Behandlung durchgeführt oder ein Stift inseriert, bei 363 Restaurationen (9,65%) wurde eine Parodontalbehandlung durchgeführt. Bei 140 Arbeiten wurde mindestens ein Zahn extrahiert bzw. bei vier Versorgungen mindestens ein Implantat explantiert (3,83%) – ohne Funktionsverlusts des Zahnersatzes. Bei 223 Versorgungen (5,93%) kam es nach Eingliederung des Zahnersatzes zu einem Versagen des Werkstoffes, welcher Instand gesetzt werden konnte. *Tabelle 6.1.9.* zeigt die aufgetretenen Komplikationen in Abhängigkeit von der Zahnersatzart.

*Tab. 6.1.9.: aufgetretene Komplikationen nach Eingliederung des Zahnersatzes*

| Grund                                                   | Festsitzender<br>Zahnersatz | Modellguss-<br>prothesen | Kombinations-<br>ersatz | Implantat-<br>getragen | Jeglicher<br>Zahnersatz |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| <b>Endodontische<br/>Behandlung,<br/>Stiftinsertion</b> | n = 162<br>(5,69%)          | n = 24<br>(13,79%)       | n = 58<br>(20,79%)      | /                      | n = 244<br>(6,49%)      |
| <b>Parodontal-<br/>behandlung</b>                       | n = 285<br>(10,01%)         | n = 12<br>(6,9%)         | n = 27<br>(9,68%)       | n = 39<br>(8,5%)       | n = 363<br>(9,65%)      |
| <b>Material-<br/>instandsetzung</b>                     | n = 69<br>(2,42%)           | n = 17<br>(9,77%)        | n = 78<br>(27,96%)      | n = 59<br>(12,85%)     | n = 223<br>(5,93%)      |
| <b>Extraktion</b>                                       | n = 1<br>(0,04%)            | n = 42<br>(24,14%)       | n = 97<br>(34,77%)      | n = 4<br>(0,87%)       | n = 144<br>(3,83%)      |
| <b>n = Anzahl an eingesetzten Arbeiten</b>              |                             |                          |                         |                        |                         |

## 6.2. Überlebenswahrscheinlichkeit des Zahnersatzes

Die Überlebenszeit aller eingesetzten Restaurationen betrug im Mittel  $10,64 \pm 0,1$  Jahre mit einem 95%-Konfidenzintervall zwischen 10,44 und 10,83 Jahren.

Die kumulative 5-Jahres-Überlebensrate lag bei 86,4%, die 10-Jahres-Überlebensrate bei 69,4%. Die 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit wurde nach 4 Jahren unterschritten. Im Beobachtungszeitraum wurde die 50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit nicht unterschritten.

Die erste Neuanfertigung war 3,2 Monate nach Eingliederung und die letzte beobachtete Neuanfertigung nach etwa 13 Jahren und 2 Monaten notwendig.

Abb. 6.2.a. zeigt die Überlebensfunktion nach Kaplan-Meier, Abb. 6.2.b. gibt das Verlustrisiko über die Zeit (Hazard-Funktion) wieder.

Bei Betrachtung der modellierenden Faktoren „Zahnersatzart“, „Geschlecht“, „Vitalität“, „Werkstoff“ und „Gegenkieferbezeichnung“ zeigte sich ein signifikanter Einfluss ( $p < 0,05$ ) auf die jeweilige Überlebenswahrscheinlichkeit.

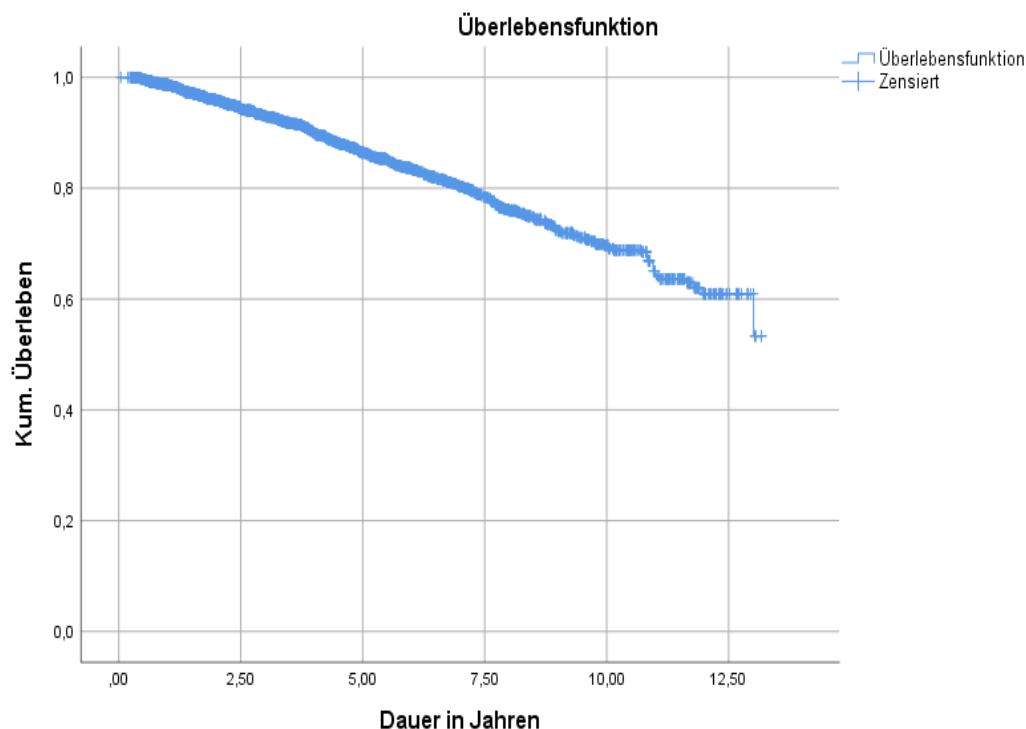


Abb. 6.2.a.: Überlebensfunktion nach Kaplan-Meier, Dauer bis zur Neuanfertigung, Zielereignis: Neuanfertigung

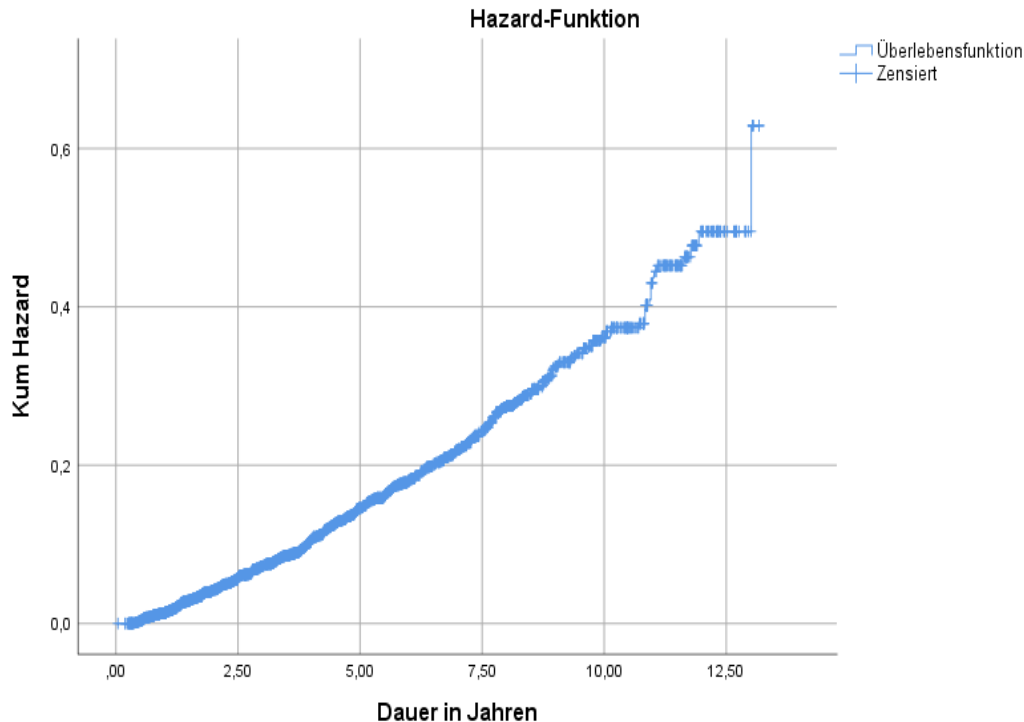


Abb. 6.2.b.: Hazard-Funktion, Verlustrisiko über die Zeit, Zielereignis: Neuanfertigung

### 6.2.1. Überlebenswahrscheinlichkeiten der verschiedenen Zahnersatzarten

Bei Betrachtung des modellierenden Faktors „Zahnersatzart“ zeigte sich ein signifikanter Einfluss ( $p < 0,05$ ) auf die Überlebenswahrscheinlichkeit. Die paarweisen Vergleiche machten deutlich, dass sich alle vier Zahnersatzarten (festsitzender Zahnersatz, Modellgussprothesen, Kombinationsersatz sowie implantatgetragener Zahnersatz) signifikant unterschieden, wobei der implantatgetragene Zahnersatz die größte mittlere Überlebenszeit besaß, gefolgt vom festsitzenden Zahnersatz. Eine noch geringere Überlebenswahrscheinlichkeit hatten die Versorgungen mit Kombinationsersatz. Modellgussprothesen zeigten signifikant die kürzesten Überlebenszeiten.

Die mittlere Überlebenszeit für festsitzenden Zahnersatz lag bei  $10,84 \pm 0,12$  Jahren, für Modellgussprothesen bei  $7,36 \pm 0,44$  Jahren. Bei Kombinationsersatz betrug die Überlebenszeit im Mittel  $8,32 \pm 0,29$  Jahre und für implantatgetragenen Zahnersatz  $11,99 \pm 0,17$  Jahre (Tab. 6.2.1.).

Die kumulative 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensrate für festsitzenden Zahnersatz lag bei 87,2% bzw. bei 72,3%, für Modellgussprothesen lag sie bei 60,0% bzw. bei 29,7%. Bei Kombinationsersatz lag die kumulative 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensrate bei 79,0% bzw.

bei 39,3%. In der letzten Gruppe „implantatgetragener Zahnersatz“ lag die kumulative 5-Jahres-Überlebensrate bei 94,0%. Eine 10-Jahres-Überlebensrate konnte für diese Gruppe nicht berechnet werden, weil das letzte beobachtete Ereignis nach 9,31 Jahren aufgetreten ist.

Die 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit wurde bei festsitzendem Zahnersatz nach 4,23 Jahren unterschritten. Bei Modellgussprothesen wurde sie nach 2,22 Jahren und bei Kombinationsersatz nach 2,8 Jahren unterschritten. Die 50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit lag für Modellgussprothesen bei 6,57 Jahren und für Kombinationsersatz bei 8,53 Jahren. Bei implantatgetragenen Zahnersatz wurde die 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit nach 8,74 Jahren unterschritten. Die 50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit wurde im Beobachtungszeitraum weder bei festsitzendem noch bei implantatgetragenen Zahnersatz unterschritten (*Abb. 6.2.1.a.*).

Die erste Neuanfertigung bei festsitzendem Zahnersatz fand nach 3,2 Monaten in situ statt, bei Modellgussprothesen nach 12 Monaten und bei Kombinationsersatz nach 5 Monaten. Der erste implantatgetragene Zahnersatz musste nach 12,9 Monaten erneuert werden.

*Abb. 6.2.1.b.* gibt das Verlustrisiko des Zahnersatzes über die Zeit wieder.

*Tab. 6.2.1.: Mittelwerte für die Überlebenszeit in Jahren in Abhängigkeit von der Zahnersatzart*

| Zahnersatzart              | Mittelwert |             |                        |              |
|----------------------------|------------|-------------|------------------------|--------------|
|                            | Schätzer   | Std.-Fehler | 95%-Konfidenzintervall |              |
|                            |            |             | Untere Grenze          | Obere Grenze |
| <b>festsitzend</b>         | 10,843     | 0,115       | 10,617                 | 11,068       |
| <b>Modellgussprothesen</b> | 7,359      | 0,441       | 6,494                  | 8,224        |
| <b>Kombinationsersatz</b>  | 8,319      | 0,288       | 7,754                  | 8,883        |
| <b>implantatgetragen</b>   | 11,988     | 0,167       | 11,661                 | 12,316       |
| <b>Gesamt</b>              | 10,636     | 0,100       | 10,441                 | 10,831       |

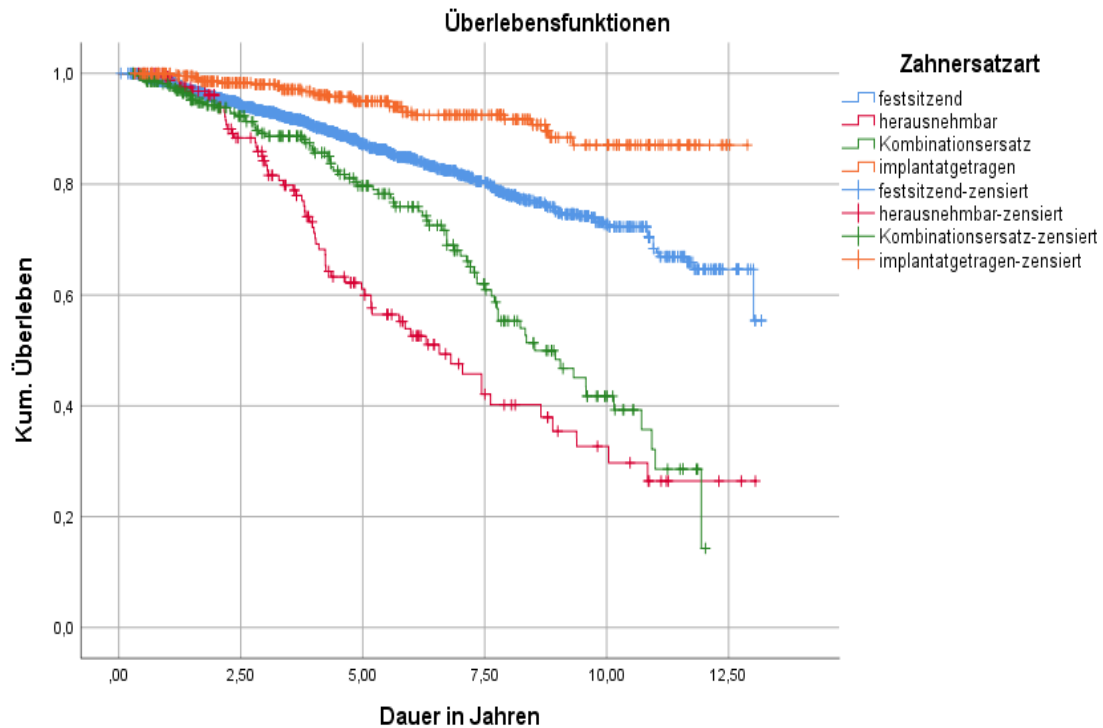


Abb. 6.2.1.a.: Überlebensfunktion nach Kaplan-Meier in Abhängigkeit von der Zahnersatzart, Dauer bis zur Neuanfertigung, Zielereignis: Neuanfertigung

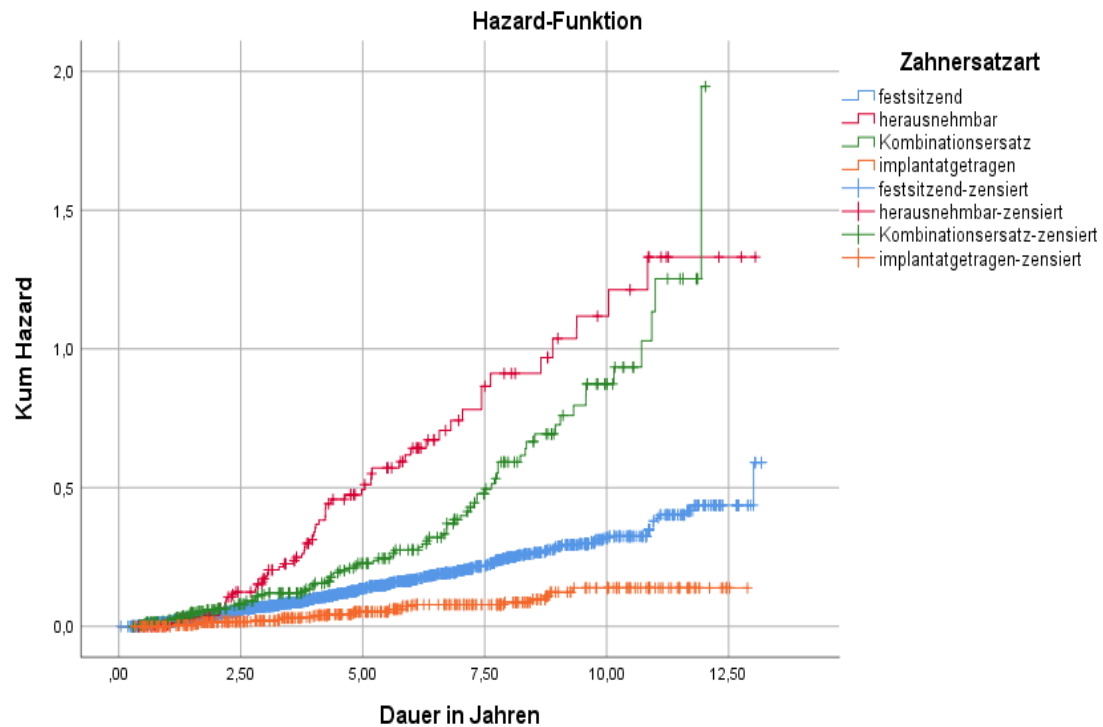


Abb. 6.2.1.b.: Hazard-Funktion, Verlustrisiko über die Zeit in Abhängigkeit von der Zahnersatzart, Zielereignis: Neuanfertigung

### 6.2.2. Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Geschlecht

Der Faktor „Geschlecht“ hatte einen signifikanten Einfluss ( $p < 0,05$ ) in Bezug auf die Überlebenswahrscheinlichkeit von Zahnersatz. Das mittlere Überleben der untersuchten Restaurationen war bei Frauen signifikant größer als bei Männern. Die mittlere Überlebenszeit für Zahnersatz bei Frauen lag bei  $10,79 \pm 0,12$  Jahren und bei Männern bei  $10,35 \pm 0,16$  Jahren (Tab. 6.2.2.).

Bei Frauen lag die kumulative 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensrate bei 87,6% bzw. bei 70,7%, bei Männern bei 84,6% bzw. bei 67,0%.

Die 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit wurde bei Frauen nach 4,4 Jahren und bei Männern nach 3,8 Jahren unterschritten. Die 50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit wurde in der Gruppe der Frauen nach 13 Jahren unterschritten. In der Gruppe der Männer wurde die 50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit nicht unterschritten. Abb. 6.2.2.a. zeigt die Überlebensfunktion nach Kaplan-Meier in Abhängigkeit vom Geschlecht.

Der erste Zahnersatz musste bei Frauen nach 3,2 Monaten und bei Männern nach 4,4 Monaten erneuert werden. Das Verlustrisiko des Zahnersatzes in Bezug auf das Geschlecht gibt Abb. 6.2.2.b. wieder.

Tab. 6.2.2.: Mittelwerte für die Überlebenszeit in Jahren in Abhängigkeit vom Geschlecht

| Geschlecht | Mittelwert |             |                        |              |
|------------|------------|-------------|------------------------|--------------|
|            | Schätzer   | Std.-Fehler | 95%-Konfidenzintervall |              |
|            |            |             | Untere Grenze          | Obere Grenze |
| Weiblich   | 10,787     | 0,123       | 10,545                 | 11,029       |
| Männlich   | 10,350     | 0,157       | 10,043                 | 10,657       |
| Gesamt     | 10,636     | 0,100       | 10,441                 | 10,831       |

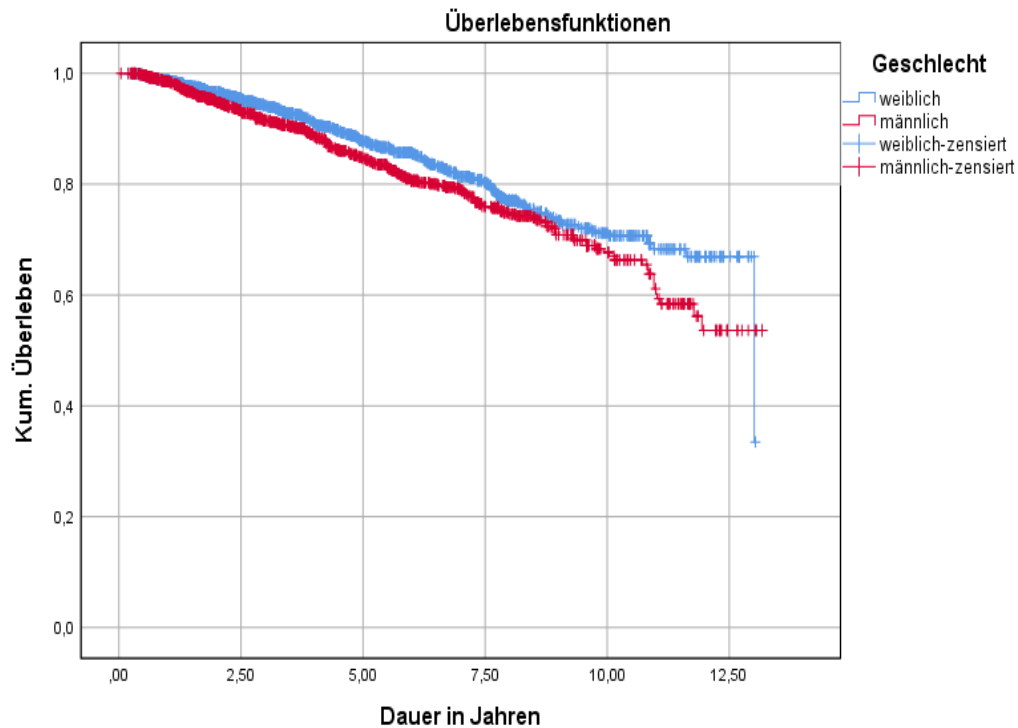


Abb. 6.2.2.a.: Überlebensfunktion nach Kaplan-Meier in Abhängigkeit vom Geschlecht, Dauer bis zur Neuanfertigung, Zielereignis: Neuanfertigung

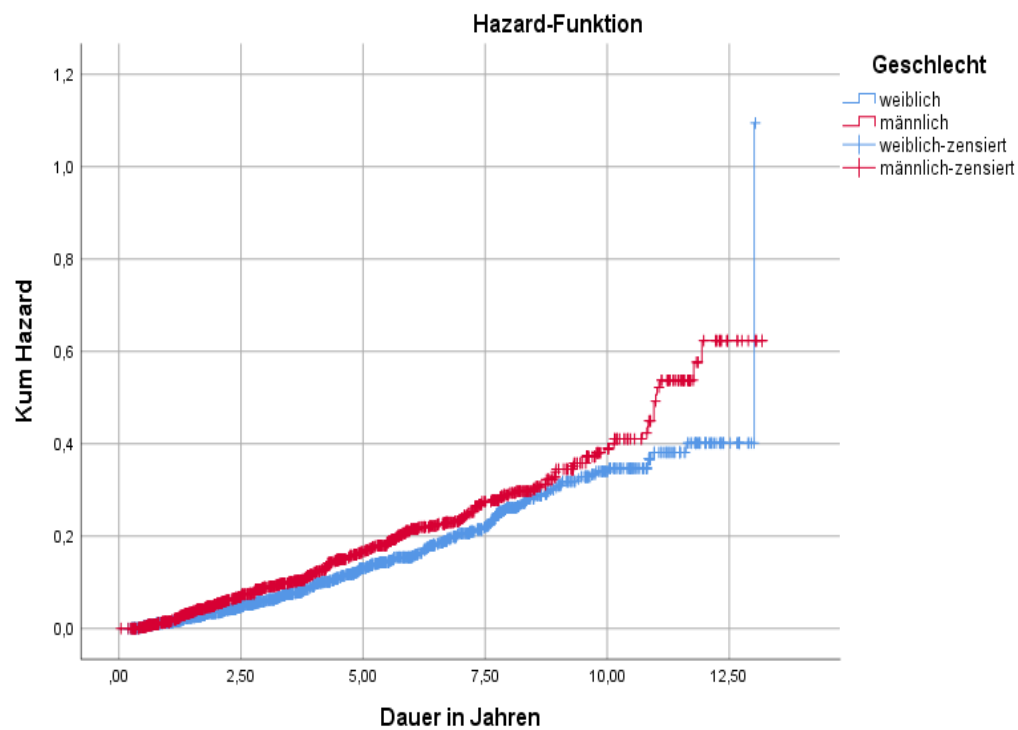


Abb. 6.2.2.b.: Hazard-Funktion, Verlustrisiko über die Zeit in Abhängigkeit vom Geschlecht, Zielereignis: Neuanfertigung

### 6.2.3. Überlebenswahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit von der Vitalität der Zähne

Es zeigte sich ein signifikanter Einfluss ( $p < 0,05$ ) auf die Überlebenswahrscheinlichkeit des Zahnersatzes hinsichtlich des Faktors „Vitalität“ der Pfeilerzähne. Bei implantatgetragensem Zahnersatz war die Überlebenswahrscheinlichkeit des Zahnersatzes im Vergleich zu den anderen Vitalitäten signifikant ( $p < 0,05$ ) am höchsten. Eine signifikant längere Überlebenszeit ( $p < 0,05$ ) vitaler zu endodontisch vorbehandelten Pfeilerzähnen zeigte sich im Breslow und Tarone-Ware Test, im Log-Rank-Test wurde keine Signifikanz festgestellt ( $p = 0,054$ ). Ein paarweiser Vergleich der Gruppen „vital“ oder „endodontisch vorbehandelt“ zu der Gruppe „Stiftversorgung“ zeigte keinen signifikanten Unterschied ( $p > 0,05$ ).

Die mittlere Überlebenszeit für Zahnersatz bei vitalen Zähnen lag bei  $10,48 \pm 0,13$  Jahren, bei endodontisch behandelten Zähnen bei  $10,25 \pm 0,21$  Jahren und bei Pfeilerzähnen mit Stiftversorgung bei  $9,69 \pm 0,36$  Jahren. Bei implantatgetragensem Zahnersatz lag die mittlere Überlebenszeit bei  $11,99 \pm 0,17$  Jahren (*Tab. 6.2.3.*).

Die kumulative 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensrate für Zahnersatz lag bei vitalen Zähnen bei 86,6% bzw. bei 66,9% und bei endodontisch vorbehandelten Pfeilerzähnen bei 82,3% bzw. bei 66,0%. Wurde der Zahn mit einem Stift versorgt, so lag die kumulative 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensrate bei 82,7% bzw. bei 53,9%. Bei implantatgetragensem Zahnersatz lag die kumulative 5-Jahres-Überlebensrate bei 94,0%. Die 10-Jahres-Überlebensrate konnte für Implantate nicht bestimmt werden, da die letzte Neuanfertigung nach 9,31 Jahren stattgefunden hat.

Die 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit wurde bei vitalen Pfeilerzähnen nach 4,15 Jahren und die 50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit nach 13,01 Jahren unterschritten. Wurden die Pfeilerzähne vor Eingliederung des Zahnersatzes endodontisch vorbehandelt, so lag die 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit für Zahnersatz bei 3,24 Jahren. Bei Pfeilerzähnen, welche mit einem Stift versorgt wurden, wurde die 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit nach 3,03 Jahren und die 50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit nach 10,96 Jahren unterschritten. Bei implantatgetragensem Zahnersatz lag die 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit bei 8,74 Jahren. Eine 50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit konnte weder für Zahnersatz auf endodontisch behandelten Zähnen noch bei implantatgetragensem Zahnersatz im Beobachtungszeitraum bestimmt werden. Die *Abb. 6.2.3.a.* zeigt die Überlebensfunktion

nach Kaplan-Meier abhängig von der Pfeilerzahnvitalität.

Die erste Neuanfertigung fand bei einem vitalen Pfeilerzahn nach 3,2 Monaten in situ statt. Bei einem endodontisch vorbehandelten Zahn musste der erste Zahnersatz nach 4,7 Monaten und bei einem Pfeilerzahn mit Stiftversorgung nach 5,6 Monaten erneuert werden. Die erste notwendige Neuanfertigung eines implantatgetragenen Zahnersatzes erfolgte nach 12,9 Monaten.

Die Hazard-Funktion (*Abb. 6.2.3.b.*) stellt das Verlustrisiko des Zahnersatzes über die Zeit in Abhängigkeit von der Vitalität dar.

*Tab. 6.2.3.: Mittelwerte für die Überlebenszeit in Jahren in Abhängigkeit von der Vitalität der Pfeilerzähne*

| Vitalität                        | Mittelwert |             |                        |              |
|----------------------------------|------------|-------------|------------------------|--------------|
|                                  | Schätzer   | Std.-Fehler | 95%-Konfidenzintervall |              |
|                                  |            |             | Untere Grenze          | Obere Grenze |
| <b>Vital</b>                     | 10,480     | 0,134       | 10,218                 | 10,742       |
| <b>endodontisch vorbehandelt</b> | 10,249     | 0,212       | 9,835                  | 10,664       |
| <b>Stiftversorgung</b>           | 9,689      | 0,363       | 8,977                  | 10,400       |
| <b>Implantat</b>                 | 11,989     | 0,167       | 11,661                 | 12,316       |
| <b>Gesamt</b>                    | 10,636     | 0,100       | 10,441                 | 10,831       |

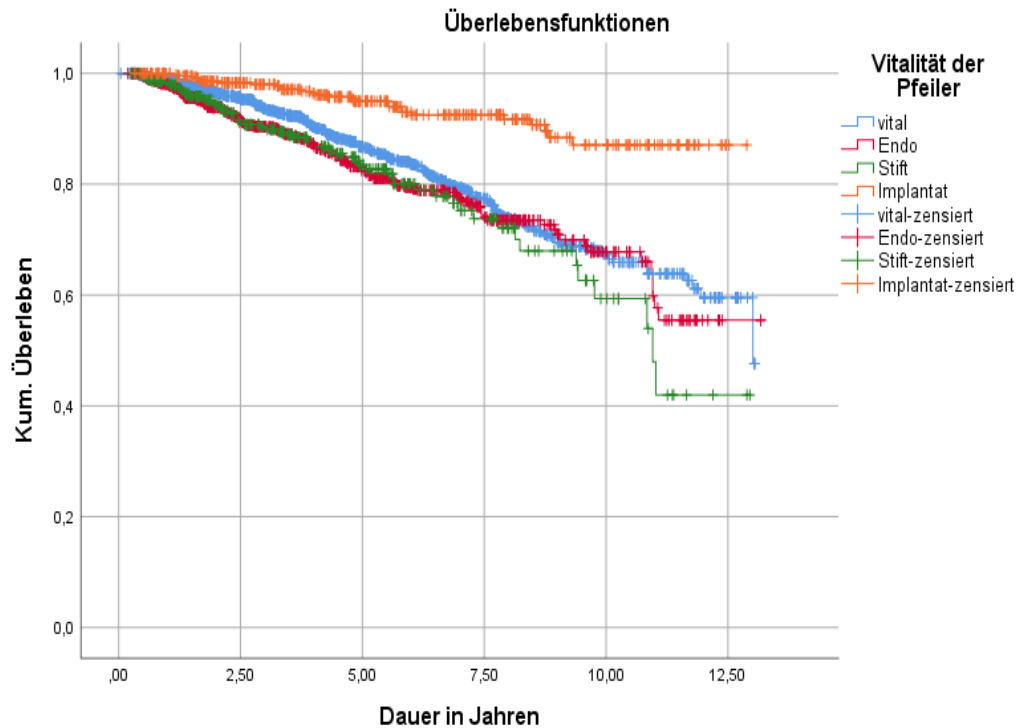


Abb. 6.2.3.a.: Überlebensfunktion nach Kaplan-Meier in Abhängigkeit von der Vitalität der Pfeilerzähne, Dauer bis zur Neuanfertigung, Zielereignis: Neuanfertigung

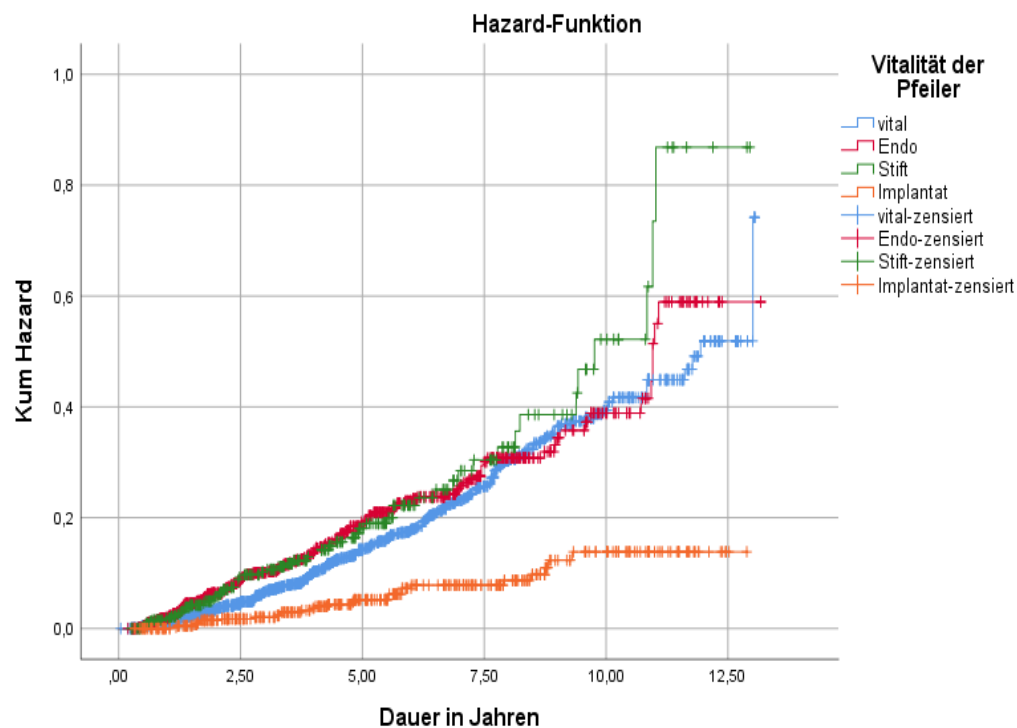


Abb. 6.2.3.b.: Hazard-Funktion, Verlustrisiko über die Zeit in Abhängigkeit von der Vitalität der Pfeilerzähne, Zielereignis: Neuanfertigung

#### 6.2.4. Überlebenswahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit vom Werkstoff der Versorgung

Die prothetische Versorgung mit Kunststoff zeigte gegenüber allen anderen Gruppen signifikant die kürzeste Überlebenszeit ( $p < 0,05$ ). Die paarweisen Vergleiche zwischen den Gruppen „unverblendete Metallkronen/-brücken“, „Vollkeramikkkronen/-brücken“ und „vollverblendete Metallkronen/-brücken“ ließen keine Rückschlüsse ( $p > 0,05$ ) auf einen signifikanten Unterschied zu.

Die mittlere Überlebenszeit für unverblendete Metallkronen/-brücken lag bei  $10,75 \pm 0,49$  Jahren, für Vollkeramikkkronen/-brücken bei  $11,26 \pm 0,19$  Jahren und für vollverblendete Metallkronen/-brücken bei  $10,88 \pm 0,12$  Jahren. In der Gruppe „Kunststoff“ betrug die Überlebenszeit im Mittel  $8,58 \pm 0,26$  Jahre (*Tab. 6.2.4.*).

Die kumulative 5-Jahres-Überlebensrate lag für unverblendete Metallkronen/-brücken bei 86,5%. Eine 10-Jahres-Überlebensrate konnte nicht berechnet werden, da das letzte Ereignis vor dem zehnten Beobachtungsjahr stattgefunden hat. Für Vollkeramikkkronen/-brücken lag die kumulative 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensrate bei 88,8% bzw. bei 74,9% und für vollverblendete Metallkronen/-brücken bei 87,7% bzw. bei 73,6%. In der Werkstoffgruppe „Kunststoff“ lag die kumulative 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensrate bei 75,2% bzw. bei 42,9%.

Die 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit wurde bei unverblendeten Metallkronen/-brücken nach 4,69 Jahren und bei Vollkeramikkkronen/-brücken nach 4,72 Jahren unterschritten. Die 50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit wurde weder bei unverblendeten Metallkronen/-brücken noch bei Vollkeramikkkronen/-brücken unterschritten. Für vollverblendete Metallkronen/-brücken lag die 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit bei 4,4 Jahren und die 50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit bei 13,01 Jahren. Die 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit in der Gruppe „Kunststoff“ wurde bereits nach 2,81 Jahren und die 50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit nach 8,89 Jahren unterschritten. Die *Abb. 6.2.4.a.* zeigt die Überlebensfunktion nach Kaplan-Meier abhängig vom verwendeten Werkstoff.

Nach 21,89 Monaten in situ musste die erste unverblendete Metallkrone/-brücke erneuert werden. Die erste Vollkeramikkrone/-brücke wurde bereits nach 3,22 Monaten und die erste vollverblendete Metallkrone/-brücke nach 4,47 Monaten neu angefertigt. Die erste Neuanfertigung eines Zahnersatzes aus der Gruppe „Kunststoff“ fand nach 5 Monaten statt. Die *Abb. 6.2.4.b.* gibt das Verlustrisiko des Zahnersatzes in Abhängigkeit vom

Werkstoff über die Zeit wieder.

Tab. 6.2.4.: Mittelwerte für die Überlebenszeit in Jahren in Abhängigkeit vom Werkstoff des Zahnersatzes

| Werkstoff                    | Mittelwert |             |                        |              |
|------------------------------|------------|-------------|------------------------|--------------|
|                              | Schätzer   | Std.-Fehler | 95%-Konfidenzintervall |              |
|                              |            |             | Untere Grenze          | Obere Grenze |
| Metallkronen unverblendet    | 10,752     | 0,487       | 9,797                  | 11,707       |
| Vollkeramik                  | 11,260     | 0,194       | 10,879                 | 11,640       |
| Verbund-Metall-Keramik (VMK) | 10,882     | 0,123       | 10,641                 | 11,124       |
| Kunststoff                   | 8,581      | 0,255       | 8,082                  | 9,081        |
| Gesamt                       | 10,636     | 0,100       | 10,441                 | 10,831       |

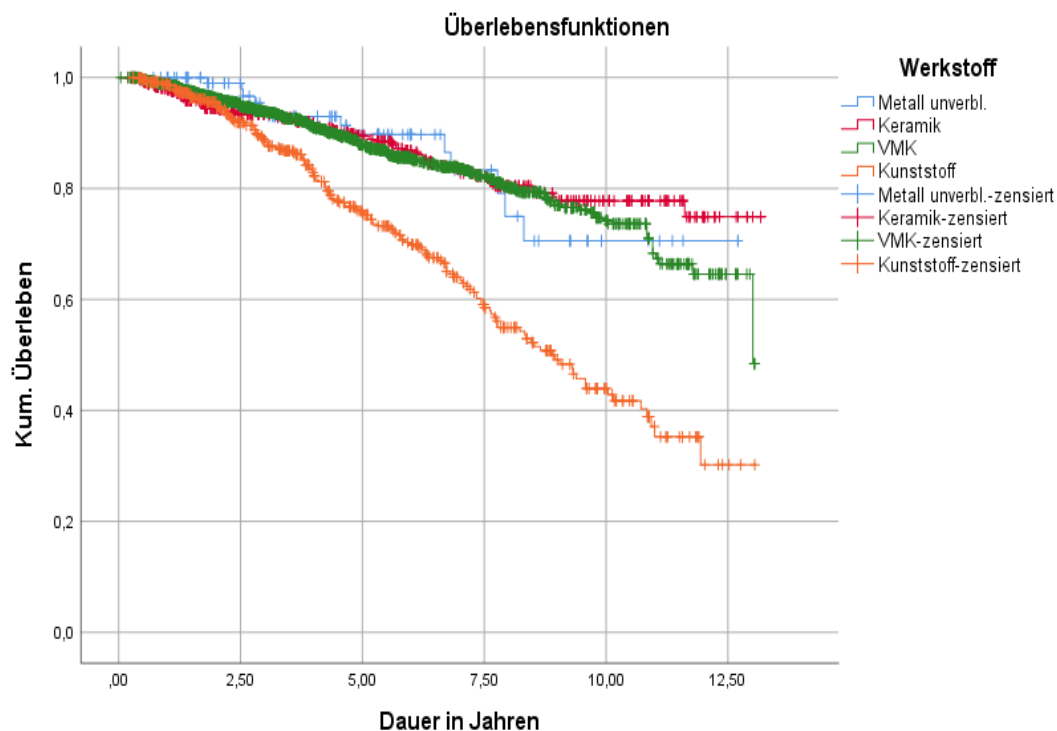


Abb. 6.2.4.a.: Überlebensfunktion nach Kaplan-Meier in Abhängigkeit vom Werkstoff des Zahnersatzes, Dauer bis zur Neuanfertigung, Zielereignis: Neuanfertigung

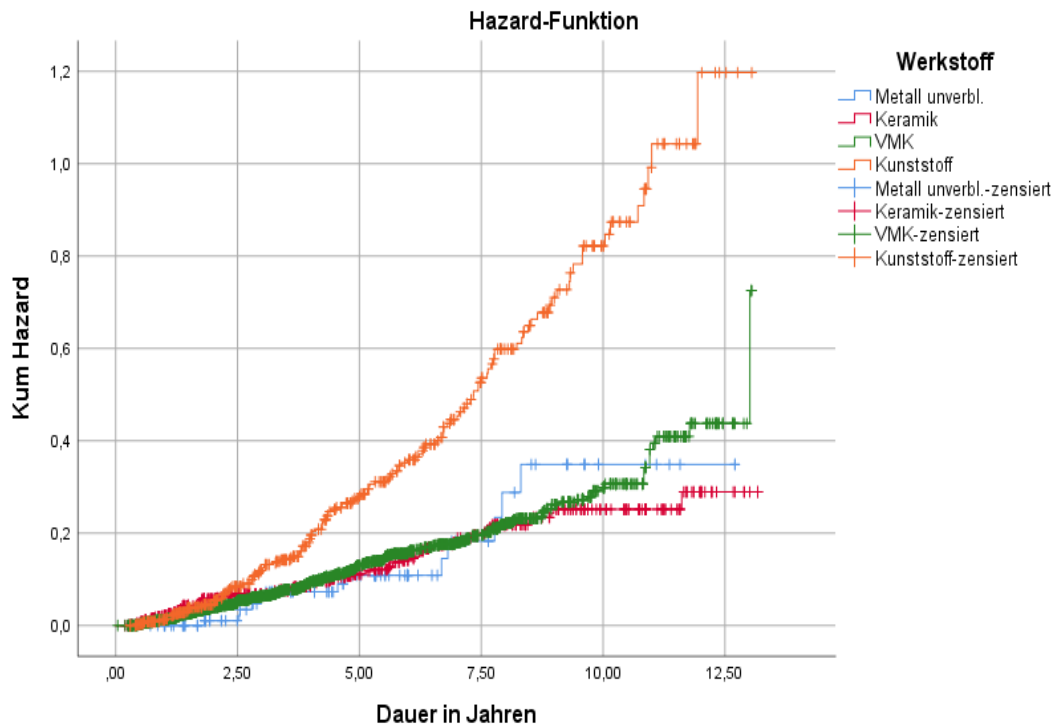


Abb. 6.2.4.b.: Hazard-Funktion, Verlustrisiko über die Zeit in Abhängigkeit vom Werkstoff des Zahnersatzes, Zielereignis: Neuanfertigung

### 6.2.5. Überlebenswahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit von der Gegenkieferbezahnung

Die Betrachtung des modellierenden Faktors „Gegenkieferbezahnung“ zeigte einen signifikanten Einfluss ( $p < 0,05$ ) hinsichtlich der Überlebenswahrscheinlichkeit des eingesetzten Zahnersatzes abhängig von der Versorgung des Gegenkiefers. Ein Vergleich der Gruppen „natürliches Gebiss oder festsitzender Zahnersatz“ und „implantatgetragener Zahnersatz“ zeigte keinen signifikanten Unterschied ( $p > 0,05$ ), ebenso verhielt es sich bei dem Vergleich der Versorgung mit herausnehmbarem Zahnersatz und Kombinationsersatz. Ein signifikanter Unterschied ( $p < 0,05$ ) zeigte sich allerdings bei einem paarweisen Vergleich der Überlebenszeiten von Zahnersatz, wenn die Gegenbezahnung natürlich war oder der Patient festsitzenden oder implantatgetragenen Zahnersatz trug im Vergleich zu herausnehmbarem Zahnersatz oder Kombinationsersatz. Die Überlebenswahrscheinlichkeit für Zahnersatz bei einem natürlichen, festsitzenden oder implantatgetragenen Gegenbiss war signifikant höher ( $p < 0,05$ ) als bei herausnehmbarem oder Kombinationsersatz im Gegenkiefer.

Unter Betrachtung der Gegenkieferbezahnung lag die mittlere Überlebenszeit für

Zahnersatz bei natürlichem oder festsitzendem Gegenbiss bei  $10,98 \pm 0,11$  Jahren, bei herausnehmbarem Zahnersatz im Gegenkiefer bei  $8,85 \pm 0,31$  Jahren. Trug der Patient einen Kombinationsersatz im Gegenkiefer, lag die mittlere Überlebenszeit bei  $8,27 \pm 0,35$  Jahren und bei implantatgetragenen Zahnersatz als Gegenbezahnung bei  $10,65 \pm 0,1$  Jahren (*Tab. 6.2.5.*).

Die kumulative 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensrate für Zahnersatz, bei dem der Gegenkiefer natürlich oder festsitzend versorgt war, lag bei 87,9% bzw. bei 73,6%, für herausnehmbaren Zahnersatz als Gegenbezahnung lag diese bei 76,3% bzw. bei 50,3%. War der Gegenkiefer mit einem Kombinationsersatz versorgt, so lag die kumulative 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensrate bei 75,4% bzw. bei 32,6%. Bei implantatgetragenen Zahnersatz als Gegenbezahnung lag die kumulative 5- Jahres-Überlebensrate bei 88,1%. Eine 10-Jahres-Überlebensrate konnte für diese Gegenbezahnung nicht bestimmt werden, da keine Neuanfertigung nach dem zehnten Beobachtungsjahr stattgefunden hat.

Die 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit des Zahnersatzes bei natürlicher oder festsitzender Gegenbezahnung wurde nach 4,41 Jahren unterschritten. Bei herausnehmbarem Zahnersatz im Gegenkiefer wurde die 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit bereits nach 3,06 Jahren und die 50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit nach 10,84 Jahren unterschritten. War die Gegenbezahnung ein Kombinationsersatz, so lag die 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit bei 2,93 Jahren, die 50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit bei 9,05 Jahren. Wurde Zahnersatz bei implantatgetragener Gegenbezahnung eingesetzt, so wurde die 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit nach 5,81 Jahren unterschritten. Eine Unterschreitung der 50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit konnte im Beobachtungszeitraum weder bei Zahnersatz mit Gegenbezahnung „natürlich oder festsitzend“ noch bei implantatgetragenen Gegenbiss beobachtet werden (*Abb. 6.2.5.a.*).

Die erste Restauration mit Gegenbezahnung „natürlich“ oder „festsitzend“ musste nach 3,22 Monaten erneuert werden. Bei herausnehmbarem Zahnersatz im Gegenkiefer erfolgte eine erste Neuanfertigung des Zahnersatzes nach 6,44 Monaten und bei Kombinationsersatz im Gegenkiefer nach 4,96 Monaten. Die erste Erneuerung eines Zahnersatzes mit einer implantatgetragenen Restauration als Gegenbezahnung fand nach 7,31 Monaten statt. *Abb. 6.2.5.b.* gibt das Verlustrisiko des Zahnersatzes über die Zeit wieder.

Tab. 6.2.5.: Mittelwerte für die Überlebenszeit in Jahren in Abhängigkeit von der Gegenkieferbezaehnung

| Gegenkieferbezaehnung  | Mittelwert |             |                        |              |
|------------------------|------------|-------------|------------------------|--------------|
|                        | Schätzer   | Std.-Fehler | 95%-Konfidenzintervall |              |
|                        |            |             | Untere Grenze          | Obere Grenze |
| natürlich/ festsitzend | 10,976     | 0,106       | 10,768                 | 11,183       |
| Herausnehmbar          | 8,853      | 0,305       | 8,256                  | 9,450        |
| Kombinationsersatz     | 8,274      | 0,345       | 7,598                  | 8,951        |
| Implantatgetragen      | 10,650     | 0,350       | 9,964                  | 11,335       |
| Gesamt                 | 10,636     | 0,100       | 10,441                 | 10,831       |

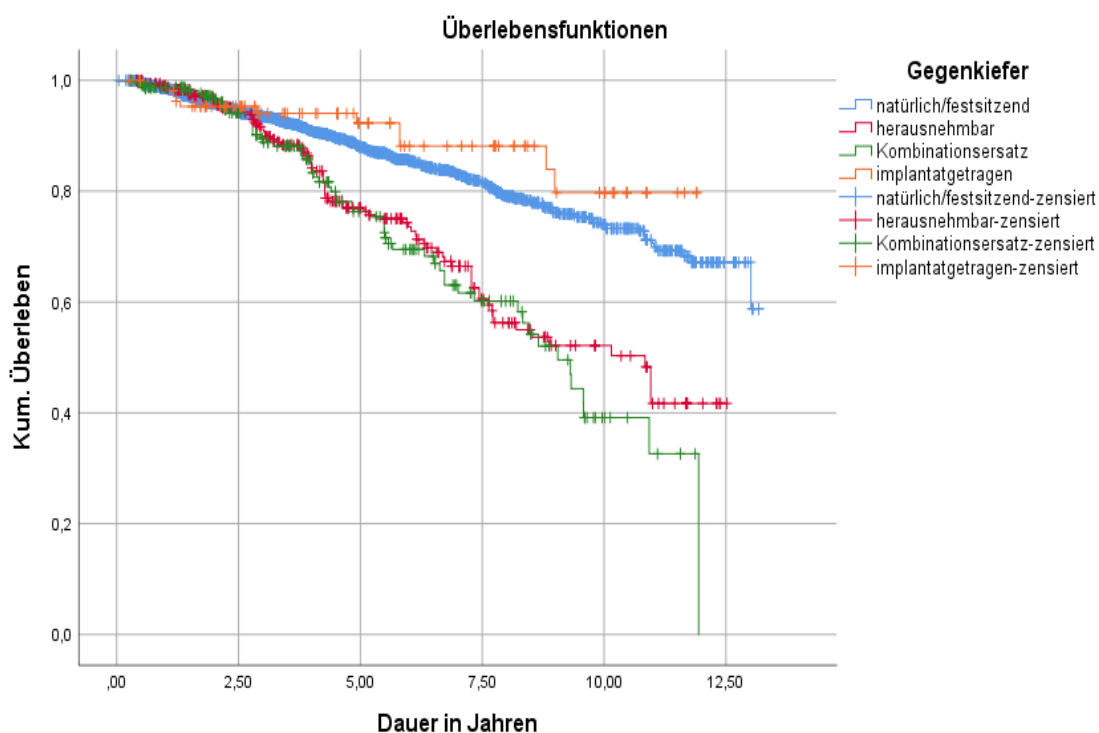


Abb. 6.2.5.a.: Überlebensfunktion nach Kaplan-Meier in Abhängigkeit von der Gegenkieferbezaehnung, Dauer bis zur Neuanfertigung, Zielereignis: Neuanfertigung

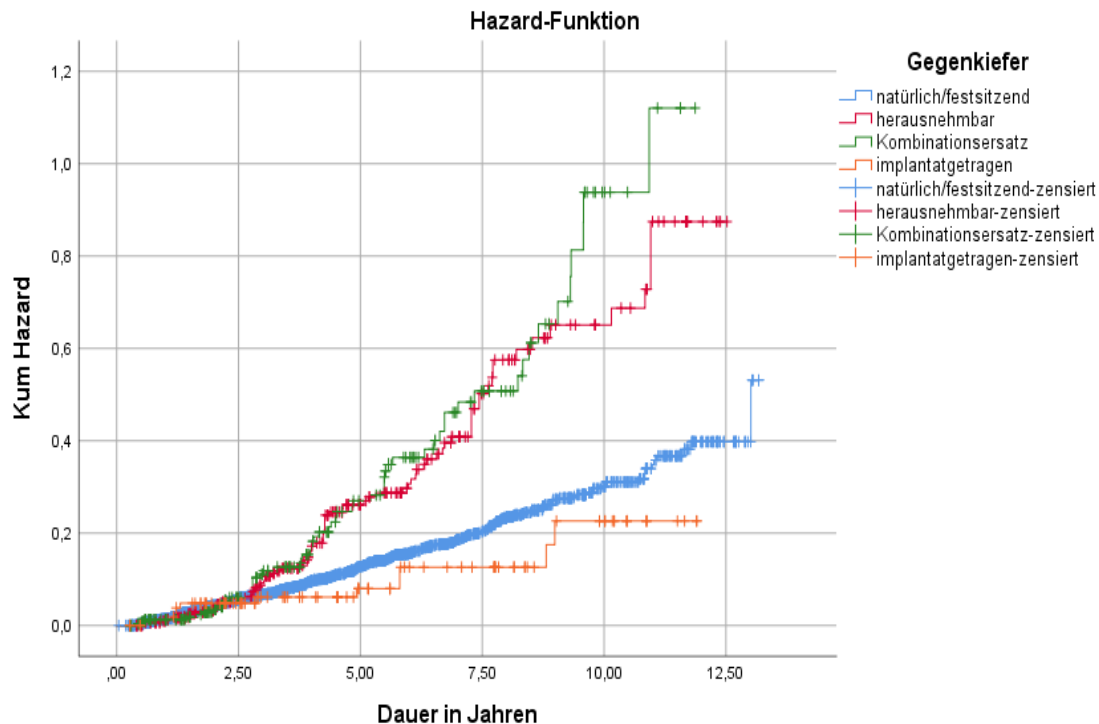


Abb. 6.2.5.b.: Hazard-Funktion, Verlustrisiko über die Zeit in Abhängigkeit von der Gegenkieferbezeichnung, Zielereignis: Neuanfertigung

## 6.2.6. Überlebenswahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit von der Lokalisation des Zahnersatzes und der Recallteilnahme

Die Überlebenswahrscheinlichkeiten der Restaurationen zeigten keinen signifikanten Unterschied ( $p > 0,05$ ) in Abhängigkeit von der Lokalisation des Zahnersatzes. Die mittlere Überlebenszeit für Zahnersatz im Oberkiefer lag bei  $10,59 \pm 0,13$  und im Unterkiefer bei  $10,63 \pm 0,15$  Jahren.

Eine regelmäßige Recallteilnahme besaß ebenfalls keinen signifikanten Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit ( $p > 0,05$ ), allerdings war tendenziell die Überlebenswahrscheinlichkeit des eingesetzten Zahnersatzes höher bei Recallteilnahme als bei Nicht-Teilnahme ( $p = 0,55$ , Log-Rank-Test). Die mittlere Überlebenszeit lag bei Teilnahme am Recall bei  $10,77 \pm 0,11$  Jahren und bei Nicht-Teilnahme bei  $10,13 \pm 0,2$  Jahren.

### 6.3. Einfluss des Faktors „Alter“ auf die Dauer bis zur Neuanfertigung des Zahnersatzes

Bei der logistischen Regression zeigte sich ein signifikanter Einfluss ( $p = 0,000$ ) des Faktors „Alter bei Eingliederung“ auf die Dauer bis zur Neuanfertigung des Zahnersatzes. Die Hazard Ratio wurde mit 1,009 (95%-Konfidenzintervall: 1,002 – 1,015) angegeben. Diese gibt das Chancenverhältnis für das Eintreten eines Funktionsverlustes in Abhängigkeit vom Alter wieder. Folglich stieg das Risiko, dass der Zahnersatz seine Funktion verliert, um 0,9% pro Anstieg des Alters um ein Jahr an.

### 6.4. Cox-Regression

Bei der multifaktoriellen Überlebenszeitanalyse mittels Cox-Regression (*Tabelle 6.4.a.*) hatten die Faktoren „Geschlecht“, „Kieferlokalisation“, „Recallteilnahme“ sowie „Werkstoff“ keinen Effekt ( $p > 0,05$ ) auf die Zielvariable „Dauer bis zur Neuanfertigung“ der prothetischen Versorgungen. Die Referenzkategorien waren bei Geschlecht „weiblich“, bei der Lokalisation „Oberkiefer“, bei der Recallteilnahme „ja“ und beim Werkstoff „Metall unverblendet“ (*Tabelle 6.4.b.*).

Die Variablen „Alter bei Eingliederung“, „Zahnersatzart“, „Gegenkiefer“ sowie „Vitalität der Pfeiler“ hatten einen signifikanten ( $p < 0,05$ ) Einfluss auf die Dauer bis zur Neuanfertigung. Die entsprechenden Referenzkategorien waren bei der Zahnersatzart „festsitzend“, beim Gegenkiefer „natürlich/festsitzend“ und bei der Vitalität der Pfeilerzähne „vital“.

Die Hazard Ratio von 1,009 (95%-Konfidenzintervall: 1,002 – 1,015) bei der Variablen „Alter bei Eingliederung“ bedeutete, dass das Funktionsverlustrisiko um 0,9% anstieg, wenn das Eingliederungsalter um ein Jahr erhöht wurde.

Implantatgetragener Zahnersatz hatte im Vergleich ein um 62,6% geringeres Risiko seine Funktion zu verlieren.

Befand sich im Gegenkiefer „Kombinationsersatz“, so war das Risiko für einen Funktionsverlust für den eingesetzten Zahnersatz 1,56-fach erhöht.

War der Zahnersatz auf Pfeilerzähnen gestützt, welche endodontisch behandelt oder mit einem Stift versorgt waren, so stieg das Funktionsverlustrisiko um 33,1% bzw. 40,0%.

Tab. 6.3.a.: Cox-Regression – prothetische Versorgungen, Zielvariable „Dauer bis zur Neuankfertigung“; die Kategorie „Implantat“ wurde beim Faktor „Vitalität“ aufgrund von Kollinearität weggelassen

|                                      | Koeffizient | SE    | Signifikanz | Hazard Ratio<br>Exp(B) | 95,0%<br>Konfidenzintervall<br>für Exp(B) |                 |
|--------------------------------------|-------------|-------|-------------|------------------------|-------------------------------------------|-----------------|
|                                      |             |       |             |                        | Untere<br>Grenze                          | Obere<br>Grenze |
| <b>Geschlecht</b>                    | 0,142       | 0,090 | 0,113       | 1,153                  | 0,967                                     | 1,375           |
| <b>Alter bei<br/>Eingliederung</b>   | 0,009       | 0,003 | 0,012       | 1,009                  | 1,002                                     | 1,015           |
| <b>Zahnersatzart</b>                 |             |       | 0,000       |                        |                                           |                 |
| <b>Zahnersatzart (1)</b>             | 0,852       | 0,466 | 0,068       | 2,345                  | 0,940                                     | 5,849           |
| <b>Zahnersatzart (2)</b>             | 0,318       | 0,468 | 0,496       | 1,375                  | 0,550                                     | 3,439           |
| <b>Zahnersatzart (3)</b>             | -0,984      | 0,228 | 0,000       | 0,374                  | 0,239                                     | 0,584           |
| <b>Kieferlokalisation</b>            | -0,149      | 0,091 | 0,104       | 0,862                  | 0,721                                     | 1,031           |
| <b>Recall</b>                        | -0,018      | 0,103 | 0,858       | 0,982                  | 0,802                                     | 1,201           |
| <b>Gegenkiefer</b>                   |             |       | 0,036       |                        |                                           |                 |
| <b>Gegenkiefer (1)</b>               | 0,273       | 0,147 | 0,063       | 1,314                  | 0,985                                     | 1,752           |
| <b>Gegenkiefer (2)</b>               | 0,443       | 0,172 | 0,010       | 1,557                  | 1,112                                     | 2,180           |
| <b>Gegenkiefer (3)</b>               | -0,176      | 0,311 | 0,570       | 0,838                  | 0,456                                     | 1,541           |
| <b>Vitalität der<br/>Pfeiler</b>     |             |       | 0,005       |                        |                                           |                 |
| <b>Vitalität der<br/>Pfeiler (1)</b> | 0,286       | 0,101 | 0,005       | 1,331                  | 1,093                                     | 1,623           |
| <b>Vitalität der<br/>Pfeiler (2)</b> | 0,337       | 0,148 | 0,023       | 1,400                  | 1,048                                     | 1,870           |
| <b>Werkstoff</b>                     |             |       | 0,689       |                        |                                           |                 |
| <b>Werkstoff (1)</b>                 | 0,016       | 0,301 | 0,957       | 1,016                  | 0,563                                     | 1,835           |
| <b>Werkstoff (2)</b>                 | 0,161       | 0,286 | 0,574       | 1,175                  | 0,671                                     | 2,056           |
| <b>Werkstoff (3)</b>                 | 0,270       | 0,536 | 0,614       | 1,310                  | 0,459                                     | 3,743           |

Tab. 6.3.b.: Codierung der kategorialen Variablen, Cox-Regression – prothetische Versorgung, Zielvariable „Dauer bis zur Neuanfertigung“

|                                 |                           | Häufigkeit | (1) | (2) | (3) |
|---------------------------------|---------------------------|------------|-----|-----|-----|
| <b>Geschlecht</b>               | 0 = weiblich              | 2103       | 0   |     |     |
|                                 | 1 = männlich              | 1657       | 1   |     |     |
| <b>Zahnersatzart</b>            | 0 = festsitzend           | 2848       | 0   | 0   | 0   |
|                                 | 1 = Modellgussprothesen   | 174        | 1   | 0   | 0   |
|                                 | 2 = Kombinationsersatz    | 279        | 0   | 1   | 0   |
|                                 | 3 = implantatgetragen     | 459        | 0   | 0   | 1   |
| <b>OK/UK Kieferlokalisation</b> | 0 = OK                    | 2267       | 0   |     |     |
|                                 | 1 = UK                    | 1493       | 1   |     |     |
| <b>Recall</b>                   | 0 = ja                    | 2751       | 0   |     |     |
|                                 | 1 = nein                  | 1009       | 1   |     |     |
| <b>Gegenkiefer</b>              | 0 = natürlich/festsitzend | 3099       | 0   | 0   | 0   |
|                                 | 1 = herausnehmbar         | 309        | 1   | 0   | 0   |
|                                 | 2 = Kombinationsersatz    | 241        | 0   | 1   | 0   |
|                                 | 3 = implantatgetragen     | 111        | 0   | 0   | 1   |
| <b>Vitalität der Pfeiler</b>    | 0 = vital                 | 1912       | 0   | 0   | 0   |
|                                 | 1 = Endo                  | 1033       | 1   | 0   | 0   |
|                                 | 2 = Stift                 | 356        | 0   | 1   | 0   |
|                                 | 3 = Implantat             | 459        | 0   | 0   | 1   |
| <b>Werkstoff</b>                | 0 = Metall unverbl.       | 112        | 0   | 0   | 0   |
|                                 | 1 = Keramik               | 649        | 1   | 0   | 0   |
|                                 | 2 = VMK                   | 2488       | 0   | 1   | 0   |
|                                 | 3 = Kunststoff            | 511        | 0   | 0   | 1   |

## 6.5. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die mittlere Überlebenszeit des untersuchten Zahnersatzes betrug  $10,64 \pm 0,1$  Jahre. Nach 5 bzw. 10 Jahren waren noch 86,4% bzw. 69,4% der eingesetzten Restaurationen intakt. Beim Vergleich der modellierenden Faktoren „Zahnersatzart“, „Geschlecht“, „Vitalität“, „Werkstoff“ sowie „Gegenkieferbezahnung“ im Rahmen der Kaplan-Meier-Analyse zeigte sich ein signifikanter Einfluss ( $p < 0,05$ ) dieser Faktoren auf die Überlebenswahrscheinlichkeit des Zahnersatzes. Bei der Cox-Regression ergab sich für die Variablen „Alter bei Eingliederung“, „Zahnersatzart“, „Gegenkiefer“ sowie „Vitalität der Pfeiler“ ein signifikanter Einfluss auf die Dauer bis zur Neuanfertigung.

### *Zahnersatzart*

Der implantatgetragene Zahnersatz besaß mit einer mittleren Überlebenszeit von  $11,99 \pm 0,17$  Jahren die größte Überlebenswahrscheinlichkeit. Er hatte im Vergleich zu den anderen Zahnersatzarten ein um 62,6% geringeres Funktionsverlustrisiko.

Die zweithöchste Überlebenswahrscheinlichkeit besaß der festsitzende Zahnersatz mit einer durchschnittlichen Überlebenszeit von  $10,84 \pm 0,12$  Jahren. Ein geringeres mittleres Überleben hatte der Kombinationsersatz mit  $8,32 \pm 0,29$  Jahren. Die kürzeste Überlebenszeit von  $7,36 \pm 0,44$  Jahren besaß die prothetische Versorgung mit Modellgussprothesen. Diese Unterschiede waren signifikant ( $p < 0,05$ ).

### *Geschlecht*

Die mittlere Überlebenszeit des eingesetzten Zahnersatzes war bei Frauen mit  $10,79 \pm 0,12$  Jahren signifikant größer als die Überlebenszeit bei Männern mit durchschnittlich  $10,35 \pm 0,16$  Jahren ( $p < 0,05$ ).

### *Vitalität*

Implantate zeigten mit einer mittleren Überlebenszeit von  $11,99 \pm 0,17$  Jahren signifikant die höchste Überlebenswahrscheinlichkeit ( $p < 0,05$ ). Vitale Zähne, bei denen das mittlere Überleben  $10,48 \pm 0,13$  Jahre betrug, besaßen eine signifikant längere Überlebenszeit als endodontisch vorbehandelte Zähne, welche im Mittel eine Überlebenszeit von  $10,25 \pm 0,21$  Jahren hatten ( $p < 0,05$ ). Stiftversorgte Pfeilerzähne zeigten eine mittlere Überlebenszeit von  $9,69 \pm 0,36$  Jahren. Das Funktionsverlustrisiko stieg für Zahnersatz, bei dem die Pfeilerzähne vor Eingliederung endodontisch behandelt oder mit einem Stift

versorgt wurden, um 33,1% bzw. 40,0% an.

### *Werkstoff*

Wurde die prothetische Versorgung aus Kunststoff hergestellt, so zeigten diese signifikant die kürzeste Überlebenszeit im Mittel von  $8,58 \pm 0,26$  Jahren ( $p < 0,05$ ). Das mittlere Überleben für unverblendete Metallkronen/-brücken lag bei  $10,75 \pm 0,49$  Jahren, für Vollkeramikronen/-brücken bei  $11,26 \pm 0,19$  Jahren und für vollverblendete Metallkronen/-brücken bei  $10,88 \pm 0,12$  Jahren. Hierbei konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

### *Gegenkieferbezahnung*

Bei einem natürlichen oder festsitzenden sowie implantatgetragenen Gegenbiss war die Überlebenswahrscheinlichkeit des Zahnersatzes signifikant ( $p < 0,05$ ) am höchsten mit einer mittleren Überlebenszeit von  $10,98 \pm 0,11$  Jahren bzw.  $10,65 \pm 0,1$  Jahren. Das mittlere Überleben für Zahnersatz lag bei herausnehmbarem Zahnersatz im Gegenkiefer bei  $8,85 \pm 0,31$  Jahren und bei Kombinationsersatz bei  $8,27 \pm 0,35$  Jahren. Das Funktionsverlustrisiko für den eingesetzten Zahnersatz war 1,56-fach erhöht, wenn ein Kombinationsersatz als Gegenbezahnung vorhanden war.

### *Lokalisation*

Die Überlebenswahrscheinlichkeit des Zahnersatzes zeigte keinen signifikanten Unterschied ( $p > 0,05$ ) in Abhängigkeit davon, ob der Zahnersatz im Oberkiefer (mittlere Überlebenszeit:  $10,59 \pm 0,13$  Jahre) oder im Unterkiefer (mittlere Überlebenszeit:  $10,63 \pm 0,15$  Jahre) eingesetzt wurde.

### *Recallteilnahme*

Tendenziell war die mittlere Überlebenszeit des Zahnersatzes bei Patienten mit Teilnahme an regelmäßigen zahnärztlichen Kontrollen mit  $10,77 \pm 0,11$  Jahren länger als bei Nicht-Teilnahme am Recall mit einem mittleren Überleben von  $10,13 \pm 0,2$  Jahren ( $p > 0,05$ ).

### *Alter*

Es zeigte sich ein signifikanter Einfluss des modellierenden Faktors „Alter“ auf die Überlebenswahrscheinlichkeit des Zahnersatzes. Das Funktionsverlustrisiko stieg um 0,9%, wenn das Alter bei Eingliederung um ein Jahr erhöht wurde (Hazard Ratio: 1,009).

## 7. Diskussion

### 7.1. Methodenkritik

#### *Allgemeine Daten*

In der vorliegenden retrospektiven Longitudinalstudie wurden insgesamt 3760 fest- als auch herausnehmbare definitive Versorgungen an 1416 Patienten hinsichtlich ihrer Überlebenszeiten untersucht. Dabei wurden neben dem Eingliederungszeitpunkt und dem Datum des letzten Besuchs beziehungsweise dem Datum bei Funktionsverlust des Zahnersatzes eventuell modellierende Faktoren wie Geschlecht, Alter, Zahnersatzart, Kieferlokalisation, Art der Gegenkieferbezahnung, Vitalität der Pfeilerzähne, Art des Werkstoffs und Recallteilnahme berücksichtigt.

Klinische Studien kann man in prospektive oder retrospektive Studien unterteilen. Bei prospektiven Studien wird im Vorfeld der Ablauf des Versuchs und die zu untersuchenden Parameter festgelegt, danach wird mit der Datenakquise begonnen, wodurch eine hohe Datenqualität gewährleistet ist<sup>[181,421]</sup>. Im Gegensatz dazu sind bei retrospektiven Studien die Ereignisse bereits eingetreten und die Daten dokumentiert. Unter Berücksichtigung einer bestimmten Fragestellung betrachtet man diese rückblickend. Der Nachteil liegt darin begründet, dass die Daten bereits erhoben wurden und man somit keinen Einfluss auf Dokumentation bestimmter Parameter oder die Methodik hat<sup>[421]</sup>.

Des Weiteren kann man Longitudinalstudien von Querschnittsstudien unterscheiden<sup>[198]</sup>. Bei einer Querschnittsstudie werden einmalig nach einem definierten Zeitintervall die prothetischen Versorgungen nachuntersucht, wodurch Zusammenhänge zwischen Faktoren bestimmt werden können. Hingegen werden in Longitudinalstudien die Daten über einen längeren Zeitraum mehrfach erfasst, sodass neben dem Einfluss verschiedener Variablen auch die zeitliche Entwicklung berücksichtigt werden kann<sup>[181,190,198,431]</sup>. Randomisierte kontrollierte Studien gelten als Goldstandard bei der Beantwortung auf die Frage, ob ein kausaler Zusammenhang zwischen Therapie und Wirksamkeit besteht. Hierbei wird eine Therapie mit einer Kontrollbehandlung verglichen, wobei die Patienten zufällig einer der beiden Gruppen zugeteilt werden. Die Stichprobe muss ausreichend groß sein<sup>[176]</sup>. Weiterhin bleibt festzuhalten, dass klinische Studien nicht allein durch in vitro-Studien ersetzt werden können<sup>[190]</sup>.

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine retrospektive klinische Longitudinalstudie. Die Daten wurden in einer niedergelassenen Zahnarztpraxis von November 2006 bis März 2020 digital erfasst und im Jahr 2020 retrospektiv ausgewertet

und analysiert. Es ergab sich eine maximale Beobachtungsdauer von 13 Jahren und fünf Monaten. Die zahnärztlichen Behandlungen wurden in den Jahren 2006 bis 2017 ausschließlich von zwei und anschließend bis 2020 von drei identischen Zahnärzten durchgeführt. Ferner wurde jeglicher festsitzender Zahnersatz und ein Großteil des herausnehmbaren Zahnersatzes im praxiseigenen Labor hergestellt. Aufgrund dessen konnte angenommen werden, dass sowohl die zahnärztlichen Behandlungen als auch die Herstellung des Zahnersatzes nach den gleichen Standards durchgeführt wurden und die Restaurationen daher miteinander vergleichbar waren.

Von Vorteil war ebenso die hohe Anzahl an eingegliederten Arbeiten ( $n = 3760$ ). Jedoch sind im Beobachtungszeitraum nur wenige beobachtete Zielereignisse ( $n = 524$ ) eingetreten, wodurch die Ergebnisse der statistischen Auswertung mit Bedacht zu interpretieren sind. Als Ereignis wurde in der vorliegenden Studie der Funktionsverlust und die anschließende Neuanfertigung des jeweiligen Zahnersatzes definiert. Neben dem totalen Versagen des Zahnersatzes galt, je nach Studie aus der berücksichtigten Literatur, auch ein reparabler Schaden, wie beispielsweise Karies, endodontische, parodontale oder technische Komplikationen, als Misserfolg <sup>[181]</sup>. Beim Vergleich verschiedener Studien über die Langlebigkeit von Zahnersatz mit der vorliegenden Untersuchung musste daher überprüft werden, wie das Zielereignis jeweils definiert wurde.

Bei 459 Restaurationen (12,21%) fand nach Eingliederung keine Nachuntersuchung statt, sodass diese Daten nicht in die Auswertung eingeflossen sind. Von den ausgewerteten Versorgungsmöglichkeiten wurden rund drei Viertel (73,16%) in regelmäßigen Zeitabständen kontrolliert. In der Zahnarztpraxis, in welcher die Daten erhoben wurden, ist kein definiertes Nachsorgeprogramm, wie beispielsweise ein Erinnerungsservice für die Patienten, vorhanden. Die Patienten wurden, im Vergleich zu anderen Studien, nicht aktiv zur Nachuntersuchung aufgefordert, sondern lediglich mündlich dazu angehalten, regelmäßig zur zahnärztlichen Untersuchung zu erscheinen. Durch die freiwillige, nicht verpflichtende Nachsorge und die oftmals schlechte Compliance der Patienten hinsichtlich Zahnarztbesuchen kann man sich die hohe Anzahl an eingegliederten Versorgungsmöglichkeiten ohne anschließende zahnärztliche Kontrolle von 12,21% sowie die unregelmäßigen Kontrollen bei 26,84% der eingesetzten Restaurationen erklären. Ferner kann eine Weiterbehandlung in anderen Zahnarztpraxen nicht ausgeschlossen werden. Des Weiteren könnten Gründe wie der Tod, eine schwere Erkrankung oder ein Umzug zum Ausscheiden aus dem Recall-Programm geführt haben. Laut der „Fünften Deutschen Mundgesundheitsstudie DMS V“ geben 72% der Erwachsenen und 90% der Senioren an,

die Vorsorgeuntersuchung beim Zahnarzt regelmäßig wahrzunehmen <sup>[173]</sup>. Vom Robert Koch-Institut durchgeführte Studien zur „Gesundheit in Deutschland aktuell“ (GEDA) aus den Jahren 2009, 2010 sowie 2012 ergaben eine regelmäßige Inanspruchnahme der zahnärztlichen Vorsorgeuntersuchungen von 75,3% bei Erwachsenen <sup>[206]</sup>. In Studien des Schrifttums nahmen 50% bis 75% der Patienten regelmäßig am Recall teil <sup>[140,254,382,393,394,417,447]</sup>, wobei die Frequenz der Nachuntersuchungen unterschiedlich definiert wurde. Diese Werte stimmen in etwa mit den erhobenen Daten aus der vorliegenden Studie überein.

Zudem stellen sich Patienten tendenziell schneller und häufiger vor, wenn sie Probleme mit dem Zahnersatz haben, als wenn sie zufrieden mit diesem sind. Dies kann zu einer Überschätzung der Komplikations- und Misserfolgsrate führen <sup>[316]</sup>.

Wie bereits erwähnt, wurde die Datenerhebung in dieser Studie in einer niedergelassenen Zahnarztpraxis durchgeführt. In der Literatur lassen sich eine Vielzahl an Studien über die Langlebigkeit prothetischer Restaurationen finden, bei denen die Ergebnisse aus universitären Behandlungen stammen. Die Vergleichbarkeit der Überlebenszeiten von definitivem Zahnersatz, abhängig davon, ob dieser in einer Zahnarztpraxis oder aber in einer Universitätsklinik angefertigt wurde, ist dadurch gegeben, dass die Qualität der Behandlung als gleich anzusehen ist. Die mangelnde Erfahrung der Studierenden in den Universitäten wird durch die permanente Anleitung und Kontrolle routinierter Zahnärzte ausgeglichen <sup>[25,40,316,377,389]</sup>. Gleichwohl ist es nicht ausreichend, einen realistischen Versorgungsalltag durch reine universitäre Untersuchungen darzustellen. Hierzu sind Daten aus der Versorgungsroutine niedergelassener Zahnarztpraxen notwendig <sup>[30,153,316]</sup>. Die vorliegende Arbeit soll hierzu einen Beitrag leisten.

Als kritisch zu betrachten ist, dass bei der Lokalisation der Pfeilerzähne und des Zahnersatzes nur zwischen Ober- und Unterkiefer unterschieden wurde. Es wurde keine weitere Präzisierung bezüglich Seiten- oder Frontzahnbereich, trotz unterschiedlicher Zahngrößen und -formen sowie Wurzeloberflächen, vorgenommen. Weiterhin wurde bei feststehendem Zahnersatz nicht zwischen Einzelkronen und Brückenkonstruktionen und bei implantatgetragendem Zahnersatz nicht zwischen feststehenden und herausnehmbaren Restaurationen unterschieden. Auf diese Konkretisierungen wurde aufgrund des großen Umfangs verzichtet. Des Weiteren wurde zwar der Grund der Neuanfertigung dokumentiert, dieser blieb jedoch in der statistischen Auswertung unberücksichtigt.

Ferner wurde jede Restauration als einzelne, unabhängige Einheit betrachtet, auch wenn ein Patient am selben Tag mit verschiedenen prothetischen Arbeiten versorgt wurde. Da

in anderen Publikationen teils nur eine Arbeit pro Patient einbezogen wurde, stellte sich die Vergleichbarkeit hierbei teilweise als schwierig heraus.

### *Überlebenszeitanalyse*

Zur Berechnung der Überlebenswahrscheinlichkeit wurde das Kaplan-Meier-Verfahren angewendet <sup>[269,446]</sup>. Die Intervalle sind hierbei nicht zeitlich vorgegeben, sondern abhängig vom Ereigniseintritt. Bei jedem eintretenden Zielereignis werden die Überlebenswahrscheinlichkeiten für die verbliebenen Restaurationen neu berechnet <sup>[269,446]</sup>. Die Überlebenszeit prothetischer Versorgungen war bei unzensierten Datensätzen klar definiert, da diese die Zeitspanne zwischen Eingliederung und Funktionsverlusts des Zahnersatzes war. Das Zielereignis „Funktionsverlust“ trat bei 524 von 3760 Arbeiten auf. Für alle anderen Restaurationen lag zu einem bestimmten Zeitpunkt die Information vor, dass sich das Zielereignis noch nicht ereignet hatte. Es war demnach bei 3236 von 3760 prothetischen Versorgungen unklar, ob und wann sich der Misserfolg einstellen würde. Bei diesen sogenannten zensierten Datensätzen erfolgte eine Zensierung nach dem letzten wahrgenommenen Kontrolltermin <sup>[269,446]</sup>. Zensierte Daten stellen daher immer nur eine Näherung dar, die Überlebenszeit wird unterschätzt. Eine Überlebenszeitanalyse ist umso aussagekräftiger, je mehr unzensierte und je weniger zensierte Daten in die Auswertung miteinfließen <sup>[269,446]</sup>.

Aufgrund der hohen Anzahl an zensierten Daten ( $n = 3236$ ; 86,1%) konnte der Median der Überlebenszeit zumeist nicht berechnet werden, da dieser den Zeitpunkt darstellt, an dem die 50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit unterschritten wird <sup>[219,269]</sup>. Daher wurde der Mittelwert der Überlebenszeit berichtet, wobei dieser unterschätzt wird, wenn die längste Beobachtung zensiert ist <sup>[219,269]</sup>.

Mittels Cox-Regression konnte überprüft werden, ob und wie stark bestimmte Faktoren - beispielsweise das Patientenalter bei Eingliederung oder die Vitalität der Pfeilerzähne - Einfluss auf die Zielgröße „Überlebenswahrscheinlichkeit“ nahmen <sup>[269,445]</sup>.

Da sich die statistischen Vorgehensweisen in bereits publizierten Studien zu diesem Thema teils unterschieden, wurde ein Vergleich untereinander erschwert. Häufig wurde zur Berechnung die Quotientenbildung angewendet, bei welcher der Quotient aus gescheiterten Restaurationen zu allen eingesetzten Versorgungen gebildet wird. Hierbei kommt es tendenziell zu höheren Überlebensraten.

## 7.2. Ergebniskritik

### 7.2.1. Patientenbezogene Auswertung

#### 7.2.1.1. Verteilung des Patientenalters

Das Patientenalter lag in der vorliegenden Studie zum Zeitpunkt der Eingliederung eines Zahnersatzes im Mittel bei  $53,15 \pm 14,96$  Jahren. Die Altersspanne ging von 14 bis 94 Jahre. In der Literatur lag, soweit Angaben hierzu veröffentlicht wurden, das durchschnittliche Alter über alle vergleichbaren Studien betrachtet bei  $53,79 \pm 11,13$  Jahren mit einer Altersspanne zwischen 13 und 94 Jahren. *Tabelle 7.2.1.1.* zeigt den Altersdurchschnitt sowie die Altersspanne in Abhängigkeit von der Zahnersatzart. Es zeigte sich, dass das Alter in dieser Studie als auch in den zum Vergleich herangezogenen Publikationen bei festsitzendem sowie bei implantatgetragenen Zahnersatz im Mittel geringer war und bei herausnehmbaren Versorgungen wie Modellgussprothesen und Kombinationsersatz durchschnittlich höher lag. Je älter die Patienten sind, desto wahrscheinlicher ist es, dass mehrere Zähne ersetzt werden müssen und daher, abhängig von der Lückensituation, herausnehmbarer anstelle von festsitzendem Zahnersatz sinnvoll ist oder gar notwendig wird. Die Altersverteilung in der zugrundeliegenden Untersuchung ähnelte den Altersangaben einer Vielzahl von Studien des Schrifttums mit einem Altersgipfel zwischen 45 und 60 Jahren [1,8,16,31,34,42,53,55,57,60,82,104,122,127,137,146,177–179,183,184,191,211,224,230,233,236,248,251,261,262,265,270–272,275,289,294,305,307,309,314,317,327,334,342,347,376,387,389,390,393,394,406,411,413,416,417,419,427,439,441,449,450]. Zugleich lassen sich eine Reihe an Publikationen finden, bei denen der Altersdurchschnitt entweder deutlich unterhalb [6,19,74,76,103,106,133,135,151,161,168,210,304,340,359,397,399] oder aber oberhalb [5,17,41,43,65,66,115,136,238,253,354] der hier erhobenen Daten lag.

Die Mehrheit an Studien, welche ein im Durchschnitt niedrigeres Patientenalter vorzuweisen hatten, wurden vor über 15 Jahren durchgeführt. Aufgrund der älter werdenden Gesellschaft sowie einer gleichzeitig verbesserten Zahn- und Mundgesundheit können sich prothetische Versorgungen sowohl festsitzender als auch herausnehmbarer Art ins höhere Alter verschieben. Dies kann sich in einem höheren Durchschnittsalter der Patienten bei aktuelleren Untersuchungen widerspiegeln. Ein Großteil der vorliegenden Publikationen mit einem durchschnittlich höheren Patientenalter wurden, bis auf die Untersuchungen von *Frisch* [115] und *Mo* [253], an Universitätskliniken durchgeführt. Eine Begründung für höhere Altersangaben bei universitären Studien könnte darin liegen, dass sich aufgrund des zeitlichen

Mehraufwands vor allem ältere, nicht mehr berufstätige Patienten in einer Zahnklinik behandeln lassen.

Des Weiteren ist anzumerken, dass in einigen Publikationen unzureichende Angaben darüber gemacht wurden, ob es sich bei dem angegebenen Patientenalter um das Alter bei Eingliederung des Zahnersatzes oder bei der später erfolgten Nachuntersuchung handelte. Auch dies wäre eine Erklärung für die verschiedenen Mittelwerte des Patientenalters und kann gerade bei einer längeren Studiendauer zu Diskrepanzen führen.

*Tabelle 7.2.1.1. Altersverteilung der Patienten bei Eingliederung*

|                                   | <b>fest-<br/>sitzender<br/>ZE</b> | <b>Modellguss-<br/>prothesen</b> | <b>Kombina-<br/>tionsersatz</b> | <b>Implantat-<br/>getragener<br/>ZE</b> | <b>Gesamt</b>            |
|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|
| <b>Ø Alter<br/>Studie</b>         | 51,29<br>± 14,49                  | 62,70<br>± 14,43                 | 64,81<br>± 11,86                | 53,98<br>± 15,09                        | <b>53,15<br/>± 14,96</b> |
| <b>Altersspanne<br/>Studie</b>    | 14 – 87                           | 29 – 91                          | 35 – 92                         | 18 – 86                                 | <b>14 – 94</b>           |
| <b>Ø Alter<br/>Literatur</b>      | 48,19<br>± 9,03                   | 57,13<br>± 9,12                  | 61,78<br>± 6,17                 | 53,58<br>± 11,94                        | <b>53,79<br/>± 11,13</b> |
| <b>Altersspanne<br/>Literatur</b> | 13 – 94                           | 19 – 89                          | 21 – 88                         | 13 – 94                                 | <b>13 – 94</b>           |
| <b>ZE = Zahnersatz</b>            |                                   |                                  |                                 |                                         |                          |

#### *7.2.1.2. Geschlechterverhältnis des Patientenkontingents*

Im untersuchten Patientenkollektiv wurde mit 55,93% aller prothetischen Versorgungen mehr Zahnersatz bei Frauen als bei Männern (44,07%) eingesetzt. Bei Betrachtung der verschiedenen Zahnersatzarten zeigte sich, dass sowohl bei festsitzenden Restaurationen als auch bei Kombinationsersatz der Frauenanteil mit 57,83% bzw. 54,12% überwog. Bei Modellgussprothesen war hingegen der Anteil an Männern mit 55,17% größer. Die Patientengruppe, welche mit implantatgetragendem Zahnersatz versorgt wurde, zeigte ein nahezu ausgeglichenes Verhältnis zwischen Frauen (49,46%) und Männern (50,54%). In diversen Studien des Schrifttums waren keine Angaben zum Geschlechterverhältnis der Studienteilnehmer vorhanden. Wurde der Anteil von Frauen und Männern innerhalb des Patientenkontingents benannt, so überwog der Frauenanteil in 60,41% [1,13,16,20,22,23,31,32,34,36,44,46,56,57,59,66,69,72,74,82,88,91,100,102,105–107,111,113,115–117,132,135–137,146,147,150,157,159,191,197,207,208,

210,211,214,221,224,227,229–231,234–236,248,249,251,258,261–263,265,268,270,272,274,275,278,280,284,285,289,294,304,307, 315,321,322,324,327,329,342,347,354,355,363,383,387–389,393,394,396,411,413,416,425,429,430,432,434,437,439,440,448–451] und der Männeranteil in 26,4% [4–6,19,42,50,53,58,65,83,99,103,122,130,144,160,169,183,216,236,238–240,250, 287,290,292,306,311,317,326,328,332–334,340,346,353,359,374,376,402,419,420,424,435,441,447] der zum Vergleich herangezogenen Untersuchungen. In 11,68% der Studien war ein annähernd ausgewogenes Geschlechterverhältnis vorhanden [33,45,76,87,125–127,133,162,172,179,184,195,253,260, 309,312,318,343,352,392,403,404,417,436]. In der Studie von *Mengel* [247] bestand das Patientenkollektiv nur aus Frauen, bei *Kapur* [177] wurden nur männliche Probanden untersucht.

Der zumeist größere Frauenanteil unter den Probanden könnte möglicherweise darin begründet sein, dass diese zum einen eine bessere Compliance sowie eine regelmäßige Teilnahme am zahnärztlichen Recall aufgrund eines stärkeren Gesundheitsbewusstseins zeigen [206] und zum anderen höhere ästhetische Ansprüche haben könnten.

### 7.2.2. Vitalität der Pfeilerzähne

Bei Betrachtung der Vitalität von natürlichen Ankerzähnen zum Zeitpunkt der Eingliederung des Zahnersatzes wurden in der vorliegenden Studie 57,92% der prothetischen Restaurationen auf vitalen, 31,29% auf avitalen und 10,79% auf stiftverankerten Pfeilerzähnen eingesetzt. Die prozentuale Aufteilung zwischen vitalen und avitalen Zähnen mit oder ohne Stiftversorgung stimmte annähernd mit den Angaben aus einigen vergleichbaren Studien überein [102,274,278,280,408,411,413,434]. In einem Großteil der Studien machte Zahnersatz auf vitalen Ankerzähnen über 70% der untersuchten Restaurationen aus [50,75,118,171,221,270,285,294,327,374,375,389,390,417,441,447]. Es lassen sich aber auch eine Reihe an Publikationen finden, bei denen prothetische Versorgungen zu über 50% auf avitalen Pfeilerzähnen eingesetzt wurden [22–25,74,148,157,342,391]. Bei den Studien von *Skupien* [363] und *Monaco* [258] wurden ausschließlich die Überlebenszeiten von Zahnersatz auf stiftverankerten bzw. avitalen Pfeilerzähnen untersucht.

### 7.2.3. Kieferlokalisation des Zahnersatzes

Prothetische Restaurationen wurden in dieser Studie unabhängig von der Versorgungsart zu 60,29% im Ober- und zu 39,71% im Unterkiefer eingesetzt. Bei feststehendem Zahnersatz lag das prozentuale Verhältnis der eingegliederten Restaurationen zwischen Ober- und Unterkiefer bei 64,75% zu 35,25%. Im Gegensatz dazu wurde die Mehrheit

der Modellgussprothesen sowie des Kombinationsersatzes im Unterkiefer (56,9% bzw. 56,27%) eingegliedert. Eine annähernd gleiche Verteilung der Kieferlokalisation zeigte sich bei implantatgetragenen Zahnersatz.

Die Aufteilung prothetischer Versorgungen nach ihrer Lokalisation fiel in der vorhandenen Literatur, soweit Angaben darüber vorhanden waren, sehr unterschiedlich aus. Bei vergleichbaren Studien über die Langlebigkeit von festsitzendem Zahnersatz überwog bei etwa der Hälfte der Untersuchungen jeweils der Oberkiefer<sup>[99,107,171,221,268,327,363,389]</sup> oder aber der Unterkiefer<sup>[23,24,102,280,290,322,327,334]</sup>. Eine weitgehend ausgeglichene Verteilung innerhalb der Patientengruppe lag bei den Studien von *Etemadi*<sup>[107]</sup>, *Yi*<sup>[438]</sup>, *Behr*<sup>[36]</sup>, *Bömicke*<sup>[50]</sup> und *Nicolaisen*<sup>[268]</sup> vor. *Vigolo*<sup>[399]</sup> untersuchte hingegen einzig die Überlebenszeit von festsitzendem Zahnersatz im Unterkiefer.

Ebenso wie in der vorliegenden Arbeit zeigte sich in zahlreichen Studien, dass Modellgussprothesen häufiger im Unterkiefer eingegliedert wurden<sup>[42,66,72,87,157,191,317,376,393,394,419,435,451]</sup>. Lediglich in der Studie von *Vermeulen*<sup>[396]</sup> wurden mehr Modellgussprothesen im Oberkiefer eingesetzt. Bei *Budtz-Jørgensen*<sup>[66]</sup> sowie *Kapur*<sup>[177]</sup> wurden ausschließlich Unterkieferprothesen untersucht. Dass Modellgussprothesen vermehrt im Unter- als im Oberkiefer angefertigt wurden, könnte in der verminderten Ästhetik der Prothesen aufgrund von sichtbaren Verankerungselementen begründet sein. Die Klammeranteile werden vor allem im Oberkiefer beim Sprechen und Lachen sichtbar und werden daher von vielen Patienten abgelehnt, im Unterkiefer spielt der ästhetische Aspekt hingegen eine untergeordnete Rolle.

Bei Kombinationsersatz wurden Studien aufgefunden, in denen der Zahnersatz entweder zu einem größeren Anteil im Oberkiefer<sup>[157,353,355,374,430,440]</sup>, im Unterkiefer<sup>[58,183,417,441,447]</sup> oder aber in einem weitgehend ausgeglichenen Verhältnis<sup>[184,328,354]</sup> eingesetzt wurde. Durch die verbesserte Ästhetik im Vergleich zu Modellgussprothesen sowie einem guten Tragekomfort führt Kombinationsersatz in beiden Kiefern gleichermaßen zu einem zufriedenstellenden Zahnersatz.

Von den aufgefundenen Publikationen über implantatgetragenen Zahnersatz, in denen Angaben bezüglich der Kieferlokalisation gemacht wurden, untersuchte die Mehrzahl der Studien entweder ausschließlich prothetische Versorgungen im Oberkiefer<sup>[5,6,44,59,86,111,115,116,125,160–162,165,167,182,197,205,209,217,237,238,249,251,253,259,284,292,308,309,326,364–366,416,422,429,449,450]</sup> oder im Unterkiefer<sup>[15,91,131,136,144,208,212,214,215,234,250,263,271,275–277,279,289,305,307,324,329,420]</sup>. Wurde in beiden Kiefern implantatgetragener Zahnersatz untersucht, so befand

sich dieser in annähernd der Hälfte der Arbeiten mehrheitlich im Oberkiefer [4,19,46,53,76,100,103,114,133,169,210,213,218,235,240,247,260,272,287,304,311,313,315,340,344,353,388,424]. Weiterhin wurde eine Vielzahl an Studien gefunden, in denen größtenteils der Unterkiefer mit Implantaten und deren Suprakonstruktionen versorgt wurde [13,16,18,29,31,58,113,117,127,163,179,224,248,275,318,331,352,392,437,448]. Einige wenige Publikationen zeigten ein annähernd ausgewogenes Verhältnis an Eingliederungen zwischen beiden Kiefern auf [184,230,236,239,318,387,397,432], welches mit den erhobenen Daten aus der vorliegenden Studie übereinstimmt. Insgesamt lässt sich festhalten, dass die prozentuale Verteilung der Kieferlokalisation bei implantatgetragenen Restaurationen im Schrifttum nicht einheitlich war und weder der Ober- noch der Unterkiefer bei der Implantatinsertion präferiert wurde. Dies könnte darin begründet sein, dass in beiden Kiefern gleichermaßen Implantate mit ihren Suprakonstruktionen, sowohl herausnehmbarer als auch festsitzender Art, eine gute und langzeitstabile prothetische Versorgung darstellen.

#### 7.2.4. Gegenkieferbezahnung

In der vorliegenden Arbeit lag als Gegenkieferbezahnung im Bereich des eingesetzten Zahnersatzes zumeist ein natürliches Gebiss oder festsitzender Zahnersatz vor (82,42%). Einen geringeren Anteil machte herausnehmbarer Zahnersatz in Form von Modellgussprothesen, Interimsprothesen oder Totalprothesen (8,22%) sowie Kombinationsersatz (6,41%) als Gegenbiss aus. Bei 2,95% der eingegliederten Arbeiten war eine implantatgetragene Versorgung im Gegenkiefer vorhanden. Ein Vergleich mit den Studien des Schrifttums stellte sich als schwierig heraus, da nur in wenigen Publikationen Angaben zur Gegenkieferbezahnung vorlagen und hierbei häufig unterschiedliche Klassifizierungen vorgenommen wurden. In der Arbeit von *Eisenburger* [93] wurde sogar bewusst auf den Parameter verzichtet, da sich die Gegenbezahnung während der Beobachtungszeit verändern könnte. Ebenso wie in der vorliegenden Untersuchung befanden sich in den Studien über festsitzenden Zahnersatz hauptsächlich festsitzende Restaurationen oder ein natürliches Gebiss im Gegenkiefer [36,50,99]. Weiterhin konnten einige Publikationen über implantatgetragene Versorgungen aufgefunden werden, in denen die Gegenkieferbezahnung ebenfalls mehrheitlich festsitzend versorgt oder natürlich bezahnt war [100,115,276,289,318,347,388]. Herausnehmbarer Zahnersatz in Form von Modellgussprothesen, Interimsprothesen, Kombinationsersatz oder Totalprothesen war als Gegenbiss vor allem bei Untersuchungen über die

Langlebigkeit von Modellgussprothesen [42,43,66,72,177,317,376,419] oder Kombinationsersatz [183,329,447] vorhanden. Aber auch in einigen Studien über implantatgetragenen Zahnersatz war dies die häufigste Gegenbezzahnung [116,117,144,214,234,250,251,307,318,329]. Lediglich in der Arbeit von Anitua [13] lagen mehrheitlich implantatgetragene Restaurationen im Gegenkiefer vor.

Insgesamt zeigte sich in einer Vielzahl von Studien des Schrifttums, dass die Art der Gegenbezzahnung der eingegliederten Restauration ähnelte. Da Karies sowie Parodontopathien, welche die Hauptursachen für Zahnverlust darstellen [123,222], zumeist in beiden Kiefern vorhanden sind, ist eine ähnliche Gebissituation im Gegenkiefer zu erwarten.

### 7.2.5. Komplikationen

Bei insgesamt 21,73% der prothetischen Versorgungen traten in der vorliegenden Arbeit nach Eingliederung eine (18,19%) oder mehrere (3,54%) Komplikationen auf, welche jedoch nicht zum Funktionsverlust des Zahnersatzes geführt haben. In 6,49% der Restaurationen musste eine endodontische Behandlung oder eine Stiftinsertion an einem Pfeilerzahn durchgeführt werden. Parodontopathien an Pfeilerzähnen traten in 9,65% der Versorgungen auf und Materialinstandsetzungen waren bei 5,93% der eingesetzten Arbeiten notwendig. Bei 3,83% der Restaurationen wurde ohne Funktionsverlust des Zahnersatzes mindestens ein Pfeilerzahn bzw. Implantat extrahiert bzw. explantiert. *Tabelle 7.2.5.* zeigt die Komplikationsrate in Abhängigkeit von der Art der eingesetzten Versorgung.

*Tabelle 7.2.5. Komplikationen in Abhängigkeit von der Zahnersatzart*

| Grund                                    | Festsitzender Zahnersatz | Modellgussprothesen | Kombinationsersatz | Implantatgetragen |
|------------------------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| Endodontische Behandlung, Stiftinsertion | 5,68%                    | 13,79%              | 20,79%             | /                 |
| Parodontalbehandlung                     | 10,0%                    | 6,90%               | 9,68%              | 8,53%             |
| Extraktion                               | 0,04%                    | 24,14%              | 34,77%             | 0,88%             |
| Materialinstandsetzung                   | 2,42%                    | 9,77%               | 27,96%             | 12,91%            |

### 7.2.5.1. Komplikationen bei festsitzendem Zahnersatz

Bei 5,68% des festsitzenden Zahnersatzes musste aufgrund eines Vitalitätsverlustes oder aufgrund von pulpitischen Beschwerden nach Eingliederung eine endodontische Behandlung an einem Ankerzahn eingeleitet oder aber infolge einer Fraktur des Pfeilerzahnes ein Stift inseriert werden. Die Angaben in der Literatur stimmten weitgehend mit der vorliegenden Studie überein und lagen zumeist zwischen 0,0% und 10,0% [1,23,24,55,56,99,102,107,132,150,171,231,258,265,270,274,278,280,290,295,299,306,314,320,327,334–336,343,359,384,385,390,391,408–410,413,434,439]. In den Studien von *Palmqvist* [285] und *Cheung* [75] waren die Komplikationsraten mit 15,0% bzw. 11,8% etwas höher als der Durchschnitt.

Weiterhin traten in dieser Arbeit bei 10,0% der festsitzenden Restaurationen parodontale Beschwerden auf. Die ermittelten Werte im Schrifttum für das Auftreten von parodontalen Komplikationen bei festsitzendem Zahnersatz lagen zwischen 0,0% und 14,4%, wobei ein Großteil der Studien eine Komplikationsrate unter 5,0% angab [55,75,99,150,274,278,335,343,346,359,384,391]. Die Daten aus der Publikation von *Randow* [314] (10,2%) stimmten mit der zugrundeliegenden Studie überein. Eine höhere Rate an parodontalen Komplikationen war lediglich in den Studien von *Brägger* [56] und *Behr* [37] mit 12,2% bzw. 14,4% vorhanden.

In nur 0,04% der festsitzenden Restaurationen wurde ein Pfeilerzahn extrahiert. Diese niedrige Extraktionsrate im Vergleich zu anderen Zahnersatzarten lässt sich damit erklären, dass bei Kronen und Brücken eine Extraktion in der Regel mit dem Funktionsverlust der Restauration einhergeht. Die Extraktion des Pfeilerzahnes zieht bei einer Einzelzahnkrone zwangsläufig den Verlust der Krone nach sich. Weiterhin sind die Erweiterungsmöglichkeiten bei Brückenkonstruktionen nach Extraktion nur sehr begrenzt. Ein Vergleich mit vorhandenen Studien des Schrifttums stellte sich als schwierig heraus, da in einigen Publikationen zwar Extraktionsraten angegeben wurden, hierbei jedoch nicht näher erläutert war, ob der Zahnersatz nach der Pfeilerzahnextraktion in situ verbleiben konnte. Bei der Mehrzahl an Studien wurde nicht zwischen Extraktion mit oder ohne Funktionsverlust des Zahnersatzes unterschieden. Die Extraktionsraten lagen daher teilweise deutlich höher mit Werten zwischen 2,1% und 14,0% [99,106,145,146,274,278,285,434,438]. Die Anzahl an Pfeilerzahnextraktionen ohne Funktionsverlust der Restauration wurde nur in den Arbeiten von *Näpänkangas* [265] und *Schmidt* [343] eindeutig angegeben, hierbei lagen die jeweiligen Extraktionsraten, ähnlich wie in der vorliegenden Studie, unter einem Prozent.

Bei 2,42% der eingesetzten Kronen und Brücken kam es im Beobachtungszeitraum zu einem Versagen des Werkstoffes in Form von Verblendfrakturen, welche jedoch im Mund repariert werden konnten. Das Rezementieren einer Restauration wurde in dieser Studie, im Vergleich zu vielen anderen Untersuchungen des Schrifttums, nicht als technische Komplikation betrachtet und daher nicht weiter untersucht. Ebenso wurden Gerüstfrakturen nicht in die technische Komplikationsrate einbezogen, da diese bei Kronen und Brücken unweigerlich zum Funktionsverlust der Restauration geführt haben. In einer Vielzahl der aufgefundenen Studien wurde zwar eine technische Komplikationsrate angegeben, jedoch wurde diese nicht näher erläutert, sodass unklar blieb, welche Maßnahmen in die Auswertung eingeflossen sind. Folglich wurden in diesen Publikationen sehr unterschiedliche Werte zwischen 0,0% und 24,0% angegeben [1,37,75,105,107,258,274,278,314,320,321,327,343,385,391]. Vergleiche mit der vorliegenden Arbeit stellten sich hierbei als nicht sinnvoll heraus. In einer Mehrzahl der Publikationen sind bei unter 5,0% der eingegliederten Restaurationen Verblendungen frakturiert [36,102,295,299,335,336,378,413,434], diese Werte sind wiederum weitgehend vergleichbar mit dieser Arbeit. Tendenziell kam es jedoch in Studien des Schrifttums häufiger als in der vorliegenden Untersuchung zu Verblendschäden. Es wurden einige Arbeiten aufgefunden, in denen die Schadensrate mit 5,0% bis 10,0% etwas höher lag [55,231,265,299,306,359]. Aber auch eine deutlich höhere Komplikationsrate mit Werten zwischen 15,9% und 34,0% wurde in einer Vielzahl an Studien ermittelt [56,99,137,145,146,268,334,384]. Häufig wurden keine Angaben dazu gemacht, ob der Zahnersatz nach der Verblendfraktur erneuert werden musste oder durch Reparaturmaßnahmen in situ verbleiben konnte. In der vorliegenden Arbeit wurden nur die Keramikabplatzungen in die technischen Komplikationen einbezogen, welche im Mund durch zahnärztliche Maßnahmen repariert werden konnten. Weiterhin wurden Schäden am Verblendmaterial nicht notiert, wenn im weiteren Verlauf kein Behandlungsbedarf bestand. Somit lässt sich sicherlich die teils deutlich niedrigere Komplikationsrate in dieser Studie erklären.

#### 7.2.5.2. Komplikationen bei Modellgussprothesen

Ebenso wie bei feststitzendem Zahnersatz sind auch an Zähnen, an denen Modellgussprothesen durch Klammern verankert wurden, endodontische Komplikationen aufgetreten. Wurzelkanalbehandlungen oder das Setzen eines Stiftes waren bei 13,79% der Prothesen notwendig. Im Schrifttum wurden lediglich zwei Studien

aufgefunden, welche hierüber Angaben gemacht haben. Bei diesen Publikationen wurde jeweils die Anzahl an insgesamt notwendigen endodontischen Behandlungen erfasst. Es blieb hierbei unklar, ob eventuell mehrere der angegebenen Komplikationen bei einer Prothese aufgetreten sind, wodurch die Vergleichbarkeit mit der vorliegenden Studie nur bedingt möglich war. In der Publikation von *Bergman* <sup>[42]</sup> waren insgesamt sieben endodontische Behandlungen bei 30 untersuchten Patienten und bei *Budtz-Jørgensen* <sup>[66]</sup> fünf bei 26 betrachteten Patienten notwendig.

Parodontale Komplikationen traten im Beobachtungszeitraum bei 6,9% der Modellgussprothesen auf. Bei *Bergman* <sup>[42]</sup> wurde insgesamt achtmal eine parodontalchirurgische Therapie durchgeführt. Einen deutlich höheren Wert gab *Behr* <sup>[38]</sup> in seiner Untersuchung an, wobei dieser die Komplikationsrate ins Verhältnis zu den vorhandenen Ankerzähnen setzte. Er ermittelte, dass bei 35,6% der Pfeilerzähne eine Entzündung des parodontalen Gewebes vorlag.

Bei nahezu einem Viertel (24,14%) der Modellgussprothesen wurde in der vorliegenden Untersuchung mindestens ein Pfeilerzahn ohne Funktionsverlust des Zahnersatzes extrahiert. Die Daten aus Studien des Schrifttums zur Extraktionsrate bei Modellgussprothesen lagen mehrheitlich zwischen 2,4% und 11,0% <sup>[42,43,66,72,149,157,317,419]</sup>, wobei auch hier zumeist das prozentuale Verhältnis zwischen Anzahl an Extraktionen zur Klammerzahnanzahl insgesamt angegeben wurde. Eine sehr niedrige Extraktionsrate mit 0,88% zeigte sich in der Studie von *Kapur* <sup>[177]</sup>. Hierbei wurden lediglich vier von 452 Pfeilerzähnen innerhalb von fünf Jahren entfernt. Tendenziell ist die Extraktionsrate in der vorliegenden Studie höher als in vergleichbaren Publikationen. Dies könnte darin begründet sein, dass aufgrund einer mangelnden häuslichen Mundhygiene des vorhandenen Patientenkontingents einerseits sowie der nicht verpflichtenden Teilnahme am Recall andererseits Karies sowie Parodontopathien schnell voranschreiten konnten und daher nur noch die Extraktion als alleinige Therapiemöglichkeit bestand.

Im Schrifttum waren als Hauptursachen für Zahnverlust bei Modellgussprothesen ebenfalls Karies <sup>[95,186,317]</sup> und Parodontopathien, bedingt durch eine vermehrte Plaqueanlagerung oder aber einer Fehl- bzw. Überbelastung der Klammerzähne <sup>[61,188,317]</sup>, angegeben. Weiterhin könnte die erhöhte Extraktionsrate in der vorliegenden Untersuchung durch eine striktere Auswahl an Patienten und ein strengeres Nachsorgeprogramm auf Seiten der anderen Studien erklärt werden.

Technische Komplikationen in Form von Klammer-, Gerüst- oder Kunststoffbrüchen sowie Erneuerungen von Prothesenzähnen traten in 9,77% der eingesetzten

Modellgussprothesen auf. Klammeraktivierungen, Druckstellenbeseitigungen oder Unterfütterungen wurden in der vorliegenden Studie im Vergleich zu vielen Studien des Schrifttums nicht als Materialinstandsetzung gewertet. Aufgrund der uneinheitlichen Betrachtung der Komplikationsrate ist ein Vergleich mit anderen Publikationen daher nur begrenzt möglich. So waren in der Studie von *Rehmann* <sup>[317]</sup> mit insgesamt 38,5% der Modellgussprothesen deutlich mehr Reparaturmaßnahmen erforderlich, wobei hiervon bereits 56,0% Unterfütterungen und 16,0% Klammeraktivierungen ausmachten. Einen ähnlich hohen Wert ermittelte *Eisenburger* <sup>[94]</sup> mit 45,0%, bei 12,0% der Prothesen kam es zu Klammerbrüchen. *Hofmann* <sup>[149]</sup> gab die technische Komplikationsrate mit insgesamt 20,0% an. Klammerfrakturen stellten hierbei mit 63,0% den häufigsten Grund für Reparaturmaßnahmen dar. Diese sind entweder die Folge einer Materialermüdung durch ständiges Ein- und Ausgliedern der Prothese oder lassen sich auf Fehler während des Herstellungsprozesses zurückführen <sup>[149,188]</sup>. Die aufgefundenen Werte in vergleichbaren Studien stimmen in etwa mit der hier erhobenen technischen Komplikationsrate überein.

#### 7.2.5.3. Komplikationen bei Kombinationsersatz

Bei etwa einem Fünftel (20,79%) des Kombinationsersatzes war nach Eingliederung aufgrund von pulpitischen Beschwerden oder eines Vitalitätsverlustes eine endodontische Behandlung oder aufgrund einer Kronenfraktur eine Stiftinsertion an mindestens einem Pfeilerzahn notwendig. Die Angaben aus der Literatur waren mit Werten zwischen 0,0% und 11,0% deutlich niedriger <sup>[118,184,209,267,355,375,405,430]</sup>. Hierbei wurde jedoch hauptsächlich die Anzahl an endodontischen Komplikationen ins Verhältnis zu den vorhandenen Pfeilerzähnen gesetzt. Da bei einem Großteil der Prothesen mehr als ein Pfeilerzahn vorhanden war, ist davon auszugehen, dass die Komplikationsrate in dieser Untersuchung ebenfalls deutlich niedriger ausgefallen wäre, wenn man die Anzahl der Komplikationen auf die Pfeilerzahn- und nicht auf die Prothesenanzahl bezogen hätte. Mit der Studie von *Walther* <sup>[405]</sup> kann dies veranschaulicht werden. Hierbei wurden 787 Kombinationsarbeiten auf 2478 Pfeilerzähnen bei 717 Patienten eingegliedert. Anschließend musste im Beobachtungszeitraum bei 134 Patienten und 183 Pfeilerzähnen eine endodontische Behandlung durchgeführt werden. Dementsprechend sind bei 18,69% der Patienten oder aber bei 7,38% der Pfeilerzähne endodontische Komplikationen aufgetreten.

Des Weiteren kam es in 9,68% der Prothesen zu parodontalen Komplikationen. Eine weitgehend ähnliche Komplikationsrate ermittelten die Studien von *Igarashi* <sup>[155]</sup> sowie *Widbom* <sup>[430]</sup> mit 7,5% bzw. 11,6%. Deutlich höhere Werte fanden sich in den Studien von *Nickenig* <sup>[267]</sup> mit 25,0% und *Kern* <sup>[184]</sup> mit 19,7%. *Walther* <sup>[405]</sup> gab an, dass 37,0% der Pfeilerzähne einen Knochenabbau bis ins mittlere oder apikale Wurzeldrittel aufwiesen. Jedoch wurden hierbei keine Angaben darüber gemacht, ob aufgrund des Knochenrückgangs eine Behandlung durchgeführt wurde. Parodontale Parameter wie Lockerungsgrade, erhöhte Sondierungstiefen oder Bluten auf Sondieren wurden in der vorliegenden Studie im Vergleich zu anderen Arbeiten nicht erfasst. Es wurde lediglich notiert, ob im Beobachtungszeitraum eine Behandlung am Zahnhalteapparat stattgefunden hat. Dies könnte die höheren Komplikationsraten in vergleichbaren Publikationen erklären.

Extraktionen waren bei 34,77% der Kombinationsarbeiten nötig. Auch hier war die Vergleichbarkeit mit Studien des Schrifttums, begründet durch den Bezug der Extraktionsrate auf die gesamte Pfeileranzahl in den meisten Publikationen, stark eingeschränkt. Daher war mit niedrigeren Werten in der Literatur zu rechnen. Die Mehrzahl der Publikationen ermittelte Extraktionsraten zwischen 2,06% und 15,15% [32,41,88,93,115,130,140,149,155,157,183,184,267,294,329,355,374,375,417,430,436,447]. Eine deutlich höhere Extraktionsrate lag in der Untersuchung von *Yoshino* <sup>[440]</sup> vor. Hier wurden 22,82% der Pfeilerzähne in einem mittleren Beobachtungszeitraum von 12 Jahren entfernt. Die längste Beobachtungsdauer betrug 36 Jahre. Diese lange Zeitspanne könnte die Erklärung für die hohe Anzahl an Extraktionen im Vergleich zu anderen Arbeiten sein. Die Extraktionsrate bezog sich lediglich in den Studien von *Schwindling* <sup>[354]</sup> und *Wagner* <sup>[402]</sup> auf die Prothesenanzahl und wurde mit 21,4% bzw. 44,6% angegeben. Die ermittelte Rate in dieser Untersuchung lag mit 34,77% zwischen beiden Publikationen.

Innerhalb des Beobachtungszeitraumes traten bei insgesamt 27,96% aller Kombinationsarbeiten technische Komplikationen auf. Diese umfassten Instandsetzungen der Prothese nach Verblendungs-, Kunststoff- oder Gerüstfrakturen, Neuaufstellungen oder Wiederbefestigungen von Prothesenzähnen, Friktionserhöhungen sowie Erweiterungen der Prothesen. Auch hier war ein Vergleich mit vorhandenen Studien wieder nur bedingt möglich, da unterschiedliche Maßnahmen in die technische Komplikationsrate einbezogen wurden. In der Studie von *Zierden* <sup>[447]</sup> kam es bei 85,5% der eingesetzten Prothesen zu technischen Komplikationen, wobei die häufigsten Maßnahmen das Beseitigen von Druckstellen, Rezementierungen sowie

Unterfütterungen waren. Ein ebenfalls hoher Wert wurde in der Untersuchung von *Wöstmann* und *Weber* <sup>[417,436]</sup> mit 74,5% angegeben, hierbei waren hauptsächlich Druckstellenbeseitigungen (26,0%), Verblendungsreparaturen (22,0%) sowie Unterfütterungen (16,0%) notwendig. Zu beachten ist, dass in den oben genannten Studien die Datenakquise in der gleichen Zahnklinik stattgefunden hat und daher der Datenpool teils identisch war. *Rinke* <sup>[328]</sup> gab eine technische Komplikationsrate von 37,0% nach fünf und von 47,0% nach acht Jahren an. In den Studien von *Widbom* <sup>[430]</sup> und *Schwindling* <sup>[355]</sup> kam es in 18,0% bzw. 36,67% der Prothesen zu Instandsetzungsmaßnahmen. Auch in der Arbeit von *Kern* <sup>[184]</sup> lag die technische Komplikationsrate bei über 20,0%. In Studien des Schrifttums als auch in der vorliegenden Untersuchung zeigte sich, dass der Nachsorgeaufwand bei Kombinationsarbeiten, auch im Vergleich zu anderen Zahnersatzarten wie beispielsweise der Modellgussprothese <sup>[94,149]</sup>, hoch ist.

#### 7.2.5.4. Komplikationen bei implantatgetragenen Zahnersatz

Komplikationen am periimplantären Hart- und Weichgewebe traten bei 8,53% der Restaurationen auf. Auch hier bezieht sich die Angabe nicht auf die Implantatanzahl, wie dies mehrheitlich in der Literatur vorgenommen wurde, wodurch eine Vergleichbarkeit nur bedingt möglich war. Weiterhin wurden teils unterschiedliche Parameter als parodontale Komplikation gewertet. In wenigen Studien wurde eine Unterscheidung zwischen einer Mucositis und einer Periimplantitis vorgenommen. Die ermittelten Werte ergaben, dass eine Entzündung des Weichgewebes bei etwa einem Drittel bis der Hälfte der Implantate auftrat, eine periimplantäre Entzündung jedoch deutlich seltener vorlag (4,5% - 17,2%) <sup>[115,116,253,364,365]</sup>. Bei der Mehrzahl an Publikationen wurden parodontale Komplikationsraten zwischen 5,0% und 10,0% angegeben <sup>[55,113,114,174,175,216,234,295,300–302,315,387,425]</sup>, welche weitgehend mit der vorliegenden Arbeit vergleichbar waren. Aber auch niedrigere <sup>[236,248,271,272,276,318,329,448]</sup> bzw. höhere <sup>[51,57,114,133,235,237,347,388,437]</sup> Angaben waren in einer Vielzahl der Studien zu finden.

Des Weiteren wurde in dieser Arbeit bei 0,88% des implantatgetragenen Zahnersatzes mindestens ein Implantat entfernt. Den Implantatverlust gab *Rehmann* <sup>[318]</sup> mit 2,4%, *Zinsli* <sup>[448]</sup> mit 1,6% und *Romeo* <sup>[331]</sup> mit 3,9% an. Insgesamt zeigte sich eine sehr niedrige Explantationsrate. Zumeist konnte der Implantatverlust auf eine ungenügende Osseointegration, eine Periimplantitis oder eine Implantatfraktur zurückgeführt werden

[211,318,331,448]

Technische Komplikationen traten bei insgesamt 12,91% des eingesetzten implantatgetragenen Zahnersatzes auf. Bei 7,79% der festsitzenden Restaurationen in Form von Implantatkronen und -brücken sowie bei 47,46% der implantatgetragenen Kombinationsarbeiten musste im Beobachtungszeitraum mindestens einmal eine Wiederherstellungsmaßnahme durchgeführt werden. In den Studien von *Rehmann* <sup>[318]</sup>, *Romeo* <sup>[331]</sup> sowie *Zinsli* <sup>[448]</sup> zeigte sich ebenfalls, dass der Nachsorgeaufwand beim herausnehmbaren im Vergleich zum festsitzenden Zahnersatz beträchtlich größer war. Deutlich niedrigere technische Komplikationsraten bei herausnehmbaren implantatgetragenen Restaurationen wurden in den Studien von *Mangano* (17,8%) <sup>[238]</sup> sowie *Frisch* (25,0%) <sup>[116]</sup> ermittelt. In den meisten Publikationen über festsitzenden implantatgetragenen Zahnersatz kam es, wie auch in der vorliegenden Studie, in weniger als einem Zehntel der Restaurationen zu technischen Komplikationen <sup>[19,175,210,230,235–237,239,240,248,272,276,284,302,340,387,392,424,425,434]</sup>. Bei einer Reihe an Untersuchungen lag die technische Komplikationsrate mit Werten zwischen 12,7% und 23,7% etwas höher <sup>[55,114,174,207,216,275,300,301,313,315,347,352,437]</sup>.

### 7.3. Überlebenszeiten im Vergleich mit anderen Studien

Bei Betrachtung aller eingesetzten Restaurationen, unabhängig von der Versorgungsart, besaßen diese in der vorliegenden Untersuchung eine mittlere Überlebenszeit von 10,64 ± 0,1 Jahren. Die 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensrate lag bei 86,4% bzw. bei 69,4%.

Ein Vergleich des gesamten Untersuchungskonvoluts mit Studien des Schrifttums war nicht möglich, da bisher keine ähnlichen Untersuchungen publiziert wurden. Daher wird im Folgenden auf die einzelnen Zahnersatzarten eingegangen.

#### 7.3.1. Überlebenszeit von festsitzendem Zahnersatz im Vergleich mit anderen Studien

Die mittlere Überlebenszeit für festsitzenden Zahnersatz betrug in dieser Untersuchung 10,84 ± 0,12 Jahre und die 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensrate lag bei 87,2% bzw. bei 72,3%. Zu beachten ist, dass hierbei sowohl Kronen als auch Brücken unabhängig von ihrem Werkstoff zusammen betrachtet wurden, wodurch die Vergleichbarkeit mit Studien des Schrifttums nur bedingt möglich war.

Bei kürzeren Beobachtungszeiträumen unter fünf Jahren lag die Überlebenswahrscheinlichkeit für festsitzende Restaurationen in der Literatur zwischen

79,3% und 100,0% [1,50,52,55,69,75,99,102,104,137,220,268,291,327,334,359,433].

Für die 5-Jahres-Überlebensrate von Kronen und/oder Brücken konnten in einer Vielzahl von Studien Werte zwischen 68,0% und 100,0% ermittelt werden, wobei diese größtenteils zwischen 90,0% und 100,0% lagen [14,20,21,23,26,36,37,56,106,192,195,201,221,231,241,258,274,280,290,295,306,332,335,336,339,346,360,363,378,384,389,390,399,409,434] und damit höher als in der vorliegenden Untersuchung. Vergleichbare Ergebnisse mit Überlebenswahrscheinlichkeiten zwischen 84,0% und 90,0% nach fünf Jahren fanden sich in den Arbeiten von *Erpenstein* [106], *Martin* [242], *Ortorp* [278], *Sailer* [298,336] sowie *Schmidt* [343]. Es ließen sich aber auch Studien mit kürzeren Überlebenszeiten finden. Bei *Etemadi* [107] waren nach fünf Jahren noch 72,9% bzw. 74,3% der Kronen und bei *Passia* [290] 73,2% der vollkeramischen Kronen in situ.

*Schmidt* [343] gab die 5-Jahres-Überlebensrate für festsitzenden Zahnersatz mit 87,8% an, jedoch unterschieden sich die Ergebnisse zwischen den verschiedenen Restaurationsarten signifikant. Nach fünf bzw. zehn Jahren lag die Überlebensrate für Einzelkronen bei 88,8% bzw. 73,9% und für Brückenkonstruktionen bei 81,3% bzw. 54,3% [343]. Die durchschnittliche Überlebenswahrscheinlichkeit von 67,8% nach zehn Jahren war geringer als das Ergebnis aus der vorliegenden Studie.

Auch *Burke* [69] ermittelte, gemessen an dieser Untersuchung, niedrigere 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensraten von 80,0% bzw. 68,0% für unverblendete Metallkronen, 76,0% bzw. 62,0% für verblendete Metallkronen sowie 68,0% bzw. 48,0% für Vollkeramikronen.

Wurden festsitzende Versorgungen über einen Zeitraum von sechs bis neun Jahren beobachtet, so lagen die Überlebenswahrscheinlichkeiten in der Literatur zwischen 50,0% und 99,3% [60,63,105,109,112,132,145–147,171,220,233,282,303,321,322,341,428].

Die 10-Jahres-Überlebensrate für Kronen und Brücken wurde in Studien des Schrifttums, verglichen mit den 72,3% der vorliegenden Untersuchung, zumeist mit höheren Werten zwischen 79,0% und 100,0% angegeben [14,20,21,23,36,37,40,106,156,192,195,201,221,265,295,333,339,346,356,385,389,390,408,409,411,412]. Die Studien von *Brägger* [56], *Erpenstein* [106], *Holm* [150] sowie *Walton* [407] ermittelten nach zehn Jahren Überlebensraten zwischen 70,3% und 76,0%, diese Ergebnisse sind mit dem Resultat aus dieser Arbeit weitgehend vergleichbar. *Burke* [69] sowie *Schmidt* [343] gaben, wie bereits erwähnt, geringere Überlebenswahrscheinlichkeiten an.

Weiterhin wurden auch einige Studien gefunden, bei denen Kronen und Brücken über längere Zeiträume beobachtet wurden. Nach 15 Jahren waren demnach noch 48,3% bis

92,75% der festsitzenden Restaurationen in situ [20,21,23,26,81,106,135,156,192,339,343,356,389,391,409,413,438,439] und nach 20 Jahren lagen die Werte zwischen 39,3% und 78,8% [20,21,23,24,150,156,187,229,264,323,343,367]. Eine sehr hohe Überlebensrate für metallkeramische Einzelzahnkronen nach 25 Jahren ermittelte *Walton* [412] mit 85,4%. Bei *Holm* [150] waren nach 30 Jahren noch 53,0% der Brücken in Funktion. *Olley* [270] untersuchte bei 47 Patienten 223 Kronen innerhalb eines Beobachtungszeitraumes von 50 Jahren. Diese wurden jedoch nur in die Studie aufgenommen, wenn die Kronen jährlich klinisch und radiologisch kontrolliert wurden und der Patient eine sehr gute Mundhygiene besaß. Unter diesen Voraussetzungen lag die Überlebensrate nach 50 Jahren für unverblendete Metallkronen sowie Vollkeramikkkronen bei 100,0% sowie für verblendete Metallkronen bei 96,1% [270].

Es konnten beim Vergleich einer Vielzahl von Studien des Schrifttums keine eindeutigen Unterschiede in der Haltbarkeit von Kronen und Brücken dahingehend festgestellt werden, ob diese in universitären Kliniken oder in privaten Zahnarztpraxen eingesetzt wurden.

Die zumeist etwas geringeren Überlebenszeiten der festsitzenden Restaurationen in der vorliegenden Untersuchung können zum einen dadurch begründet werden, dass hierbei alle eingesetzten Kronen und Brücken, unabhängig von ihrer Lokalisation, der Brückengröße, der Vitalität der Pfeilerzähne sowie vom verwendeten Material, gemeinsam in die Auswertung einbezogen wurden. So konnten in einer Reihe an Untersuchungen der Einfluss von modellierenden Faktoren wie Mundhygiene [63,104,112,122,132,147,148,156,227,325,438], die Größe der Brücke [21,56,192,221,265,325], die Vitalität der Pfeilerzähne [24,63,69,147,148,221,265,274,325,342,343,346,377,391,408,409,411,439] sowie die Art des Werkstoffes [48,69,105,137,233,285,290,299,335,336] auf die Überlebenszeit von festsitzendem Zahnersatz belegt werden.

Des Weiteren könnte auch die Tatsache, dass die Teilnahme an den zahnärztlichen Kontrollen freiwillig und daher häufig unregelmäßig war, ursächlich für die kürzeren Verweildauern festsitzender Versorgungen in dieser Arbeit sein, da durch regelmäßige Nachuntersuchungen womöglich Misserfolge hätten vermieden werden können [343].

Ein weiterer Grund für die Differenzen könnte die häufig zur Berechnung der Überlebenszeiten angewendete Quotientenbildung anstelle des hier verwendeten Kaplan-Meier-Verfahrens sein, da hierbei tendenziell die Überlebensraten überschätzt werden.

### 7.3.2. Überlebenszeit von herausnehmbarem Zahnersatz im Vergleich mit anderen

#### Studien

Das mittlere Überleben von Modellgussprothesen lag in der vorliegenden Arbeit bei  $7,36 \pm 0,44$  Jahren. Die kumulative 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensrate betrug 60,0% bzw. 29,7%.

Die 5-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit von Modellgussprothesen wurde in Studien des Schrifttums mit Werten zwischen 33,0% und 98,1% angegeben <sup>[14,38,66,87,157,177,255,317,360,376,396,403,404,419,435]</sup>, wobei diese größtenteils zwischen 71,3% und 86,0% lag und damit höher als in der vorliegenden Untersuchung <sup>[14,66,87,360,396,403,404,419,435]</sup>. Zu einem vergleichbaren Ergebnis kam *Budtz-Jørgensen* <sup>[66]</sup> mit einer Überlebensrate von 61,5% nach fünf Jahren. Niedrigere Überlebenswahrscheinlichkeiten zwischen 33,0% und 50,0% ermittelte *Moldovan* <sup>[255]</sup> in einer Metaanalyse.

Die Angaben in der Literatur zur 10-Jahres-Überlebensrate schwankten zwischen 33,3% und 89,8% <sup>[14,38,42,87,396,402]</sup>. Die meisten Studien gaben jedoch Werte zwischen 48,5% und 59,0% an <sup>[14,42,87,396]</sup>. *Behr* <sup>[38]</sup> stellte mit einer Überlebenswahrscheinlichkeit von 89,8% nach zehn Jahren eine deutliche Ausnahme nach oben dar. Die Modellgussprothesen wurden hierbei in einer Universitätsklinik unter strikter Einhaltung von hygienefähigen und parodontalfreundlichen Vorgaben geplant und hergestellt <sup>[38]</sup>. In der Studie von *Wagner* <sup>[402]</sup> waren nach zehn Jahren noch 33,3% der eingesetzten Modellgussprothesen in situ, dieses Ergebnis stimmt mit dem der vorliegenden Untersuchung überein. Als Hauptgrund für die niedrige Verweildauer nannte *Wagner* das Fehlen eines definierten Nachsorgeprogramms <sup>[402]</sup>. Diese Hypothese findet in der Studie von *Bergmann* <sup>[43]</sup> Bestätigung, da Modellgussprothesen, welche regelmäßig kontrolliert wurden, nach 25 Jahren noch eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 65,0% besaßen.

*Dietze* <sup>[87]</sup> beobachtete über einen Zeitraum von 30 Jahren Modellgussprothesen, welche in niedergelassenen Zahnarztpraxen angefertigt wurden. Nach fünf bzw. zehn Jahren waren noch 84,0% bzw. 59,0% der Prothesen in situ. Die Überlebensrate lag nach 20 bzw. 30 Jahren bei 23,5% bzw. 14,5% <sup>[87]</sup>. Verglichen mit Studien, welche in Kliniken oder Universitäten durchgeführt wurden, zeigten sich keine nennenswerten Unterschiede in der Haltbarkeit von Modellgussprothesen. Jedoch waren die Überlebensraten bei *Dietze* verglichen mit der vorliegenden Untersuchung deutlich höher, was auch an der größeren Fallzahl von 1474 untersuchten Prothesen liegen könnte <sup>[87]</sup>. Des Weiteren wurden die von ihm untersuchten Prothesen keiner regelmäßigen Nachsorge unterzogen, sodass der Zahnersatz gegebenenfalls schon seit mehreren Jahren erneuerungsbedürftig gewesen

wäre, dies jedoch erst zu einem deutlich späteren Zeitpunkt festgestellt wurde.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass in Studien des Schrifttums zumeist höhere Überlebenswahrscheinlichkeiten für Modellgussprothesen bestimmt wurden. Eine exakte Planung und regelrechte Herstellung der Modellgussprothesen sowie regelmäßige zahnärztliche Kontrollen mit eingehender Mundhygieneinstruktionen und einer guten häuslichen Mund- und Zahnersatzhygiene könnten ursächlich für die besseren Ergebnisse in der Mehrzahl der aufgefundenen Studien sein <sup>[43,255]</sup>. Dass ein striktes Nachsorgeprogramm sowie eine gute Mitarbeit des Patienten das Verlustrisiko deutlich reduzieren kann, konnte in mehreren Studien belegt werden <sup>[38,42,43,62,71,72,87,95,177,191,255,393,394,396,402,419,435,451]</sup>. Aber auch eine hygienefähige Gestaltung der Modellgussprothesen ist essentiell für die Haltbarkeit des Zahnersatzes sowie der Pfeilerzähne, da hierdurch Schäden sowohl an den Stützzähnen als auch am Parodontium reduziert werden können <sup>[38,62,71,72,87,95,121,177,191,222,393,394,396,402,419,435,451]</sup>. Die Auswertung in der vorliegenden Studie wurde retrospektiv anhand von Patientenunterlagen durchgeführt, sodass nicht überprüft werden konnte, ob die Prothesen ein hygienefähiges Gerüst, wie es *Owall* <sup>[281]</sup> empfohlen hatte, besaßen. Eine ungünstige Prothesengestaltung einerseits sowie unregelmäßige zahnärztliche Kontrolluntersuchungen andererseits könnten für die geringeren Überlebenszeiten von Modellgussprothesen in der vorliegenden Untersuchung verantwortlich sein.

### 7.3.3. Überlebenszeit von Kombinationsersatz im Vergleich mit anderen Studien

In der vorliegenden Untersuchung betrug die Überlebenszeit des Kombinationsersatzes im Mittel  $8,32 \pm 0,29$  Jahre. Die 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensrate lag bei 79,0% bzw. bei 39,3%.

*Blaschke* <sup>[49]</sup> beobachtete in einem Zeitraum von 17 Jahren 345 Kombinationsarbeiten und ermittelte eine im Durchschnitt etwas höhere Überlebenszeit von 10,4 Jahren.

War der Beobachtungszeitraum in Studien des Schrifttums kürzer als fünf Jahre, schwankten die Angaben zur Überlebenswahrscheinlichkeit von Kombinationsersatz zwischen 69,5% und 100,0% <sup>[58,152,202,266,294,319,353,355,374,375,422,430]</sup>, wobei der Großteil der Arbeiten, bis auf die Untersuchungen von *Hultén* <sup>[152]</sup> sowie *Nickenig* <sup>[266]</sup>, Werte über 90,0% bestimmten. Die 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit wurde in der vorliegenden Studie bereits nach 2,8 Jahren unterschritten, sodass dieses Ergebnis tendenziell etwas unterhalb von denen aus der Literatur liegt.

Des Weiteren wurde in den meisten vergleichbaren Studien auch bei der 5-Jahres-

Überlebensrate von höheren Werten zwischen 87,1% und 100,0% [58,65,157,267,354,417,427,436, 447], verglichen mit den ermittelten 79,0% aus dieser Arbeit, berichtet. Ein weitgehend übereinstimmendes Ergebnis mit 82,9% funktionstüchtigen Prothesen nach fünf Jahren lag in der Untersuchung von *Schwarz* [353] vor. Ferner wurden in den Studien von *Gernet* [120] sowie *Rinke* [328] mit 64,3% bzw. 62,0% deutlich niedrigere 5-Jahres-Überlebensraten für Kombinationsersatz ermittelt. Weiterhin war bei *Rinke* [328] auch die Überlebenswahrscheinlichkeit nach 8 Jahren mit 38,0% im Vergleich zu anderen Studien bedeutend geringer, gleichwohl war dieses Ergebnis mit der vorliegenden Arbeit weitgehend vergleichbar. Er begründete die niedrigen Überlebenszeiten der Kombinationsarbeiten damit, dass diese auf weniger als vier Pfeilerzähnen abgestützt wurden und die Verweildauer der Prothesen durch eine geringere Pfeileranzahl reduziert sein könnte [328].

Die 10-Jahres-Überlebensrate für Kombinationsersatz lag in den Studien von *Wagner* [402], *Behr* [33] sowie *Yoshino* [440] mit 66,7%, 86,6% bis 98,8% bzw. 94,7% deutlich über den ermittelten Werten aus dieser Arbeit.

Belief sich der Beobachtungszeitraum auf sechs bis neun Jahre, so berichteten auch hier ein Großteil der Studien von sehr guten Überlebenszeiten von über 75,0% [41,58,115,183,267, 329,354,374,375,395,441]. In der Studie von *Eisenburger* [94] waren nach 9,5 Jahren noch 50,0% der beobachteten Kombinationsarbeiten in situ. Zum Vergleich wurde die 50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit in der vorliegenden Studie bereits ein Jahr früher unterschritten.

In der Metaanalyse von *Verma* [395] lag die Überlebensrate von Kombinationsarbeiten für Beobachtungszeiträume von sechs bis zehn Jahren und unter Einbeziehung von 17 Studien zwischen 66,7% und 98,6%. Eine weitere Metaanalyse ermittelte sehr ähnliche Ergebnisse mit Überlebenswahrscheinlichkeiten von 68,9% bis 95,1% nach fünf bis zehn Jahren [358]. Die teilweise stark voneinander abweichenden Überlebenszeiten für Kombinationsersatz in der Literatur könnten durch eine unterschiedliche Anzahl an einbezogenen Pfeilerzähnen sowie deren Verteilung im Zahnbogen bedingt sein [395]. *Wöstmann* und *Weber* [417,436] stellten in ihrer Untersuchung einen signifikanten Einfluss der Pfeilerzahnanzahl auf das Überleben der Kombinationsarbeiten fest. Prothesen mit nur einem Pfeilerzahn wiesen signifikant die kürzeste Überlebenszeit auf, gefolgt von Prothesen auf zwei Pfeilerzähnen, welche wiederum signifikant kürzer als die Verweildauer von Kombinationsersatz auf drei Pfeilerzähnen war. Des Weiteren musste keine der Kombinationsarbeiten auf fünf oder mehr Pfeilern im Untersuchungszeitraum

erneuert werden <sup>[417,436]</sup>. Auch *Brandt* <sup>[58]</sup>, *Igarashi* <sup>[155]</sup>, *Keltjens* <sup>[183]</sup>, *Yoshino* <sup>[440]</sup> und *Walther* <sup>[406]</sup> ermittelten ein höheres Verlustrisiko des Zahnersatzes bei geringerer Anzahl an Pfeilerzähnen oder aber bei ungünstiger Pfeilerverteilung.

Ein Unterschied in der Überlebenszeit von Kombinationsersatz, welcher entweder in Universitätskliniken oder aber in privaten Zahnarztpraxen hergestellt und eingesetzt wurde, war in der Literatur nicht ersichtlich. Jedoch war der Anteil an Studien, welche Daten aus niedergelassenen Praxen untersuchten, sehr gering <sup>[115,130,329]</sup>, wodurch die Aussagekraft des Vergleichs eingeschränkt ist.

Gegenüber den Ergebnissen aus Studien des Schrifttums waren die ermittelten Überlebensraten für Kombinationsarbeiten aus der vorliegenden Untersuchung zumeist geringer. Je länger der Beobachtungszeitraum war, desto deutlicher wurde dieser Unterschied. Wie oben bereits erwähnt, kann die Anzahl an Pfeilerzähnen sowie deren Verteilung im Kiefer Einfluss auf die Verweildauer von Kombinationsersatz und/oder deren Ankerzähne nehmen <sup>[49,58,88,93,140,141,152,155,183,202,209,254,328,374,379–381,395,402,406,417,426,427,435,436,440]</sup>. Bis auf wenige Ausnahmen <sup>[88,369,374,426,427]</sup> war die Überlebenswahrscheinlichkeit des Zahnersatzes und/oder der Pfeilerzähne höher, je mehr Zähne in die Konstruktion einbezogen wurden. Die Bedeutung der genannten Faktoren „Pfeilerzahnanzahl“ sowie „Verteilung der Pfeilerzähne“ auf die Überlebenszeit der Kombinationsarbeiten wurde in der zugrundeliegenden Arbeit nicht untersucht. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass diese auch hier die Verweildauer der Prothesen beeinflusst haben.

Patienten wünschen zumeist einen möglichst festsitzenden Lückenschluss in Form von Brücken oder Implantaten, so dass im Praxisalltag meistens erst dann herausnehmbare Versorgungen angefertigt werden, wenn festsitzender Zahnersatz aufgrund eines stark reduzierten Restgebisses oder aber aufgrund von Freundsituationen nicht mehr möglich ist. Des Weiteren werden bei den gesetzlichen Krankenkassen in Deutschland Kombinationsarbeiten erst bei drei oder weniger vorhandenen Restzähnen pro Kiefer oder aber bei einer beidseits verkürzten Zahnreihe als Regelleistung anerkannt <sup>[180,246]</sup>. Verglichen mit universitären Untersuchungen könnte daher die Anzahl an integrierten Pfeilerzähnen im Versorgungsalltag von niedergelassenen Zahnärzten im Mittel geringer sein. Der durch Studien belegte Einfluss der Pfeilerzahnanzahl auf die Verweildauer der Prothesen könnte somit die geringeren Überlebenszeiten der Kombinationsarbeiten in der vorliegenden Studie erklären.

Des Weiteren kann eine regelmäßig durchgeführte zahnärztliche Untersuchung die

Überlebenswahrscheinlichkeit des Kombinationsersatzes erhöhen [41,77,94,202,254,402,430,447], da so frühzeitig Wiederherstellungsmaßnahmen durchgeführt werden können, bevor der Zahnersatz oder die Zähne irreparabel beschädigt werden. So stellen beispielsweise Inkongruenzen zwischen Prothesenbasis und Schleimhaut, welche leicht durch eine Unterfütterung behoben werden können, ein erhöhtes Risiko für die Pfeilerzähne dar. Da in der vorliegenden Untersuchung kein definiertes Recall-Programm vorhanden war, könnte der Anteil an Patienten, welche regelmäßig zur Nachkontrolle gegangen sind, geringer sein als in anderen Studien, wodurch sich ebenfalls die niedrigeren Überlebenszeiten der Kombinationsarbeiten erklären ließen.

#### *7.3.4. Überlebenszeit von implantatgetragenen Zahnersatz im Vergleich mit anderen Studien*

11,99 ± 0,17 Jahre betrug in der vorliegenden Studie die mittlere Überlebenszeit von implantatgetragenen Versorgung. Die kumulative 5-Jahres-Überlebensrate lag bei 94,0%. Eine 10-Jahres-Überlebensrate konnte nicht ermittelt werden, da das letzte beobachtete Ereignis nach 9,31 Jahren aufgetreten ist. Die 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit wurde nach 8,74 Jahren unterschritten.

Bei den Angaben muss berücksichtigt werden, dass sich die Überlebenszeiten hierbei sowohl auf festsitzenden als auch auf herausnehmbaren implantatgetragenen Zahnersatz beziehen. In der Literatur wurde zumeist nur eine Zahnersatzart untersucht. Nur vereinzelte Arbeiten gaben gemeinsame Überlebenszeiten für festsitzende und herausnehmbare Implantatkonstruktionen an [83,114,167,234,318,331,416,448]. Aufgrund dessen ist die Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit vorhandenen Publikationen nur bedingt möglich. War der Beobachtungszeitraum in Studien des Schrifttums kürzer als fünf Jahre, so wurden für den implantatgetragenen Zahnersatz Überlebensraten zwischen 73,3% und 100,0% ermittelt [5,7,11,13,15,29,31,44,55,58,80,86,97,98,103,143,151,154,162,168,169,179,197,205,209,210,213–215, 217,218,250,253,259,263,305,309,313,318,330,344,352,353,366,442,443,449,450], wobei nur in wenigen Untersuchungen Ergebnisse unter 90,0% vorlagen [7,11,80,86,98,218,259,318].

Die 5-Jahres-Überlebensrate der implantatgetragenen Versorgung wurde in einem Großteil der Studien mit Werten zwischen 90,0% und 100,0% angegeben [3,6,8–10,15,58,59,70, 82,90,111,114,125,127,134,142,144,160,164,166,167,174,175,207,208,211,212,217,230,234,247–249,272,275,279,284,287,292, 295,300–302,311,312,331,337,339,340,347,364,365,373,387,397,424,425,429,434,437,442,443,448], diese Ergebnisse stimmen somit weitgehend mit der Überlebenswahrscheinlichkeit von 94,0% nach fünf Jahren aus der vorliegenden Arbeit überein. Beispielsweise untersuchte Romeo [331] 340

feststehende als auch herausnehmbare implantatgetragene Restaurationen gemeinsam, von denen nach fünf Jahren noch 91,0% in situ waren. Auch bei der 5-Jahres-Überlebensrate wurden nur in einzelnen Untersuchungen Werte unter 90,0% ermittelt [3,167,271,311,342,353,429].

Wurden die implantatgestützten Suprakonstruktionen über einen Zeitraum von sechs bis zehn Jahren beobachtet, lag die Überlebenswahrscheinlichkeit in der Literatur zumeist zwischen 80,0% und 100,0% [45,46,51,53,57,58,79,83,91,100,113,115,116,125,131,133,136,175,216,217,224,228,239,240,251,276,289,295,300,301,303,304,307,315,326,329,331,373,388,392,416,420]. Diese Angaben sind ebenfalls weitgehend mit den Ergebnissen aus der vorliegenden Untersuchung vergleichbar, da hierbei die 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit nach 8,74 Jahren unterschritten wurde.

Weiterhin wurden Studien aufgefunden, welche die Überlebensraten von Implantatkonstruktionen nach 15 Jahren untersuchten und hierbei Werte zwischen 77,0% und 100,0% ermittelten [16,17,76,130,161,165,277]. In der Studie von *Attard* [18] wurde für feststehende implantatgestützte Versorgungen nach 20 Jahren eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 84,3% berechnet.

Beim Vergleich der Ergebnisse zwischen Studien, welche entweder in niedergelassenen Zahnarztpraxen oder aber in universitären Einrichtungen durchgeführt wurden, konnten keine Unterschiede in der Überlebenszeit von implantatgetragenen Restaurationen festgestellt werden. Ebenso waren die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung weitgehend mit denen aus der Literatur vergleichbar. Auch *Andersson* [10] ermittelte in einer prospektiven Untersuchung keinen signifikanten Einfluss auf die Überlebenszeit von implantatgestützten Kronen in Abhängigkeit davon, ob diese in Fachkliniken oder aber in zahnärztlichen Praxen eingegliedert wurden.

Die teilweise abweichenden Überlebenszeiten von implantatgetragenen Versorgungen in der Literatur könnten durch die Untersuchung verschiedener Zahnersatzarten, wie Kronen, Brücken, teleskop-, steg- oder kugelverankerte Prothesen [57,228,295,315,318,330,331,434], oder aufgrund von Unterschieden hinsichtlich der verwendeten Materialien [3,164,174,275,279,295,302,337] bedingt sein. Aber auch Anzahl und Lokalisation der gesetzten Implantate können einen Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Suprakonstruktion nehmen [2,18,83,154,160,163,170,174,175,217,249,251,259,261,318,330,365,429,450].

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass implantatgestützte Restaurationen, sowohl in der Literatur als auch in der vorliegenden Untersuchung, zumeist hohe Überlebensraten von über 90,0% nach fünf Jahren aufwiesen und dass weiterhin auch bei längeren

Beobachtungszeiträumen das Funktionsverlustisiko gering blieb.

### 7.3.1. Überlebenszeit in Abhängigkeit von der Zahnersatzart

Es konnte in der vorliegenden Untersuchung ein signifikanter Einfluss ( $p < 0,05$ ) der Zahnersatzart auf die Überlebenszeit prothetischer Versorgungen festgestellt werden. Hierbei zeigte sich, dass implantatgetragener Zahnersatz die längste Verweildauer besaß, gefolgt von festsitzenden Restaurationen. Die durchschnittliche Überlebenszeit von Kombinationsarbeiten war nochmals kürzer und die geringste Haltbarkeit wiesen Modellgussprothesen auf.

Im folgenden Abschnitt soll nur auf diejenigen Studien eingegangen werden, welche innerhalb ihrer Arbeit auch verschiedene Zahnersatzarten miteinander verglichen haben.

*Aquilino* <sup>[14]</sup> untersuchte die Haltbarkeit von Brücken sowie von Modellgussprothesen. Nach zehn Jahren waren hierbei noch 92,0% der Brücken und 56,0% der Modellgussprothesen in situ. Der beschriebene Unterschied in der Überlebenszeit erwies sich als signifikant. Diese Tendenz zeigte sich auch in der Studie von *Shugars* <sup>[360]</sup>. Hier lag die 5-Jahres-Überlebensrate für Brücken bei 96,0% und für Modellgussprothesen bei 86,0%. Die Ergebnisse stimmen mit denen der vorliegenden Untersuchung weitgehend überein.

*Brägger* <sup>[55]</sup> verglich in seiner Untersuchung die Haltbarkeit von konventionellen Brücken auf natürlichen Pfeilerzähnen mit implantatgetragenen Brücken und ermittelte ähnliche Überlebenszeiten nach 4-5 Jahren von 98,3% bzw. 97,5%. Jedoch traten beim implantatgetragenen Zahnersatz signifikant häufiger technische Komplikationen auf <sup>[55]</sup>. Dies zeigte sich ebenfalls in einem Review von *Pjetursson* <sup>[295]</sup> sowie in der Studie von *Schmidlin* <sup>[342]</sup>. Beim Vergleich von metallkeramischen Versorgungen konnte in der Übersichtsarbeit von *Pjetursson* <sup>[295]</sup> eine signifikant höhere jährliche Verlustrate bei konventionellen Brücken auf natürlichen Pfeilerzähnen im Vergleich zu implantatgetragenen Brücken oder Kronen festgestellt werden. Dieses Ergebnis deckt sich mit dem der vorliegenden Untersuchung. Weitere Studien von *Salinas* <sup>[339]</sup>, *Pol* <sup>[303]</sup>, *Schmidlin* <sup>[342]</sup> sowie *Wolleb* <sup>[434]</sup> konnten keine signifikanten Unterschiede in der Haltbarkeit von festsitzendem Zahnersatz auf natürlichen Pfeilerzähnen und Implantaten feststellen, jedoch zeigten sich hierbei zumeist etwas höhere Überlebensraten bei implantatgetragenen Zahnersatz.

*Wagner* <sup>[402]</sup> verglich die Überlebenszeit von Modellgussprothesen und

Kombinationsarbeiten nach zehn Jahren. Das Verlustrisiko der Modellgussprothesen lag mit 66,6% deutlich höher als das des Kombinationsersatzes mit 33,3%, jedoch konnte dieser Unterschied aufgrund der geringen Anzahl an untersuchten Modellgussprothesen nicht als statistisch signifikant betrachtet werden. *Ishida* <sup>[157]</sup> ermittelte ebenfalls eine geringere 5-Jahres-Überlebensrate bei Modellgussprothesen (94,5%) im Vergleich zu Kombinationsarbeiten (100,0%). In der Studie von *Eisenburger* <sup>[94]</sup> mussten beim Kombinationsersatz zwar häufiger Wiederherstellungsmaßnahmen durchgeführt werden, jedoch wurde hierbei die 50%-Überlebensrate erst nach 9,5 Jahren und bei Modellgussprothesen bereits nach 8 Jahren unterschritten. Obwohl sich bei den ermittelten Unterschieden in den oben genannten Studien keine Signifikanz zeigte <sup>[94,157,402]</sup>, stimmen diese tendenziell mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung überein, da auch hier eine geringere Haltbarkeit der Modellgussprothesen verglichen mit dem Kombinationsersatz festgestellt wurde. Ein Grund dafür könnte sein, dass die Erweiterbarkeit von Modellgussprothesen nur begrenzt möglich ist und aufgrund dessen eine Neuanfertigung nach Pfeilerzahnextraktion häufig unumgänglich wird <sup>[243]</sup>.

Wurde die Überlebenswahrscheinlichkeit von Kombinationsarbeiten in Abhängigkeit davon, ob diese auf natürlichen Pfeilerzähnen oder Implantaten verankert waren, untersucht, zeigte sich in der Studie von *Brandt* <sup>[58]</sup> eine signifikant längere Verweildauer bei den implantatgetragenen Prothesen. Sie ermittelte eine Überlebensrate von 98,7% bei implantatgetragenen Kombinationsersatz im Gegensatz zu 73,7% bei Prothesen auf natürlichen Pfeilerzähnen <sup>[58]</sup>. Auch *Verma* <sup>[395]</sup> kam in einem Review zu dem Ergebnis, dass Prothesen, wenn diese auf Implantaten abgestützt waren, eine höhere Überlebenszeit besaßen. *Koller* <sup>[202]</sup> beschrieb in ihrer Übersichtsarbeit ebenfalls tendenziell höhere Überlebensraten für implantatgetragenen Kombinationsersatz im Unterkiefer. Sie ermittelte Werte zwischen 95,0% und 100,0% nach einem Beobachtungszeitraum von 9 bis 10,4 Jahren. Im Vergleich hierzu waren nach 4 bis 5,3 Jahren noch 90,0% bis 95,1% der Kombinationsarbeiten auf natürlichen Pfeilerzähnen im Unterkiefer in situ. Im Oberkiefer konnte kein Unterschied in der Verweildauer festgestellt werden <sup>[202]</sup>. *Schwarz* <sup>[353]</sup> untersuchte die Haltbarkeit von rein implantatgetragenen Kombinationsersatz sowie von Hybridprothesen, welche sowohl auf Implantaten als auch auf natürlichen Pfeilerzähnen abgestützt waren, und konnte für beide ähnliche Überlebensraten ermitteln. Die in der vorliegenden Untersuchung signifikant höhere Überlebenswahrscheinlichkeit von implantatgetragenen Zahnersatz, verglichen mit anderen Zahnersatzarten, könnte an einer intensiveren Nachsorge aufgrund einer besseren Compliance der Patientengruppe

liegen. Implantatversorgungen stellen eine deutlich aufwendigere und teurere Therapievariante dar. Der Patient möchte daher den Zahnersatz möglichst lange erhalten, sodass er womöglich regelmäßige Nachkontrollen durchführen lässt. Hierdurch können Komplikationen frühzeitig erkannt und beseitigt werden, noch bevor ein Funktionsverlust der Restauration eintritt.

### 7.3.2. Überlebenszeit in Abhängigkeit vom Geschlecht

Prothetische Versorgungen bei Frauen hatten in der zugrundeliegenden Untersuchung eine signifikant höhere Überlebenswahrscheinlichkeit im Vergleich zu Restaurationen bei Männern ( $p < 0,05$ ).

In der Literatur lässt sich diesbezüglich keine eindeutige Tendenz erkennen. In der Mehrzahl der Studien, welche die Überlebenszeit des Zahnersatzes in Abhängigkeit vom Geschlecht verglichen, zeigten sich keine signifikanten Unterschiede [16,20–25,50,59,69,76,88,100,130,159,184,192,216,221,236,240,268,280,312,317,318,343,354,374,375,392,412,413,416,429,439,441,447,451]. Dies lässt vermuten, dass das Geschlecht, im Gegensatz zu dem Ergebnis der vorliegenden Untersuchung, keinen Einfluss auf die Haltbarkeit des Zahnersatzes besitzt.

Einzig in der Arbeit von Schnaidt [346] war die Verweildauer von Brückenkonstruktionen – im Gegensatz zu der vorliegenden Studie - bei Frauen signifikant kürzer als bei Männern. Sie beschrieb, dass die Überlebensraten in den ersten fünf Jahren nach Eingliederung zunächst annähernd gleich verliefen und erst danach auseinander gingen. Nach zehn Jahren waren bei Männern noch 86,7% und bei Frauen 72,5% der eingesetzten Brücken in situ [346]. Begründet wurde dies mit einem höheren ästhetischen Anspruch der Frauen, wodurch der Zahnersatz deutlich kritischer beurteilt werde und folglich Neuversorgungen zu einem früheren Zeitpunkt notwendig werden [286,346,349]. Bei Männern stehe im Gegensatz hierzu die Funktionalität der prothetischen Versorgung im Vordergrund [346,349].

Hingegen konnte in einigen anderen Studien eine signifikant längere Überlebenszeit der prothetischen Versorgungen und/oder der Pfeilerzähne bei Frauen ermittelt werden [379,380,417,436,440]. Diese Ergebnisse stimmen mit der vorliegenden Untersuchung überein. Szentpétery [379,380] zeigte in ihren Arbeiten, dass die Überlebenszeit von Kombinationsarbeiten signifikant vom Geschlecht abhängig war. Diese lag nach drei bzw. fünf Jahren bei Männern bei 80,7% bzw. 73,7% und bei Frauen bei 95,9% bzw. 89,0% [379,380]. Des Weiteren war hierbei auch das Überleben der Pfeilerzähne beim männlichen

Geschlecht signifikant kürzer. In den Studien von *Wöstmann* und *Weber* <sup>[417,436]</sup> sowie *Yoshino* <sup>[440]</sup> konnten ebenfalls signifikant frühere und häufigere Pfeilerzahnverluste bei Männern ermittelt werden. *Mock* <sup>[254]</sup> zeigte, dass das männliche Geschlecht varianzanalytisch einen negativen Einfluss auf Sondierungstiefen, Plaque-Index und Prothesenhygiene hatte. In der Untersuchung von *Schwarz* <sup>[353]</sup> mussten an Kombinationsarbeiten auf natürlichen Pfeilerzähnen und Implantaten bei Männern signifikant häufiger Wiederherstellungsmaßnahmen durchgeführt werden. Dies konnte in den Studien von *Rammelsberg* <sup>[311,313]</sup> bestätigt werden, da auch hier signifikant höhere Komplikationsraten beim männlichen Geschlecht sowohl bei festsitzendem als auch bei herausnehmbarem Zahnersatz auf natürlichen Pfeilerzähnen und Implantaten ermittelt wurden.

Längere Überlebenszeiten bei Frauen wurden zumeist damit begründet, dass Männer eine höhere Kaukraft besitzen, wodurch sowohl der Zahnersatz als auch die Pfeilerzähne einer stärkeren Belastung ausgesetzt sind <sup>[199,283,311,313,353]</sup>. In der Folge kann es früher und häufiger als bei Frauen zu Komplikationen oder einem Funktionsverlust der prothetischen Versorgung kommen <sup>[311,313,353]</sup>. Auch ein behutsamerer Umgang der Frauen könnte eine Rolle bei der Haltbarkeit des Zahnersatzes spielen <sup>[353]</sup>.

### 7.3.3. Überlebenszeit in Abhängigkeit von der Vitalität der Zähne

Die Verweildauer des Zahnersatzes unterschied sich in der vorliegenden Studie in Abhängigkeit von der Vitalität der Pfeilerzähne. Die mittlere Überlebenszeit betrug bei vitalen Zähnen  $10,48 \pm 0,13$  Jahre, bei endodontisch behandelten Zähnen  $10,25 \pm 0,21$  Jahre und bei Pfeilerzähnen mit Stiftversorgung  $9,69 \pm 0,36$  Jahre. Endodontisch behandelte Zähne zeigten hierbei eine signifikant ( $p < 0,05$ ) kürzere Überlebenszeit verglichen mit vitalen Pfeilerzähnen. Das Funktionsverlustrisiko der Restauration stieg um 33,1% bzw. 40,0% bei endodontisch vorbehandelten Pfeilerzähnen bzw. bei avitalen Zähnen, welche mit einem Stift versorgt waren.

Zumeist besaß in Studien des Schrifttums der Faktor „Vitalität“ ebenfalls einen Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit prothetischer Versorgung. In den Untersuchungen von *Palmqvist* <sup>[285]</sup>, *van Nieuwenhuysen* <sup>[391]</sup>, *Schmidlin* <sup>[342]</sup>, *Tan* <sup>[384]</sup>, *Holm* <sup>[150]</sup> sowie *Hey* <sup>[145]</sup> konnten längere Überlebenszeiten bei vitalen im Vergleich zu avitalen Pfeilerzähnen mit oder ohne Stiftversorgung sowie den hierauf abgestützten Restaurationen ermittelt werden, welche jedoch nicht statistisch signifikant waren.

*Yoshida* <sup>[439]</sup> stellte ein signifikant höheres Extraktionsrisiko von pulpatoten Pfeilerzähnen und hiermit begleitend eine niedrigere Überlebenszeit des festsitzenden Zahnersatzes fest. Ein signifikant höheres Funktionsverlustrisiko bei festsitzenden Restaurationen auf avitalen Pfeilerzähnen zeigte sich weiterhin in den Arbeiten von *Walton* <sup>[408-410]</sup>, *Hochman* <sup>[147]</sup>, *De Backer* <sup>[21]</sup>, *Burke* <sup>[69]</sup> sowie *Leempoel* <sup>[221]</sup>. *Schmidt* <sup>[343]</sup> ermittelte eine signifikant längere Verweildauer für Brücken, bei denen keiner der Pfeilerzähne mit einem Stift versorgt wurde. Das Verlustrisiko stieg hierbei um das 1,78fache an, wenn bei mindestens einem Pfeiler im Vorfeld ein Stift inseriert wurde <sup>[343]</sup>. Auch in der Studie von *De Backer* <sup>[23,24]</sup> zeigten sich signifikant kürzere Überlebenszeiten festsitzender Versorgungen bei Abstützung auf Pfeilerzähnen mit Stiftaufbauten. Nach 20 Jahren waren noch 77,4% der Brücken mit vitalen Pfeilerzähnen in situ, wohingegen nur noch 56,7% der Brücken mit Stiftpfeilern intakt waren <sup>[23,24]</sup>.

In der Mehrzahl der Studien des Schrifttums, welche die Überlebenszeit von Kombinationsarbeiten in Abhängigkeit von der Vitalität der Pfeilerzähne untersucht haben, zeigte sich ein signifikant höheres Extraktionsrisiko bei avitalen Zähnen mit oder ohne Stiftversorgung <sup>[88,118,157,374,375,417,436,441,447]</sup>. *Gehring* <sup>[118]</sup> ermittelte ein Extraktionsrisiko von 13,0% bei endodontisch behandelten Pfeilern gegenüber 1,3% bei vitalen Zähnen sowie ein Frakturrisiko von 7,4% bzw. 3,5%. Etwas höhere Werte wurden in der Untersuchung von *Dittmann* <sup>[88]</sup> festgestellt, hierbei mussten in einem Beobachtungszeitraum von über sechs Jahren 20,0% der pulpatoten im Gegensatz zu 5,7% der vitalen Pfeilerzähne entfernt werden. *Stober* <sup>[374,375]</sup> gab ein 7,76fach bzw. 2,29fach erhöhtes Extraktionsrisiko avitaler verglichen mit vitalen Zähnen nach drei Jahren bzw. nach sechs Jahren an. *Ishida* <sup>[157]</sup> ermittelte, dass das Risiko eines Pfeilerzahnverlustes um das 1,42fache anstieg, wenn dieser endodontisch vorbehandelt war. In der Studie von *Zierden* <sup>[447]</sup> zeigte sich ein 2,9fach erhöhtes Extraktionsrisiko für avitale gegenüber vitalen Pfeilern. Die 10-Jahres-Überlebensrate unterschied sich hierbei signifikant und lag bei 72,8% für vitale Zähne, bei 44,8% für endodontisch vorbehandelte Zähne sowie bei 63,9% für Stiftpfeiler <sup>[447]</sup>.

In nur wenigen aufgefundenen Untersuchungen besaß der Faktor „Vitalität“ keinen Einfluss auf die Verweildauer des Zahnersatzes <sup>[20,25,346,390,413,440]</sup>.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Risiko für einen Pfeilerzahnverlust bei endodontisch behandelten Pfeilerzähnen unter anderem aufgrund einer größeren Frakturgefahr erhöht ist <sup>[200,384,439]</sup>. Da eine Extraktion vor allem bei festsitzenden Versorgungen zumeist zwangsläufig mit dem Funktionsverlust der Restauration

einhergeht, ist folglich auch mit einer kürzeren Überlebenszeit der prothetischen Versorgung zu rechnen, wenn diese auf avitalen Zähnen verankert ist <sup>[439]</sup>.

#### 7.3.4. Überlebenszeit in Abhängigkeit vom Werkstoff der Versorgung

Beim Vergleich der unterschiedlichen Werkstoffgruppen „unverblendete Metallkronen/-brücken“, „Vollkeramikronen/-brücken“ und „vollverblendete Metallkronen/-brücken“ konnten in dieser Studie keine signifikanten Unterschiede ( $p > 0,05$ ) in der Überlebenszeit des festsitzenden Zahnersatzes auf natürlichen Pfeilerzähnen oder Implantaten festgestellt werden. Zu beachten ist, dass hierbei keine weitere Unterteilung in Edelmetalle oder Nicht-Edelmetalle vorgenommen wurde. Weiterhin wurden alle Dentalkeramiken der Werkstoffgruppe „Vollkeramik“ zugeordnet.

Ähnlich wie in der vorliegenden Studie konnte *Smales* <sup>[367]</sup> in seiner Untersuchung keine signifikanten Unterschiede in der Überlebenszeit zwischen Metallkronen und verblendeten Metallkronen feststellen. Jedoch zeigte sich in der Studie von *Passia* <sup>[290]</sup>, dass die Verweildauer von Goldkronen im Vergleich zu Vollkeramikronen signifikant länger war. Das Verlustrisiko bei vollkeramischen Kronen war hierbei um das 3,13fache erhöht <sup>[290]</sup>. Zu einem ähnlichen, jedoch statistisch nicht signifikanten Ergebnis kam *Encke* <sup>[102]</sup> in ihrer Untersuchung, in der Vollkeramikronen ein 1,79fach erhöhtes Verlustrisiko besaßen. In der Studie von *Burke* <sup>[69]</sup> unterschied sich die Verweildauer der eingesetzten Kronen ebenfalls signifikant in Abhängigkeit vom verwendeten Werkstoff. Die längste Überlebenszeit hatten unverblendete Metallkronen, gefolgt von metallkeramischen Kronen und Vollkeramikronen <sup>[69]</sup>.

In den Studien von *Shi* <sup>[359]</sup>, *Vigolo* <sup>[399]</sup>, *Nicolaisen* <sup>[268]</sup> sowie *Sailer* <sup>[332–334]</sup> konnten beim Vergleich zwischen der Haltbarkeit von metallkeramischen und vollkeramischen Restaurationen auf natürlichen Pfeilerzähnen kein signifikanter Einfluss des Werkstoffes auf die Überlebenszeit ermittelt werden. Diese Ergebnisse stimmen mit der vorliegenden Untersuchung überein. *Vigolo* <sup>[399]</sup> als auch *Nicolaisen* <sup>[268]</sup> gaben jedoch an, dass technische Probleme wie ausgedehnte Keramikfrakturen bei Vollkeramikbrücken tendenziell häufiger auftraten als bei vollverblendeten Metallbrücken. Signifikant höhere technische Komplikationsraten aufgrund von Keramik- oder Gerüstfrakturen bei vollkeramischen Restaurationen auf natürlichen Pfeilerzähnen oder Implantaten zeigten sich in den Studien von *Sailer* <sup>[335–337]</sup> sowie *Agustín-Panadero* <sup>[3]</sup>. *Sailer* <sup>[336]</sup> ermittelte in einem Review, dass metallkeramische Brücken im Vergleich zu vollkeramischen eine

signifikant höhere 5-Jahres-Überlebensrate besaßen. In einem weiteren Review verglich *Sailer*<sup>[335]</sup> die Verweildauer von Kronen in Abhängigkeit vom Werkstoff. Hierbei lag die 5-Jahres-Überlebensrate für metallkeramische Kronen bei 94,7% und für Vollkeramikkkronen zwischen 90,7 – 96,6%<sup>[335]</sup>. Zirkonkronen besaßen im Vergleich zu den anderen untersuchten Dentalkeramiken signifikant die geringste Haltbarkeit<sup>[335]</sup>.

*Pjetursson* und *Jung*<sup>[174,295]</sup> stellten in einem Review die 5-Jahres-Überlebensrate von vollkeramischen sowie metallkeramischen Kronen auf Implantaten gegenüber. Die metallkeramischen Kronen zeigten mit 95,4% eine signifikant höhere Überlebensrate nach 5 Jahren im Vergleich zu Vollkeramikkkronen mit 91,2%<sup>[174,295]</sup>.

In der vorliegenden Studie zeigten prothetische Versorgungen aus „Kunststoff“ im Sinne von Einstückgussprothesen oder Kombinationsersatz auf natürlichen Pfeilerzähnen oder Implantaten im Vergleich zu festsitzenden Restaurationen eine signifikant kürzere Haltbarkeit ( $p < 0,05$ ). Vergleichbare Studien sind im derzeitigen Schrifttum nicht vorhanden.

#### 7.3.5. Überlebenszeit in Abhängigkeit von der Gegenkieferbezahnung

Die Überlebenszeit prothetischer Versorgungen war in der vorliegenden Untersuchung bei einem natürlichen, festsitzenden oder implantatgetragenen Gegenbiss signifikant länger als bei herausnehmbaren Prothesen oder Kombinationsersatz im Gegenkiefer ( $p < 0,05$ ).

In nur wenigen Studien des Schrifttums wurde der Einfluss der Gegenkieferbezahnung auf die Verweildauer des Zahnersatzes untersucht. Bei der Mehrzahl an Arbeiten hatte die Art der Gegenbezahnung keinen Einfluss auf die Überlebenszeit der eingesetzten Restaurationen<sup>[16,36,87,149,253,291,318,441]</sup>.

*Studer*<sup>[376]</sup> ermittelte, dass das Funktionsverlustrisiko von Einstückgussprothesen bei natürlichem oder festsitzendem Gegenkiefer signifikant höher ist. Der Grund könnte darin liegen, dass die einwirkenden Kaukräfte bei natürlichen Pfeilerzähnen höher als bei Total- oder Teilprothesen sind<sup>[376]</sup>. In der Untersuchung von *Weimann*<sup>[419]</sup> besaßen Einstückgussprothesen die längste Haltbarkeit bei gleicher Zahnersatzart im Gegenkiefer. Diese Tendenz zeigte sich auch in der Studie von *Rehmann*<sup>[317]</sup>. Er ermittelte höhere Überlebenszeiten von Einstückgussprothesen bei herausnehmbarem Zahnersatz im Gegenkiefer im Vergleich zur natürlichen oder festsitzenden Gegenbezahnung. Die Unterschiede waren jedoch in beiden Studien nicht signifikant<sup>[317,419]</sup>. Hingegen wirkte

sich in der Studie von *Mock* <sup>[254]</sup> parodontal-gingival gestützter Zahnersatz negativ auf die Überlebenszeit von Kombinationsarbeiten aus.

Aufgrund der geringen Anzahl an vergleichbaren Untersuchungen lässt sich allenfalls die Tendenz erkennen, dass der Faktor „Gegenkieferbezahnung“ in der Literatur keinen signifikanten Einfluss auf die Verweildauer prothetischer Versorgungen nimmt. Dies würde im Gegensatz zu den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung stehen, da hier signifikant längere Überlebenszeiten bei natürlichem, festsitzendem oder implantatgetragenen Gegenbiss im Vergleich zu herausnehmbarem Zahnersatz im Gegenkiefer ermittelt wurden.

### 7.3.6. Überlebenszeit in Abhängigkeit von der Lokalisation des Zahnersatzes

Es zeigte sich in der zugrundeliegenden Arbeit kein signifikanter Einfluss ( $p > 0,05$ ) der Kieferlokalisation auf die Überlebenswahrscheinlichkeit von prothetischen Versorgungen. Die mittlere Überlebenszeit lag im Oberkiefer bei  $10,59 \pm 0,13$  und im Unterkiefer bei  $10,63 \pm 0,15$  Jahren.

In einem Großteil der aufgefundenen Studien über festsitzenden oder herausnehmbaren Zahnersatz auf natürlichen Pfeilerzähnen hatte die Kieferlokalisation ebenfalls keinen signifikanten Einfluss auf die Verweildauer der eingesetzten Arbeiten <sup>[20–25,36,50,87,130,140,149,184,191,268,280,285,354,363,374,375,419,435,447,451]</sup>.

Lediglich die Untersuchungen von *Burke* <sup>[69]</sup> sowie *Schmidt* <sup>[343]</sup> ermittelten eine signifikant höhere Überlebenszeit bei festsitzenden Restaurationen im Unterkiefer. Auch *Kerschbaum* <sup>[192]</sup> kam zu dem Ergebnis, dass die Verlustrate von Brücken im Oberkiefer im Vergleich zu denen im Unterkiefer bis zu einem Drittel höher lag. Im Gegensatz hierzu wurde in der Arbeit von *Etemadi* <sup>[107]</sup> eine niedrigere Verweildauer von Einzelzahnkronen im Unterkiefer festgestellt.

Einzig in zwei aufgefundenen Studien unterschieden sich die Überlebenswahrscheinlichkeiten von Modellgussprothesen signifikant in Abhängigkeit davon, ob diese im Ober- oder aber im Unterkiefer eingesetzt wurden. In der Untersuchung von *Vanzeveren* <sup>[393,394]</sup> lag die Verweildauer von Oberkieferprothesen deutlich über der von Unterkieferprothesen. Begründet wurde dies durch geringere Auflageflächen bei Unterkiefermodellgussprothesen einerseits sowie der elastischen Deformation des Unterkieferknochens unter Funktion andererseits. Ein gegenteiliges

Ergebnis zeigte sich in der Arbeit von *Rehmann* <sup>[317]</sup>. Hier lag die mittlere Überlebenszeit der Modellgussprothesen im Oberkiefer bei 5,97 und im Unterkiefer bei 8,55 Jahren.

Die Verweildauer von Kombinationsersatz war in den Studien von *Blaschke* <sup>[49]</sup> sowie *Mock* <sup>[254]</sup> im Oberkiefer signifikant höher. Hingegen wurden in den Publikationen von *Schwarz* <sup>[353]</sup> sowie *Brandt* <sup>[58]</sup> höhere Überlebenszeiten für Unterkieferprothesen ermittelt, wobei hierbei Kombinationsersatz auf natürlichen Pfeilerzähnen und Implantaten untersucht wurde. Die inserierten Implantate könnten hierbei Einfluss auf die Überlebenszeit der prothetischen Versorgung genommen haben.

Der Einfluss des Parameters „Kieferlokalisierung“ bei implantatgetragenen Zahnersatz konnte in Studien des Schrifttums nicht eindeutig geklärt werden. In einer Reihe an Untersuchungen ergab sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied in der Überlebenszeit der prothetischen Versorgung hinsichtlich der Lokalisation des Zahnersatzes [16,100,117,127,130,142,216,218,224,239,240,261,262,272,312,324,392,425,437]. Im Gegensatz dazu wurden in einigen Publikationen kürzere Überlebenszeiten der Implantate und/oder der Restaurationen im Oberkiefer im Vergleich zum Unterkiefer ermittelt [12,58,76,154,163,184,311,318,331,353,366]. Eine bessere Knochenqualität sowie -quantität im Unterkiefer zum Zeitpunkt der Implantatinserterion könnte hierfür die Ursache sein [12,163,366]. Aber auch ästhetische Gründe, welche vor allem im Oberkiefer eine Rolle spielen, könnten Einfluss auf die Überlebenszeit des Zahnersatzes genommen haben <sup>[318]</sup>. Des Weiteren wurden ein paar wenige Studien gefunden, in denen die Verweildauer von implantatgetragenen Zahnersatz im Oberkiefer länger war als im Unterkiefer, jedoch waren hierbei die Unterschiede nicht signifikant <sup>[113,260–262]</sup>.

Abschließend lässt sich sagen, dass in einer Mehrzahl der Studien die Kieferlokalisierung auf die Überlebenszeit des Zahnersatzes entweder keinen Einfluss genommen hat oder aber nur marginale Unterschiede festgestellt wurden. Diese Ergebnisse stimmen mit der vorliegenden Untersuchung überein, da auch hier die Verweildauer durch den Parameter „Kieferlokalisierung“ nicht signifikant beeinflusst wurde.

### 7.3.7. Überlebenszeit in Abhängigkeit von der Recallteilnahme

In der vorliegenden Arbeit wurde kein signifikanter Unterschied ( $p > 0,05$ ) in der Überlebenszeit der eingesetzten Restaurationen in Abhängigkeit von der Teilnahme am Recall festgestellt. Jedoch war die Überlebenswahrscheinlichkeit des Zahnersatzes bei einer regelmäßigen Recallteilnahme geringfügig höher als bei unregelmäßigen

zahnärztlichen Kontrollen ( $p = 0,55$ , Log-Rank-Test).

Diese Tendenz zeigte sich auch in den Studien von *Schmidt* <sup>[343]</sup>, *Rehmann* <sup>[317]</sup> sowie *Zierden* <sup>[447]</sup>. *Hawthorne* <sup>[135]</sup> sowie *Rehmann* <sup>[318]</sup> konnten keinen Einfluss der Recallteilnahme auf die Verweildauer der prothetischen Versorgung feststellen. Signifikant höhere Überlebenszeiten bei regelmäßigen zahnärztlichen Nachuntersuchungen lagen in den Arbeiten von *Tada* <sup>[382]</sup> sowie *Wöstmann* und *Weber* <sup>[417,436]</sup> vor. *Tada* <sup>[382]</sup> untersuchte die Überlebenswahrscheinlichkeit von Modellgussprothesen nach sieben Jahren. Wurden alle drei bis sechs Monate Kontrollen durchgeführt, so waren am Ende der Beobachtungszeit noch 83,7% der Prothesen intakt. Fand hingegen nur einmal im Jahr eine bzw. überhaupt keine regelmäßige Nachuntersuchung statt, lag die Überlebenswahrscheinlichkeit nach sieben Jahren bei 75,5% bzw. bei 71,9%. In der Studie von *Wöstmann* und *Weber* <sup>[417,436]</sup> wurde die 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit der eingesetzten Kombinationsarbeiten bei negativer Teilnahme am Recall bereits nach etwa zwei Jahren unterschritten, bei positiver Teilnahme hingegen erst nach sieben Jahren. Lediglich die Studie von *Wöstmann* <sup>[435]</sup> zeigte einen gegenteiligen Einfluss der Recallteilnahme auf die Verweildauer des Zahnersatzes. Er ermittelte, dass Modellgussprothesen, welche regelmäßig nachuntersucht wurden, eine um circa 10-15% geringere Überlebenszeit besaßen als unüberwachte Prothesen aus vergleichbaren Studien. Begründet wurde dies damit, dass unregelmäßig kontrollierte Prothesen gegebenenfalls schon über einen längeren Zeitraum erneuerungsbedürftig gewesen wären, dies jedoch durch die selteneren Nachuntersuchungen erst zu einem späteren Zeitpunkt festgestellt wurde.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die regelmäßige Nachsorge von prothetischen Versorgung, sowohl in niedergelassenen Zahnarztpraxen als auch in universitären Zahnkliniken, einen hohen Stellenwert einnehmen sollte, da hierdurch frühzeitig Komplikationen wie Karies, Vitalitätsverlust, Parodontitis aber auch technische Probleme, welche den Erhalt der Versorgung gefährden, erkannt und beseitigt werden können <sup>[119,370,382]</sup> und somit die Überlebenszeit des Zahnersatzes verlängert werden kann.

### 7.3.8. Überlebenszeit in Abhängigkeit vom Alter

Die Variable „Alter bei Eingliederung“ besaß in der vorliegenden Studie einen signifikanten Einfluss ( $p = 0,000$ ) auf die Überlebenszeit prothetischer Versorgung. Das Funktionsverlustrisiko stieg um 0,9% an, wenn das Patientenalter bei Eingliederung um

ein Jahr erhöht wurde (Hazard Ratio: 1,009).

Bei der Mehrzahl vergleichbarer Publikationen war die Verweildauer der eingesetzten Restaurationen unabhängig vom Patientenalter ( $p > 0,05$ ) [16,88,112,130,135,184,221,236,240,265,312,346,354,374,375,429,439,441].

Jedoch konnten auch einige Untersuchungen aufgefunden werden, welche einen signifikanten Einfluss des Alters auf die Überlebenszeit des Zahnersatzes beschrieben. *Van Nieuwenhuysen* [391] ermittelte, dass die Überlebenszeit von Kronen sowie Amalgam- und Kompositfüllungen bei Erhöhung des Alters um ein Jahr um den Faktor 1,02 sank. In den Studien von *De Backer* [22–25] nahm die Verweildauer von festsitzendem Zahnersatz bei Patienten über 60 Jahren signifikant ab. Bei *Janus* [159] waren nach einem Beobachtungszeitraum von 10 Jahren bei Patienten unter 35 Jahren noch 89,0% der Kronen intakt, bei Patienten über 55 Jahren waren hingegen nur noch 68,0% der Kronen in situ. In der Studie von *Burke* [69] besaßen Patienten mit einem Alter zwischen 30 und 49 Jahren signifikant das geringste Verlustrisiko, wohingegen sowohl bei jüngeren als auch bei älteren Patienten die Überlebenszeiten der eingesetzten Kronen kürzer waren. *Studer* [376] untersuchte die Verweildauer von Modellgussprothesen und kam zu dem Ergebnis, dass das Verlustrisiko signifikant um 4,5% anstieg, wenn sich das Patientenalter um ein Jahr erhöhte.

Weiterhin zeigte sich in einigen Studien, dass auch die Überlebenszeit von Kombinationsarbeiten und deren Pfeilerzähnen abhängig vom Patientenalter war.

*Mock* [254] stellte eine Abnahme der Prothesenverweildauer mit zunehmendem Alter fest, welche jedoch nicht statistisch signifikant war. In den Untersuchungen von *Yoshino* [440] sowie *Ishida* [157] erhöhte sich das Risiko für Pfeilerzahnextraktionen bei Kombinationsarbeiten ab einem Alter von über 65 Jahren signifikant (Hazard Ratio: 1,51 bzw. 1,25). *Zierden* [447] ermittelte, dass pro Jahr Altersanstieg des Patienten das Extraktionsrisiko um 3,0% anstieg.

Es lässt sich festhalten, dass das Patientenalter bei Eingliederung einen Einfluss auf die Überlebenszeit prothetischer Versorgungen haben könnte. Zum einen könnte dies dadurch begründet sein, dass mit zunehmendem Alter die motorischen Fähigkeiten abnehmen und die häusliche Mundhygiene hierdurch nicht mehr vollumfänglich durchgeführt werden kann, wodurch auch die Haltbarkeit des Zahnersatzes negativ beeinflusst werden könnte. Des Weiteren treten Wurzelfrakturen sowie Erkrankungen des Zahnhalteapparates im Alter häufiger auf. Diese können zum Pfeilerzahnverlust und dadurch gegebenenfalls zum Funktionsverlust der Restauration führen [173,192,440].

## 8. Schlussfolgerung

In der zugrundeliegenden Untersuchung aus einer zahnärztlichen Gemeinschaftspraxis zeigte sich, dass der implantatgetragene Zahnersatz die längste mittlere Überlebenszeit besaß, gefolgt vom konventionellen festsitzenden Zahnersatz in Form von Kronen und Brücken. Ein geringeres mittleres Überleben wurde für den Kombinationsersatz ermittelt und die kürzeste Überlebenszeit besaßen die Modellgussprothesen.

Neben der Art der prothetischen Versorgung sind für den klinischen Langzeiterfolg auch modellierende Faktoren verantwortlich. Die vorliegende Untersuchung bestätigte, dass die Faktoren „Zahnersatzart“, „Geschlecht“, „Patientenalter bei Eingliederung“, „Vitalität der Pfeilerzähne“ sowie „Art der Gegenkieferbezahnung“ einen signifikanten Einfluss auf die Verweildauer von prothetischen Versorgungen haben ( $p < 0,05$ ). Hingegen beeinflussten die Faktoren „Kieferlokalisation des Zahnersatzes“ sowie „Teilnahme am Recall“ die Überlebenszeiten der Restaurationen nicht signifikant.

Die gewonnenen Erkenntnisse können nun zum einen bei der Planung des Zahnersatzes, insbesondere bei der Abwägung verschiedener Therapieformen, als auch zur Qualitätssicherung herangezogen werden [24,25,40,190,229,242,252,297,316].

Obwohl die Ergebnisse aus universitären Studien, wie sie größtenteils in der Literatur vorhanden waren, weitgehend mit denen aus der Praxis vergleichbar sind [25,40,316,377,389], sollte auf die Einbeziehung der praktisch tätigen Zahnärzte nicht verzichtet werden [30].

Die vorliegende Studie hat hierzu einen Beitrag geleistet. Um jedoch aussagekräftigere Ergebnisse hinsichtlich der Überlebenszeiten von prothetischen Versorgungen in niedergelassenen Praxen zu liefern, wären multizentrische Studienverfahren sinnvoll. Hierbei werden die Behandlungen als auch die anschließenden Nachuntersuchungen parallel in mehreren Prüfzentren und durch unterschiedliche Behandler durchgeführt, wodurch ein größeres Patientenkollektiv einbezogen werden kann. Weiterhin kann hierdurch der Einfluss von lokalen Faktoren reduziert werden. Multizentrische Studien verlangen jedoch einen höheren Aufwand bei der Planung, Durchführung und Auswertung der gewonnenen Daten [84,89].

Des Weiteren waren in der Literatur nur wenige Studien mit Beobachtungszeiträumen über zehn Jahre vorhanden und wenn, so wurde in diesen zumeist die Überlebenszeit von festsitzendem Zahnersatz untersucht. Um zu entscheiden, welche definitive prothetische Versorgung über längere Zeitspannen die höchste Überlebenswahrscheinlichkeit besitzt, müssten Studien mit entsprechenden Untersuchungszeiträumen folgen.

## 9. Zusammenfassung

In der vorliegenden retrospektiven Longitudinalstudie wurden prothetische Versorgungen, welche in einer niedergelassenen Zahnarztpraxis eingesetzt wurden, hinsichtlich ihrer Überlebenszeiten sowie ihrer Komplikationen während der Funktionsperiode untersucht. Hierbei wurden mit Ausnahme der Totalprothesen alle definitiv eingesetzten Zahnersatzarten berücksichtigt. Des Weiteren wurde der Einfluss von verschiedenen modellierenden Faktoren auf die Verweildauer der Restaurationen evaluiert.

Während des Beobachtungszeitraums von 13,4 Jahren wurden bei 1416 Patienten insgesamt 3760 prothetische Versorgungen eingesetzt, davon waren 2848 festsitzende Arbeiten in Form von Kronen und Brücken, 174 Modellgussprothesen, 279 Kombinationsarbeiten sowie 459 implantatgetragene Restaurationen.

Bei der statistischen Auswertung fand zur Überlebenszeitanalyse das Kaplan-Meier-Verfahren Anwendung. Ob verschiedene Faktoren die Verweildauer des Zahnersatzes signifikant beeinflussten, wurde mittels Log-Rank-Test, Breslow-Test, Tarone-Ware-Test und der Cox-Regression ermittelt. Die Hazard-Analyse wurde zur Bestimmung von Verlustrisiken verwendet. Die statistische Signifikanz wurde mit  $p \leq 0,05$  festgelegt.

Innerhalb des Untersuchungszeitraums mussten insgesamt 524 Versorgungen (13,94%) erneuert werden. 354 festsitzende Restaurationen (12,43%), 64 Modellgussprothesen (36,78%), 79 Kombinationsarbeiten (28,32%) und 27 implantatgetragene Versorgungen (5,88%) verloren ihre Funktion.

Die kumulative 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensrate lag für alle Zahnersatzarten zusammen bei 86,4% bzw. bei 69,4%. Die modellierenden Faktoren „Zahnersatzart“, „Geschlecht“, „Vitalität“, „Werkstoff“, „Gegenkieferbezahnung“ sowie „Alter bei Eingliederung“ besaßen einen signifikanten Einfluss ( $p < 0,05$ ) auf die Dauer bis zur Neuanfertigung.

Implantatgetragene Suprakonstruktionen zeigten signifikant die längste Haltbarkeit (5-Jahres-Überlebensrate: 94,0%). Das Funktionsverlustrisiko war hierbei im Vergleich zu den anderen Zahnersatzarten um 62,6% geringer. Mit einer kumulativen 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensrate von 87,2% bzw. 72,3% besaß der festsitzende Zahnersatz die zweithöchste Überlebenswahrscheinlichkeit, gefolgt vom Kombinationsersatz. Hier waren nach fünf bzw. zehn Jahren noch 79,0% bzw. 39,3% der Prothesen in situ. Für Modellgussprothesen war die kumulative 5- bzw. 10-Jahres-Überlebensrate mit 60,0% bzw. 29,7% signifikant am niedrigsten.

Zahnersatz, welcher bei Frauen eingesetzt wurde, besaß eine signifikant längere Haltbarkeit als prothetische Versorgungen bei Männern.

Auf vitalen Pfeilerzähnen abgestützte Restaurationen wiesen im Vergleich zu Zahnersatz auf endodontisch behandelten Zähnen signifikant längere Überlebenszeiten auf. Das Funktionsverlustrisiko der eingesetzten Versorgung stieg um 33,1% bzw. 40,0%, wenn diese auf endodontisch behandelten oder mit Stiftaufbauten versorgten Pfeilerzähnen gestützt war.

Prothetische Versorgungen aus „Kunststoff“ besaßen signifikant die kürzeste Haltbarkeit. Diese Gruppe beinhaltete sowohl die Modellgussprothesen als auch die Kombinationsarbeiten. Hingegen konnte für den Faktor „Werkstoff“ bei festsitzenden Restaurationen (unverblendete Metallkronen/-brücken, Vollkeramikronen/-brücken, vollverblendete Metallkronen/-brücken) keine statistische Signifikanz ermittelt werden. Die Überlebenswahrscheinlichkeit des eingesetzten Zahnersatzes war bei einem natürlichen, festsitzenden oder implantatgetragenen Gegenbiss im Vergleich zu herausnehmbarem Zahnersatz oder Kombinationsersatz im Gegenkiefer signifikant höher. Zudem beeinflusste die regelmäßige Recall-Teilnahme die Haltbarkeit der prothetischen Versorgung positiv, jedoch war der ermittelte Unterschied nicht signifikant.

Ferner konnte auch für den Faktor „Patientenalter“ ein signifikanter Einfluss auf die Überlebenszeit des Zahnersatzes ermittelt werden. Das Funktionsverlustrisiko stieg um 0,9% an, wenn das Patientenalter bei Eingliederung um ein Jahr erhöht wurde.

Nach definitiver Eingliederung des Zahnersatzes traten bei 817 Restaurationen (21,73%) biologische oder technische Komplikationen auf. Bei 6,49% der Versorgungen musste an mindestens einem Pfeilerzahn eine endodontische Behandlung oder eine Stiftinsertion durchgeführt werden. Eine Parodontalbehandlung der Zähne erfolgte bei rund einem Zehntel der Restaurationen. Bei 3,83% der eingesetzten Arbeiten wurde ohne Funktionsverlust des Zahnersatzes mindestens ein Pfeilerzahn bzw. Implantat extrahiert bzw. explantiert. Wiederherstellungsmaßnahmen aufgrund von technischen Komplikationen, wie Verblendungs-, Klammer-, Gerüst- oder Kunststofffrakturen, waren bei 5,93% der Restaurationen notwendig.

Größtenteils decken sich die Ergebnisse aus der vorliegenden Studie mit denen aus universitären Einrichtungen und stellen somit ein Beweis für die vergleichbar hohe Qualität in Praxis und Universität dar.

## 9.1. Summary

The aim of this retrospective longitudinal study was to evaluate the long-term survival of prosthetic restorations placed in a dental practice, the influencing factors on survival as well as the complications that occurred during the functional period. With the exception of complete dentures, all types of permanent prostheses were considered.

During the observation period of 13,4 years, a total of 3760 restorations were placed in 1416 patients. 2848 of the restorations were crowns or dental bridge constructions, 174 clasped-retained metal framework removable partial dentures (RPDs), 279 telescopic-crown-retained removable dental prostheses (TCR-RDPs) and 459 implant-supported restorations.

In the statistical evaluation, the Kaplan-Meier method was used for survival time analysis combined with log-rank test, Breslow test, Tarone-Ware test and a Cox regression. Statistical significance was set with  $p \leq 0,05$ .

A total of 524 restorations (13,94%) had to be renewed within the study period. 354 crowns or dental bridge constructions (12,43%), 64 RPDs (36,78%), 79 TCR-RDPs (28,32%) and 27 implant-supported restorations (5,88%) ceased functioning.

The cumulative 5-year and 10-year survival rates for all denture types were 86,4% and 69,4% respectively. The parameters "denture type", "gender", "vitality", "material", "opposing dentition" and "patient age" had a significant influence ( $p < 0.05$ ) on the time until the loss of function.

Implant-based supraconstructions significantly showed the longest durability (5-year survival rate: 94,0%). The risk of functional loss was 62,6% lower compared to the other types of prostheses. With a cumulative 5-year and 10-year survival rate of 87,2% and 72,3% respectively, crowns and dental bridge constructions had the second highest survival probability, followed by TCR-RDPs. Here, 79,0%/ 39,3% of the dentures were still in situ after five/ ten years. For RPDs the cumulative 5-year and 10-year survival rates were significantly the lowest at 60,0% and 29,7% respectively.

Dentures placed in women had a significantly longer durability than prosthetic restorations in men.

Restorations supported on vital abutment teeth had significantly longer survival times compared to dentures on endodontically treated teeth. The risk of functional loss of the restoration increased by 33,1% and 40,0% respectively when supported on endodontically treated or post-retained abutment teeth.

Dental prosthesis made of "acrylic" significantly had the shortest longevity. This group included RPDs and TCR-RDPs. In contrast, no statistical significance could be determined for the parameter "material" for fixed prosthodontics (metal crowns/bridges, all-ceramic crowns/bridges, metal-ceramic crowns/bridges).

The survival probability of the inserted denture was significantly higher with a natural, fixed or implant-supported dentition in the opposing jaw compared to removable dentures or overdentures in the counter jaw.

In addition, a regular recall participation had a positive influence on the durability of the prosthetic restoration, but the difference was not significant.

Furthermore, a significant influence on the survival time of the prosthesis could also be determined for the parameter "patient age". The risk of functional loss increased by 0,9% when the patient age at insertion was increased by one year.

After definitive placement of the prosthesis, biological or technical complications occurred in 817 restorations (21,73%). In 6,49% of the dentures, endodontic treatment or post insertion had to be performed on at least one abutment tooth. Periodontal treatment of the teeth was performed in about one tenth of the restorations. In 3,83% of the dental prosthesis at least one abutment tooth or implant was extracted or explanted without loss of function of the restoration. Restoration measures due to technical complications were necessary in 5,93% of the dentures.

For the most part, the results from the present study coincide with those from university and thus provide evidence of the comparably high quality in practice and university.

## 10. Literaturverzeichnis

1. Abou Tara M, Eschbach S, Bohlsen F, Kern M: Clinical outcome of metal-ceramic crowns fabricated with laser-sintering technology. *Int J Prosthodont* 2011; 24: 46-48
2. Aglietta M, Siciliano VI, Zwahlen M et al.: A systematic review of the survival and complication rates of implant supported fixed dental prostheses with cantilever extensions after an observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2009; 20: 441-451
3. Agustín-Panadero R, Soriano-Valero S, Labaig-Rueda C, Fernández-Estevan L, Solá-Ruiz MF: Implant-supported metal-ceramic and resin-modified ceramic crowns: A 5-year prospective clinical study. *J Prosthet Dent* 2020; 124: 46-52
4. Ali K, Kay EJ: What are the long-term survival and complication rates of complete-arch fixed implant rehabilitation in edentulous patients? *Evid Based Dent* 2019; 20: 97-98
5. Anadioti E, Gates WD, Elpers J, Kok IJ de, Cooper LF: Retrospective cohort analysis of maxillary overdentures retained by unsplinted implants. *J Prosthet Dent* 2019; 122: 301-308
6. Andersen E, Haanaes HR, Knutsen BM: Immediate loading of single-tooth ITI implants in the anterior maxilla: a prospective 5-year pilot study. *Clin Oral Implants Res* 2002; 13: 281-287
7. Andersson B: Implants for single-tooth replacement. A clinical and experimental study on the Brånemark CeraOne System. *Swed Dent J Suppl* 1995; 108: 1-41
8. Andersson B, Glauser R, Maglione M, Taylor A: Ceramic implant abutments for short-span FPDs: a prospective 5-year multicenter study. *Int J Prosthodont* 2003; 16: 640-646
9. Andersson B, Odman P, Lindvall AM, Brånemark PI: Cemented single crowns on osseointegrated implants after 5 years: results from a prospective study on CeraOne. *Int J Prosthodont* 1998; 11: 212-218
10. Andersson B, Odman P, Lindvall AM, Brånemark PI: Five-year prospective study of prosthodontic and surgical single-tooth implant treatment in general practices and at a specialist clinic. *Int J Prosthodont* 1998; 11: 351-355
11. Andersson B, Odman P, Lindvall AM, Lithner B: Single-tooth restorations supported by osseointegrated implants: results and experiences from a prospective study after 2 to 3 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995; 10: 702-711
12. Andreiotelli M, Att W, Strub JR: Prosthodontic complications with implant overdentures: a systematic literature review. *Int J Prosthodont* 2010; 23: 195-203
13. Anitua E, Piñas L, Orive G: Retrospective study of short and extra-short implants placed in posterior regions: influence of crown-to-implant ratio on marginal bone loss. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015; 17: 102-110
14. Aquilino SA, Shugars DA, Bader JD, White BA: Ten-year survival rates of teeth adjacent to treated and untreated posterior bounded edentulous spaces. *J Prosthet Dent* 2001; 85: 455-460
15. Arvidson K, Bystedt H, Frykholm A, Konow L, Lothigius E: Five-year prospective follow-up report of the Astra Tech Dental Implant System in the treatment of

- edentulous mandibles. *Clin Oral Implants Res* 1998; 9: 225-234
16. Attard NJ, Zarb GA: Implant prosthodontic management of partially edentulous patients missing posterior teeth: the Toronto experience. *J Prosthet Dent* 2003; 89: 352-359
  17. Attard NJ, Zarb GA: Long-term treatment outcomes in edentulous patients with implant overdentures: the Toronto study. *Int J Prosthodont* 2004; 17: 425-433
  18. Attard NJ, Zarb GA: Long-term treatment outcomes in edentulous patients with implant-fixed prostheses: the Toronto study. *Int J Prosthodont* 2004; 17: 417-424
  19. Avivi-Arber L, Zarb GA: Clinical effectiveness of implant-supported single-tooth replacement: the Toronto Study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996; 11: 311-321
  20. 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
  21. Backer H, van Maele G, Moor N, van den Berghe L: Single-tooth replacement: is a 3-unit fixed partial denture still an option? A 20-year retrospective study. *Int J Prosthodont* 2006; 19: 567-573
  22. Backer H, van Maele G, Moor N, van den Berghe L: Survival of complete crowns and periodontal health: 18-year retrospective study. *Int J Prosthodont* 2007; 20: 151-158
  23. Backer H, van Maele G, Moor N, van den Berghe L: The influence of gender and age on fixed prosthetic restoration longevity: an up to 18- to 20-year follow-up in an undergraduate clinic. *Int J Prosthodont* 2007; 20: 579-586
  24. Backer H, van Maele G, Moor N, van den Berghe L, Boever J: A 20-year retrospective survival study of fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 2006; 19: 143-153
  25. Backer H, van Maele G, Moor N, van den Berghe L, Boever J: An 18-year retrospective survival study of full crowns with or without posts. *Int J Prosthodont* 2006; 19: 136-142
  26. Bader JD, Shugars DA: Summary review of the survival of single crowns. *Gen Dent* 2009; 57: 74-81
  27. Bakker MH, Vissink A, Meijer HJA, Raghoobar GM, Visser A: Mandibular implant-supported overdentures in (frail) elderly: A prospective study with 20-year follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res* 2019; 21: 586-592
  28. Balaguer J, Ata-Ali J, Peñarrocha-Oltra D, García B, Peñarrocha-Diago M: Long-term survival rates of implants supporting overdentures. *J Oral Implantol* 2015; 41: 173-177
  29. Balshi TJ, Hernandez RE, Pryszlak MC, Rangert B: A comparative study of one implant versus two replacing a single molar. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996; 11: 372-378
  30. Bäsler F, Fuchs C, Scriba PC: Förderung der Versorgungsforschung durch die Bundesärztekammer. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 2006; 49: 130-136

31. Becker W, Becker BE: Replacement of maxillary and mandibular molars with single endosseous implant restorations: A retrospective study. *J Prosthet Dent* 1995; 74: 51-55
32. Behr M, Hofmann E, Rosentritt M, Lang R, Handel G: Technical failure rates of double crown-retained removable partial dentures. *Clin Oral Investig* 2000; 4: 87-90
33. Behr M, Kolbeck C, Lang R, Hahnel S, Dirschl L, Handel G: Clinical performance of cements as luting agents for telescopic double crown-retained removable partial and complete overdentures. *Int J Prosthodont* 2009; 22: 479-487
34. Behr M, Lang R, Leibrock A, Rosentritt M, Handel G: Complication rate with prosthodontic reconstructions on ITI and IMZ dental implants. *Internationales Team für Implantologie. Clin Oral Implants Res* 1998; 9: 51-58
35. Behr M, Rosentritt M, Kolbeck C: Schäden an der Verblendung bei Metallkeramik und Zirkoniumdioxid - eine Analyse klinischer Daten. *Dtsch Zahnärztl Z* 2013; 68: 353-357
36. Behr M, Winklhofer C, Schreier M et al.: Risk of chipping or facings failure of metal ceramic fixed partial prostheses - a retrospective data record analysis. *Clin Oral Investig* 2012; 16: 401-405
37. Behr M, Zeman F, Baitinger T et al.: The clinical performance of porcelain-fused-to-metal precious alloy single crowns: chipping, recurrent caries, periodontitis, and loss of retention. *Int J Prosthodont* 2014; 27: 153-160
38. Behr M, Zeman F, Passauer T et al.: Clinical performance of cast clasp-retained removable partial dentures: a retrospective study. *Int J Prosthodont* 2012; 25: 138-144
39. Bender R, Lange S: Was ist der p-Wert? *Dtsch Med Wochenschr* 2007; 132: e15-e16
40. Bentley C, Drake CW: Longevity of restorations in a dental school clinic. *J Dent Educ* 1986; 50: 594-600
41. Bergman B, Ericson A, Molin M: Long-term clinical results after treatment with conical crown-retained dentures. *Int J Prosthodont* 1996; 9: 533-538
42. Bergman B, Hugoson A, Olsson CO: Caries, periodontal and prosthetic findings in patients with removable partial dentures: A ten-year longitudinal study. *J Prosthet Dent* 1982; 48: 506-514
43. Bergman B, Hugoson A, Olsson CO: A 25 year longitudinal study of patients treated with removable partial dentures. *J Oral Rehabil* 1995; 22: 595-599
44. Bernard JP, Schatz JP, Christou P, Belser U, Kiliaridis S: Long-term vertical changes of the anterior maxillary teeth adjacent to single implants in young and mature adults. A retrospective study. *J Clin Periodontol* 2004; 31: 1024-1028
45. Bianchi AE, Sanfilippo F: Single-tooth replacement by immediate implant and connective tissue graft: a 1-9-year clinical evaluation. *Clin Oral Implants Res* 2004; 15: 269-277
46. Bianco G, Di Raimondo R, Luongo G et al.: Osseointegrated implant for single-tooth replacement: a retrospective multicenter study on routine use in private practice. *Clin Implant Dent Relat Res* 2000; 2: 152-158

47. Biffar R: Die gegossene Teilprothese. Zahnmedizin up2date 2007; 2: 125-144
48. Biffar R, Körber E: Die prothetische Versorgung des Lückengebisses. Deutscher Zahnärzte Verlag, Köln 1999
49. Blaschke C: Langfristige Bewährung von Teleskopprothesen: eine subsequent EDV-gestützte retrospektive Longitudinalstudie. Med Diss, Gießen 2000
50. Boemicke W, Kappel S, Stober T, Rammelsberg P: Clinical comparison of metal ceramic resin-bonded fixed dental prostheses with a conventional and a mixed retainer design. J Prosthet Dent 2014; 112: 472-480
51. Bonde MJ, Stokholm R, Isidor F, Schou S: Outcome of implant-supported single-tooth replacements performed by dental students. A 10-year clinical and radiographic retrospective study. Eur J Oral Implantol 2010; 3: 37-46
52. Böning K, Ullmann U, Wolf A, Lazarek K, Walter M: Dreijährige klinische Bewährung konventionell zementierter Einzelkronen aus Lithiumdisilikat-Keramik. Dtsch Zahnärztl Z 2006; 61: 604-611
53. Bortolini S, Natali A, Franchi M, Coggiola A, Consolo U: Implant-retained removable partial dentures: an 8-year retrospective study. J Prosthodont 2011; 20: 168-172
54. Boven GC, Slot JWA, Raghoobar GM, Vissink A, Meijer HJA: Maxillary implant-supported overdentures opposed by (partial) natural dentitions: a 5-year prospective case series study. J Oral Rehabil 2017; 44: 988-995
55. Brägger U, Aeschlimann S, Bürgin W, Hämmerle CH, Lang NP: Biological and technical complications and failures with fixed partial dentures (FPD) on implants and teeth after four to five years of function. Clin Oral Implants Res 2001; 12: 26-34
56. Brägger U, Hirt-Steiner S, Schnell N et al.: Complication and failure rates of fixed dental prostheses in patients treated for periodontal disease. Clin Oral Implants Res 2011; 22: 70-77
57. Brägger U, Karoussis I, Persson R, Pjetursson B, Salvi G, Lang N: Technical and biological complications/failures with single crowns and fixed partial dentures on implants: a 10-year prospective cohort study. Clin Oral Implants Res 2005; 16: 326-334
58. Brandt S, Winter A, Weigl P, Brandt J, Romanos G, Lauer HC: Conical zirconia telescoping into electroformed gold: A retrospective study of prostheses supported by teeth and/or implants. Clin Implant Dent Relat Res 2019; 21: 317-323
59. Branzén M, Eliasson A, Arnrup K, Bazargani F: Implant-Supported Single Crowns Replacing Congenitally Missing Maxillary Lateral Incisors: A 5-Year Follow-Up. Clin Implant Dent Relat Res 2015; 17: 1134-1140
60. Brondani LP, Pereira-Cenci T, Wandsher VF, Pereira GK, Valandro LF, Bergoli CD: Longevity of metal-ceramic crowns cemented with self-adhesive resin cement: a prospective clinical study. Braz Oral Res 2017; 31: e22
61. Brose D: Unsere Erfahrungen mit der gegossenen abnehmbaren Teilprothese als präventives Therapeutikum. Dtsch Stomatol 1977; 27: 601-605
62. Brose D, Häfner G: Zur Funktionsbewährung abnehmbarer gegossener Teilprothesen. Stomatol DDR 1984; 34: 413-419

63. Brunner T, Wälti D, Menghini G: Spätergebnisse mit fixem Zahnersatz bei minderbemittelten Erwachsenen. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1992; 102: 1029-1036
64. Bryant SR, Walton JN, MacEntee MI: A 5-year randomized trial to compare 1 or 2 implants for implant overdentures. J Dent Res 2015; 94: 36-43
65. Budtz-Jørgensen E: Prognosis of overdenture abutments in elderly patients with controlled oral hygiene. A 5 year study. J Oral Rehabil 1995; 22: 3-8
66. Budtz-Jørgensen 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
67. Bundesverband der implantologisch tätigen Zahnärzte in Europa e.V.: Periimplantäre Entzündungen: Prävention - Diagnostik - Therapie. [https://bdizedi.org/wp-content/uploads/pdf/EuCC-Praxisleitfaden/EuCC\\_Leitfaden\\_Komplikationen.pdf](https://bdizedi.org/wp-content/uploads/pdf/EuCC-Praxisleitfaden/EuCC_Leitfaden_Komplikationen.pdf), 26.04.2021
68. Bundesverband der implantologisch tätigen Zahnärzte in Europa e.V.: Indikationsklassen Implantologie als Behandlungsempfehlung. [https://bdizedi.org/wp-content/uploads/pdf/praxistipp/praxistipp\\_indikationsklassen.pdf](https://bdizedi.org/wp-content/uploads/pdf/praxistipp/praxistipp_indikationsklassen.pdf), 26.04.2021
69. Burke FJT, Lucarotti PSK: Ten-year outcome of crowns placed within the General Dental Services in England and Wales. J Dent 2009; 37: 12-24
70. Buser D, Dula K, Lang NP, Nyman S: Long-term stability of osseointegrated implants in bone regenerated with the membrane technique. 5-year results of a prospective study with 12 implants. Clin Oral Implants Res 1996; 7: 175-183
71. Carlsson GE, Hedegård B, Koivumaa KK: Late results of treatment with partial dentures. An investigation by questionnaire and clinical examination 13 years after treatment. J Oral Rehabil 1976; 3: 267-272
72. Chandler JA, Brudvik JS: Clinical evaluation of patients eight to nine years after placement of removable partial dentures. J Prosthet Dent 1984; 51: 736-743
73. Chen KW, Lin TM, Liu PR et al.: An analysis of the implant-supported overdenture in the edentulous mandible. J Oral Rehabil 2013; 40: 43-50
74. Cheung G: A preliminary investigation into the longevity and causes of failure of single unit extracoronary restorations. J Dent 1991; 19: 160-163
75. Cheung GS, Dimmer A, Mellor R, Gale M: A clinical evaluation of conventional bridgework. J Oral Rehabil 1990; 17: 131-136
76. Chrcanovic BR, Kisch J, Larsson C: Retrospective clinical evaluation of implant-supported single crowns: Mean follow-up of 15 years. Clin Oral Implants Res 2019; 30: 691-701
77. Coca I, Lotzmann U, Pöggeler R: Long-term experience with telescopically retained overdentures (double crown technique). Eur J Prosthodont Restor Dent 2000; 8: 33-37
78. Covani U, Canullo L, Toti P, Alfonsi F, Barone A: Tissue stability of implants placed in fresh extraction sockets: a 5-year prospective single-cohort study. J Periodontol 2014; 85: e323-332

79. Cranin AN, Heimke G, Gelbman J, Simons A, Klein M, Sirakian A: Clinical trials with a polycrystalline alumina dental implant. *J Oral Implantol* 1993; 19: 221-227
80. Creugers N, Kreulen CM, Snoek PA, Kanter R: A systematic review of single-tooth restorations supported by implants. *J Dent* 2000; 28: 209-217
81. 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
82. Degidi M, Iezzi G, Perrotti V, Piattelli A: Comparative analysis of immediate functional loading and immediate nonfunctional loading to traditional healing periods: a 5-year follow-up of 550 dental implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2009; 11: 257-266
83. Degidi M, Piattelli A: 7-year follow-up of 93 immediately loaded titanium dental implants. *J Oral Implantol* 2005; 31: 25-31
84. Deutsche Gesellschaft für Psychologie: Multizentrische versus unizentrische Studien. <https://www.dgps.de/fachgruppen/methoden/mpr-online/issue3/art7/node7.html>, 11.04.2021
85. DGZMK: Stellenwert der klammerverankerten Modellgussprothese. [https://secure.owidi.de/documents/10165/1936722/Stellenwert\\_der\\_klammerverankerten\\_Modellgussprothese.pdf/2d048522-96c8-48af-83e2-58d4da911dc8](https://secure.owidi.de/documents/10165/1936722/Stellenwert_der_klammerverankerten_Modellgussprothese.pdf/2d048522-96c8-48af-83e2-58d4da911dc8), 26.04.2021
86. Di Francesco F, Marco G, Gironi Carnevale UA, Lanza M, Lanza A: The number of implants required to support a maxillary overdenture: a systematic review and meta-analysis. *J Prosthodont Res* 2019; 63: 15-24
87. Dietze S, Kerschbaum T, Teeuwen R: Langzeitschicksal von Restgebiss und 1474 klammerverankerten Modellguss-Prothesen in einer zahnärztlichen Praxis. *Dtsch Zahnärztl Z* 2003; 58: 508-511
88. Dittmann B, Rammelsberg P: Survival of abutment teeth used for telescopic abutment retainers in removable partial dentures. *Int J Prosthodont* 2008; 21: 319-321
89. DocCheck Medical Services GmbH: Multi-Center-Studie. <https://flexikon.doccheck.com/de/Multi-Center-Studie>, 13.04.2021
90. Donati M, Ekestubbe A, Lindhe J, Wennström JL: Implant-supported single-tooth restorations. A 12-year prospective study. *Clin Oral Implants Res* 2016; 27: 1207-1211
91. Dudic A, Mericske-Stern R: Retention mechanisms and prosthetic complications of implant-supported mandibular overdentures: long-term results. *Clin Implant Dent Relat Res* 2002; 4: 212-219
92. Eichner K, Kappert HF: Werkstoffe unter klinischen Aspekten. Thieme, Stuttgart 2008
93. Eisenburger M, Gray G, Tschernitschek H: Long-term results of telescopic crown retained dentures - a retrospective study. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2000; 8: 87-91
94. Eisenburger M, Tschernitschek H: Klinisch-technischer Vergleich zu Langzeiterfolgen von klammerverankertem Zahnersatz und Teleskopprothesen. *Dtsch Zahnärztl Z* 1998; 53: 257-259

95. Eismann H: Longitudinalstudie zur Effektivität abnehmbarer gegossener Teilprothesen. Dtsch Zahnärztl Z 1991; 46: 455-460
96. Eitner S, Schlegel A, Emeka N, Holst S, Will J, Hamel J: Comparing bar and double-crown attachments in implant-retained prosthetic reconstruction: a follow-up investigation. Clin Oral Implants Res 2008; 19: 530-537
97. Ekfeldt A, Carlsson GE, Börjesson G: Clinical evaluation of single-tooth restorations supported by osseointegrated implants: a retrospective study. Int J Oral Maxillofac Implants 1994; 9: 179-183
98. Ekfeldt A, Johansson LA, Isaksson S: Implant-supported overdenture therapy: a retrospective study. Int J Prosthodont 1997; 10: 366-374
99. Eliasson A, Arnelund CF, Johansson A: A clinical evaluation of cobalt-chromium metal-ceramic fixed partial dentures and crowns: A three- to seven-year retrospective study. J Prosthet Dent 2007; 98: 6-16
100. Eliasson A, Eriksson T, Johansson A, Wennerberg A: Fixed partial prostheses supported by 2 or 3 implants: a retrospective study up to 18 years. Int J Oral Maxillofac Implants 2006; 21: 567-574
101. ElSyad MA, Alameldeen HE, Elsaih EA: Four-implant-supported fixed prosthesis and milled bar overdentures for rehabilitation of the edentulous mandible: A 1-year randomized controlled clinical and radiographic study. Int J Oral Maxillofac Implants 2019; 34: 1493-1503
102. Encke BS, Heydecke G, Wolkewitz M, Strub JR: Results of a prospective randomized controlled trial of posterior ZrSiO(4)-ceramic crowns. J Oral Rehabil 2009; 36: 226-235
103. Engquist B, Nilson H, Astrand P: Single-tooth replacement by osseointegrated Brånemark implants. A retrospective study of 82 implants. Clin Oral Implants Res 1995; 6: 238-245
104. Ericson G, Nilson H, Bergman B: Cross-sectional study of patients fitted with fixed partial dentures with special reference to the caries situation. Scand J Dent Res 1990; 98: 8-16
105. Erpenstein H, Borchard R, Kerschbaum T: Long-term clinical results of galvano-ceramic and glass-ceramic individual crowns. J Prosthet Dent 2000; 83: 530-534
106. Erpenstein H, Kerschbaum T, Fischbach H: Verweildauer und klinische Befunde bei Kronen und Brücken. Dtsch Zahnärztl Z 1992; 47: 315-319
107. Etemadi S, Smales RJ: Survival of resin-bonded porcelain veneer crowns placed with and without metal reinforcement. J Dent 2006; 34: 139-145
108. Farzad P, Andersson L, Gunnarsson S, Sharma P: Implant stability, tissue conditions, and patient self-evaluation after treatment with osseointegrated implants in the posterior mandible. Clin Implant Dent Relat Res 2004; 6: 24-32
109. Fayyad MA, Al-Rafee MA: Failure of dental bridges. IV. Effect of supporting periodontal ligament. J Oral Rehabil 1997; 24: 401-403
110. Fobbe H, Rammelsberg P, Lorenzo Bermejo J, Kappel S: The up-to-11-year survival and success of implants and abutment teeth under solely implant-supported and combined tooth-implant-supported double crown-retained removable dentures. Clin Oral Implants Res 2019; 30: 1134-1141

111. Fortin Y, Sullivan RM, Rangert BR: The Marius implant bridge: surgical and prosthetic rehabilitation for the completely edentulous upper jaw with moderate to severe resorption: a 5-year retrospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2002; 4: 69-77
112. Foster LV: Failed conventional bridge work from general dental practice: clinical aspects and treatment needs of 142 cases. *Br Dent J* 1990; 168: 199-201
113. Francetti L, Azzola F, Corbella S, Taschieri S, Del Fabbro M: Evaluation of clinical outcomes and bone loss around titanium implants with oxidized surface: six-year follow-up results from a prospective case series study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2014; 16: 81-88
114. Friberg B, Jemt T: Clinical experience of TiUnite implants: a 5-year cross-sectional, retrospective follow-up study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2010; 12 Suppl 1: e95-103
115. Frisch E, Ratka-Krüger P, Wenz HJ: Unsplinted implants and teeth supporting maxillary removable partial dentures retained by telescopic crowns: a retrospective study with 6 years of follow-up. *Clin Oral Implants Res* 2015; 26: 1091-1097
116. Frisch E, Ziebolz D, Ratka-Krüger P, Rinke S: Double crown-retained maxillary overdentures: 5-year follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015; 17: 22-31
117. Frisch E, Ziebolz D, Rinke S: Long-term results of implant-supported overdentures retained by double crowns: a practice-based retrospective study after minimally 10 years follow-up. *Clin Oral Implants Res* 2013; 24: 1281-1287
118. Gehring K, Axmann D, Benzing U, Shargi F, Weber H: Komplikationen bei Teleskop-Prothesen auf vitalen und avitalen, stiftarmierten Pfeilerzähnen - erste Ergebnisse einer 3-Jahresstudie. *Dtsch Zahnärztl Z* 2006; 61: 76-79
119. Gehrt M: Die systematische Nachsorge in der zahnärztlichen Prothetik. *Quintessenz Zahnmedizin* 2011; 62: 1301-1312
120. Gernet W, Adam P, Reither W: Nachuntersuchungen von Teilprothesen mit Konuskronen nach K. H. Körber. *Dtsch Zahnärztl Z* 1983; 38: 998-1001
121. Gernet W, Beuer F, Biffar R et al.: Zahnärztliche Prothetik. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2011
122. Glantz PO, Nilner K, Jendresen MD, Sundberg H: Quality of fixed prosthodontics after twenty-two years. *Acta Odontol Scand* 2002; 60: 213-218
123. Glockmann E, Panzner KD, Huhn P, Sigusch BW, Glockmann K: Ursachen des Zahnverlustes in Deutschland - Dokumentation einer bundesweiten Erhebung (2007). Link: [http://www.bzaek.de/fileadmin/PDFs/idz/IDZ\\_0211\\_web.pdf](http://www.bzaek.de/fileadmin/PDFs/idz/IDZ_0211_web.pdf), 27.04.2021
124. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JY: Clinical complications with implants and implant prostheses. *J Prosthet Dent* 2003; 90: 121-132
125. Gotfredsen K: A 5-year prospective study of single-tooth replacements supported by the Astra Tech implant: a pilot study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2004; 6: 1-8
126. Gotfredsen K: A 10-year prospective study of single tooth implants placed in the anterior maxilla. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012; 14: 80-87
127. Gotfredsen K, Karlsson U: A prospective 5-year study of fixed partial prostheses

- supported by implants with machined and TiO<sub>2</sub>-blasted surface. *J Prosthodont* 2001; 10: 2-7
128. Grundström L, Nilner K, Palmqvist S: An 8-year follow-up of removable partial denture treatment performed by the Public Dental Health Service in a Swedish county. *Swed Dent J* 2001; 25: 75-79
  129. Grunert I: Gerostomatologie - Zukunftsbereich in der zahnärztlichen Praxis. *Bayr Zahnärzteblatt* 2008; 8: 48-51
  130. Guarnieri R, Ippoliti S: Restoration of Periodontally Compromised Dentitions Using Telescopic Full-Arch Retrievable Prosthesis Supported by Tooth-Implant Combination: A Long-Term Retrospective Study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2018; 38: 217-224
  131. Gunne J, Astrand P, Lindh T, Borg K, Olsson M: Tooth-implant and implant supported fixed partial dentures: a 10-year report. *Int J Prosthodont* 1999; 12: 216-221
  132. Gustavsen F, Silness J: Clinical and radiographic observations after 6 years on bridge abutment teeth carrying pinledge retainers. *J Oral Rehabil* 1986; 13: 295-298
  133. Haas R, Polak C, Fürhauser R, Mailath-Pokorny G, Dörtbudak O, Watzek G: A long-term follow-up of 76 Bränemark single-tooth implants. *Clin Oral Implants Res* 2002; 13: 38-43
  134. Hälgl GA, Schmid J, Hämmerle CHF: Bone level changes at implants supporting crowns or fixed partial dentures with or without cantilevers. *Clin Oral Implants Res* 2008; 19: 983-990
  135. Hawthorne WS, Smales RJ: Factors influencing long-term restoration survival in three private dental practices in Adelaide. *Aust Dent J* 1997; 42: 59-63
  136. Heckmann SM, Schrott A, Graef F, Wichmann MG, Weber HP: Mandibular two-implant telescopic overdentures. *Clin Oral Implants Res* 2004; 15: 560-569
  137. Heintze SD, Rousson V: Survival of zirconia- and metal-supported fixed dental prostheses: a systematic review. *Int J Prosthodont* 2010; 23: 493-502
  138. Hellwig E, Klimek J, Attin T: Einführung in die Zahnerhaltung. Prüfungswissen Kariologie, Endodontologie und Parodontologie. Deutscher Zahnärzte Verlag, Köln 2013
  139. Heners M, Walther W: Klinische Bewährung der Konuskrone als periprothetisches Konstruktionselement - eine Langzeitstudie. *Dtsch Zahnärztl Z* 1988; 43: 525-529
  140. Heners M, Walther W: Pfeilerverteilung und starre Verblockung - eine klinische Langzeitstudie. *Dtsch Zahnärztl Z* 1988; 43: 1122-1126
  141. Heners M, Walther W: Die Prognose von Pfeilerzähnen bei stark reduziertem Restzahnbestand - eine klinische Langzeitstudie. *Dtsch Zahnärztl Z* 1990; 45: 579-581
  142. Henry PJ, Laney WR, Jemt T et al.: Osseointegrated implants for single-tooth replacement: a prospective 5-year multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996; 11: 450-455
  143. Henry PJ, Rosenberg IR, Bills IG et al.: Osseointegrated implants for single

- tooth replacement in general practice: a 1-year report from a multicentre prospective study. *Aust Dent J* 1995; 40: 173-181
144. Heschl A, Payer M, Clar V, Stopper M, Wegscheider W, Lorenzoni M: Overdentures in the edentulous mandible supported by implants and retained by a Dolder bar: a 5-year prospective study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2013; 15: 589-599
  145. Hey J, Beuer F, Bense T, Boeckler AF: Metal-ceramic-fixed dental prosthesis with CAD/CAM-fabricated substructures: 6-year clinical results. *Clin Oral Investig* 2013; 17: 1447-1451
  146. Hey J, Beuer F, Bense T, Boeckler AF: Single crowns with CAD/CAM-fabricated copings from titanium: 6-year clinical results. *J Prosthet Dent* 2014; 112: 150-154
  147. Hochman N, Mitelman L, Hadani PE, Zalkind M: A clinical and radiographic evaluation of fixed partial dentures (FPDs) prepared by dental school students: a retrospective study. *J Oral Rehabil* 2003; 30: 165-170
  148. Hochman N, Yaffe A, Ehrlich J: Splinting: A retrospective 17-year follow-up study. *J Prosthet Dent* 1992; 67: 600-602
  149. Hofmann E, Behr M, Handel G: Frequency and costs of technical failures of clasp- and double crown-retained removable partial dentures. *Clin Oral Investig* 2002; 6: 104-108
  150. Holm C, Tidehag P, Tillberg A, Molin M: Longevity and quality of FPDs: a retrospective study of restorations 30, 20, and 10 years after insertion. *Int J Prosthodont* 2003; 16: 283-289
  151. Hosseini M, Worsaae N, Schiødt M, Gotfredsen K: A 3-year prospective study of implant-supported, single-tooth restorations of all-ceramic and metal-ceramic materials in patients with tooth agenesis. *Clin Oral Implants Res* 2013; 24: 1078-1087
  152. Hultén J, Tillström B, Nilner K: Long term clinical evaluation of conical crown retained dentures. *Swed Dent J* 1993; 17: 225-234
  153. Hüttig F, Jordan AR, Listl S, Schwendicke F, Dörfer C: Versorgungsforschung in der Zahnmedizin - Positionsschrift des Arbeitskreises Epidemiologie, Public Health und Versorgungsforschung in der DGZMK. [https://www.online-dzz.de/fileadmin/user\\_upload/Heftarchiv/DZZ/article/2015/04/14F69F18-1E7E-4F2D-A5C6-BBE6A1D68C30/14F69F181E7E4F2DA5C6BBE6A1D68C30\\_ges\\_positionspapier\\_jordan\\_1\\_original.pdf](https://www.online-dzz.de/fileadmin/user_upload/Heftarchiv/DZZ/article/2015/04/14F69F18-1E7E-4F2D-A5C6-BBE6A1D68C30/14F69F181E7E4F2DA5C6BBE6A1D68C30_ges_positionspapier_jordan_1_original.pdf), 26.04.2021
  154. Hutton JE, Heath MR, Chai JY et al.: Factors related to success and failure rates at 3-year follow-up in a multicenter study of overdentures supported by Brånemark implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995; 10: 33-42
  155. Igarashi Y, Goto T: Ten-year follow-up study of conical crown-retained dentures. *Int J Prosthodont* 1997; 10: 149-155
  156. Ikai H, Kanno T, Kimura K, Sasaki K: A retrospective study of fixed dental prostheses without regular maintenance. *J Prosthodont Res* 2010; 54: 173-178
  157. Ishida K, Nogawa T, Takayama Y, Saito M, Yokoyama A: Prognosis of double

- crown-retained removable dental prostheses compared with clasp-retained removable dental prostheses: A retrospective study. *J Prosthodont Res* 2017; 61: 268-275
158. Jacoby ST, Rädcl M, Böning KW: Biologische Komplikationen an unterschiedlichen Verankerungselementen von abnehmbarem Zahnersatz. *Dtsch Zahnärztl Z* 2014; 69: 277-284
  159. Janus CE, Unger JW, Best AM: Survival analysis of complete veneer crowns vs. multisurface restorations: a dental school patient population. *J Dent Educ* 2006; 70: 1098-1104
  160. Jemt T: Fixed implant-supported prostheses in the edentulous maxilla. A five-year follow-up report. *Clin Oral Implants Res* 1994; 5: 142-147
  161. Jemt T: Single implants in the anterior maxilla after 15 years of follow-up: comparison with central implants in the edentulous maxilla. *Int J Prosthodont* 2008; 21: 400-408
  162. Jemt T, Book K, Lie A, Börjesson T: Mucosal topography around implants in edentulous upper jaws. Photogrammetric three-dimensional measurements of the effect of replacement of a removable prosthesis with a fixed prosthesis. *Clin Oral Implants Res* 1994; 5: 220-228
  163. Jemt T, Chai J, Harnett J et al.: A 5-year prospective multicenter follow-up report on overdentures supported by osseointegrated implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996; 11: 291-298
  164. Jemt T, Henry P, Lindén B, Naert I, Weber H, Wendelhag I: Implant-supported laser-welded titanium and conventional cast frameworks in the partially edentulous jaw: a 5-year prospective multicenter study. *Int J Prosthodont* 2003; 16: 415-421
  165. Jemt T, Johansson J: Implant treatment in the edentulous maxillae: a 15-year follow-up study on 76 consecutive patients provided with fixed prostheses. *Clin Implant Dent Relat Res* 2006; 8: 61-69
  166. Jemt T, Lekholm U: Oral implant treatment in posterior partially edentulous jaws: a 5-year follow-up report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993; 8: 635-640
  167. Jemt T, Lekholm U: Implant treatment in edentulous maxillae: a 5-year follow-up report on patients with different degrees of jaw resorption. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995; 10: 303-311
  168. Jemt T, Lindén B, Lekholm U: Failures and complications in 127 consecutively placed fixed partial prostheses supported by Brånemark implants: from prosthetic treatment to first annual checkup. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992; 7: 40-44
  169. Jemt T, Pettersson P: A 3-year follow-up study on single implant treatment. *J Dent* 1993; 21: 203-208
  170. Johns RB, Jemt T, Heath MR et al.: A multicenter study of overdentures supported by Brånemark implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992; 7: 513-522
  171. Jokstad A: A split-mouth randomized clinical trial of single crowns retained with resin-modified glass-ionomer and zinc phosphate luting cements. *Int J Prosthodont* 2004; 17: 411-416
  172. Jokstad A, Mjör IA: Ten years' clinical evaluation of three luting cements. *J Dent* 1996; 24: 309-315

173. Jordan R, Micheelis W: Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ), Köln 2016
174. Jung RE, Pjetursson BE, Glauser R, Zembic A, Zwahlen M, Lang NP: A systematic review of the 5-year survival and complication rates of implant-supported single crowns. Clin Oral Implants Res 2008; 19: 119-130
175. Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, Thoma DS: Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. Clin Oral Implants Res 2012; 23 Suppl 6: 2-21
176. Kabisch M, Ruckes C, Seibert-Grafe M, Blettner M: Randomisierte kontrollierte Studien.  
[http://www.irm.ovgu.de/unimagdeburg\\_mm/Bilder/Zentrale+Einrichtungen/CSC/Downloads/Literatur/Randomisierte+kontrollierte+Studien-EGOTEC-c2af88d97e15b6b64e0c43d29f85e490.pdf](http://www.irm.ovgu.de/unimagdeburg_mm/Bilder/Zentrale+Einrichtungen/CSC/Downloads/Literatur/Randomisierte+kontrollierte+Studien-EGOTEC-c2af88d97e15b6b64e0c43d29f85e490.pdf), 26.04.2021
177. Kapur KK, Deupree R, Dent RJ, Hasse AL: A randomized clinical trial of two basic removable partial denture designs. Part I: Comparisons of five-year success rates and periodontal health. J Prosthet Dent 1994; 72: 268-282
178. 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
179. Karlsson U, Gotfredsen K, Olsson C: A 2-year report on maxillary and mandibular fixed partial dentures supported by Astra Tech dental implants. A comparison of 2 implants with different surface textures. Clin Oral Implants Res 1998; 9: 235-242
180. Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung: Festzuschüsse zum Zahnersatz.  
<https://www.kzbv.de/festzuschuesse-zum-zahnersatz.37.de.html>, 31.03.2021
181. Käyser AF: Kronen- und Brückenprothetik. Behandlungsplanung, Indikation, Ausführung, Langzeitbewährung. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln 1997
182. Keller EE, Tolman DE, Eckert S: Surgical-prosthodontic reconstruction of advanced maxillary bone compromise with autogenous onlay block bone grafts and osseointegrated endosseous implants: a 12-year study of 32 consecutive patients. Int J Oral Maxillofac Implants 1999; 14: 197-209
183. Keltjens HM, Creugers TJ, Mulder J, Creugers NH: Survival and retreatment need of abutment teeth in patients with overdentures: a retrospective study. Community Dent Oral Epidemiol 1994; 22: 453-455
184. Kern JS, Hanisch O, Hammächer C, Yildirim M, Wolfart S: Telescopic Crowns On Implants And Teeth: Evaluation Of A Clinical Study After 8 to 12 Years. Int J Oral Maxillofac Implants 2019; 34: 977-986
185. Kern M, Kohal R, Mehl A et al.: Vollkeramik auf einen Blick. Leitfaden zur Indikation, Werkstoffauswahl, Vorbereitung und Eingliederung von vollkeramischen Restaurationen. Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde, Ettlingen 2012
186. Kerschbaum T: Karies an überkronten und nicht überkronten Halte- und Stützzähnen. Dtsch Zahnärztl Z 1979; 34: 645-649
187. Kerschbaum T: Funktionsverlust von festsitzendem Zahnersatz. Dtsch Zahnärztl

Z 1986; 41: 2-7

188. Kerschbaum T: Langzeitergebnisse und Konsequenzen. Praxis der Zahnheilkunde, Bd.6, 3.Auflage. Urban und Schwarzenberg, München 1996
189. Kerschbaum T: Ergebnisorientierte Versorgung mit Kronen und Brücken. Deutscher Zahnärzte Kalender 2000: 53-67
190. Kerschbaum T: Langzeitüberlebensdauer von Zahnersatz. Quintessenz Zahnmedizin 2004; 55: 1113-1126
191. Kerschbaum T, Mühlenbein F: Longitudinale Analyse von herausnehmbarem Zahnersatz privatversicherter Patienten. Dtsch Zahnärztl Z 1987; 42: 352-357
192. Kerschbaum T, Paszyna C, Klapp S, Meyer G: Verweilzeit- und Risikofaktorenanalyse von festsitzendem Zahnersatz. Dtsch Zahnärztl Z 1991; 46: 20-24
193. Kerschbaum T, Voß R: Zum Risiko durch Überkronung. Dtsch Zahnärztl Z 1979; 34: 740-743
194. Kerschbaum T, Voß R: Die praktische Bewährung von Krone und Inlay. Dtsch Zahnärztl Z 1981; 36: 243-249
195. Kerschbaum T, Seth M, Teeuwen U: Verweildauer von kunststoff- und metallkeramisch verblendeten Kronen und Brücken. Dtsch Zahnärztl Z 1997; 52: 404-406
196. Kida IA, Åström AN, Strand GV, Masalu JR: Clinical and socio-behavioral correlates of tooth loss: a study of older adults in Tanzania. BMC Oral Health 2006; 6: 1-10
197. Kiener P, Oetterli M, Mericske E, Mericske-Stern R: Effectiveness of maxillary overdentures supported by implants: maintenance and prosthetic complications. Int J Prosthodont 2001; 14: 133-140
198. Klug SJ, Bender R, Blettner M, Lange S: Wichtige epidemiologische Studientypen. Dtsch Med Wochenschr 2007; 132 Suppl 1: e45-47
199. Koç D, Dogan A, BEK B: Effect of gender, facial dimensions, body mass index and type of functional occlusion on bite force. J Appl Oral Sci 2011; 19: 274-279
200. Koçkapan C: Curriculum Endodontie. Quintessenz Verl., Berlin 2003
201. Kolker JL, Damiano PC, Jones MP et al.: The timing of subsequent treatment for teeth restored with large amalgams and crowns: factors related to the need for subsequent treatment. J Dent Res 2004; 83: 854-858
202. Koller B, Att W, Strub JR: Survival rates of teeth, implants, and double crown-retained removable dental prostheses: a systematic literature review. Int J Prosthodont 2011; 24: 109-117
203. Körber E, Voss R: Erfassung von Patienten, die ihre zahnärztliche Prothese mehrere Jahre getragen haben. Dtsch Stomatol 1971; 21: 465-474
204. Körber K: Zahnärztliche Prothetik. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1995
205. Krämer A, Weber H, Benzing U: Implant and prosthetic treatment of the edentulous maxilla using a bar-supported prosthesis. Int J Oral Maxillofac Implants 1992; 7: 251-255

206. Krause L, Baudisch N, Bartig S, Kuntz B: Inanspruchnahme einer Zahnvorsorgeuntersuchung durch Erwachsene in Deutschland. Dtsch Zahnärztl Z 2020; 353-365
207. Kreissl ME, Gerds T, Muche R, Heydecke G, Strub JR: Technical complications of implant-supported fixed partial dentures in partially edentulous cases after an average observation period of 5 years. Clin Oral Implants Res 2007; 18: 720-726
208. Krennmair G, Krainhöfner M, Piehslinger E: Implant-supported mandibular overdentures retained with a milled bar: a retrospective study. Int J Oral Maxillofac Implants 2007; 22: 987-994
209. Krennmair G, Krainhöfner M, Waldenberger O, Piehslinger E: Dental implants as strategic supplementary abutments for implant-tooth-supported telescopic crown-retained maxillary dentures: a retrospective follow-up study for up to 9 years. Int J Prosthodont 2007; 20: 617-622
210. Krennmair G, Schmidinger S, Waldenberger O: Single-tooth replacement with the Frialit-2 system: a retrospective clinical analysis of 146 implants. Int J Oral Maxillofac Implants 2002; 17: 78-85
211. Krennmair G, Seemann R, Schmidinger S, Ewers R, Piehslinger E: Clinical outcome of root-shaped dental implants of various diameters: 5-year results. Int J Oral Maxillofac Implants 2010; 25: 357-366
212. Krennmair G, Seemann R, Weinländer M, Piehslinger E: Comparison of ball and telescopic crown attachments in implant-retained mandibular overdentures: a 5-year prospective study. Int J Oral Maxillofac Implants 2011; 26: 598-606
213. Krennmair G, Seemann R, Weinländer M, Wegscheider W, Piehslinger E: Implant-prosthodontic rehabilitation of anterior partial edentulism: a clinical review. Int J Oral Maxillofac Implants 2011; 26: 1043-1050
214. Krennmair G, Sütö D, Seemann R, Piehslinger E: Removable four implant-supported mandibular overdentures rigidly retained with telescopic crowns or milled bars: a 3-year prospective study. Clin Oral Implants Res 2012; 23: 481-488
215. Krennmair G, Weinländer M, Krainhöfner M, Piehslinger E: Implant-supported mandibular overdentures retained with ball or telescopic crown attachments: a 3-year prospective study. Int J Prosthodont 2006; 19: 164-170
216. Lai HC, Si MS, Zhuang LF, Shen H, Liu YL, Wismeijer D: Long-term outcomes of short dental implants supporting single crowns in posterior region: a clinical retrospective study of 5-10 years. Clin Oral Implants Res 2013; 24: 230-237
217. Lambert FE, Weber HP, Susarla SM, Belser UC, Gallucci GO: Descriptive analysis of implant and prosthodontic survival rates with fixed implant-supported rehabilitations in the edentulous maxilla. J Periodontol 2009; 80: 1220-1230
218. Laney WR, Jemt T, Harris D et al.: Osseointegrated implants for single-tooth replacement: progress report from a multicenter prospective study after 3 years. Int J Oral Maxillofac Implants 1994; 9: 49-54
219. Lange S, Bender R: Median oder Mittelwert? Dtsch Med Wochenschr 2007; 132: e1-2
220. Leempoel PJ, Eschen S, Haan AF, Van't Hof MA: An evaluation of crowns and bridges in a general dental practice. J Oral Rehabil 1985; 12: 515-528

221. Leempoel PJ, Käyser AF, van Rossum GM, Haan AF: The survival rate of bridges. A study of 1674 bridges in 40 Dutch general practices. *J Oral Rehabil* 1995; 22: 327-330
222. Lehmann K, Hellwig E: *Zahnärztliche Propädeutik*. Elsevier, München 2005
223. Lekholm U, Gröndahl K, Jemt T: Outcome of oral implant treatment in partially edentulous jaws followed 20 years in clinical function. *Clin Implant Dent Relat Res* 2006; 8: 178-186
224. Lekholm U, Gunne J, Henry P et al.: Survival of the Brånemark implant in partially edentulous jaws: a 10-year prospective multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999; 14: 639-645
225. Lian M, Zhao K, Feng Y, Yao Q: Prognosis of Combining Remaining Teeth and Implants in Double-Crown-Retained Removable Dental Prostheses: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2018; 33: 281-297
226. Lian M, Zhao K, Wang F, Huang W, Zhang X, Wu Y: Stud vs Bar Attachments for Maxillary Four-Implant-Supported Overdentures: 3- to 9-year Results from a Retrospective Study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2019; 34: 936-946
227. Libby G, Arcuri MR, LaVelle WE, Hebl L: Longevity of fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 1997; 78: 127-131
228. Lindh T, Gunne J, Tillberg A, Molin M: A meta-analysis of implants in partial edentulism. *Clin Oral Implants Res* 1998; 9: 80-90
229. 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
230. Lops D, Bressan E, Chiapasco M, Rossi A, Romeo E: Zirconia and titanium implant abutments for single-tooth implant prostheses after 5 years of function in posterior regions. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013; 28: 281-287
231. Lövgren R, Andersson B, Carlsson GE, Odman P: Prospective clinical 5-year study of ceramic-veneered titanium restorations with the Procera system. *J Prosthet Dent* 2000; 84: 514-521
232. Ma S, Tawse-Smith A, Silva RK, Atieh MA, Alsabeeha NHM, Payne AGT: Maxillary Three-Implant Overdentures Opposing Mandibular Two-Implant Overdentures: 10-Year Surgical Outcomes of a Randomized Controlled Trial. *Clin Implant Dent Relat Res* 2016; 18: 527-544
233. Makarouna M, Ullmann K, Lazarek K, Boening KW: Six-year clinical performance of lithium disilicate fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 2011; 24: 204-206
234. Makkonen TA, Holmberg S, Niemi L, Olsson C, Tammissalo T, Peltola J: A 5-year prospective clinical study of Astra Tech dental implants supporting fixed bridges or overdentures in the edentulous mandible. *Clin Oral Implants Res* 1997; 8: 469-475
235. Maló P, Araújo Nobre M, Lopes A, Ferro A, Gravito I: Single-Tooth Rehabilitations Supported by Dental Implants Used in an Immediate-Provisionalization Protocol: Report on Long-Term Outcome with Retrospective Follow-Up. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015; 17 Suppl 2: e511-519
236. Mangano C, Iaculli F, Piattelli A, Mangano F: Fixed restorations supported by

- Morse-taper connection implants: a retrospective clinical study with 10-20 years of follow-up. *Clin Oral Implants Res* 2015; 26: 1229-1236
237. Mangano F, Bakaj R, Frezzato I, Frezzato A, Montini S, Mangano C: Morse Taper Connection Implants Placed in Grafted Sinuses in 65 Patients: A Retrospective Clinical Study with 10 Years of Follow-Up. *Int J Dent* 2017; 2017: 4573037
  238. Mangano F, Luongo F, Shibli JA, Anil S, Mangano C: Maxillary overdentures supported by four splinted direct metal laser sintering implants: a 3-year prospective clinical study. *Int J Dent* 2014; 2014: 252343
  239. Mangano F, Macchi A, Caprioglio A, Sammons RL, Piattelli A, Mangano C: Survival and complication rates of fixed restorations supported by locking-taper implants: a prospective study with 1 to 10 years of follow-up. *J Prosthodont* 2014; 23: 434-444
  240. Mangano FG, Shibli JA, Sammons RL, Iaculli F, Piattelli A, Mangano C: Short (8-mm) locking-taper implants supporting single crowns in posterior region: a prospective clinical study with 1-to 10-years of follow-up. *Clin Oral Implants Res* 2014; 25: 933-940
  241. Marklund S, Bergman B, Hedlund SO, Nilson H: An intraindividual clinical comparison of two metal-ceramic systems: a 5-year prospective study. *Int J Prosthodont* 2003; 16: 70-73
  242. Martin JA, Bader JD: Five-year treatment outcomes for teeth with large amalgams and crowns. *Oper Dent* 1997; 22: 72-78
  243. Marxkors R: Lehrbruch der zahnärztlichen Prothetik. Deutscher Zahnärzte Verlag, Köln 2010
  244. Matthys C, Vervaeke S, Besseler J, Bruyn H: Five-year study of mandibular overdentures on stud abutments: Clinical outcome, patient satisfaction and prosthetic maintenance-Influence of bone resorption and implant position. *Clin Oral Implants Res* 2019; 30: 940-951
  245. Matthys C, Vervaeke S, Besseler J, Doornewaard R, Dierens M, Bruyn H: Five years follow-up of mandibular 2-implant overdentures on locator or ball abutments: Implant results, patient-related outcome, and prosthetic aftercare. *Clin Implant Dent Relat Res* 2019; 21: 835-844
  246. Medikompass: Festzuschuss für Teleskopprothesen.  
<https://www.medikompass.de/festzuschuss-cover-denture-prothese.php>, 01.04.2021
  247. Mengel R, Schröder T, Flores-de-Jacoby L: Osseointegrated implants in patients treated for generalized chronic periodontitis and generalized aggressive periodontitis: 3- and 5-year results of a prospective long-term study. *J Periodontol* 2001; 72: 977-989
  248. Mericske-Stern R, Grütter L, Rösch R, Mericske E: Clinical evaluation and prosthetic complications of single tooth replacements by non-submerged implants. *Clin Oral Implants Res* 2001; 12: 309-318
  249. Mericske-Stern R, Oetterli M, Kiener P, Mericske E: A follow-up study of maxillary implants supporting an overdenture: clinical and radiographic results. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002; 17: 678-686

250. Mericske-Stern R, Probst D, Fahrländer F, Schellenberg M: Within-subject comparison of two rigid bar designs connecting two interforaminal implants: patients' satisfaction and prosthetic results. *Clin Implant Dent Relat Res* 2009; 11: 228-237
251. Mertens C, Steveling HG: Implant-supported fixed prostheses in the edentulous maxilla: 8-year prospective results. *Clin Oral Implants Res* 2011; 22: 464-472
252. Miyamoto T, Morgano SM, Kumagai T, Jones JA, Nunn ME: Treatment history of teeth in relation to the longevity of the teeth and their restorations: outcomes of teeth treated and maintained for 15 years. *J Prosthet Dent* 2007; 97: 150-156
253. Mo A, Hjortsjö C, Olsen-Bergem H, Jokstad A: Maxillary 3-implant removable prostheses without palatal coverage on Locator abutments - a case series. *Clin Oral Implants Res* 2016; 27: 1193-1199
254. Mock F, Schrenker H, Stark H: Eine klinische Langzeitstudie zur Bewährung von Teleskopprothesen. *Dtsch Zahnärztl Z* 2005; 60: 148-153
255. Moldovan O, Rudolph H, Luthardt RG: Clinical performance of removable dental prostheses in the moderately reduced dentition: a systematic literature review. *Clin Oral Investig* 2016; 20: 1435-1447
256. Moldovan O, Rudolph H, Luthardt RG: Biological complications of removable dental prostheses in the moderately reduced dentition: a systematic literature review. *Clin Oral Investig* 2018; 22: 2439-2461
257. Molin M, Bergman B, Ericson A: A clinical evaluation of conical crown retained dentures. *J Prosthet Dent* 1993; 70: 251-256
258. Monaco C, Llukacej A, Baldissara P, Arena A, Scotti R: Zirconia-based versus metal-based single crowns veneered with overpressing ceramic for restoration of posterior endodontically treated teeth: 5-year results of a randomized controlled clinical study. *J Dent* 2017; 65: 56-63
259. Naert I, Gizani S, van Steenberghe D: Rigidly splinted implants in the resorbed maxilla to retain a hinging overdenture: A series of clinical reports for up to 4 years. *J Prosthet Dent* 1998; 79: 156-164
260. Naert I, Koutsikakis G, Duyck J, Quirynen M, Jacobs R, van Steenberghe D: Biologic outcome of single-implant restorations as tooth replacements: a long-term follow-up study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2000; 2: 209-218
261. Naert I, Koutsikakis G, Duyck J, Quirynen M, Jacobs R, van Steenberghe D: Biologic outcome of implant-supported restorations in the treatment of partial edentulism. part I: a longitudinal clinical evaluation. *Clin Oral Implants Res* 2002; 13: 381-389
262. Naert I, Koutsikakis G, Quirynen M, Duyck J, van Steenberghe D, Jacobs R: Biologic outcome of implant-supported restorations in the treatment of partial edentulism. Part 2: a longitudinal radiographic study. *Clin Oral Implants Res* 2002; 13: 390-395
263. Naert IE, Gizani S, Vuylsteke M, van Steenberghe D: A randomised clinical trial on the influence of splinted and unsplinted oral implants in mandibular overdenture therapy. A 3-year report. *Clin Oral Investig* 1997; 1: 81-88
264. Nääpänkangas R, Raustia A: Twenty-year follow-up of metal-ceramic single

- crowns: a retrospective study. *Int J Prosthodont* 2008; 21: 307-311
265. Näpänkangas R, Salonen-Kemppi MAM, Raustia AM: Longevity of fixed metal ceramic bridge prostheses: a clinical follow-up study. *J Oral Rehabil* 2002; 29: 140-145
  266. Nickenig A, Friedrich R, Kerschbaum T: Steg-Gelenk- vs. Teleskopprothese im reduzierten Restgebiß - Ergebnisse einer Nachuntersuchung. *Dtsch Zahnärztl Z* 1993; 48: 566-569
  267. Nickenig A, Kerschbaum T: Langzeitbewährung von Teleskop-Prothesen. *Dtsch Zahnärztl Z* 1995; 50: 753-755
  268. Nicolaisen MH, Bahrami G, Schropp L, Isidor F: Comparison of Metal-Ceramic and All-Ceramic Three-Unit Posterior Fixed Dental Prostheses: A 3-Year Randomized Clinical Trial. *Int J Prosthodont* 2016; 29: 259-264
  269. Norušis MJ: PASW statistics 18 advanced statistical procedures companion. Prentice Hall, Upper Saddle River 2010
  270. Olley RC, Andiappan M, Frost PM: An up to 50-year follow-up of crown and veneer survival in a dental practice. *J Prosthet Dent* 2018; 119: 935-941
  271. Olsson M, Gunne J, Astrand P, Borg K: Bridges supported by free-standing implants versus bridges supported by tooth and implant. A five-year prospective study. *Clin Oral Implants Res* 1995; 6: 114-121
  272. Ormianer Z, Palti A: Long-term clinical evaluation of tapered multi-threaded implants: results and influences of potential risk factors. *J Oral Implantol* 2006; 32: 300-307
  273. Ormianer Z, Piek D, Livne S et al.: Retrospective Clinical Evaluation of Tapered Implants. *Implant Dentistry* 2012; 21: 350-356
  274. Ortorp A, Ascher A, Svanborg P: A 5-year retrospective study of cobalt-chromium-based single crowns inserted in a private practice. *Int J Prosthodont* 2012; 25: 480-483
  275. Ortorp A, Jemt T: Clinical experiences of implant-supported prostheses with laser-welded titanium frameworks in the partially edentulous jaw: a 5-year follow-up study. *Clin Implant Dent Relat Res* 1999; 1: 84-91
  276. Ortorp A, Jemt T: Laser-welded titanium frameworks supported by implants in the partially edentulous mandible: a 10-year comparative follow-up study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2008; 10: 128-139
  277. Ortorp A, Jemt T: Early laser-welded titanium frameworks supported by implants in the edentulous mandible: a 15-year comparative follow-up study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2009; 11: 311-322
  278. Ortorp A, Kihl ML, Carlsson GE: A 5-year retrospective study of survival of zirconia single crowns fitted in a private clinical setting. *J Dent* 2012; 40: 527-530
  279. Ortorp A, Linden B, Jemt T: Clinical experiences with laser-welded titanium frameworks supported by implants in the edentulous mandible: a 5-year follow-up study. *Int J Prosthodont* 1999; 12: 65-72
  280. Overmeer J, Narby B, Hjalmarsson L, Arnrup K, Eliasson A: A retrospective multicenter study comparing metal-ceramic and composite single crowns performed

- in public general dentistry: 5-year results. *Acta Biomater Odontol Scand* 2016; 2: 43-48
281. Owall B, Budtz-Jørgensen E, Davenport J et al.: Removable partial denture design: a need to focus on hygienic principles? *Int J Prosthodont* 2002; 15: 371-378
  282. Ozer F, Mante FK, Chiche G, Saleh N, Takeichi T, Blatz MB: A retrospective survey on long-term survival of posterior zirconia and porcelain-fused-to-metal crowns in private practice. *Quintessence Int* 2014; 45: 31-38
  283. Palinkas M, Nassar MSP, Cecílio FA et al.: Age and gender influence on maximal bite force and masticatory muscles thickness. *Arch Oral Biol* 2010; 55: 797-802
  284. Palmer RM, Palmer PJ, Smith BJ: A 5-year prospective study of Astra single tooth implants. *Clin Oral Implants Res* 2000; 11: 179-182
  285. Palmqvist S, Swartz B: Artificial crowns and fixed partial dentures 18 to 23 years after placement. *Int J Prosthodont* 1993; 6: 279-285
  286. Pan S, Awad M, Thomason JM et al.: Sex differences in denture satisfaction. *J Dent* 2008; 36: 301-308
  287. Papaspyridakos P, Barizan Bordin T, Kim YJ et al.: Implant survival rates and biologic complications with implant-supported fixed complete dental prostheses: A retrospective study with up to 12-year follow-up. *Clin Oral Implants Res* 2018; 29: 881-893
  288. Papaspyridakos P, Bordin TB, Kim YJ et al.: Technical Complications and Prosthesis Survival Rates with Implant-Supported Fixed Complete Dental Prostheses: A Retrospective Study with 1- to 12-Year Follow-Up. *J Prosthodont* 2020; 29: 3-11
  289. Parein AM, Eckert SE, Wollan PC, Keller EE: Implant reconstruction in the posterior mandible: A long-term retrospective study. *J Prosthet Dent* 1997; 78: 34-42
  290. Passia N, Stampf S, Strub JR: Five-year results of a prospective randomised controlled clinical trial of posterior computer-aided design-computer-aided manufacturing ZrSiO<sub>4</sub> -ceramic crowns. *J Oral Rehabil* 2013; 40: 609-617
  291. Pelaez J, Cogolludo PG, Serrano B, Serrano JFL, Suarez MJ: A four-year prospective clinical evaluation of zirconia and metal-ceramic posterior fixed dental prostheses. *Int J Prosthodont* 2012; 25: 451-458
  292. Perelli M, Abundo R, Corrente G, Saccone C: Short (5 and 7 mm long) porous implants in the posterior atrophic maxilla: a 5-year report of a prospective single-cohort study. *Eur J Oral Implantol* 2012; 5: 265-272
  293. Petersson K, Pamenius M, Eliasson A et al.: 20-year follow-up of patients receiving high-cost dental care within the Swedish Dental Insurance System: 1977-1978 to 1998-2000. *Swed Dent J* 2006; 30: 77-86
  294. Piwowarczyk A, Köhler KC, Bender R, Büchler A, Lauer H-C, Ottl P: Prognosis for abutment teeth of removable dentures: a retrospective study. *J Prosthodont* 2007; 16: 377-382
  295. Pjetursson BE, Brägger U, Lang NP, Zwahlen M: Comparison of survival and complication rates of tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs) and implant-

- supported FDPs and single crowns (SCs). *Clin Oral Implants Res* 2007; 18 Suppl 3: 97-113
296. Pjetursson BE, Karoussis I, Bärnin W, Brägger U, Lang NP: Patients' satisfaction following implant therapy. A 10-year prospective cohort study. *Clin Oral Implants Res* 2005; 16: 185-193
  297. Pjetursson BE, Lang NP: Prosthetic treatment planning on the basis of scientific evidence. *J Oral Rehabil* 2008; 35 Suppl 1: 72-79
  298. Pjetursson BE, Sailer I, Makarov NA, Zwahlen M, Thoma DS: All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part II: Multiple-unit FDPs. *Dent Mater* 2015; 31: 624-639
  299. Pjetursson BE, Sailer I, Zwahlen M, Hammerle CHF: A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part I: Single crowns. *Clin Oral Implants Res* 2007; 18 Suppl 3: 73-85
  300. 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 (FPDs) after an observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2004; 15: 625-642
  301. Pjetursson BE, Thoma D, Jung R, Zwahlen M, Zembic A: A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDPs) after a mean observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23 Suppl 6: 22-38
  302. Pjetursson BE, Valente NA, Strasding M, Zwahlen M, Liu S, Sailer I: A systematic review of the survival and complication rates of zirconia-ceramic and metal-ceramic single crowns. *Clin Oral Implants Res* 2018; 29 Suppl 16: 199-214
  303. Pol CWP, Raghoobar GM, Kerdijk W, Boven GC, Cune MS, Meijer HJA: A systematic review and meta-analysis of 3-unit fixed dental prostheses: Are the results of 2 abutment implants comparable to the results of 2 abutment teeth? *J Oral Rehabil* 2018; 45: 147-160
  304. Polizzi G, Fabbro S, Furri M, Herrmann I, Squarizoni S: Clinical application of narrow Brånemark System implants for single-tooth restorations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999; 14: 496-503
  305. Pozzi A, Agliardi E, Tallarico M, Barlattani A: Clinical and radiological outcomes of two implants with different prosthetic interfaces and neck configurations: randomized, controlled, split-mouth clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res* 2014; 16: 96-106
  306. Prabhu R, Prabhu G, Baskaran E, Arumugam EM: Clinical acceptability of metal-ceramic fixed partial dental prosthesis fabricated with direct metal laser sintering technique-5 year follow-up. *J Indian Prosthodont Soc* 2016; 16: 193-197
  307. Purcell BA, McGlumphy EA, Holloway JA, Beck FM: Prosthetic complications in mandibular metal-resin implant-fixed complete dental prostheses: a 5- to 9-year analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008; 23: 847-857
  308. Raghoobar GM, Meijer HJA, Slot W, Slater JJR, Vissink A: A systematic review of implant-supported overdentures in the edentulous maxilla, compared to the mandible: how many implants? *Eur J Oral Implantol* 2014; 7 Suppl 2: 191-201

309. Raghoobar GM, Schoen P, Meijer HJA, Stellingsma K, Vissink A: Early loading of endosseous implants in the augmented maxilla: a 1-year prospective study. *Clin Oral Implants Res* 2003; 14: 697-702
310. Raigrodski AJ, Chiche GJ: The safety and efficacy of anterior ceramic fixed partial dentures: A review of the literature. *J Prosthet Dent* 2001; 86: 520-525
311. Rammelsberg P, Bernhart G, Lorenzo Bermejo J, Schmitter M, Schwarz S: Prognosis of implants and abutment teeth under combined tooth-implant-supported and solely implant-supported double-crown-retained removable dental prostheses. *Clin Oral Implants Res* 2014; 25: 813-818
312. Rammelsberg P, Lorenzo-Bermejo J, Kappel S: Effect of prosthetic restoration on implant survival and success. *Clin Oral Implants Res* 2017; 28: 1296-1302
313. Rammelsberg P, Schwarz S, Schroeder C, Bermejo JL, Gabbert O: Short-term complications of implant-supported and combined tooth-implant-supported fixed dental prostheses. *Clin Oral Implants Res* 2013; 24: 758-762
314. Randow K, Glantz PO, Zöger B: Technical failures and some related clinical complications in extensive fixed prosthodontics. An epidemiological study of long-term clinical quality. *Acta Odontol Scand* 1986; 44: 241-255
315. Ravidà A, Tattan M, Askar H, Barootchi S, Tavelli L, Wang HL: Comparison of three different types of implant-supported fixed dental prostheses: A long-term retrospective study of clinical outcomes and cost-effectiveness. *Clin Oral Implants Res* 2019; 30: 295-305
316. Rehmann P: Klinische Bewährung definitiver Zahnersatzarten - Outcomeforschung. Ein Aspekt der anwendungsorientierten zahnärztlich-prothetischen Versorgungsforschung. *Med Habil, Gießen* 2013
317. Rehmann P, Orbach K, Ferger P, Wöstmann B: Treatment outcomes with removable partial dentures: a retrospective analysis. *Int J Prosthodont* 2013; 26: 147-150
318. Rehmann P, Rudel K, Podhorsky A, Wöstmann B: Three-Year Analysis of Fixed and Removable Telescopic Attachment-Retained Implant-Supported Dental Prostheses: Survival and Need for Maintenance. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2015; 30: 918-924
319. Rehmann P, Schmitt-Plank C, Balkenhol M, Wöstmann B, Ferger P: Klinische Bewährung von Teleskopprothesen mit ausschließlicher Verankerung auf den Unterkieferzähnen. *Dtsch Zahnärztl Z* 2004; 59: 581-584
320. Reichen-Graden S, Lang NP: Periodontal and pulpal conditions of abutment teeth. Status after four to eight years following the incorporation of fixed reconstructions. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1989; 99: 1381-1385
321. Reitemeier B, Hänsel K, Kastner C, Walter MH: Metal-ceramic failure in noble metal crowns: 7-year results of a prospective clinical trial in private practices. *Int J Prosthodont* 2006; 19: 397-399
322. Reitemeier B, Hänsel K, Kastner C, Weber A, Walter MH: A prospective 10-year study of metal ceramic single crowns and fixed dental prosthesis retainers in private practice settings. *J Prosthet Dent* 2013; 109: 149-155
323. Reitemeier B, Hänsel K, Range U, Walter MH: Prospective study on metal

- ceramic crowns in private practice settings: 20-year results. *Clin Oral Investig* 2019; 23: 1823-1828
324. Rentsch-Kollar A, Huber S, Mericske-Stern R: Mandibular implant overdentures followed for over 10 years: patient compliance and prosthetic maintenance. *Int J Prosthodont* 2010; 23: 91-98
  325. Reuter JE, Brose MO: Failures in full crown retained dental bridges. *Br Dent J* 1984; 157: 61-63
  326. Ridell A, Gröndahl K, Sennerby L: Placement of Brånemark implants in the maxillary tuber region: anatomical considerations, surgical technique and long-term results. *Clin Oral Implants Res* 2009; 20: 94-98
  327. Rinke S, Schäfer S, Lange K, Gersdorff N, Roediger M: Practice-based clinical evaluation of metal-ceramic and zirconia molar crowns: 3-year results. *J Oral Rehabil* 2013; 40: 228-237
  328. Rinke S, Schneider L, Schulz X, Wiedemann V, Bürgers R, Rödiger M: Overdentures borne on less than four abutments with telescopic crowns: 5-year results of a retrospective clinical study. *Clin Oral Investig* 2019; 23: 3153-3160
  329. Rinke S, Ziebolz D, Ratka-Krüger P, Frisch E: Clinical Outcome of Double Crown-Retained Mandibular Removable Dentures Supported by a Combination of Residual Teeth and Strategic Implants. *J Prosthodont* 2015; 24: 358-365
  330. Rodriguez AM, Orenstein IH, Morris HF, Ochi S: Survival of various implant-supported prosthesis designs following 36 months of clinical function. *Ann Periodontol* 2000; 5: 101-108
  331. Romeo E, Lops D, Margutti E, Ghisolfi M, Chiapasco M, Vogel G: Long-term survival and success of oral implants in the treatment of full and partial arches: a 7-year prospective study with the ITI dental implant system. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004; 19: 247-259
  332. Sailer I, Balmer M, Hüsler J, Hämmerle CHF, Känel S, Thoma DS: Comparison of Fixed Dental Prostheses with Zirconia and Metal Frameworks: Five-Year Results of a Randomized Controlled Clinical Trial. *Int J Prosthodont* 2017; 30: 426-428
  333. Sailer I, Balmer M, Hüsler J, Hämmerle CHF, Känel S, Thoma DS: 10-year randomized trial (RCT) of zirconia-ceramic and metal-ceramic fixed dental prostheses. *J Dent* 2018; 76: 32-39
  334. Sailer I, Gottnerb J, Kanelb S, Hammerle CHF: Randomized controlled clinical trial of zirconia-ceramic and metal-ceramic posterior fixed dental prostheses: a 3-year follow-up. *Int J Prosthodont* 2009; 22: 553-560
  335. Sailer I, Makarov NA, Thoma DS, Zwahlen M, Pjetursson BE: All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part I: Single crowns (SCs). *Dent Mater* 2015; 31: 603-623
  336. Sailer I, Pjetursson BE, Zwahlen M, Hämmerle CHF: A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part II: Fixed dental prostheses. *Clin Oral Implants Res* 2007; 18 Suppl 3: 86-96
  337. Sailer I, Strasding M, Valente NA, Zwahlen M, Liu S, Pjetursson BE: A

- systematic review of the survival and complication rates of zirconia-ceramic and metal-ceramic multiple-unit fixed dental prostheses. *Clin Oral Implants Res* 2018; 29 Suppl 16: 184-198
338. Saito M, Notani K, Miura Y, Kawasaki T: Complications and failures in removable partial dentures: a clinical evaluation. *J Oral Rehabil* 2002; 29: 627-633
  339. Salinas TJ, Eckert SE: In patients requiring single-tooth replacement, what are the outcomes of implant- as compared to tooth-supported restorations? *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007; 22 Suppl: 71-95
  340. Scheller H, Urgell JP, Kultje C et al.: A 5-year multicenter study on implant-supported single crown restorations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998; 13: 212-218
  341. Schlösser R, Kerschbaum T, Ahrens FJ, Cramer M: Überlebensrate von Teil- und Vollgusskronen. *Dtsch Zahnärztl Z* 1993; 48: 696-698
  342. Schmidlin K, Schnell N, Steiner S et al.: Complication and failure rates in patients treated for chronic periodontitis and restored with single crowns on teeth and/or implants. *Clin Oral Implants Res* 2010; 21: 550-557
  343. Schmidt Y: Überlebenszeiten von festsitzendem Zahnersatz unter Berücksichtigung von parodontalen Parametern. *Med Diss, Gießen* 2014
  344. Schmitt A, Zarb GA: The longitudinal clinical effectiveness of osseointegrated dental implants for single-tooth replacement. *Int J Prosthodont* 1993; 6: 197-202
  345. Schmitt-Plank C: Langfristige Bewährung von Freidendteleskopprothesen mit ausschließlicher Verankerung auf den Eckzähnen des Unterkiefers. *Med Diss, Gießen* 2003
  346. Schnaidt U, Kahlstorf M, Tschernitschek H: Vergleichende Untersuchung zur Verweildauer von Teilkronen-, Extensions- und Endpfeilerbrücken. *Dtsch Zahnärztl Z* 2011; 66: 348-354
  347. Schneider D, Witt L, Hämmerle CHF: Influence of the crown-to-implant length ratio on the clinical performance of implants supporting single crown restorations: a cross-sectional retrospective 5-year investigation. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23: 169-174
  348. Schrenker H: Kompromisse und Grenzen in der Prothetik. Praxisorientiertes und praxiswirksames Expertenwissen für Zahnärzte. *Spitta, Balingen* 2003
  349. Schwabe L, Vogt B, Tschernitschek H: Patientenzufriedenheit bei Versorgung mit partiellem Zahnersatz in Abhängigkeit der Befestigungsart. *Dtsch Zahnärztl Z* 2010; 65: 752-758
  350. Schwartz NL: Unserviceable crowns and fixed partial dentures: life-span and causes for loss of serviceability. *J Amer Dent Assoc* 1970; 81: 1395-1401
  351. Schwartz-Arad D, Kidron N, Dolev E: A long-term study of implants supporting overdentures as a model for implant success. *J Periodontol* 2005; 76: 1431-1435
  352. Schwartz-Arad D, Samet N: Single tooth replacement of missing molars: a retrospective study of 78 implants. *J Periodontol* 1999; 70: 449-454
  353. Schwarz S, Bernhart G, Hassel AJ, Rammelsberg P: Survival of double-crown-retained dentures either tooth-implant or solely implant-supported: an 8-year

- retrospective study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2014; 16: 618-625
354. Schwindling FS, Dittmann B, Rammelsberg P: Double-crown-retained removable dental prostheses: a retrospective study of survival and complications. *J Prosthet Dent* 2014; 112: 488-493
  355. Schwindling FS, Lehmann F, Terebesi S et al.: Electroplated telescopic retainers with zirconia primary crowns: 3-year results from a randomized clinical trial. *Clin Oral Investig* 2017; 21: 2653-2660
  356. Scurria MS, Bader JD, Shugars DA: Meta-analysis of fixed partial denture survival: Prostheses and abutments. *J Prosthet Dent* 1998; 79: 459-464
  357. Selby A: Fixed prosthodontic failure. A review and discussion of important aspects. *Aust Dent J* 1994; 39: 150-156
  358. Seo JG, Cho JH: Clinical outcomes of rigid and non-rigid telescopic double-crown-retained removable dental prostheses: An analytical review. *J Adv Prosthodont* 2020; 12: 38-48
  359. Shi JY, Li X, Ni J, Zhu ZY: Clinical Evaluation and Patient Satisfaction of Single Zirconia-Based and High-Noble Alloy Porcelain-Fused-to-Metal Crowns in the Esthetic Area: A Retrospective Cohort Study. *J Prosthodont* 2016; 25: 526-530
  360. Shugars DA, Bader JD, White BA, Scurria MS, Hayden WJ, Garcia RI: Survival rates of teeth adjacent to treated and untreated posterior bounded edentulous spaces. *J Am Dent Assoc* 1998; 129: 1089-1095
  361. Simonis P, Dufour T, Tenenbaum H: Long-term implant survival and success: a 10-16-year follow-up of non-submerged dental implants. *Clin Oral Implants Res* 2010; 21: 772-777
  362. Sivoilella S, Stellini E, Testori T, Di Fiore A, Berengo M, Lops D: Splinted and unsplinted short implants in mandibles: a retrospective evaluation with 5 to 16 years of follow-up. *J Periodontol* 2013; 84: 502-512
  363. Skupien JA, Cenci MS, Opdam NJ, Kreulen CM, Huysmans MC, Pereira-Cenci T: Crown vs. composite for post-retained restorations: A randomized clinical trial. *J Dent* 2016; 48: 34-39
  364. Slot W, Raghoobar GM, Cune MS, Vissink A, Meijer HJA: Maxillary overdentures supported by four or six implants in the anterior region: 5-year results from a randomized controlled trial. *J Clin Periodontol* 2016; 43: 1180-1187
  365. Slot W, Raghoobar GM, Cune MS, Vissink A, Meijer HJA: Four or six implants in the maxillary posterior region to support an overdenture: 5-year results from a randomized controlled trial. *Clin Oral Implants Res* 2019; 30: 169-177
  366. Slot W, Raghoobar GM, Vissink A, Huddleston Slater JJ, Meijer HJA: A systematic review of implant-supported maxillary overdentures after a mean observation period of at least 1 year. *J Clin Periodontol* 2010; 37: 98-110
  367. Smales RJ, Hawthorne WS: Long-term survival of extensive amalgams and posterior crowns. *J Dent* 1997; 25: 225-227
  368. Sorensen JA: The IPS Empress 2 system: defining the possibilities. *Quintessence Dent Technol* 1999; 22: 153-163
  369. Stark H, Schrenker H: Bewährung teleskopverankerter Prothesen - eine klinische

Langzeitstudie. Dtsch Zahnärztl Z 1998; 53: 183-186

370. Stark H, Wolowski A, Ehmke B: Nachsorgestrategien für Zahnersatz. Wissenschaftliche Mitteilung der Deutschen Gesellschaft für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien (DGPro). <https://www.dgzmk.de/nachsorgestrategien-fuer-zahnersatz>, 26.04.2021
371. statistisches Bundesamt: Künftige Bevölkerungsentwicklung in Deutschland. Pressemitteilung Nr. 242 vom 27. Juni 2019. [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsvorausberechnung/\\_inhalt.html](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsvorausberechnung/_inhalt.html), 26.04.2021
372. Stavropoulou AF, Koidis PT: A systematic review of single crowns on endodontically treated teeth. J Dent 2007; 35: 761-767
373. Stein-Lausnitz M, Nickenig HJ, Wolfart S et al.: Survival rates and complication behaviour of tooth implant-supported, fixed dental prostheses: A systematic review and meta-analysis. J Dent 2019; 88: 103167
374. Stober T, Bermejo JL, Beck-Mussoter J et al.: Clinical performance of conical and electroplated telescopic double crown-retained partial dentures: a randomized clinical study. Int J Prosthodont 2012; 25: 209-216
375. Stober T, Bermejo JL, Séché AC, Lehmann F, Rammelsberg P, Bömicke W: Electroplated and cast double crown-retained removable dental prostheses: 6-year results from a randomized clinical trial. Clin Oral Investig 2015; 19: 1129-1136
376. Studer SP, Mäder C, Stahel W, Schärer P: A retrospective study of combined fixed-removable reconstructions with their analysis of failures. J Oral Rehabil 1998; 25: 513-526
377. Sundh B, Odman P: A study of fixed prosthodontics performed at a university clinic 18 years after insertion. Int J Prosthodont 1997; 10: 513-519
378. Svanborg P, Längström L, Lundh RM, Bjerkstig G, Ortorp A: A 5-year retrospective study of cobalt-chromium-based fixed dental prostheses. Int J Prosthodont 2013; 26: 343-349
379. Szentpétery V, Lautenschlager C, Setz JM: Frictional telescopic crowns in severely reduced dentitions: a 5-year clinical outcome study. Int J Prosthodont 2012; 25: 217-220
380. Szentpétery V, Lautenschläger C, Setz JM: Longevity of frictional telescopic crowns in the severely reduced dentition: 3-year results of a longitudinal prospective clinical study. Quintessence Int 2010; 41: 749-758
381. Szentpétery V, Lautenschläger C, Setz JM: Mobilität von Friktionsteleskoppfeilern im stark reduzierten Restgebiss – 3-Jahresergebnisse einer klinischen Studie. Dtsch Zahnärztl Z 2010; 65: 654-664
382. Tada S, Allen PF, Ikebe K, Matsuda K, Maeda Y: Impact of periodontal maintenance on tooth survival in patients with removable partial dentures. J Clin Periodontol 2015; 42: 46-53
383. Tada S, Ikebe K, Matsuda K, Maeda Y: Multifactorial risk assessment for survival of abutments of removable partial dentures based on practice-based longitudinal study. J Dent 2013; 41: 1175-1180
384. Tan K, Chan ESY, Sim CPC et al.: A 5-year retrospective study of fixed partial

- dentures: success, survival, and incidence of biological and technical complications. *Singapore Dent J* 2006; 28: 40-46
385. Tan K, Pjetursson BE, Lang NP, Chan ESY: 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
  386. Tang Y, Yu H, Wang J, Gao M, Qiu L: Influence of crown-to-implant ratio and different prosthetic designs on the clinical conditions of short implants in posterior regions: A 4-year retrospective clinical and radiographic study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2020; 22: 119-127
  387. Tey VHS, Phillips R, Tan K: Five-year retrospective study on success, survival and incidence of complications of single crowns supported by dental implants. *Clin Oral Implants Res* 2017; 28: 620-625
  388. Urdaneta RA, Rodriguez S, McNeil DC, Weed M, Chuang SK: The effect of increased crown-to-implant ratio on single-tooth locking-taper implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2010; 25: 729-743
  389. Valderhaug J: A 15-year clinical evaluation of fixed prosthodontics. *Acta Odontol Scand* 1991; 49: 35-40
  390. Valderhaug J, Jokstad A, Ambjørnsen E, Norheim PW: Assessment of the periapical and clinical status of crowned teeth over 25 years. *J Dent* 1997; 25: 97-105
  391. van Nieuwenhuysen JP, D'Hoore W, Carvalho J, Qvist V: Long-term evaluation of extensive restorations in permanent teeth. *J Dent* 2003; 31: 395-405
  392. Vanlioğlu B, Özkan Y, Kulak-Özkan Y: Retrospective analysis of prosthetic complications of implant-supported fixed partial dentures after an observation period of 5 to 10 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013; 28: 1300-1304
  393. Vanzeveren C, D'Hoore W, Bercy P, Leloup G: Treatment with removable partial dentures: a longitudinal study. Part I. *J Oral Rehabil* 2003; 30: 447-458
  394. Vanzeveren C, D'Hoore W, Bercy P, Leloup G: Treatment with removable partial dentures: a longitudinal study. Part II. *J Oral Rehabil* 2003; 30: 459-469
  395. Verma R, Joda T, Brägger U, Wittneben JG: A systematic review of the clinical performance of tooth-retained and implant-retained double crown prostheses with a follow-up of  $\geq 3$  years. *J Prosthodont* 2013; 22: 2-12
  396. Vermeulen A, Keltjens H, van't Hof M, Kayser A: Ten-year evaluation of removable partial dentures: Survival rates based on retreatment, not wearing and replacement. *J Prosthet Dent* 1996; 76: 267-272
  397. Vigolo P, Givani A: Platform-switched restorations on wide-diameter implants: a 5-year clinical prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009; 24: 103-109
  398. Vigolo P, Gracis S, Carboncini F, Mutinelli S: Internal- vs External-Connection Single Implants: A Retrospective Study in an Italian Population Treated by Certified Prosthodontists. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2016; 31: 1385-1396
  399. Vigolo P, Mutinelli S: Evaluation of zirconium-oxide-based ceramic single-unit posterior fixed dental prostheses (FDPs) generated with two CAD/CAM systems compared to porcelain-fused-to-metal single-unit posterior FDPs: a 5-year clinical prospective study. *J Prosthodont* 2012; 21: 265-269

400. Visser A, Raghoobar GM, Meijer HJA, Meijndert L, Vissink A: Care and aftercare related to implant-retained dental crowns in the maxillary aesthetic region: a 5-year prospective randomized clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res* 2011; 13: 157-167
401. Visser A, Raghoobar GM, Meijer HJA, Vissink A: Implant-retained maxillary overdentures on milled bar suprastructures: a 10-year follow-up of surgical and prosthetic care and aftercare. *Int J Prosthodont* 2009; 22: 181-192
402. Wagner B, Kern M: Clinical evaluation of removable partial dentures 10 years after insertion: success rates, hygienic problems, and technical failures. *Clin Oral Investig* 2000; 4: 74-80
403. Walter MH, Dreyhaupt J, Hannak W et al.: The Randomized Shortened Dental Arch Study: Tooth Loss Over 10 Years. *Int J Prosthodont* 2018; 31: 77-84
404. Walter MH, Hannak W, Kern M et al.: The randomized shortened dental arch study: tooth loss over five years. *Clin Oral Investig* 2013; 17: 877-886
405. Walther W: Risk of endodontic treatment after insertion of conical crown retained dentures: a longitudinal study. *Endodontics & dental traumatology* 1995; 11: 27-31
406. Walther W, Heners M, Surkau P: Initialbefund und Tragedauer der transversalbügelfreien, gewebeintegrierten Konus-Konstruktion - eine 17-Jahres-Studie. *Dtsch Zahnärztl Z* 2000; 55: 780-784
407. Walton TR: A ten-year longitudinal study of fixed prosthodontics: 1. Protocol and patient profile. *Int J Prosthodont* 1997; 10: 325-331
408. Walton TR: A 10-year longitudinal study of fixed prosthodontics: clinical characteristics and outcome of single-unit metal-ceramic crowns. *Int J Prosthodont* 1999; 12: 519-526
409. Walton TR: An up to 15-year longitudinal study of 515 metal-ceramic FPDs: Part 1. Outcome. *Int J Prosthodont* 2002; 15: 439-445
410. Walton TR: An up to 15-year longitudinal study of 515 metal-ceramic FPDs: Part 2. Modes of failure and influence of various clinical characteristics. *Int J Prosthodont* 2003; 16: 177-182
411. Walton TR: Changes in the outcome of metal-ceramic tooth-supported single crowns and FDPs following the introduction of osseointegrated implant dentistry into a prosthodontic practice. *Int J Prosthodont* 2009; 22: 260-267
412. Walton TR: The up to 25-year survival and clinical performance of 2,340 high gold-based metal-ceramic single crowns. *Int J Prosthodont* 2013; 26: 151-160
413. Walton TR: An Up-to-15-Year Comparison of the Survival and Complication Burden of Three-Unit Tooth-Supported Fixed Dental Prostheses and Implant-Supported Single Crowns. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2015; 30: 851-861
414. Wang F, Monje A, Huang W, Zhang Z, Wang G, Wu Y: Maxillary Four Implant-retained Overdentures via Locator® Attachment: Intermediate-term Results from a Retrospective Study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2016; 18: 571-579
415. Wang JHY, Judge R, Bailey D: A 5-Year Retrospective Assay of Implant Treatments and Complications in Private Practice: The Restorative Complications of Single and Short-Span Implant-Supported Fixed Prostheses. *Int J Prosthodont*

2016; 29: 435-444

416. Watzek G, Weber R, Bernhart T, Ulm C, Haas R: Treatment of patients with extreme maxillary atrophy using sinus floor augmentation and implants: preliminary results. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 1998; 27: 428-434
417. Weber A: Überlebenszeitanalysen von teleskopverankerten Teilprothesen unter besonderer Berücksichtigung der Folgekosten. *Med Diss, Gießen* 2005
418. Weber H: Zahnlücke, was nun? Moderner Zahnersatz - auch mit Implantaten. [https://zahnklinik-tuebingen.de/fileadmin/user\\_upload/Downloads/zahnluecke-was\\_nun\\_moderner\\_zahnersatz-auch\\_mit\\_implantaten.pdf](https://zahnklinik-tuebingen.de/fileadmin/user_upload/Downloads/zahnluecke-was_nun_moderner_zahnersatz-auch_mit_implantaten.pdf), 26.04.2021
419. Weimann F: Zur durchschnittlichen Verweildauer von Einstückgussprothesen. *Med Diss, Gießen* 2000
420. Weischer T, Mohr C: Implant-supported mandibular telescopic prostheses in oral cancer patients: an up to 9-year retrospective study. *Int J Prosthodont* 2001; 14: 329-334
421. Weiß C: Studententypen. In: Weiß C (Hrsg): *Basiswissen Medizinische Statistik*. Springer, Berlin Heidelberg 1999, 268-280
422. Weng D, Richter EJ: Maxillary removable prostheses retained by telescopic crowns on two implants or two canines. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007; 27: 35-41
423. Wennerberg A, Jemt T: Complications in partially edentulous implant patients: a 5-year retrospective follow-up study of 133 patients supplied with unilateral maxillary prostheses. *Clin Implant Dent Relat Res* 1999; 1: 49-56
424. Wennstrom JL, Ekestubbe A, Grondahl K, Karlsson S, Lindhe J: Implant-supported single-tooth restorations: a 5-year prospective study. *J Clin Periodontol* 2005; 32: 567-574
425. Wennström JL, Ekestubbe A, Gröndahl K, Karlsson S, Lindhe J: Oral rehabilitation with implant-supported fixed partial dentures in periodontitis-susceptible subjects. A 5-year prospective study. *J Clin Periodontol* 2004; 31: 713-724
426. Wenz HJ, Hertrampf K, Lehmann KM: Clinical longevity of removable partial dentures retained by telescopic crowns: outcome of the double crown with clearance fit. *Int J Prosthodont* 2001; 14: 207-213
427. Wenz HJ, Lehmann KM: A telescopic crown concept for the restoration of the partially edentulous arch: the Marburg double crown system. *Int J Prosthodont* 1998; 11: 541-550
428. Westermann W, Kerschbaum T, Hain H: Verweildauer von ausgedehnten Amalgamfüllungen. *Dtsch Zahnärztl Z* 1990; 45: 743-747
429. Widbom C, Söderfeldt B, Kronström M: A retrospective evaluation of treatments with implant-supported maxillary overdentures. *Clin Implant Dent Relat Res* 2005; 7: 166-172
430. Widbom T, Löfquist L, Widbom C, Söderfeldt B, Kronström M: Tooth-supported telescopic crown-retained dentures: an up to 9-year retrospective clinical follow-up study. *Int J Prosthodont* 2004; 17: 29-34

431.   Wirtschaftspsychologische Gesellschaft: Querschnittstudien und Längsschnittstudien als Forschungsansätze.  
<https://wpgs.de/fachtexte/forschungsdesigns/querschnittstudien-und-laengsschnittstudien-als-forschungsansaetze/>, 26.04.2021
432.   Wittneben JG, Buser D, Salvi GE, Bürgin W, Hicklin S, Brägger U: Complication and failure rates with implant-supported fixed dental prostheses and single crowns: a 10-year retrospective study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2014; 16: 356-364
433.   Woestmann B: Zahnersatz und Gesundheit bei Senioren. *Zahnärztl Mitt* 2003; 9: 44-46
434.   Wolleb K, Sailer I, Thoma A, Menghini G, Hammerle CHF: Clinical and radiographic evaluation of patients receiving both tooth- and implant-supported prosthodontic treatment after 5 years of function. *Int J Prosthodont* 2012; 25: 252-259
435.   Wöstmann B: Tragedauer von klammerverankerten Einstückgussprothesen im überwachten Gebrauch. *Dtsch Zahnärztl Z* 1997; 52: 100-104
436.   Wöstmann B, Balkenhol M, Weber A, Ferger P, Rehmann P: Long-term analysis of telescopic crown retained removable partial dentures: survival and need for maintenance. *J Dent* 2007; 35: 939-945
437.   Wyatt CC, Zarb GA: Treatment outcomes of patients with implant-supported fixed partial prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998; 13: 204-211
438.   Yi SW, Ericsson I, Carlsson GE, Wennström JL: Long-term follow-up of cross-arch fixed partial dentures in patients with advanced periodontal destruction. Evaluation of the supporting tissues. *Acta Odontol Scand* 1995; 53: 242-248
439.   Yoshida T, Kurosaki Y, Mine A et al.: Fifteen-year survival of resin-bonded vs full-coverage fixed dental prostheses. *J Prosthodont Res* 2019; 63: 374-382
440.   Yoshino K, Ito K, Kuroda M, Sugihara N: Survival rate of removable partial dentures with complete arch reconstruction using double crowns: a retrospective study. *Clin Oral Investig* 2020; 24: 1543-1549
441.   Zahn T, Zahn B, Janko S, Weigl P, Gerhardt-Szép S, Lauer HC: Long-term behavior of double crown retained dentures with metal and metal-free secondary crowns and frameworks made of Vectris(©) on all-ceramic primary crowns: a prospective, randomized clinical trial up to 14 years. *Clin Oral Investig* 2016; 20: 1087-1100
442.   Zarb GA, Schmitt A: The longitudinal clinical effectiveness of osseointegrated dental implants in anterior partially edentulous patients. *Int J Prosthodont* 1993; 6: 180-188
443.   Zarb GA, Schmitt A: The longitudinal clinical effectiveness of osseointegrated dental implants in posterior partially edentulous patients. *Int J Prosthodont* 1993; 6: 189-196
444.   Ziegler A, Lange S, Bender R: Überlebenszeitanalyse: Der Log-Rang-Test. *Dtsch Med Wochenschr* 2007; 132: e39-e41
445.   Ziegler A, Lange S, Bender R: Überlebenszeitanalyse: Die Cox-Regression. *Dtsch Med Wochenschr* 2007; 132: e42-e44

446. Ziegler A, Lange S, Bender R: Überlebenszeitanalyse: Eigenschaften und Kaplan-Meier Methode. Dtsch Med Wochenschr 2007; 132: e36-e38
447. Zierden K, Kurzrock L, Wöstmann B, Rehmann P: Nonprecious Alloy vs Precious Alloy Telescopic Crown-Retained Removable Partial Dentures: Survival and Maintenance Needs. Int J Prosthodont 2018; 31: 459-464
448. Zinsli B, Sägesser T, Mericske E, Mericske-Stern R: Clinical evaluation of small-diameter ITI implants: a prospective study. Int J Oral Maxillofac Implants 2004; 19: 92-99
449. Zitzmann NU, Marinello CP: Treatment outcomes of fixed or removable implant-supported prostheses in the edentulous maxilla. Part I: Patients' assessments. J Prosthet Dent 2000; 83: 424-433
450. Zitzmann NU, Marinello CP: Treatment outcomes of fixed or removable implant-supported prostheses in the edentulous maxilla. Part II: Clinical findings. J Prosthet Dent 2000; 83: 434-442
451. Zlatarić DK, Celebić A, Valentić-Peruzović M: The effect of removable partial dentures on periodontal health of abutment and non-abutment teeth. J Periodontol 2002; 73: 137-144
452. Zou D, Wu Y, Huang W et al.: A 3-year prospective clinical study of telescopic crown, bar, and locator attachments for removable four implant-supported maxillary overdentures. Int J Prosthodont 2013; 26: 566-573

## 11. Anhang

JUSTUS-LIEBIG



UNIVERSITÄT  
GIESSEN

FACHBEREICH 11



MEDIZIN

Ethik-Kommission, Klinikstr. 29, Alte Chirurgie, D-35385 Gießen

Prof. Dr. P. Rehmann  
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik  
Schlangenzahl 14  
35385 Gießen

**ETHIK-KOMMISSION  
am Fachbereich Medizin  
Vorsitz: Prof. H. Tillmanns**

Klinikstr. 29 (Alte Chirurgie)  
D-35385 Gießen  
Tel.: (0641) 99-42470  
ethik.kommission@pharma.med.uni-giessen.de

Gießen, 10. Januar 2020  
Dr. Kr./

164/11

**Titel:** Versorgungsforschung – Retrospektive Überlebenszeitanalysen von Zahnersatz.

**Amendment vom 06.12.19, Eingang 09.12.19**

Sehr geehrter Herr Prof. Dr. Rehmann, *Lieber Herr Rehmann*

im genannten Amendment zu Ihrem Projekt der Versorgungsforschung beantragen Sie, die Datenmenge zu vergrößern. Dabei soll insbesondere die Praxisrealität in den Vordergrund gestellt werden. Dies soll durch Hinzunahme von Befunddaten aus zwei Zahnarztpraxen (Praxis Besser, Blaski und Kollegen in 63110 Rodgau Nieder-Roden und Praxis Dr. Lehmann in 65843 Sulzbach) erfolgen, in denen zwei potentielle Doktorandinnen als Zahnärztinnen arbeiten. Die Erweiterung soll retrospektiv ausschließlich anhand von Patientendaten durchgeführt werden, die routinemäßig während der Behandlung erhoben wurden. Studienbedingte Maßnahmen an Patienten sind nicht vorgesehen. Da die Daten generell ohne Personenbezug gesammelt werden sollen, sind dann im Nachhinein auch keine Rückschlüsse auf individuelle Merkmale mehr möglich. Überlebenszeitanalysen bzw. Verlaufskontrollen sind ein wichtiges Hilfsmittel zur Bestimmung der erfolgsrelevanten Parameter einer zahnärztlich-prothetischen Behandlung. Diese Form der Untersuchung erlaubt wie keine andere die Bewertung des Einflusses verschiedener klinischer Variablen auf den mit einem bestimmten prothetischen Versorgungsmedium erzielbaren langfristigen Behandlungserfolg. Von besonderem Interesse ist dabei natürlich auch, ob zwischen universitärer Klinik und zahnärztlicher Praxis Unterschiede bezüglich der Überlebenszeiten des Zahnersatzes existieren und welche Faktoren diese möglichen Unterschiede modellieren.

Seitens der Ethikkommission bestehen keine Einwände gegen die Erweiterung im Rahmen des retrospektiven Projektes nach Art einer Qualitätskontrolle. Wir wünschen weiterhin viel Erfolg (8 Publikationen im Zusammenhang mit dieser Arbeit sprechen für sich!).

Mit freundlichen Grüßen

*H. Tillmanns*  
Prof. Dr. H. Tillmanns  
Vorsitzender der Ethik-Kommission

*p.s. Mit besten Wünschen für das neue Jahr 2020!*  
*H. Tillmanns*

Abb. 11.1.: positives Votum der Ethik-Kommission der Justus-Liebig-Universität Gießen, Aktenzeichen 164/11

## 11.1. Abbildungsverzeichnis

- Abb. 4.1.2.: Darstellung der Überlebenszeiten von Einzelzahnkronen aus Tabelle 4.1.2.
- Abb. 4.1.4.: Darstellung der Überlebenszeiten von Brücken aus Tabelle 4.1.4.
- Abb. 4.2.2.: Darstellung der Überlebenszeiten von Modellgussprothesen aus Tabelle 4.2.2.
- Abb. 4.3.2.: Darstellung der Überlebenszeiten von Kombinationsersatz aus Tabelle 4.3.2.
- Abb. 4.4.2.: Darstellung der Überlebenszeiten von festsitzendem Zahnersatz auf Implantaten aus Tabelle 4.4.2.
- Abb. 4.4.3.: Darstellung der Überlebenszeiten von Kombinationsersatz auf Implantaten aus Tabelle 4.4.3.
- Abb. 5.1.1.: Altersverteilung der Patienten in Dekaden bei Eingliederung des untersuchten Zahnersatzes
- Abb. 6.1.2.: Zahnersatzart
- Abb. 6.1.4.: Häufigkeitsverteilung der Pfeilerzahnvitalität nach Zahnersatzart
- Abb. 6.1.6.: Werkstoff des Zahnersatzes
- Abb. 6.1.7.: Gegenkieferbezahnung im Bereich des Zahnersatzes
- Abb. 6.2.a.: Überlebensfunktion nach Kaplan-Meier, Dauer bis zur Neuanfertigung, Zielereignis: Neuanfertigung
- Abb. 6.2.b.: Hazard-Funktion, Verlustrisiko über die Zeit, Zielereignis: Neuanfertigung
- Abb. 6.2.1.a.: Überlebensfunktion nach Kaplan-Meier in Abhängigkeit von der Zahnersatzart, Dauer bis zur Neuanfertigung, Zielereignis: Neuanfertigung
- Abb. 6.2.1.b.: Hazard-Funktion, Verlustrisiko über die Zeit in Abhängigkeit von der Zahnersatzart, Zielereignis: Neuanfertigung
- Abb. 6.2.2.a.: Überlebensfunktion nach Kaplan-Meier in Abhängigkeit vom Geschlecht, Dauer bis zur Neuanfertigung, Zielereignis: Neuanfertigung
- Abb. 6.2.2.b.: Hazard-Funktion, Verlustrisiko über die Zeit in Abhängigkeit vom Geschlecht, Zielereignis: Neuanfertigung
- Abb. 6.2.3.a.: Überlebensfunktion nach Kaplan-Meier in Abhängigkeit von der Vitalität der Pfeilerzähne, Dauer bis zur Neuanfertigung, Zielereignis:

## Neuanfertigung

- Abb. 6.2.3.b.: Hazard-Funktion, Verlustrisiko über die Zeit in Abhängigkeit von der Vitalität der Pfeilerzähne, Zielereignis: Neuanfertigung
- Abb. 6.2.4.a.: Überlebensfunktion nach Kaplan-Meier in Abhängigkeit vom Werkstoff des Zahnersatzes, Dauer bis zur Neuanfertigung, Zielereignis: Neuanfertigung
- Abb. 6.2.4.b.: Hazard-Funktion, Verlustrisiko über die Zeit in Abhängigkeit vom Werkstoff des Zahnersatzes, Zielereignis: Neuanfertigung
- Abb. 6.2.5.a.: Überlebensfunktion nach Kaplan-Meier in Abhängigkeit von der Gegenkieferbezahnung, Dauer bis zur Neuanfertigung, Zielereignis: Neuanfertigung
- Abb. 6.2.5.b.: Hazard-Funktion, Verlustrisiko über die Zeit in Abhängigkeit von der Gegenkieferbezahnung, Zielereignis: Neuanfertigung
- Abb. 11.1.: positives Votum der Ethik-Kommission der Justus-Liebig-Universität Gießen, Aktenzeichen 164/11

## 11.2. Tabellenverzeichnis

|                |                                                                                                                             |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tab. 4.1.2.:   | Überlebenszeitanalysen von feststehendem Zahnersatz in Form von Einzelzahnkronen                                            |
| Tab. 4.1.4.:   | Überlebenszeitanalysen von feststehendem Zahnersatz in Form von konventionellen Brücken                                     |
| Tab. 4.2.2.:   | Überlebenszeitanalysen von herausnehmbarem Zahnersatz in Form von Modellgussprothesen                                       |
| Tab. 4.3.2.:   | Überlebenszeitanalysen von Kombinationsersatz auf natürlichen Pfeilerzähnen                                                 |
| Tab. 4.4.2.:   | Überlebenszeitanalysen von feststehendem Zahnersatz auf Implantaten                                                         |
| Tab. 4.4.3.:   | Überlebenszeitanalysen von Kombinationsersatz auf Implantaten                                                               |
| Tab. 5.1.2.:   | Geschlechterverteilung innerhalb des Patientenkontingents                                                                   |
| Tab. 6.1.3.:   | Versagensgründe des Zahnersatzes                                                                                            |
| Tab. 6.1.5.:   | Kieferlokalisation in Abhängigkeit von der eingesetzten Zahnersatzart                                                       |
| Tab. 6.1.9.:   | aufgetretene Komplikationen nach Eingliederung des Zahnersatzes                                                             |
| Tab. 6.2.1.:   | Mittelwerte für die Überlebenszeit in Jahren in Abhängigkeit von der Zahnersatzart                                          |
| Tab. 6.2.2.:   | Mittelwerte für die Überlebenszeit in Jahren in Abhängigkeit vom Geschlecht                                                 |
| Tab. 6.2.3.:   | Mittelwerte für die Überlebenszeit in Jahren in Abhängigkeit von der Vitalität der Pfeilerzähne                             |
| Tab. 6.2.4.:   | Mittelwerte für die Überlebenszeit in Jahren in Abhängigkeit vom Werkstoff des Zahnersatzes                                 |
| Tab. 6.2.5.:   | Mittelwerte für die Überlebenszeit in Jahren in Abhängigkeit von der Gegenkieferbezahnung                                   |
| Tab. 6.3.a.:   | Cox-Regression – prothetische Versorgung, Zielvariable „Dauer bis zur Neuanfertigung“                                       |
| Tab. 6.3.b.:   | Codierung der kategorialen Variablen, Cox-Regression – prothetische Versorgung, Zielvariable „Dauer bis zur Neuanfertigung“ |
| Tab. 7.2.1.1.: | Altersverteilung der Patienten bei Eingliederung                                                                            |
| Tab. 7.2.5.:   | Komplikationen in Abhängigkeit von der Zahnersatzart                                                                        |

## **12. Ehrenwörtliche Erklärung**

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten 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 sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, oder habe diese nachstehend spezifiziert. Die vorgelegte Arbeit wurde weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren.

Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

---

Ort, Datum

---

Katharina Barbara Kailing

### **13. Danksagung**

Ich bedanke mich bei Herrn Prof. Dr. Peter Rehmann für das Übergeben des Dissertationsthemas, das entgegengebrachte Vertrauen sowie für die Durchsicht und Überarbeitung der Dissertation.

Meiner Familie, insbesondere meinem Ehemann Nils Kailing, danke ich für die Geduld und die Unterstützung sowie für die Überarbeitung der Dissertation. Meinen Eltern danke ich, dass Sie mir das zahnmedizinische Studium ermöglichen konnten und mich in dieser Zeit und bis heute auf allen Ebenen unterstützt haben.