

Aus der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik

des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf

Direktor: Prof. Dr. med. dent. Guido Heydecke



**Nachsorgeaufwand und Kostenvergleich von
Implantatprothetik und konventioneller Prothetik bei der
Therapie der verkürzten Zahnreihe**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin

der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg

vorgelegt von

Sascha Pieger

geboren in Halle

Hamburg 2010

Angenommen von der Medizinischen Fakultät

der Universität Hamburg am: 11.02.2010

Veröffentlicht mit Genehmigung der Medizinischen

Fakultät der Universität Hamburg

Prüfungsausschuss, der Vorsitzende: Prof. Dr. Guido Heydecke

Prüfungsausschuss: 2. Gutachter: Prof. Dr. Matthias Augustin

Prüfungsausschuss: 3. Gutachter: Prof. Dr. Jens Türp

Für meine Eltern

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
1.1	Fragestellung	7
1.2	Einführung	7
2	Literaturübersicht	11
2.1	Grundsätzliches zum Zahnersatz.....	11
2.1.1	Begriffsdefinition	11
2.1.2	Geschichtliche Entwicklung von partiellem Zahnersatz	11
2.1.2.1	Geschichtliche Entwicklung von herausnehmbaren Teilprothesen.....	12
2.1.2.2	Geschichtliche Entwicklung von festsitzenden Kronen und Brücken.....	12
2.1.2.3	Geschichtliche Entwicklung von Implantaten.....	13
2.1.3	Zahnverlust und seine Folgen.....	13
2.1.4	Einteilung und Klassifikation von Zahnersatz zur Therapie der verkürzten Zahnreihe.....	14
2.1.5	Anforderungen an partiellen Zahnersatz.....	17
2.1.6	Indikationen von partiellem Zahnersatz.....	18
2.1.7	Vor- und Nachteile von partiellem Zahnersatz	19
2.2	Langzeitergebnisse von Zahnersatz.....	21
2.2.1	Notwendigkeit von Langzeituntersuchungen.....	21
2.2.2	Langzeitergebnisse für konventionell herausnehmbaren Zahnersatz.....	22
2.2.3	Langzeitergebnisse für konventionell festsitzenden Zahnersatz.....	23
2.2.4	Langzeitergebnisse für implantatgetragenen festsitzenden Zahnersatz	24
2.3	Nachsorgeaufwand für Zahnersatz zur Versorgung der verkürzten Zahnreihe.....	26
2.3.1	Begriffsdefinition	26
2.3.2	Nachsorgeaufwand für konventionellen herausnehmbaren Zahnersatz	26
2.3.3	Nachsorgeaufwand für konventionell festsitzenden Zahnersatz.....	28
2.3.4	Nachsorgeaufwand für implantatgetragenen festsitzenden Zahnersatz	30

2.4	Kosten- und Nutzenanalyse zahnmedizinischer Leistungen	33
2.4.1	Begriffsdefinition	33
2.4.2	Kosten und Nutzen im Gesundheitswesen	33
2.4.3	Formen von gesundheitsökonomischen Evaluationen	34
2.4.4	Notwendigkeit gesundheitsökonomischer Evaluationen in der Zahnmedizin	36
3	Material und Methode	37
3.1	Literatursuche	37
3.2	Auswahl relevanter Studien	41
3.3	Ein- / Ausschlusskriterien	41
3.4	Analyse der Studien	42
3.5	Berechnung der Ereignishäufigkeit	44
3.6	Statistische Analyse	44
3.7	Kostenanalyse	44
3.7.1	Ermittlung des Zeitbedarfs	44
3.7.2	Berechnung der Initialkosten	46
3.7.3	Sensitivitätsanalyse	48
3.7.4	Berechnung der Nachsorgekosten	49
4	Ergebnisse	52
4.1	Ergebnisse der Literaturrecherche	52
4.2	Auswertung der Publikationen	52
4.3	Ergebnisse für konventionell herausnehmbaren Zahnersatz	56
4.3.1	Technische Komplikationen	56
4.3.2	Biologische Komplikationen	58
4.4	Ergebnisse für konventionell festsitzenden Zahnersatz	60
4.4.1	Technische Komplikationen	60
4.4.2	Biologische Komplikationen	63
4.5	Ergebnisse für implantatgetragenen festsitzenden Zahnersatz	65
4.5.1	Technische Komplikationen	65
4.5.2	Biologische Komplikationen	68
4.6	Meta-Analyse der Eintrittswahrscheinlichkeit je Ereignis je Gruppe	69
4.7	Ergebnisse der Kostenanalyse	70
4.7.1	Initialkosten	70
4.7.2	Sensitivitätsanalyse	72

4.7.3	Nachsorgekosten.....	73
4.7.3.1	Absolute Nachsorgekosten.....	73
4.7.3.2	Anteilige Nachsorgekosten für konventionell herausnehmbaren Zahnersatz	75
4.7.3.3	Anteilige Nachsorgekosten für konventionell festsitzenden Zahnersatz	77
4.7.3.4	Anteilige Nachsorgekosten für implantatgetragenen Zahnersatz	80
4.7.4	Gesamtkosten	82
5	Diskussion	83
5.1	Diskussion der Methode	83
5.1.1	Diskussion der Literatursuche.....	83
5.1.2	Diskussion der Studienauswahl.....	84
5.2	Diskussion der Ergebnisse des Nachsorgeaufwandes	85
5.2.1	Konventionell herausnehmbarer Zahnersatz	85
5.2.2	Konventionell festsitzender Zahnersatz	87
5.2.3	Implantatgetragener festsitzender Zahnersatz.....	88
5.3	Diskussion der Ergebnisse der Kostenanalyse	89
5.3.1	Konventionell herausnehmbarer Zahnersatz	89
5.3.2	Konventionell festsitzender Zahnersatz	91
5.3.3	Implantatgetragener festsitzender Zahnersatz.....	93
6	Zusammenfassung	95
7	Literaturverzeichnis	96
8	Sonstige Verzeichnisse.....	106
8.1	Tabellenverzeichnis	106
8.2	Abbildungsverzeichnis.....	108
8.3	Abkürzungsverzeichnis.....	111
9	Danksagung.....	112
10	Eidesstattliche Erklärung.....	113

1 Einleitung

1.1 Fragestellung

Im Rahmen dieser systematischen Übersichtsarbeit sollen durch Auswertung publizierter Forschungsergebnisse die Misserfolgsrate und der entstehende Nachsorgeaufwand, sowie ein Kostenvergleich von (I) konventionell herausnehmbarem, (II) konventionell feststehendem Zahnersatz und (III) implantatgetragenen Zahnersatz auf Basis vorher festgelegter Kriterien untersucht werden.

Mit Blick auf die Bewertung des Nachsorgeaufwandes und der Kosten der Möglichkeiten zur Therapie der verkürzten Zahnreihe wurden im Rahmen dieser Übersicht folgende Fragestellungen formuliert:

Bestehen bei der Therapie der verkürzten Zahnreihe Unterschiede zwischen den Therapieformen in Bezug auf

- Nachsorgeaufwand,
- Initialkosten
- Folgekosten.

Die gesamtheitliche Betrachtung der aufgelisteten Komponenten setzt die Analyse der technischen und biologischen Komplikationen von konventionell herausnehmbarem, feststehendem und implantatgetragenen Zahnersatz voraus.

1.2 Einführung

Im Blickpunkt der modernen Zahnmedizin steht mehr denn je die Prävention oraler Erkrankungen und die Verbesserung der Lebensqualität der Patienten. Belegen doch repräsentative Querschnittsstudien neben einer Verbesserung der Mundgesundheit im Allgemeinen einen Rückgang der Kariesinzidenz in allen Altersgruppen und eine Rückläufigkeit von Zahnverlusten im Speziellen. Allerdings steigt die Prävalenz der Parodontitis besonders in der Gruppe der älteren Patienten (Micheelis 2006). Trotz einer verbesserten Prophylaxe und Mundhygiene besteht deshalb auch weiterhin ein hohes Risiko an Zahnverlusten und folglich der Bedarf der Versorgung von Lückengebissen, die aufgrund von

parodontalen Problemen, aber auch Karies, nicht therapierbaren endodontischen Läsionen, Traumata sowie einer angeborenen Nichtanlage einzelner oder mehrerer Zähne entstanden sein können.

Die durchschnittliche Anzahl und die Häufigkeit des Auftretens fehlender Zähne, können als Parameter für den Zerstörungsgrad des Gebisses gelten. Vor allem in den Altersgruppen ab dem 35. Lebensjahr, existieren erhöhte Prävalenzen fehlender Zähne. Dieser Altersgruppe fehlen im Mittel 5,4 Zähne (Micheelis 2006). Zahnverlust tritt bei weiten Teilen der Bevölkerung beginnend mit dem Verlust der Molaren auf (Bjorn u. Owall 1979; Kerschbaum et al. 1994; Nitschke u. Hopfenmüller 1994; Kerschbaum et al. 1996). Daher sollte das Ziel der präventionsorientierten Zahnmedizin vorrangig darin bestehen, dass möglichst wenige Zähne verloren gehen.

Minimalinvasive Therapien können einen Beitrag zur prothetischen Rekonstruktion nach Zahnverlust leisten. Eine solche Therapie stellen beispielsweise Adhäsivbrücken dar. Diese werden mit einem speziellen Verbundsystem minimalinvasiv an den Nachbarzähnen befestigt. Weiterhin zählen dazu Techniken wie die Einzelzahnimplantation, die ein Beschleifen von Zähnen mit allen bekannten Folgen überflüssig macht. Erwähnt werden sollte hierbei ebenso die Technik der „flapless surgery“ bei Implantation. Dabei kann auf eine umfangreiche Weichteilmobilisierung verzichtet werden. Daraus können geringere Wundheilungszeiten und weniger postoperative Schmerzen für den Patienten resultieren (Becker et al. 2005).

Für die Versorgung von Lückengebissen existiert kein Goldstandard. Vielmehr stehen für den Patienten unterschiedliche Therapiemöglichkeiten zur Verfügung. Der behandelnde Zahnarzt sollte nicht nur über die konventionellen Versorgungsformen wie festsitzenden Zahnersatz in Form von Kronen, Brücken und Extensionsbrücken, herausnehmbare Teilprothesen, Adhäsivbrücken, kombiniert festsitzend herausnehmbaren Zahnersatz aufklären, sondern auch über die verfügbaren implantatprothetischen Therapiemöglichkeiten informieren (Fuhr u. Behneke 1985; Budtz-Jørgensen 1996). Überdies müssen auch die Möglichkeiten kieferorthopädischer Distalisierung des endständigen Pfeilerzahnes (Diedrich u. Erpenstein 1986) sowie der Erhalt und die Sicherung

der Prämolarenokklusion, dem sogenannten Konzept der verkürzten Zahnreihe (Käyser 1989; Allen et al. 1995) Beachtung finden. Es versteht sich somit nahezu von selbst, dem Patienten die Vor- und Nachteile der einzelnen Therapieoptionen ausführlich darzulegen.

Zahlreiche Studien haben sich bereits mit Untersuchungen über die Verweildauer von festsitzendem und herausnehmbarem Zahnersatz beschäftigt. (Kerschbaum et al. 1991; Erpenstein et al. 1992; Vermeulen et al. 1996; Studer et al. 1998; Wagner u. Kern 2000). Da sich die Überlebenswahrscheinlichkeiten der verschiedenen Therapieoptionen zur Versorgung von Lückengebissen voneinander unterscheiden (Vermeulen et al. 1996; Pjetursson et al. 2004a), liegt der Schluss nahe, dass zwischen den einzelnen Versorgungsformen auch signifikante Unterschiede im Nachsorgeaufwand (Wolfart et al. 2007) und den dabei entstehenden Kosten resultieren. Viele Studien untersuchen daher die Häufigkeit des Auftretens von biologischen oder technischen Komplikationen während der Gebrauchsphase (wie z.B. Karies endodontische und parodontale Probleme oder die Häufigkeit des Auftretens von Gerüstfrakturen, Prothesenbasisbrüchen oder Unterfütterungen), (Behr et al. 2000; Wagner u. Kern 2000; Brägger et al. 2001; Kreissl et al. 2007).

Das Ergebnis einer aktuell durchgeführten Übersichtsarbeit zeigt, dass die Hälfte der europäischen Erwachsenenbevölkerung mit Zahnersatz versorgt ist (Zitzmann et al. 2007). Vor allem festsitzende Rekonstruktionen in Form von Kronen- und Brückenzahnersatz werden hierfür in Deutschland eingegliedert (Micheelis 2006). Im Jahr 2006 wurden 2,7 Milliarden Euro (€) für prothetische Therapien zur oralen Rehabilitation ausgegeben. Das entspricht ca. 2% der Gesamtausgaben der Gesetzlichen Krankenversicherungen (KZBV 2007). In der Gesamtheit aller zahnärztlichen Behandlungen wird deutlich, dass ein Viertel der entstehenden Kosten durch Zahnersatz hervorgerufen wird. Damit stellen prothetische Therapien einen nicht unerheblichen Kostenfaktor im Gesundheitssystem dar. Patienten und Kostenträgern sollte bewusst werden, dass eine initial teurere Restauration bei geringerem Nachsorgeaufwand nach mehreren Jahren die finanziell günstigere Variante darstellen kann.

Vor diesem Hintergrund und in Zeiten von sinkender Zuzahlung seitens der Krankenkassen, möchte und muss der Patient genauestens über die entstehenden Kosten für den Zahnersatz und eventuell auftretender Reparaturkosten oder Folgekosten informiert werden.

Allerdings sind die Studienergebnisse selbst bei gleicher Fragestellung aufgrund unterschiedlicher Methodik oder fehlender Strukturgleichheit häufig nicht homogen. Dies erschwert die Auswertung von thematisch treffenden Publikationen. Daher erscheint es sinnvoll, deren Studienergebnisse in einer zusammenfassenden Übersichtsarbeit darzustellen.

2 Literaturübersicht

2.1 Grundsätzliches zum Zahnersatz

2.1.1 Begriffsdefinition

Eines der wesentlichen Kernziele der zahnärztlich (prothetischen) Therapie ist der Erhalt und die Wiederherstellung der Funktion des Kauorgans (Strub et al. 2003). In der zahnärztlichen Prothetik erfolgt die orale Rehabilitation durch die Eingliederung von Zahnersatz. Dieser kann (A) festsitzend, (B) herausnehmbar oder kombiniert gestaltet werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit Zahnersatz auf (C) Implantaten zu lagern. Eine weitere Option ist die Lagerung des Zahnersatzes auf der Schleimhaut wie dies bei Totalprothesen der Fall ist. Es existiert eine Vielzahl von Einteilungen von Zahnersatz. Mit Blickpunkt auf die Thematik dieser Arbeit werden die für diese Arbeit relevanten Typisierungen davon im Folgenden vorgestellt.

2.1.2 Geschichtliche Entwicklung von partiellem Zahnersatz

Zahnersatz ist keine Erfindung der Neuzeit. Vielmehr sind die Anfänge der Fertigung von Zahnersatz in der vorchristlichen Zeit zu suchen, wie Ausgrabungen belegen (Harris et al. 1975).

Therapeutische Interventionen gingen schon zu diesem frühen Zeitpunkt über die Anfertigung von Zahnersatz und über das reine Schließen einer Zahnlücke hinaus. Neben Ersatzzähnen vom Menschen kamen Tierknochen, geschnitztes Elfenbein oder Kalbszähne als Ersatzmaterial zum Einsatz (Hoffmann-Axthelm 1985).

In Griechenland und im Römischen Reich erfolgte die Entwicklung neuer medizinischer Methoden. So wurden beispielsweise parodontal geschädigte Zähne mittels Metalldrähten gesichert. Als Pionier auf diesem Gebiet gilt Hippokrates von Kos, der in seinen Schriften auch eine Drahtligatur zur Stabilisierung gelockerter Zähne erwähnt (Hoffmann-Axthelm 1985).

2.1.2.1 Geschichtliche Entwicklung von herausnehmbaren Teilprothesen

Zum Ersatz fehlender Seitenzähne etablierte sich im 19. Jahrhundert die Anfertigung von herausnehmbaren Teilprothesen. Diese Behandlungsoption stellte eine Alternative zu den sonst üblichen Golddrahtgebinden oder den deutlich später entwickelten Wurzelstiftverankerungen dar. Von einfachen Halteelementen ohne Klammersauflagen hin zu komplizierteren Halte- und Stützelementen wie z.B. dem Roach-Kugelgeschiebe bzw. dem T-Geschiebe nach Stern folgten weitere Neuerungen, die teilweise noch heute Anwendung finden. Zu erwähnen sind das Ney-Klammersystem und die Konuskrone nach Körber (Hoffmann-Axthelm 1985), die beide Retentionselemente für herausnehmbaren Zahnersatz darstellen.

2.1.2.2 Geschichtliche Entwicklung von festsitzenden Kronen und Brücken

Bereits Anfang des 18. Jahrhunderts etablierte sich die Verwendung von festsitzendem Zahnersatz. Fauchard (1728) beschrieb erstmalig die Verwendung von Brückenzahnersatz in Form von Stiftzahnbrücken. Parallel zu den Fortschritten in der Brückenprothetik fand der Kronenzahnersatz Eingang in die zahnärztliche Praxis. Wenige Jahre später wurde von (Mouton 1746) die Verwendung von Vollkronen ausführlich dargestellt.

Herr C.J. Linderer (1834) adaptierte erstmals ein genau angepasstes Goldplättchen zum Zweck der Frakturprophylaxe über der Zahnwurzel. Über einen im Wurzelkanal verankerten Stift erfolgte dann die Retention.

Im weiteren Verlauf kam es zu technischen Verbesserungen der Apparaturen und Verfahren zur Herstellung des Zahnersatzes, die es ermöglichten, Metall und Keramik nutzungsfähig zu verbinden. Damit konnte letztlich die heute als Standard in der festsitzenden Prothetik anerkannte Metallkeramikkrone ihre Entwicklung nehmen.

2.1.2.3 Geschichtliche Entwicklung von Implantaten

Das erste osseointegrierte Implantat stammt aus der Zeit der Maya und wurde in die Zeit um 600 v.Chr. datiert. Röntgenaufnahmen zeigen drei von Knochen umgebene, in die Alveolen der unteren Schneidezähne gesetzte zahnähnliche Fragmente aus Muscheln (Ring 1995a).

Erst im Zeitalter der beginnenden Industrialisierung kam es zur Belebung der Praktiken zum Ersatz fehlender Seitenzähne mittels Implantaten. Maggiolo begann 1809 mit dem Einbringen von körperfremdem Material in die Alveole. 1885 implantierte J.M. Younger einen natürlichen menschlichen Zahn, dessen Pulpahöhle er vorher mit Guttapercha gefüllt hatte, in eine aufbereitete Alveole. Mehr als fünfzig Jahre später gelang es, das erste von Dr. Gustav Dahl konzipierte subperiostale Implantat zu inserieren.

1965 setzte der schwedische Orthopäde P. I. Brånemark das erste aus Titan gefertigte Implantat und prägte den Begriff Osseointegration (Ring 1995b). Osseointegration beschreibt den funktionellen und strukturellen Verbund zwischen dem organisierten lebenden Knochen und der Oberfläche eines belasteten Implantates (Brånemark et al. 1985).

2.1.3 Zahnverlust und seine Folgen

Der Verlust von Zähnen kann eine Vielzahl lokaler, umfassender, ästhetischer und psychischer Auswirkungen zur Folge haben. Lokale Veränderungen sind in vielen Fällen in unmittelbarer zeitlicher Nähe zum Zahnverlust in Form von Positionsänderungen der Nachbarzähne und Antagonisten zu beobachten (Love u. Adams 1971). In einer Studie von Witter et al. ergaben sich bei Patienten mit verkürzter Zahnreihe häufiger Auffächerungen der anterioren Restbezaehlung als bei einer vollbezaehlten Kontrollgruppe (1987). Weiterhin kommt es zu oft durch die Zahnentfernung zu einer Schädigung des zahntragenden Knochenanteils (der Alveole) und einem stetigen Resorptionsvorgang des Alveolarfortsatzes (Tallgren 1972).

Dem Patienten können Veränderungen der Zahnzahl durch eine Verschlechterung der Kaufunktion bewusst werden. Studien konnten

nachweisen, dass eine Korrelation zwischen Zufriedenheit und Anzahl okkludierender Seitenzähne besteht (Rosenoer u. Sheiham 1995; Behr 2003).

Weiterhin werden von einer Mehrzahl der Patienten die durch den Zahnverlust hervorgerufenen funktionellen Beeinträchtigungen besser toleriert als ästhetische Nachteile (Elias u. Sheiham 1998). Andere Autoren kommen ebenfalls zu dem Schluss, dass die Patientenzufriedenheit vor allem durch ästhetische Faktoren beeinflusst wird (Steele et al. 1997).

Umfassendere Veränderungen kann der Zahnverlust auf das gesamte stomatognathe System in Form von cranio-mandibulären Funktionsstörungen (CMD) haben (Oberg et al. 1971). Eine Querschnittsstudie konnte einen Zusammenhang zwischen fehlenden Seitenzähnen und dem Auftreten von Kiefergelenkerkrankungen nachweisen (Pullinger et al. 1993). Fehlende Abstützung im Molarengbiet muss andererseits nicht zwingend mit dem Auftreten von CMD vergesellschaftet sein (Witter et al. 1994). In Bezug auf die Entwicklung funktioneller Erkrankungen wird einseitiger Molarenverlust, verglichen mit symmetrischem Zahnverlust, ungünstiger eingestuft (Barghi et al. 1987).

2.1.4 Einteilung und Klassifikation von Zahnersatz zur Therapie der verkürzten Zahnreihe

Der Vielzahl von Lückengebissmodifikationen steht eine überschaubare Anzahl an Therapiemitteln gegenüber. So ermittelte Körber (1995) 268 Millionen Möglichkeiten unterschiedlicher Lückengebissituationen. Allerdings existieren regelmäßig sich wiederholende Gebisskonstellationen, die schon in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts zum Ausgangspunkt für Klassifizierungen von Lückengebissen wurden (Kennedy 1928; Wild 1950; Eichner 1955).

Grundsätzlich unterscheidet man Schaltlücken von Frendlücken. Schaltlücken sind zahnbegrenzt (Abbildung 1). Frendlücken bezeichnen verkürzte Zahnreihen (Abbildung 2).

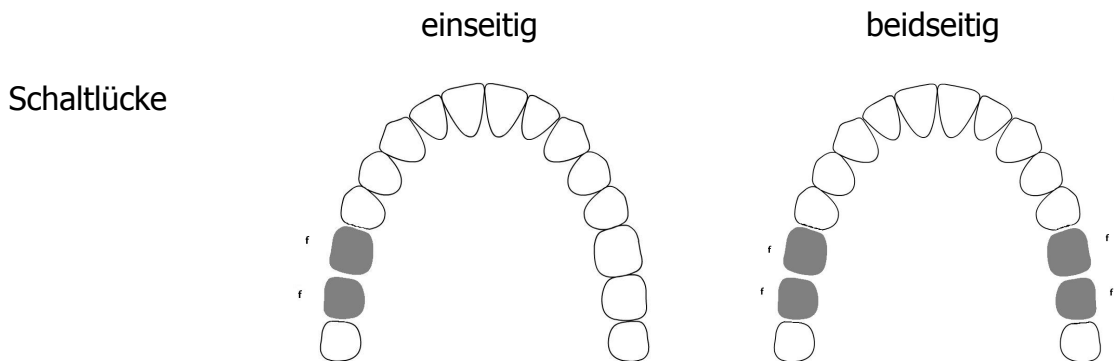


Abbildung 1: Beispielbilder für Schaltlücken

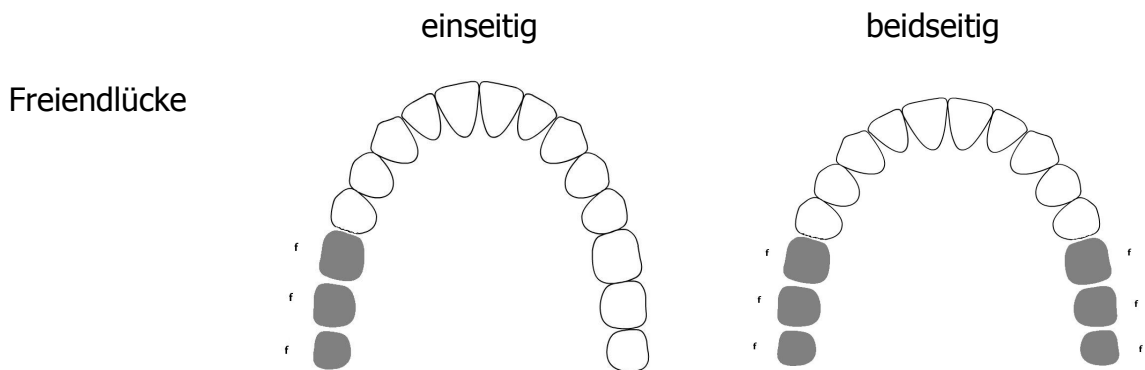


Abbildung 2: Beispielbilder für Frendlücken

Der Begriff „verkürzte Zahnreihe“ bezeichnet die Prämolarenokklusion bei fehlender ein- oder beidseitiger Molarenabstützung und anterior vorhandener Restbezaahnung (= beidseitige Frendlücke). Bei der extrem verkürzten Zahnreihe können zusätzlich Prämolaren fehlen (Käyser 1981). Zur Therapie der verkürzten Zahnreihe stehen verschiedenartige herausnehmbare Teilprothesen, kombiniert festsitzend herausnehmbare Prothesen, festsitzende (Extensions-) Brücken und implantatretinierter Zahnersatz zur Verfügung.

Bei einer fortgeschrittenen Schädigung des Restgebisses, die nicht mehr auf dem Wege einer festsitzenden Versorgung bzw. Implantation des Lückengebisses zu therapieren ist, kann eine Behandlung mittels **herausnehmbarem Teilersatz** erfolgen (Abbildung 3). Wesentliche Unterschiede zwischen herausnehmbaren Teilprothesen bestehen in der Topographie, der Art der Abstützung am Restgebiss und der Wahl der Verankerungselemente. Solche Halte- und Stützelemente sind zumeist

Klammern, an Pfeilerzähnen zementierte Primärkronen bzw. über Kronen befestigte Geschiebe (Strub et al. 2003).

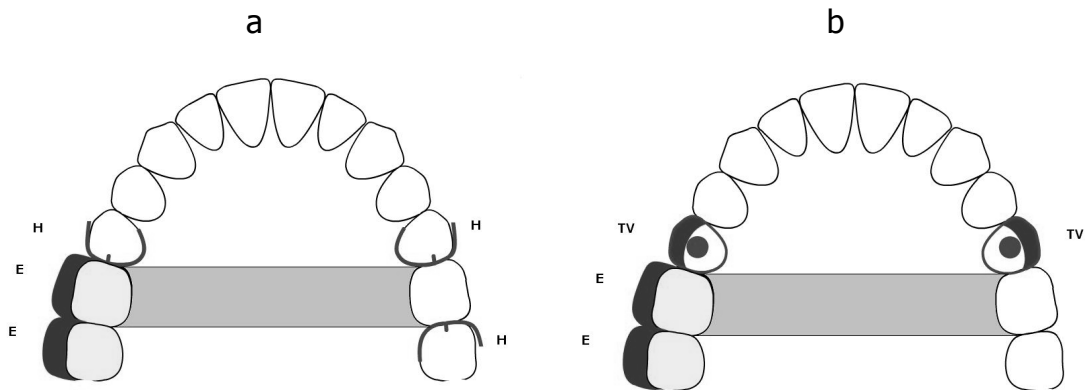


Abbildung 3: Beispiel: a) Klammerprothese b) Teleskopprothese zum Ersatz der Zähne 16-17; Legende: H = Klammer; TV = Teleskop verblendet; E = ersetzter Zahn

Bei feststehendem Zahnersatz zur Therapie der verkürzten Zahnreihe können bei gegebener Indikation **Extensionsbrücken** angefertigt werden. Als Extensionsbrücke (=Anhängerbrücke) bezeichnet man eine Brücke mit einem nach distal oder mesial freischwebenden Brückenglied, die meistens an zwei oder mehr Pfeilerzähnen bzw. Implantaten verankert wird (Abbildung 4).

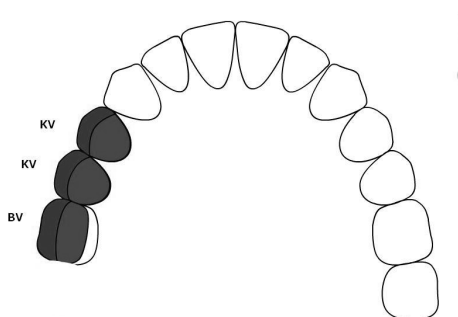


Abbildung 4: Beispiel: Extensionsbrücke an Zahn 14, 15 zum Ersatz des Zahnes 16; Legende: KV = Krone verblendet; BV = Brückenzwischenstück verblendet

Die Versorgung der verkürzten Zahnreihe kann ebenso mit **implantatgetragenem Zahnersatz** erfolgen. In der Regel werden festsitzende bzw. bedingt abnehmbare festsitzende Konstruktionen zur Versorgung der verkürzten Zahnreihe angewandt.

Hierbei stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung (Brägger et al. 2005a)

- implantatgetragene Einzelkronen
- implantatgetragene Brücken (Abbildung 5)
- zahn-implantatgetragene Brücken (Verbundbrücken).

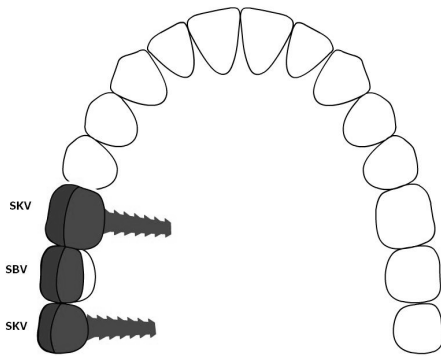


Abbildung 5: Beispiel: Implantatgetragene Brücke Regio 16-18; Legende: SKV = implantatgetragene Krone verblendet; SBV = Brückenzwischenstück verblendet

2.1.5 Anforderungen an partiellen Zahnersatz

Für die Versorgung des Lückengebisses können die folgenden Therapieziele als allgemeingültig angesehen werden (Kerschbaum 1977; Kerschbaum 1978).

- Erhalt und Wiederherstellung des Restgebisses
- Erhalt und Wiederherstellung der Funktion des Kauorgans (Kaufähigkeit, Phonetik, Ästhetik)
- Formerhaltung der zahnlosen Kieferabschnitte
- Adaptation an den Zahnersatz.
- Zufriedenheit des Patienten mit dem ästhetischen und funktionellen Behandlungsergebnis

Damit der Zahnersatz zur Therapie des Lückengebisses diesen Therapiezielen entspricht, sollte er folgende Anforderungen erfüllen (Körper 1988)

- Störungsfreie Okklusion und Biostatik
- Fester Halt während der Funktion
- Unkomplizierte, fehlerfreie Handhabung
- Hoher wirtschaftlicher Effekt infolge langer Tragedauer

- Rationelle Herstellungsmöglichkeit
- Leichte Abnehmbarkeit zur unbehinderten oralen Hygiene
- Passgenaue Pfeilerintegration

2.1.6 Indikationen von partiellem Zahnersatz

In einer Stellungnahme der DGZMK zu **klammerverankerten Teilprothesen** werden Indikationen und Kontraindikationen dieser Versorgungsform gegenübergestellt (Marxkors 1998). Die klassische Indikation einer Teilprothese ist beim Auftreten einer uni- oder bilateral verkürzten Zahnreihe (Kennedy Klasse I / II) gegeben. Dies gilt ebenso für Situationen, in denen risikobehaftete Pfeilerzähne nicht mehr festsitzend versorgt werden können oder überlange Spannen mit festsitzendem Zahnersatz nicht mehr suffizient zu versorgen sind. Eine Weigerung des Patienten, sich gesunde Zähne beschleifen zu lassen, ist ebenfalls als Indikation anzusehen. Weiterhin besteht eine Indikation für Teilprothesen im Bereich der Defektprothetik.

Die klassische Indikation einer **festsitzenden Brücke** liegt in der Versorgung von Lückengebissen der Kennedy Klasse III (Schaltlücke). Zur Versorgung der ein- oder beidseitig verkürzten Zahnreihe (Kennedy Klasse II, I) eignen sich Extensionsbrücken nur bedingt. Walter u. Luthardt (2005) sehen als Hauptindikationsgebiet den Ersatz des zweiten Prämolaren zur Herstellung einer vollständigen Prämolarenokklusion. Überdies wird nach Auffassung der Autoren die Indikation zum Ersatz fehlender erster Molaren durch Extensionsbrücken seltener und dann häufiger aus ästhetischen als aus funktionellen Gesichtspunkten gestellt.

Den Indikationen von konventionellem Zahnersatz folgend, sind **implantatgetragene Kronen und Brücken** zur Versorgung der verkürzten Zahnreihe vor allem bei ausreichendem Knochenangebot, intakter Zahnhartsubstanz der lückenbegrenzenden Zähne oder bei Nichterhaltungswürdigkeit des endständigen Zahnes indiziert (Lang et al. 2004; Pjetursson et al. 2004b). In einer gemeinsamen Stellungnahme der DGZPW und der DGZMK werden weitere Indikationen genannt (Augthun u. Mundt 2008):

- Erzielen einer dauerhaften okklusalen Abstützung
- Verhinderung der Elongation der Antagonisten
- Strukturergott des Alveolarkammes
- Entlastung der anterioren Restbezahnung
- Schaffung einer dorsalen Abstützung für abnehmbare Teilprothesen bzw. Erhalt einer vorhandenen Teilprothese durch Einarbeitung eines implantatgetragenen Halteelements nach Zahnextraktion

2.1.7 Vor- und Nachteile von partiellem Zahnersatz

Abhängig von der Art des eingliederten Zahnersatzes ergeben sich für den Patienten unterschiedliche Vorteile und Beeinträchtigungen. Demgemäß kommt der Analyse dieser Vor- und Nachteile von Zahnersatz für die therapeutische Entscheidung eine bedeutende Rolle zu.

Die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) und die Deutsche Gesellschaft für Implantologie (DGI) beschreiben in wissenschaftlichen Stellungnahmen die Vor- und Nachteile **herausnehmbarer Teilprothesen, festsitzender Brücken und implantatgetragener Brücken** (Tabelle 1).

Tabelle 1: Vor- und Nachteile von partiellem Zahnersatz

Zahnersatzform	Vorteile	Nachteile
Teilprothesen	<ul style="list-style-type: none"> • geringfügiges Beschleifen Zähne (Marxkors 1998) • optimale Reinigung Restzähne d. Entfernsbarkeit des Zahnersatzes (Marxkors 1998) • niedrigere Fertigungskosten im Vgl. zu feststehendem Zahnersatz (Marxkors 1998) • Erweiterungsfähigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • ästhetische Beeinträchtigungen durch Klammern (Marxkors 1998) • geringerer oraler Komfort (Marxkors 1998) • bei Freundsituationen ungenügender Halt (Marxkors 1998) • erhöhte Inzidenz von Karies an Pfeilerzähnen (Budtz-Jørgensen u. Isidor 1990) • Überlebensrate 6 - 10 Jahren (Vermeulen et al. 1996)
Extensionsbrücken	<ul style="list-style-type: none"> • erleichterte Adaptation • gutes funktionelles/ ästhetisches Ergebnis • kurze Fertigungszeiten • Überlebensrate 10-15 Jahren (Creugers et al. 1994; Scurria et al. 1998) 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion gesunder Zahnhartsubstanz (Shillingburg et al. 1997) • höheres Risiko für Pulpen trauma, Wurzelkaries Erkrankungen des Endodonts (Shillingburg u. Kessler 1982) • Weichgewebsreaktionen d. subgingivale Kronenränder (Silness 1970; Koth 1982)
implantatgetragene Brücken	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Funktionalität, stabile Verankerung (Richter 2005) • klinisch erfolgreich (Wyatt u. Zarb 1998; Richter 2005) • keine präparatorischen Maßnahmen (Richter 2005) • Erhalt Alveolarkamm d. Ausübung funktioneller Reize (Richter 2005) 	<ul style="list-style-type: none"> • zusätzlicher chirurgischer Eingriff • limitierende absolute und relative Kontraindikationen

2.2 Langzeitergebnisse von Zahnersatz

2.2.1 Notwendigkeit von Langzeituntersuchungen

Zur aussagefähigen Analyse und Bewertung zahnmedizinisch prothetischer Behandlungsergebnisse sind klinische Langzeituntersuchungen unerlässlich. Die höchste Evidenzklasse in Bezug auf klinische Studien besitzen randomisierte klinische Studien, wie beispielsweise die von Budtz-Jørgensen u. Isidor (1990) durchgeführte Untersuchung zum Vergleich von Extensionsbrücken und herausnehmbaren Teilprothesen. Neben diesem Studiendesign existieren viele longitudinale Untersuchungen. Diese erlauben einen zeitlich geordneten Überblick, wohingegen die sehr zahlreichen Querschnittsuntersuchungen nur momentane Einblicke gewähren.

Die Gründe für die Notwendigkeit von Langzeituntersuchungen in der zahnärztlichen Prothetik können aus verschiedenen Perspektiven betrachtet werden. Aus Patientensicht kann ein Misserfolg der Behandlung zu erneuten Schmerzen durch weiteren Gewebeschaden (Zahnverlust), aber auch zu einem zeitlichen und finanziellen Mehraufwand führen. Aus Sicht des Zahnarztes können Fehlschläge rechtliche Konsequenzen und monetäre Konsequenzen nach sich ziehen. Zu kurze Verweilzeiten zahnärztlicher Restaurationen führen zu einer finanziellen Mehrbelastung im Gesundheitssystem und spiegeln damit die gesellschaftliche Perspektive der genannten Konsequenzen wider.

Eine Vielzahl von biologischen, psychosozialen, funktionellen und technisch-konstruktiven Gesichtspunkten wird für die Erfolgs-/Misserfolgsdefinition herangezogen. Für die Erfolgsbewertung von prothetischen Restaurationen spielen Häufigkeit und Zeitpunkt des Eintritts biologischer und technischer Komplikationen sowie die Funktionsdauer des Zahnersatzes eine wichtige Rolle. Verhaltensbedingte biologische Komplikationen wie z.B. Karies, parodontale oder endodontische Probleme können zudem konstruktionstechnische Komplikationen überlagern.

Nach der geschätzten Funktionsperiode, d.h. der Zeit, nach der mehr als 50% der eingesetzten Restaurationen ersetzt oder verloren gegangen sind – man

geht von 10-15 Jahren für festsitzenden Zahnersatz (Kerschbaum et al. 1991) und 6 bis 10 Jahren für herausnehmbare Teilprothesen (Vermeulen et al. 1996) aus – wird die zeitliche Dimension deutlich, mit der Patient und Zahnarzt als Verweildauer, somit auch als wirtschaftlich betrachtetem Nutzungszeitraum, von Zahnersatz rechnen können.

Die unterschiedliche Konsistenz klinischer Studien zum Thema Therapieerfolg kann zum einen auf nicht einheitliche Klassifikationsmethoden und –kriterien, andererseits auf Verwendung von ungleichen Struktur- und Beobachtungsparametern innerhalb der einzelnen Studien zurückgeführt werden. Dies schränkt somit die Möglichkeiten, Erfolg oder Misserfolg eindeutig identischen Ursachen zuzuordnen, ein.

2.2.2 Langzeitergebnisse für konventionell herausnehmbaren Zahnersatz

Herausnehmbarer Zahnersatz zeigt im Vergleich zu festsitzendem Zahnersatz eine kürzere Verweildauer. Kapur et al. (1994) ermittelten für klammerverankerte Modellgussprothesen eine Überlebensrate von 71,3% im Fünfjahreszeitraum. Kerschbaum (1996) definierte die Funktionsperiode als die Zeit, nach der 50% des Zahnersatzes neu angefertigt oder nicht getragen worden sind. Für Modellgussprothesen mit Gussklammern wurde diese mit 6-10 Jahren beschrieben. Vergleichbare Ergebnisse werden auch in der von Vermeulen et al. (1996) durchgeführten Untersuchung angegeben. Als herausragende Parameter, die die Überlebenszeit von klammerverankerten Modellgussprothesen im überwachten Gebrauch beeinflussen, stellte Wöstmann (1997) die Retention und die Lockerung der Pfeilerzähne fest. In dieser Studie wird eine Überlebensrate nach fünf Jahren von 75% für herausnehmbare Teilprothesen ermittelt.

Untersuchungen von attachmentverankerten Teilprothesen und klammerverankerten Teilprothesen ergaben eine 50%-Überlebensrate von 9,5 bzw. 8 Jahren (Eisenburger u. Tschernitschek 1998). Tendenziell bessere Werte wurden hierzu von Wagner (Wagner u. Kern 2000) angegeben. Hierbei waren 10 Jahre nach Eingliederung noch 71,3% aller Prothesen in situ. Jedoch waren

die betreffenden Patienten in einem strukturierten Nachsorgeprogramm eingebunden.

Versucht man, alle bislang veröffentlichten Untersuchungen zusammenzufassen, lässt sich feststellen, dass es bisher keinen Beweis dafür gibt, dass attachmentverankerte Prothesen gegenüber klammerverankerten Prothesen eine signifikant erhöhte Lebensdauer aufweisen. Die Vorteile von präzisionsverankertem Teilersatz liegen vor allem in der besseren Ästhetik und in dem höheren Patientenkomfort.

2.2.3 Langzeitergebnisse für konventionell festsitzenden Zahnersatz

Aufgrund besonderer Konstruktionsmerkmale, gemeint ist ein nach distal freischwebendes Brückenglied, sind Extensionsbrücken und die tragenden Pfeilerzähne besonderen mechanischen Belastungen ausgesetzt (Romeed et al. 2004). Im Vergleich mit Endpfeilerbrücken zeigen Extensionsbrücken eine verringerte Überlebensrate (Kerschbaum et al. 1991; Pjetursson et al. 2004a; Pjetursson et al. 2004b). Im besonderen Maße, wenn Extensionsbrücken auf mindestens einem avitalen Pfeiler gelagert sind, werden nach Landolt (1988); Karlsson (1989) und Decock (1996) signifikant schlechtere Überlebensraten angegeben.

Karlsson (1986) berichtet in einer klinischen Evaluation über die Ergebnisse bei festsitzenden Brücken 10 Jahre nach der Insertion. Es wurden 238 Brücken analysiert. Dabei waren 93,3 % der Extensionsbrücken immer noch in funktionalem Urzustand, ohne dass ein Teil der Restauration entfernt werden musste.

Bei Extensionsbrücken fanden Decock et al. (1996) nach klinischen Untersuchungen heraus, dass 18 Jahre nach Einbringen in die Mundhöhle noch 70% der vormals installierten Gesamtzahl in situ waren. Die endodontische Therapie an einem Pfeilerzahn wird als Hauptrisikofaktor für einen Verlust der Gesamtkonstruktion gesehen.

Eine systematische Übersichtsarbeit von Pjetursson et al. (2004b) zum Thema Extensionsbrücken zeigte eine Überlebensrate von 81,8% und eine Erfolgsrate von 63% im 10-Jahres Zeitraum. Pjetursson et al. (2007) geben in einer

weiteren Literaturübersicht zur Überlebens- und Komplikationsrate von verschiedenartig befestigtem festsitzendem Zahnersatz für Extensionsbrücken Überlebensraten von 91,4% bzw. 80,3% nach 5 bzw. 10 Jahren Beobachtung an. Die ermittelten Werte liegen unter dem Durchschnitt für konventionelle Endpfilerbrücken von 89,1% über 10 Jahre (Tan et al. 2004).

2.2.4 Langzeitergebnisse für implantatgetragenen festsitzenden Zahnersatz

Die enossale Implantologie ist heute eine anerkannte Therapieform in der Zahnmedizin. Verbesserte Grundlagenforschung und ein weitgehend standardisierter Behandlungsablauf, haben zu gesteigerten Langzeitergebnissen geführt (Richter 2005). Dies ist durch vielfache Lang- und Kurzzeitstudien belegt.

In einer Nachuntersuchung von 77 teilbezahnten Patienten, die mit implantatretinierten festsitzenden Zahnersatz versorgt wurden, konnten Wyatt u. Zarb im Zwölfjahreszeitraum eine Erfolgsquote von 94% für Implantate und 97% für die Suprakonstruktion ermitteln (1998).

In einer weiteren retrospektiven Untersuchung über einen Zeitraum von 15 Jahren wurden von Attard u. Zarb 130 teilbezahnte Patienten nachuntersucht. Insgesamt wurden in diese Studie 432 Implantate und 174 festsitzende Restaurationen einbezogen. Die Überlebensrate im genannten Zeitraum betrug für Implantate und Zahnersatz 91,6% bzw. 89% (2003).

In einem Kurzzeitvergleich von drei Jahren wurde die Erfolgsrate verschiedener Formen implantatgetragener Restaurationen an teilbezahnten Patienten untersucht (Muche et al. 2003). Die Autoren prüften auf Implantaten verankerte Einzelkronen, verblockte Kronen, Brücken und Extensionsbrücken. Zur Erfolgsbewertung der Suprakonstruktionen wurde das von Walton entwickelte 6-Felder-Protokoll benutzt (1998). Im Ergebnis wiesen implantatgetragene Endpfilerbrücken mit 100% die höchsten und implantatgetragene Extensionsbrücken mit 76% nach drei Jahren die niedrigsten Werte auf. Die gemittelte Erfolgswahrscheinlichkeit aller untersuchten prothetischen Restaurationen betrug 84,9%.

In einer Serie von Literaturübersichten der Berner Gruppe um Lang und Kollegen wurde die Überlebenszeit von implantatgetragenen festsitzendem Zahnersatz nach 5 und 10 Jahren untersucht. Nach einer systematischen MEDLINE-Suche wurde eine Meta-Analyse durchgeführt, die eine geschätzte Überlebensrate der Implantate an implantatgetragenen Brücken von 95,4 % nach 5 Jahren und 92,8 % nach 10 Jahren ergab. Die Suprakonstruktionen selbst, gemeint sind die implantatgetragenen Brücken, hatten nach dieser Analyse eine Überlebensrate von 95 % nach 5 Jahren und 86,7 % nach 10 Jahren funktioneller Belastung. Nach 5 Jahren waren laut Angabe der Autoren nur 61,3 % der untersuchten Patienten völlig komplikationsfrei (Pjetursson et al. 2004b).

(Pjetursson et al.) geben in einer weiteren Literaturübersicht zur Überlebens- und Komplikationsrate von verschiedenartig befestigtem festsitzendem Zahnersatz folgende Werte nach 5- und 10-jähriger Beobachtungszeit an: In dieser Studie konnte für rein implantatgetragene Endpfeilerbrücken eine Überlebensrate von 95,2% bzw. 86,7% ermittelt werden (2007).

2.3 Nachsorgeaufwand für Zahnersatz zur Versorgung der verkürzten Zahnreihe

2.3.1 Begriffsdefinition

Als Nachsorge bezeichnet man die planmäßige Nachuntersuchung von Patienten nach einer abgeschlossenen Behandlung.

Aus parodontalen und endodontischen Problemen an Pfeilerzähnen und biologischen Komplikationen an Implantaten (Mukositis, Periimplantitis) resultiert häufig eine verkürzte Verweildauer des Zahnersatzes. Im Ergebnis können technische und biologische Misserfolge in einem erhöhten Nachsorgeaufwand münden. Auch Fehler in der Planung und Herstellung des Zahnersatzes können zu Misserfolgen technischer Art führen. Jeder Mehraufwand zur Korrektur biologischer oder technischer Fehler kann gemeinhin in Arbeitsstunden, Geldeinheiten oder Materialbedarf gemessen werden.

2.3.2 Nachsorgeaufwand für konventionellen herausnehmbaren Zahnersatz

Wenn in ca. 1/5 der Fälle, wie Vermeulen et al. (1996) berichten, nach 5 Jahren bei Modellgussprothesen Frakturen des Metallgerüsts auftreten, besteht eine Wartungsbedürftigkeit, die Kosten verursacht. In vielen Fällen werden weitere Faktoren wie Unterfütterungen und Bruchreparaturen hinzukommen. Nach 10 Jahren ist beispielsweise die durchschnittliche Anzahl der Brüche auf bis zu 44 % erhöht: Dies bedeutet, dass ein hoher Aufwand in der Wartung dieses Zahnersatzes besteht.

Die klinisch technische Bewährung von Teilprothesen wurde ebenso von Eisenburger u. Tschernitschek untersucht (1998). Hierbei mussten an 60% der Teleskopprothesen und 45% der klammerverankerten Teilprothesen mindestens einmal Korrekturen durchgeführt werden. Es zeigte sich, dass Unterfütterungen und Bruchreparaturen bei Teleskopprothesen nahezu dreimal so häufig auftraten. Weiterhin mussten bei 17% der Prothesen Primärteleskope

rezementiert und bei 12% der Prothesen frakturierte Klammerarme erneuert werden.

Am Scheitern des eingesetzten Zahnersatzes können neben technischen auch biologische Probleme ihren Anteil haben. Dies wurde in mehreren Studien evident (Studer et al. 1998; Ludwig et al. 2006). Studer (1998) analysierte die Überlebensrate von 130 kombiniert festsitzend-herausnehmbaren Restaurationen und die Gründe für den Misserfolg. Von den untersuchten Restaurationen wurden 50 als Misserfolg gewertet. Davon scheiterten drei aufgrund technischer Probleme (Materialfraktur), 36 aus biologischen Gründen (Fraktur Pfeilerzahn) und elf aus einer Kombination beider Ursachen.

Einen hohen Bedarf an zahnmedizinischer Nachsorge für konventionell herausnehmbare Prothetik konnten auch von Hofmann et al. nachgewiesen werden (2002). Hierbei wurden klammerverankerte Teilprothesen mit über Konuskronen und Teleskopkronen verankerten Prothesen verglichen. Die drei Vergleichsgruppen bestanden aus je 40 Patienten. Im Ergebnis waren 50% der über Konuskronen verankerten Prothesen, 32,5% der Teleskopprothesen und 20% der Klammerprothesen reparaturbedürftig. Am häufigsten wurde das Rezementieren der Innenkronen sowie der Bruch der Klammerarme beobachtet. Zusätzlich zu den Ereignissen der Nachsorge wurden von Hofmann et al. (2002) die Folgekosten berechnet. Festzuhalten bleibt, dass obwohl klammerverankerte Teilprothesen in dieser Studie eine geringere Fehlerrate aufwiesen, die Reparaturkosten je Ereignis mehr als doppelt so hoch waren wie bei doppelkronenverankerten Teilprothesen.

Den Einfluss biologischer Faktoren auf den Erfolg von Zahnersatz untersuchten auch Ludwig et al. In einer prospektiven, randomisierten, multizentrischen Studie wurden zwei Patientengruppen miteinander verglichen. Eine Gruppe wurde mit kombiniert festsitzend-herausnehmbaren Teilprothesen versorgt, wobei zur Verankerung der Teilprothesen verblockte Kronen bzw. Brücken mit distalem Geschiebe eingesetzt wurden. In der Vergleichsgruppe wurde die Prämolarenokklusion wiederhergestellt, wobei ebenfalls Verblendkronen bzw. Brücken eingegliedert wurden. Im Nachuntersuchungszeitraum von 3 Jahren wurden die Kriterien Karies, Vitalität sowie Zahnverlust registriert. Der

Hauptanteil der Ereignisse zwischen den untersuchten Gruppen wurde durch kariöse Läsionen (60%) hervorgerufen. Wurzelkanalbehandlungen und Extraktionen wurden lediglich in der Gruppe der mit Teilprothesen versorgten Patienten evident (Ludwig et al. 2006).

Tabelle 2: Typische Nachsorgeereignisse an herausnehmbarem Zahnersatz

Teilprothesen	Ereignis	Nachsorge
Biologisch	Sekundärkaries	Füllung, Wurzelkanalbehandlung, Neuanfertigung
	Parodontitis	Parodontitis Behandlung, Zahnentfernung, Neuanfertigung
	Pulpitis	Wurzelkanalbehandlung, Zahnentfernung, Neuanfertigung
	Prothesenstomatitis	Prothesenkarenz, Eliminierung ursächlicher Faktoren, Neuanfertigung
	Prothesenunverträglichkeit	Neuanfertigung
Technisch	Retentionsverlust	Halteelement aktivieren, Neuanfertigung
	Unterfütterung	Prothesenbasis unterfüttern
	Prothesenbasisbruch	Reparatur Prothesenbasis
	Klammerfraktur	Erneuerung Klammer,
	Fraktur Prothesenzahn	Ersatz Prothesenzahn

2.3.3 Nachsorgeaufwand für konventionell festsitzenden Zahnersatz

Festsitzender Zahnersatz weist im Vergleich mit abnehmbarem Zahnersatz einen geringeren Erhaltungsaufwand auf (Kerschbaum u. Henrich 1979; Scurria et al. 1998). Doch im Gegensatz zu Endpfeilerbrücken zeigen Extensionsbrücken einen erhöhten Nachsorgebedarf (Randow et al. 1986; Karlsson 1989; Kerschbaum et al. 1991). Die Misserfolgsrate und die Häufigkeit endodontischer Behandlungen vergrößert sich mit zunehmender Anzahl an Extensionsgliedern (Randow et al. 1986). Weiterhin konnte dargestellt werden,

dass sich die Überlebensrate weiter reduziert, wenn technische Fehler hinzugezählt werden. Decock et al. ermittelten für diese Versorgungsform eine Gesamtmisserfolgsrate von 30% innerhalb von 6 Jahren (1996). Hämmerle et al. (2000) untersuchten in einer klinischen Studie verschiedene Komplikationen an Extensionsbrücken. Dabei stellten sie fest, dass der Vitalitätsverlust eines Pfeilerzahnes in 10% und Sekundärkaries in 8% der Fälle auftrat. Probleme technischen Ursprungs waren Retentionsverlust (8%) und Materialfrakturen (3%).

Pjetursson et al. (2004a) geben in einer Literaturübersicht zur Komplikationsrate von Extensionsbrücken an, dass Vitalitätsverlust der Pulpa (32,6%) und Karies an Pfeilerzähnen (9,1%) die am häufigsten nachgewiesenen biologischen Komplikationen waren. Daneben ereigneten sich technische Komplikationen in Form von Retentionsverlust (16,1%) und Materialfrakturen (5,1%).

Tabelle 3: Typische Nachsorgereignisse an festsitzendem Zahnersatz

Extensionbrücken	Ereignis	Nachsorge
Biologisch	Sekundärkaries	Füllung, Wurzelkanalbehandlung, Neuanfertigung
	Parodontitis	Parodontitis Behandlung, Zahnentfernung, Neuanfertigung
	Pulpitis	Wurzelkanalbehandlung, Zahnentfernung, Neuanfertigung
	Zahnfraktur	Zahnextraktion, Neuanfertigung
Technisch	Dezementierung	Rezementieren, Neuanfertigung
	Retentionsverlust	Rezementieren, Neuanfertigung
	Verblendungsreparatur	Neuverblendung, Neuanfertigung
	Gerüstfraktur	Kleben-, Löten-, Lasern des Gerüsts, Neuanfertigung

2.3.4 Nachsorgeaufwand für implantatgetragenen festsitzenden Zahnersatz

Im Vordergrund der implantatprothetischen Nachsorge stehen neben der Reparatur der von konventionellem Zahnersatz bekannten biologischen und technischen Komplikationen die Beseitigung von Problemen wie Mukositis, Periimplantitis und fehlgeschlagene Osseointegration, Schraubenlockerung, Schraubenfraktur sowie Implantatfraktur und Implantatverlust.

Behr et al. (1998) untersuchten in einer klinischen Studie die Komplikationsraten bei dem Vergleich von zwei Implantatsystemen mit unterschiedlichem Konzept der Lagerung des implantatprothetischen Aufbaus (starr und resilient) bei herausnehmbarem und festsitzendem Zahnersatz. Im Vordergrund dieser Studie stand nicht nur die Überlebensrate des Implantats, sondern es wurden auch Faktoren wie Schraubenlockerung, Schraubenfrakturen, Frakturen von Distanzhülsen und Frakturen von Brückengerüsten erfasst. Mit diesen Ereignissen ergab sich somit eine Betrachtung über den Nachsorgeaufwand. Beim verwendeten ITI-System wurden laut Behr et al. (1998) in 28,8 % der Fälle prothetische Komplikationen vermerkt. Beim weiterhin benutzten IMZ-System wurde festgestellt, dass es in 77,4 % der analysierten Fälle eine oder mehrere Komplikationen gab und somit eine signifikant höhere Komplikationsrate im Vergleich zum ITI-System bestand. Die Autoren bilanzieren in Bezug auf die Komplikationen der Suprakonstruktion, dass beim ITI-System prothetische Komplikationen mit einer Häufigkeit von 15,1 % mehr als doppelt so oft auftraten wie beim IMZ-System mit 6,4 %. Allerdings steht dieser Bilanz eine hohe Komplikationsrate von 71 % beim IMZ-System in Bezug auf das Implantatsystem selbst gegenüber.

Eine Übersichtsarbeit von Goodacre et al. (1999) berichtet über klinische Komplikationen von implantatgetragenen Zahnersatz. Eingang in diese Arbeit fanden Studien, die im Zeitraum von 1981 – 1997 durchgeführt wurden. Häufigstes technisches Problem war die Schraubenlockerung, mit einer Inzidenz bis zu 45%. Die Fraktur der Abutmentschraube wurde mit einer durchschnittlichen Häufigkeit zwischen 0,5% und 8% beschrieben. Dazu ergänzend geht die Nachfolgearbeit (Goodacre et al. 2003) auf Komplikationen

der enossalen Implantate und der entsprechenden Aufbauten ein. Die Arbeit stellt als die häufigsten mechanischen Komplikationen von Brücken auf Implantaten die Fraktur der Kunststoff- bzw. Keramikverblendung mit 22% bzw. 14%, Bruch der okklusalen Verschraubung 5% und die Lockerung der Abutmentschraube mit 4% heraus.

In einer weiteren Literaturübersicht wurden die Häufigkeit von biologischen und technischen Komplikationen beschrieben (Pjetursson et al. 2004b). Nach einer systematischen MEDLINE-Suche wurde eine Meta-Analyse durchgeführt. Biologische Komplikationen wie Periimplantitis und Weichgewebsentzündungen traten in 8,6 % der Fälle auf. Die untersuchten technischen Probleme bezogen sich auf Implantatfrakturen (0,4 % nach 5 Jahren), defekte Sekundärteile (gelöste oder frakturierte Schrauben in 7,3% der Fälle nach 5 Jahren) und Suprastrukturen (Porzellan- oder Gerüstfrakturen mit 14 % Anteil nach 5 Jahren). Die Autoren betonen, dass trotz einer hohen Überlebensrate (Implantate verbleiben in situ) häufig begleitend biologische und technische Komplikationen eintreten. Sie weisen darauf hin, dass mit beachtlicher Arbeitszeit für Reparaturarbeiten gerechnet werden muss. Allerdings wird auch auf die Notwendigkeit hingewiesen, Langzeitstudien von 10 und mehr Jahren auszuwerten.

In einer retrospektiven Untersuchung (De Boever et al. 2006) über Komplikationen von festsitzendem Zahnersatz auf Implantaten beobachteten die Autoren über einen Zeitraum von 40 Monaten, dass Einzelkronen (25%) im Gegensatz zu Brücken (35%) und Extensionsbrücken (44%) die geringsten Komplikationsraten aufwiesen. Rezementieren und Wiederbefestigen der okklusalen Verschraubung waren mit 36% bzw. 38% die häufigsten Nachsorgeereignisse in dieser Studie. Es zeigte sich, dass längerspannige Konstruktionen im Vergleich zu kurzspannigen Restaurationen oder Einzelkronen erhöhte Komplikationsraten offenbarten.

Tabelle 4: Typische Nachsorgeereignisse an implantatgetragendem Zahnersatz

Implantate	Ereignis	Nachsorge
Biologisch	Mukositis	Mukositis Behandlung
	Periimplantitis	Periimplantitis Behandlung, Explantation, Neuanfertigung
	Implantatverlust	Implantation, Neuanfertigung
Technisch	Implantatfraktur	Implantation, Neuanfertigung
	Schraubenlockerung d. Suprakonstruktion/Abutment	Wiederbefestigen der Schraube
	Schraubenbruch d. Suprakonstruktion/Abutment	Erneuerung der Schraube
	Dezementierung d. Suprakonstruktion	Rezementieren, Neuanfertigung
	Retentionsverlust d. Suprakonstruktion	Rezementieren, Neuanfertigung
	Verblendungsreparatur d. Suprakonstruktion	Neuverblendung, Neuanfertigung
	Gerüstfraktur d. Suprakonstruktion	Kleben, Löten, Lasern des Gerüsts, Neuanfertigung

2.4 Kosten- und Nutzenanalyse zahnmedizinischer Leistungen

2.4.1 Begriffsdefinition

In der Betriebswirtschaftslehre im Allgemeinen sowie im Gesundheitswesen speziell stehen Kosten als Begriff für den bewerteten Verbrauch an materiellen oder immateriellen Mitteln (Ressourcen) in Geldeinheiten, welche zur Erbringung einer bestimmten Leistung (z.B. Herstellung von Zahnersatz) notwendig sind. Kosten sind demnach finanzielle Ausgaben bzw. Aufwendungen. Sie bestehen aus einer Mengenkomponekte und einer Bewertungskomponente, wie zum Beispiel den Preisen. Als Nutzen werden die aus der Anfertigung und Eingliederung von Zahnersatz resultierenden Wirkungen bezeichnet. Der Nutzen einer Maßnahme kann sich in monetären Einsparungen (Therapie A ist kostengünstiger als Therapie B) oder in nicht monetären Größen, z.B. einem verbesserten Kauvermögen, einer höheren Zufriedenheit oder einer gesteigerten Lebensqualität der Patienten widerspiegeln.

2.4.2 Kosten und Nutzen im Gesundheitswesen

Bei der Durchführung gesundheitsökonomischer Studien ist eine genaue Zuordnung der Kosten und Nutzen zur jeweils durchgeführten Behandlung notwendig (Kumar et al. 2006).

Es können verschiedene Arten von Kosten und Nutzen unterschieden werden. Es erfolgt eine Einteilung in direkte (medizinische) und indirekte (volkswirtschaftliche) Kosten. Unter den direkten Kosten einer Gesundheitsleistung werden die Behandlungskosten und alle damit assoziierten Kosten wie z.B. Personalkosten und Materialkosten zusammengefasst. Demgegenüber stehen die indirekten Kosten, welche vor allem volkswirtschaftliche Produktivitätsverluste erfassen. Hierzu zählt z.B. der Arbeitszeitausfall eines Patienten während eines Krankenhausaufenthaltes (Drummond 1997).

Hinter den direkten und indirekten Kosten verbergen sich somit verschiedene Kostenarten (Tabelle 5).

Tabelle 5: Verschiedene Kostenarten geordnet nach direkten und indirekten Kosten

Direkte Kosten	Indirekte Kosten
Personalkosten (Löhne, Gehälter)	volkswirtschaftliche Produktivitätsverluste durch Arbeitszeitausfall
Materialkosten, Laborkosten (Herstellung Zahnersatz)	
Transport- und Fahrtkosten	
Kapitalkosten (Zinsen, Dividenden)	
Raumkosten (Miete, Pacht, Reinigung, Strom)	
kalkulatorische Kosten (Abschreibungen)	

Zusätzlich zur Erfassung der genannten Kostenarten erfolgt vor allem in Kosten-Wirksamkeits- und Kosten-Nutzwert-Analysen die Bewertung intangibler Effekte. Diese beinhalten z. B. den Leidensdruck oder Schmerz des Patienten den er durch eine Krankheit erfahren hat oder die Verbesserung seiner Lebensqualität nach erfolgreicher Therapie. Zur Bewertung der intangiblen Effekte, die nicht monetär sind, haben sich Zufriedenheits- oder Lebensqualitätsmessungen etabliert, unter denen letztere im zahnmedizinischen Bereich häufig mit dem OHIP-Fragebogen erfasst werden (Slade u. Spencer 1994).

2.4.3 Formen von gesundheitsökonomischen Evaluationen

Nach Drummond (1997) kann eine gesundheitsökonomische Evaluation als die Analyse von Handlungsalternativen im Kontext ihrer Kosten und Nutzen definiert werden.

Der Begriff gesundheitsökonomische Evaluation kann als Sammelbegriff für einen nicht einheitlichen Studientyp verstanden werden, bei dem Kosten und Nutzen verschiedener Verfahren miteinander verglichen werden.

Generell unterschieden werden Studien mit und ohne vergleichenden Charakter, die die Kosten und Nutzenkomponenten differenziert betrachten. Im Gesundheitswesen sind im Rahmen der Betrachtung von Therapieverfahren immer vergleichende Studien erforderlich. Hierbei werden nie die Kosten allein betrachtet, sondern immer in den Bezug zum medizinischen Ergebnis gestellt.

Die Wahl des jeweiligen Studientyps hängt vom Ziel der Studie ab (Schulenburg 2007). Die unterschiedlichen Formen der gesundheitsökonomischen Evaluationen sind in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Formen gesundheitsökonomischer Evaluationen (Vgl.: (Schöffski u. Schulenburg 2008))

Gesundheitsökonomische Evaluationen					
nicht vergleichend		vergleichend			
Kosten-Analyse	Krankheitskosten-Analyse	Kosten-Kosten-Analyse	Kosten-Nutzen-Analyse	Kosten-Wirksamkeits-Analyse	Kosten-Nutzwert-Analyse

Die nicht vergleichende einfache Kosten-Analyse und die Krankheitskosten-Analyse werden hier nicht näher betrachtet, da gemäß der Zielsetzung dieser Arbeit ein *Vergleich* zwischen konventionellem und implantatprothetischem Zahnersatz durchgeführt werden soll. Im Folgenden soll daher näher auf die Kosten-Kosten-Analyse (auch Kostenminimierungs-Analyse) als Bestandteil der vorliegenden Arbeit eingegangen werden.

Die Kostenminimierungs-Analyse vergleicht zwei oder mehrere alternative Maßnahmen, um die kostengünstigere der untersuchten Alternativen zu ermitteln. Voraussetzung ist, dass das Ergebnis der untersuchten alternativen Maßnahmen gleich ist (Robinson 1993).

Die Erfassung aller Kostenarten bildet den Ausgangspunkt einer Kostenminimierungs-Analyse sowie aller anderen Formen ökonomischer Evaluationen. Dabei ist von Bedeutung, aus welcher Perspektive heraus die Kostenanalyse begonnen wird. Es können je nach Ziel der Studie verschiedene Sichtweisen für Kostenbewertungen herangezogen werden. Dazu zählen:

- Sichtweise der Gesellschaft
- Sichtweise der Sozialversicherung
- Sichtweise des Gesundheitswesens
- Sichtweise der Krankenkassen
- Sichtweise der Krankenhäuser
- Sichtweise der Patienten
- Sichtweise der Ärzte

Nach Empfehlung der Hannoveraner Konsensgruppe sollte vorrangig die umfassende **gesellschaftliche Sichtweise** für Kostenbewertungen gewählt werden (Schulenburg 2007). Dabei werden alle Kostenarten der direkten und indirekten Kosten zusammengefasst.

2.4.4 Notwendigkeit gesundheitsökonomischer Evaluationen in der Zahnmedizin

Bei der Versorgung von Lückengebissen können neben (I) herausnehmbaren Prothesen und (II) festsitzenden Brücken auch (III) Implantate verwendet werden. Alle Therapiemaßnahmen verursachen hohe Kosten und stehen daher immer wieder im Mittelpunkt gesundheitspolitischer Entscheidungen. Dieser Sachverhalt unterstreicht die Notwendigkeit gesundheitsökonomischer Analysen, auf deren Grundlage eine möglichst optimale Allokation der Ressourcen im Gesundheitswesen vorgenommen werden kann.

Studien zeigen, dass der Versorgungsgrad mit Zahnersatz innerhalb Deutschland als hoch eingestuft wird (Kerschbaum et al. 1994; Kerschbaum et al. 1996). Demgegenüber existiert zur Thematik der Gesundheitsökonomie, dem gesundheitlichen Nutzen und der Effektivität kaum Wissen auf hohem Evidenzlevel für das Gebiet der zahnmedizinischen Versorgung.

3 Material und Methode

3.1 Literatursuche

Zur Ermittlung der vorhandenen Literatur wurde eine systematische Suche bezüglich deutscher und englischer Artikel mit der Thematik Misserfolgsrate, Nachsorgeaufwand und Kosten von Teilprothesen, Brücken und Implantaten durchgeführt. Hierzu wurde eine Suchstrategie entwickelt (Tabelle 8; Tabelle 9). Die Literatursuche konzentrierte sich auf den Zeitraum von 1983 – 2008. Die Literaturrecherche nach relevanten veröffentlichten Studien wurde in folgenden Quellen durchgeführt (Tabelle 7):

Tabelle 7: Bibliografische Quellen der Literatursuche

Quelle	Kommentar
Bibliografische Datenbanken	Suche nach Studien und Übersichten in folgenden Datenbanken: <ul style="list-style-type: none"> • MEDLINE
Manuelle Suche	Manuelle Suche in folgenden deutschsprachigen zahnmedizinischen Zeitschriften: <ul style="list-style-type: none"> • Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift • Die Quintessenz • Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin • Zeitschrift für zahnärztliche Implantologie • ZWR – Zahnärztliche Rundschau
Literaturverzeichnisse	Suche in den Literaturverzeichnissen relevanter systematischer Übersichten die aus der vorangegangenen elektronischen Datenbanksuche und manuellen Suche extrahiert wurden
Sonstiges	Kontaktaufnahme mit Autoren einzelner Publikationen, z. B. zur Frage nach nicht publizierten Teilaspekten

Tabelle 8: Suchstrategie für technische und biologische Komplikationen von Zahnersatz; Datenbank: MEDLINE, Datum der Suche 28.09.2008

ID	Treffer	Suchformulierung
#1	5828	dental arch
#2	154	shortened arch
#3	105	shortened dental arch
#4	2937	jaw, edentulous, partially
#5	8286	tooth loss
#6	45	posterior edentulism\$
#7	614	partial dentate OR partial edentulism\$
#8	16729	#1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7
#9	75102	dental prosthesis
#10	39988	denture
#11	19358	partial denture\$ OR removable denture\$ OR removable partial denture\$
#12	294	free-end prosthesis\$ OR free end denture\$
#13	9951	dental bridge\$ OR fixed bridge\$ OR cantilever bridge\$ OR extension bridge\$
#14	3070	(implant-anchored OR implant-supported OR implant-borne) AND (bridge OR denture\$ OR restoration\$ OR reconstruction\$)
#15	55303	implant\$ OR dental implant\$ OR tooth implant\$
#16	8218	conventional\$ prosthetic construction\$ OR conventional\$ prosthetic appliance\$ OR conventional\$ prosthetic device\$
#17	400	implant-retained prosthetic construction\$ OR implant-retained prosthetic appliance\$ OR implant-retained prosthetic device\$
#18	125494	#9 OR #10 OR #11 OR #12 OR #13 OR #14 OR #15 OR #16 OR #17
#19	1614525	technical\$ OR biological\$
#20	1704941	complication\$ OR failure\$ OR rate\$ OR aspect\$
#21	441815	long term OR lifetime OR success rate OR durability
#22	1897086	evaluation OR outcome
#23	4771583	#19 OR #20 OR #21 OR #22
#24	2323	#8 AND #18 AND #23
#25	2322	Remove Duplicates

Tabelle 9: Suchstrategie von Nachsorgeaufwand und Kosten von Zahnersatz; Datenbank: MEDLINE, Datum der Suche 28.09.08

ID	Treffer	Suchformulierung
#1	5828	dental arch
#2	154	shortened arch
#3	105	shortened dental arch
#4	2937	jaw, edentulous, partially
#5	8286	tooth loss
#6	45	posterior edentulism\$
#7	614	partial dentate OR partial edentulism\$
#8	16729	#1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7
#9	75102	dental prosthesis
#10	39988	denture
#11	19358	partial denture\$ OR removable denture\$ OR removable partial denture\$
#12	294	free-end prosthesis\$ OR free end denture\$
#13	9951	dental bridge\$ OR fixed bridge\$ OR cantilever bridge\$ OR extension bridge\$
#14	3070	(implant-anchored OR implant-supported OR implant-borne) AND (bridge OR denture\$ OR restoration\$ OR reconstruction\$)
#15	55305	implant\$ OR dental implant\$ OR tooth implant\$
#16	8218	conventional\$ prosthetic construction\$ OR conventional\$ prosthetic appliance\$ OR conventional\$ prosthetic device\$
#17	400	implant-retained prosthetic construction\$ OR implant-retained prosthetic appliance\$ OR implant-retained prosthetic device\$
#18	125496	#9 OR #10 OR #11 OR #12 OR #13 OR #14 OR #15 OR #16 OR #17
#19	776479	maintenance OR aftercare OR aftertreatment OR follow-up
#20	753578	cost\$ OR efficiency OR economic\$
#21	418074	cost OR cost benefit analysis OR cost effectiveness analysis OR cost minimization analysis
#22	1484234	((#19) OR (#20)) OR (#21)
#23	1431	((#8) AND (#18)) AND (#22)
#24	1431	Remove Duplicates

Die über MEDLINE mit Hilfe der zwei Suchstrategien (Tabelle 8; Tabelle 9) gefundenen Publikationen wurden thematisch in zwei eigens dafür eingerichteten Datenbanken archiviert. Aufgrund der partiellen Homogenität der Suchformulierung für Komplikationen, Nachsorgeaufwand und Kosten von Zahnersatz wurden beide Datenbanken zusammengeführt, um Duplikate zu entfernen (Abbildung 6).

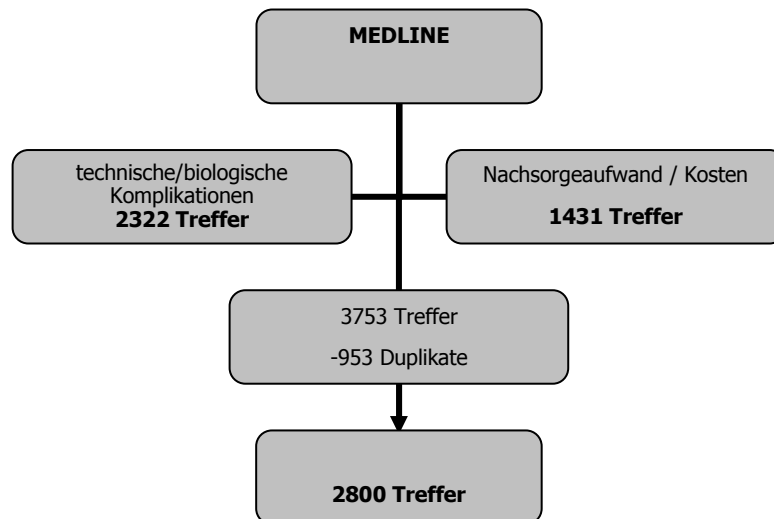


Abbildung 6: Zusammengeführte Literaturdatenbanken

Deutsche wissenschaftliche Zeitschriften wie die Quintessenz und die ZWR („Das Deutsche Zahnärzteblatt“) sind nur bis zur Dezemberausgabe 1991 in PubMed gelistet, die DZZ („Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift“) nur bis zur Januarausgabe 1992. Aktuell ist als in Deutsch erscheinende wissenschaftliche Fachzeitschrift lediglich die Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin in PubMed vorhanden, so dass zusätzlich zur Suche in PubMed eine Handsuche in den Zeitschriften Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift, Die Quintessenz, Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin, Zeitschrift für zahnärztliche Implantologie und die ZWR – Zahnärztliche Rundschau durchgeführt wurde.

Im Anschluss wurden die Literatur-Referenzlisten der vorhandenen Artikel nach verwertbaren Sekundärpublikationen durchsucht. Abschließend konnten die bibliografischen Angaben der Publikationen aus elektronischer Suche, Handsuche und aus der Auswertung der Referenzlisten zur weiteren Bearbeitung und Archivierung in drei eigens hierfür eingerichtete Datenbanken aufgenommen werden.

3.2 Auswahl relevanter Studien

Im ersten Auswahlstadium wurde anhand des Titels und des Abstracts (soweit vorhanden) entschieden, welche Publikationen in Bezug auf die Ein- und Ausschlusskriterien als sicher nicht relevant (sicherer Ausschluss) eingeordnet und aus dem weiteren Prozess ausgeschlossen werden konnten. Im zweiten Auswahlstadium wurden die verbliebenen Referenzen im Volltext gesichtet, um zu entscheiden, welche Publikationen unter Verwendung der genannten Ein- und Ausschlusskriterien als „sicher relevant“ eingeordnet werden konnten.

3.3 Ein- / Ausschlusskriterien

Berücksichtigt wurden Studien mit einer mittleren Beobachtungszeit von 5 Jahren, um eine Vergleichbarkeit der Aspekte Misserfolgsrate, Nachsorgeaufwand und Kosten zu gewährleisten.

Mit Hilfe der nachfolgend aufgeführten Einschlusskriterien konnten relevante Publikationen für die Bewertung des Nachsorgeaufwandes herausgefiltert werden (Tabelle 10). Artikel, welche sich z.B. mit der Therapie des zahnlosen Kiefers, speziellen Fragestellungen zu Werkstoffen (z. B. Zirkoniumdioxid) oder ausschließlich mit technischen Herstellungsverfahren (z. B. CAD-CAM) beschäftigten, sowie solche, die kein Einschlusskriterium erfüllten, wurden von der Analyse ausgeschlossen.

Wurden in den Publikationen mehrere Formen von Zahnersatz untersucht und verglichen, so wurden nur relevante Daten für die in dieser Arbeit untersuchten Zahnersatzformen (TP; EB; I-B) berücksichtigt.

Tabelle 10: Ein- und Ausschlusskriterien

Einschlusskriterien	Studiendauer ≥ 5 Jahre
	konventioneller nicht implantatgetragener Zahnersatz
	Zahnersatz auf enossalen Implantaten
	Angabe der Zielgrößen „technische und biologische Komplikationen von Zahnersatz“, „Nachsorgeaufwand“ und „Kosten“
	Publikationsdatum ab 1983
	Publikationssprache: Deutsch, Englisch
Ausschlusskriterien	Studiendauer ≤ 3 Jahre, ≥ 7 Jahre
	Tierexperimentelle oder Laborstudien
	Fallberichte oder Expertenmeinungen
	Mehrfachpublikationen ohne relevante Zusatzinformation
	keine Vollpublikation verfügbar

3.4 Analyse der Studien

Da in den einzelnen Studien die Zielereignisse unterschiedlich definiert waren, erfolgte eine Zusammenfassung dieser Zielereignisse in Gruppen, die für alle eingeschlossenen Studien ähnliche Ereignisse umfassten. Hiermit konnten die verschiedenartigen Komplikationen den entsprechenden Gruppen (TP; EB; I) studienübergreifend zugeordnet werden (Tabelle 11).

Tabelle 11: Zielereignisse geordnet nach technischen und biologischen Komplikationen

Ereignisse	Teilprothesen	Extensionsbrücken	Implantat-Brücken
technische Komplikationen			
Schraubenlockerung			Lockerung d. Abutmentschraube
Schraubenbruch			Fraktur d. Abutmentschraube
Verblendung	Fraktur, Abplatzung	Fraktur, Abplatzung	Fraktur, Abplatzung
Unterfütterung	UF einer oder beider Basen der TP		
Dezementierung	Dezementierung Doppelkrone	Dezementieren der Brücke	Dezementierung Suprakonstruktion
Retentionsverlust	Klammerbruch, Retentionsverlust Doppelkrone	Verlust an Retention zwischen Pfeilerzahn und festsitzendem Zahnersatz	Verlust an Retention zwischen Implantat und Suprakonstruktion
Ersatz Prothesenzahn	Fraktur/Verlust (künstl.) Prothesenzahn		
Prothesenbasisbruch	Bruch d. Prothesenbasis	Gerüstfraktur	Gerüstfraktur
Neuanfertigung	Neuanfertigung d. Zahnersatzes nicht Umwandlung in andere ZE Formen	Neuanfertigung d. Zahnersatzes nicht Umwandlung in andere ZE Formen	Neuanfertigung d. Zahnersatzes nicht Umwandlung in andere ZE Formen
biologische Komplikationen			
Pfeilerzahnfraktur	Fraktur d. Pfeilerzahnes	Fraktur d. Pfeilerzahnes	
Implantatverlust			Verlust des Implantates während Beobachtungszeitraum; Explantation
Periimplantitis			ST \geq 5mm, BOP+ u.o. Pus+
Karies Pfeilerzahn	Karies an Pfeilern	Karies, Sekundärkaries Pfeilerzahn	
Endo Pfeilerzahn	endodontische Komplikationen an Pfeilern	endodontische Komplikationen an Pfeilern	
Paro Pfeilerzahn	PA-Behandlung Pfeilerzähnen	PA-Behandlung Pfeilerzähnen	Pa-Behandlung Implantate
Extraktion	Extraktionen Pfeiler	Extraktionen Pfeiler	

3.5 Berechnung der Ereignishäufigkeit

Die prozentualen Ereignishäufigkeiten konnten nur dann berechnet werden, wenn in den Publikationen die Anzahl der untersuchten Restaurationen bzw. die Anzahl der untersuchten Pfeiler und die Häufigkeit des Eintritts des jeweiligen Schadensereignisses angegeben wurden. Somit wurden technische Komplikationen auf Restaurationsbasis und biologische Komplikationen auf Basis der Pfeiler berechnet. Diese Berechnung erfolgte separat für jede der auswertbaren Publikationen. Danach konnten die gewichteten Mittelwerte für jedes der Zielereignisse kalkuliert werden.

3.6 Statistische Analyse

Die in den Publikationen enthaltenen Daten wurden einer sekundären Analyse unterzogen. Es wurde eine prozentuale Ereignishäufigkeit für den Zeitraum von 5 Jahren mit dazugehörigem 95%-Konfidenzintervall (KI-95) berechnet.

Alle Daten aus den Publikationen, die die Einschlusskriterien erfüllten, wurden einer Meta-Analyse unterzogen. Dabei wurden die aus den Studien extrahierten technischen und biologischen Komplikationen nach den in Tabelle 11 definierten Zielereignissen zwischen den einzelnen Studien und innerhalb der jeweiligen Versorgungsart miteinander verglichen. Eine grafische Auswertung der Ergebnisse erfolgte in Form von Forest Plots. Die statistische Analyse erfolgte mit der Software STATA/SE 9.2 (StataCorp, College Station, TX, USA).

3.7 Kostenanalyse

3.7.1 Ermittlung des Zeitbedarfs

Die Berechnung der Initialkosten, d.h. der Herstellungskosten für den Zahnersatz und der Kosten der Nachsorge, erfolgte auf Grundlage des Zeitbedarfs der einzelnen Behandlungsschritte, die zur Anfertigung des jeweiligen Zahnersatzes bzw. zur Nachbehandlung notwendig waren.

Die Zeitwerte entstammen der BAZ-II Studie zu arbeitswissenschaftlichen Beanspruchungsmustern zahnärztlicher Dienstleistungen (Micheelis u. Meyer

2002). Hier wurden Zeitmessungen zahnärztlicher Behandlungsschritte durchgeführt.

Die Summe aller zur Anfertigung notwendigen Therapieschrittzeiten wurde in Minuten gemessen und zur Berechnung der Kosten in Stunden umgerechnet. Berücksichtigt wurde dabei die Zeit am Patienten. Weiterhin wurden im Zuge der Gesamtkostenrechnung die Herstellungskosten des Zahnersatzes im Dentallabor berücksichtigt.

Ein weiterer Zeitwert, der in die Kalkulation einbezogen wurde, war der Arbeitszeitausfall des Patienten. Dieser setzt sich zusammen aus der Dauer der zahnärztlichen Behandlung und der Dauer der An- und Abreise zum Behandlungsort.

Anhand der Auswertung von 100 Patientendaten, welche sich im Zeitraum 08/2008 – 09/2008 in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik behandeln ließen, wurde eine durchschnittliche Anfahrsdauer von 21 Minuten ermittelt. Dieser Weg muss für An- und Abreise zugrunde gelegt werden, womit sich die Gesamtdauer auf 42 Minuten erhöht. Der Arbeitszeitausfall des Patienten beträgt demnach die Dauer der Behandlung plus 42 Minuten.

Mit Hilfe dieser Zeitmessungen und den jeweiligen direkten Kosten und indirekten Kosten (Tabelle 12) für jede dieser Zeiteinheiten erfolgte die Kalkulation der Initialkosten und der Nachsorgekosten.

3.7.2 Berechnung der Initialkosten

Der ermittelte Zeitwert, der zur Anfertigung des Zahnersatzes notwendig ist (Abbildung 36), bildet zusammen mit den anfallenden direkten und indirekten Kosten (Tabelle 12) den Ausgangspunkt der Kalkulation der Initialkosten.

Tabelle 12: Direkte und Indirekte Kosten

Direkte Kosten	Stundenlohn für den Zahnarzt (KZBV 2007)	70 €/h
	Stundenlohn für die Zahnarzthelferin (Vergütungstarifvertrag für Zahnmedizinische Fachangestellte/Zahnarzthelferinnen in Berlin, Hamburg, Hessen, Landesteil Westfalen-Lippe)	13 €/h
	Kosten für die Arbeiten der Dentallaboratorien (Mittelwert aus Kostenvoranschlägen von 10 Dentallaboratorien)	variabel
	Betriebskosten (KZBV 2007)	5,1 €/h
	Kosten für An- und Abreise (Es wurde die Länge des Anfahrtsweges von 100 Patienten der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik ermittelt. Der durchschnittliche Anfahrtsweg betrug 18,2 km. Bei einem Reisekostensatz von 0,3 €/km muss mit durchschnittlichen Anfahrtskosten in Höhe von 5,50 € pro Fahrt und Richtung gerechnet werden)	5,50 €
Indirekte Kosten	Arbeitsausfall des Patienten im Sinne von volkswirtschaftlichen Produktivitätsverlusten (Europäische-Union 2008)	27 €/h

Weiterhin wurden im Zuge der Gesamtkostenrechnung die Herstellungskosten des Zahnersatzes im Dentallabor berücksichtigt.

Hierzu wurden Kostenvoranschläge von 10 Dentallaboratorien für folgenden prothetischen Zahnersatz angefordert:

- je eine klammerverankerte Teilprothese mit 3 gegossenen Klammern befestigt an den 2. Prämolaren und dem 2. Molaren zum Ersatz des 1. und 2. Molaren (Abbildung 7)

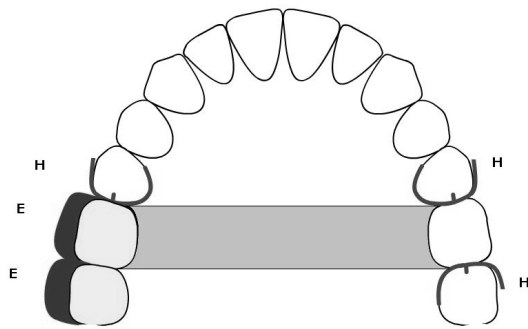


Abbildung 7: Klammerverankerte Teilprothese an 15, 25, 27 zum Ersatz von 16-17; Legende: H = Klammer, E = ersetzter Zahn

- je eine doppelkronenverankerte Teilprothese mit 2 in hochgoldhaltiger Legierung hergestellten Teleskopkronen befestigt an den 2. Prämolaren zum Ersatz des 1. bzw. 2. Molaren (Abbildung 8)

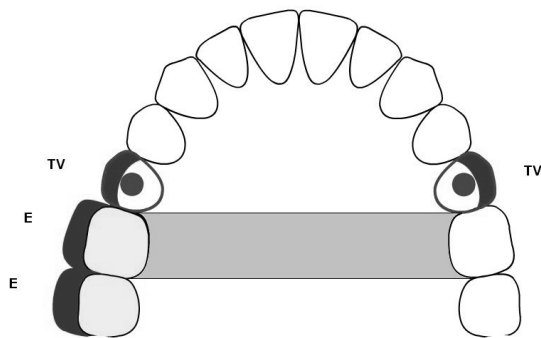


Abbildung 8: Teleskopverankerte Teilprothese an 15, 25 zum Ersatz von 16-17; Legende: TV = Teleskop verblendet, E = ersetzter Zahn

- je eine 3-gliedrige Extensionsbrücke mit distalem Extensionsglied aus einer hochgoldhaltigen Legierung verankert am 1. Prämolaren und dem 2. Prämolaren zum Ersatz des 1. Molars (Abbildung 9)

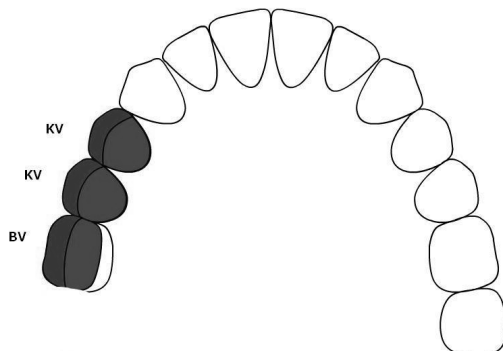


Abbildung 9: Extensionsbrücke auf den Zähnen 14, 15 zum Ersatz des Zahnes 16; Legende: KV = Krone verblendet, BV = Brückenglied (Anhängler) verblendet

- je eine implantatgetragene 3-gliedrige Brücke aus einer hochgoldhaltigen Legierung welche auf 2 Implantaten verankert ist, zum Ersatz des 1.; 2. und 3. Molaren (Abbildung 10)

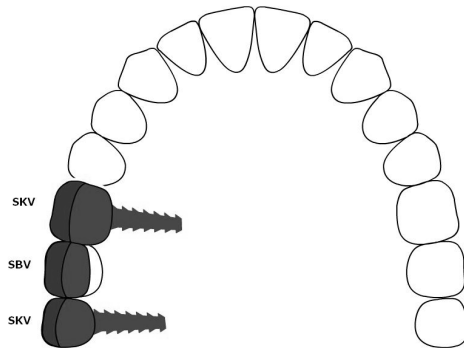


Abbildung 10: Implantatgetragene Brücke in Regio 16-18; Legende: SKV = implantatgetragene Krone verblendet, SBV = Brückenzwischenglied verblendet

3.7.3 Sensitivitätsanalyse

Die so ermittelten Kosten wurden auf ihre Robustheit überprüft, indem sie den realen, auf dem Heil- und Kostenplan (HKP) ausgewiesenen Kosten gegenübergestellt wurden (Abbildung 38). Dazu wurden für jede der drei evaluierten Versorgungsformen (Prothese, Brücke, implantatgetragene Brücke) 10 Heil- und Kostenpläne von Patienten der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Universitätsklinik Hamburg-Eppendorf ausgewertet.

Für den konventionell herausnehmbaren und festsitzenden Zahnersatz wurden das zahnärztliche Honorar (GOZ, BEMA) und die Material- und Laborkosten addiert. Die auf dem HKP ausgewiesenen individuell unterschiedlichen Festzuschüsse der Krankenkassen wurden nicht in die Kalkulation einbezogen, da sonst die über die Zeitwerte (BAZ-II) kalkulierten Kosten nicht mit den HKP-Kosten hätten verglichen werden können bzw. statt der Betrachtung einer gesellschaftlichen Perspektive eine Patientenperspektive resultiert hätte. Für die implantatprothetischen Versorgungsformen wurden zusätzlich zu den prothetischen Kosten des Zahnersatzes auch die chirurgischen Kosten, die für die Insertion des Implantates anfallen, in gleicher Weise ermittelt.

3.7.4 Berechnung der Nachsorgekosten

Die Kostenberechnung der absoluten Nachsorgekosten erfolgte äquivalent zu den Initialkosten auf volkswirtschaftlicher Basis, indem der Zeitbedarf der jeweiligen Behandlungsschritte zur Reparatur des entsprechenden Schadensereignisses und der Verbrauch von direkten und indirekten Ressourcen (Abbildung 11) ermittelt wurde (Brägger et al. 2005b; Heydecke et al. 2005).

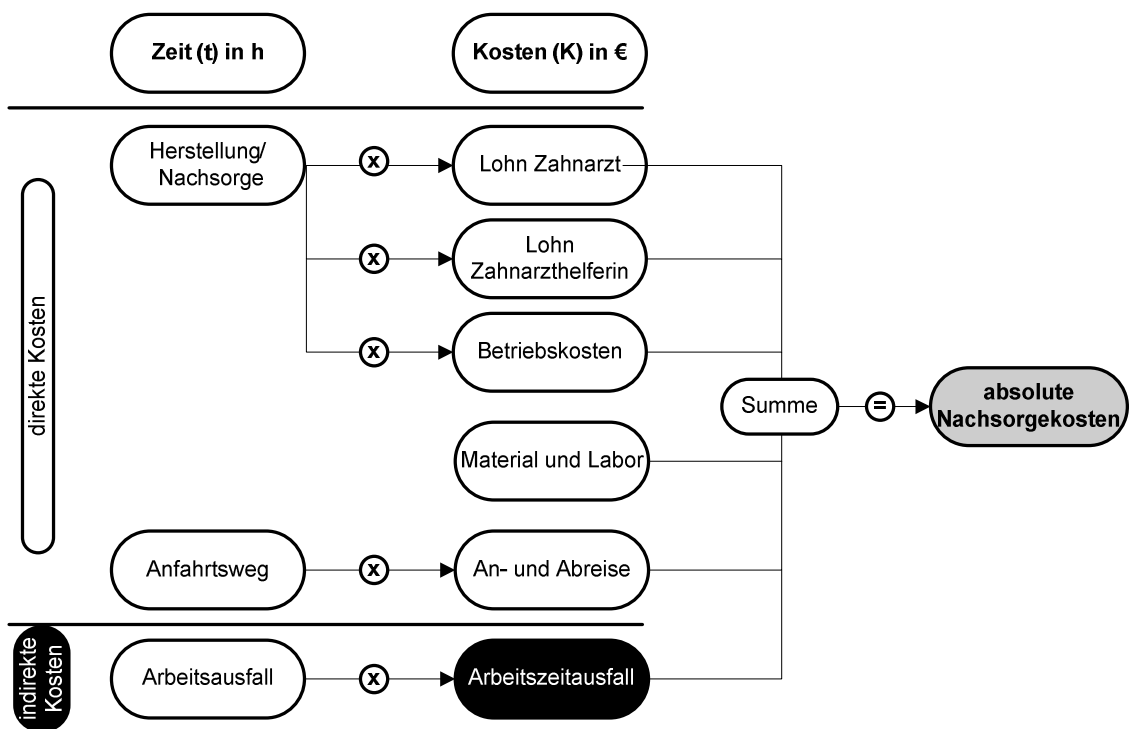


Abbildung 11: Schematische Darstellung der Berechnung der absoluten Nachsorgekosten, weiße Kostenfelder entsprechen direkten Kosten, schwarz markierte Kostenfelder entsprechen indirekten Kosten

Für die Berechnung der anteiligen Nachsorgekosten wurden weiterhin die aus den Publikationen extrahierten häufigsten technischen und biologischen Nachsorgeereignisse ausgewählt (Ereignisse siehe Tabelle 11). Die Kalkulation wurde aufgrund der vorhandenen Datenlage auf der Ebene der einzelnen Restauration durchgeführt, wenn technische Schadensereignisse bewertet wurden und auf Ebene der Pfeiler (Zahn, Implantat), wenn biologische Komplikationen ausgewertet wurden. Demnach errechnen sich für jede Therapieform die anteiligen Kosten der Nachsorge aus den über die Publikationen ermittelten Eintrittswahrscheinlichkeiten der Schadensereignisse im gewählten Fünfjahreszeitraum (Tabelle 19) und den über die Zeitwerte und direkten/indirekten Kosten ermittelten absoluten Nachsorgekosten (Abbildung 12).

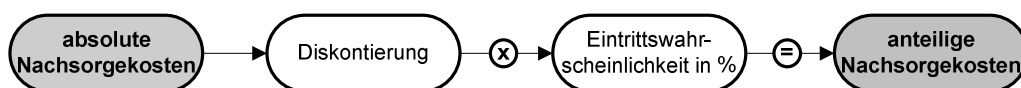


Abbildung 12: Schematische Darstellung der Berechnung der anteiligen Nachsorgekosten

Ein Zwischenschritt in der Berechnung der anteiligen Kosten stellt die Diskontierung der Nachsorgekosten dar. Die Diskontierung ermöglicht die Berechnung der Gesamtkosten für einen Zeitraum, der in der Zukunft liegt, ausgehend vom Zeitpunkt t_0 (Abbildung 13). Diese Abzinsung ist notwendig, um die verschiedenen Therapieoptionen mit ihrem unterschiedlichen zeitlichen Anfall von Kosten miteinander vergleichbar zu machen. Das Diskontierungsverfahren lässt sich auch als negative Verzinsung bezeichnen. Die Berechnung der Diskontierung wurde mit der Formel 1 durchgeführt.

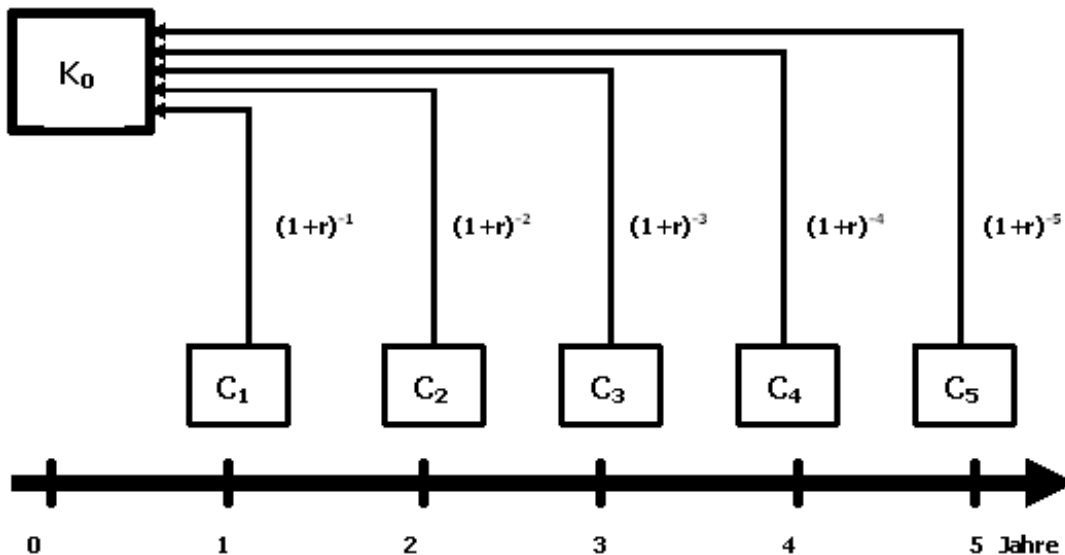


Abbildung 13: Schematische Darstellung der Diskontierung

K_0 = Mittelwert aller diskontierten Kosten = Kosten zum Zeitpunkt t_0

r = Diskontierungssatz

c = diskontierte jährliche Kosten

Formel 1: Diskontierung

$$\sum_{t=1}^n \frac{K_t}{(1+r)^{t-1}}$$

K = Kosten in Periode t

r = Diskontierungssatz

t = Periode

Es wurde eine jährliche Diskontierungsrate von 5% gewählt, aus denen sich die jährlichen Diskontierungsfaktoren für die Jahre 1 - 5 errechnen (Tabelle 13) (Schulenburg 2007). Ausgehend von denen in Tabelle 18; 19 und 20 dargestellten diskontierten absoluten Nachsorgekosten erfolgte die Berechnung der anteiligen Nachsorgekosten für den Beobachtungszeitraum und den Einjahreszeitraum.

Tabelle 13: Diskontierungsfaktor/Jahr

Jahr	1	2	3	4	5
Rate 5%	1,00	0,9523	0,9070	0,8638	0,8227

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisse der Literaturrecherche

Zusammen mit den Ergebnissen der erweiterten Handsuche erfüllten 14 Titel die Einschlusskriterien (Abbildung 14).

Die Artikel wurden den einzelnen Therapieoptionen zugeordnet:

- konventionell herausnehmbar (Budtz-Jørgensen u. Isidor 1990; Behr et al. 2000; Heymann et al. 2000; Hofmann et al. 2002; Wöstmann et al. 2007) (Tabelle 14)
- konventionell feststehend (Randow et al. 1986; Landolt u. Lang 1988; Budtz-Jørgensen u. Isidor 1990; Decock et al. 1996) (Tabelle 15)
- feststehend implantatgetragen (Behr et al. 1998; Wennerberg u. Jemt 1999; Heymann et al. 2000; Brägger et al. 2001; Kreissl et al. 2007) (Tabelle 16)

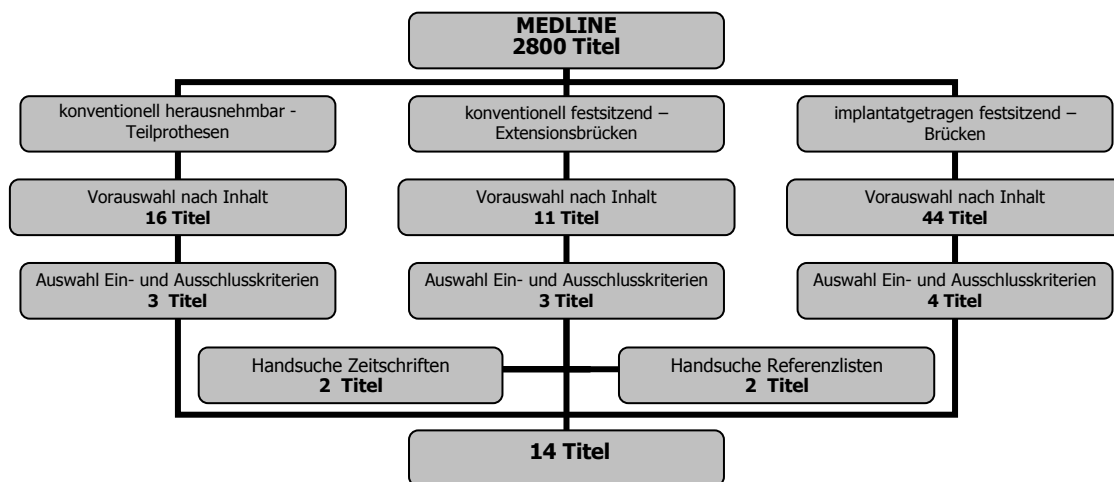


Abbildung 14: Ergebnisse der Literaturrecherche für Komplikationsraten und Nachsorgeaufwand und Kosten von Zahnersatz

4.2 Auswertung der Publikationen

Ausgewertet wurden Artikel, die Informationen über die Gesamtzahl der evaluierten Teilprothesen (TP), Extensionsbrücken (EB) und Brücken auf Implantaten (I-B), die Anzahl der Komplikationen je Versorgungsart und den Beobachtungszeitraum enthielten.

Es konnten 14 Studien in den Vergleich des Nachsorgeaufwandes einbezogen werden. Davon entfielen fünf Studien auf die Gruppe der Teilprothesen (Tabelle 14), vier auf die Gruppe der Extensionsbrücken (Tabelle 15) und weitere fünf auf die Gruppe der Implantate (Tabelle 16). Eine Studie wertete gleichzeitig die Gruppen EB und TP aus (Budtz-Jørgensen u. Isidor 1990). Eine weitere Studie verglich die Komplikationsraten der Gruppen TP und I-B (Heymann et al. 2000).

Tabelle 14: Übersicht der ausgewerteten Studien für konventionell herausnehmbaren Zahnersatz

TP	Studiendesign				
Autor/Jahr	mittlere Studiendauer in Jahren	Studientyp	Anzahl Patienten	Anzahl Restaurationen	Anzahl Pfeiler
Behr, 2000	4,6±1,6	retrospektiver Vergleich von technischen Komplikationen von Teleskop- u. Konuskronenprothesen	117	117	411
Budtz-Jørgensen, 1990	5	RCT, Vergleich von klammerverankerten Modellgussprothesen u. Extensionsbrücken	26	26	
Heymann, 2000	5	retrospektiver Vergleich von konventionell herausnehmbarem u. festsitzend implantatgetragendem Zahnersatz	47	53	221
Hofmann, 2002	4,2±1,7	retrospektiver Vergleich von technischen Komplikationen von unterschiedlich verankerten Modellgussprothesen	181	120	
Wöstmann, 2007	5	retrospektive Langzeitanalyse von teleskopverankertem herausnehmbarem Zahnersatz	463	554	1758

Tabelle 15: Übersicht der ausgewerteten Studien für konventionell festsitzenden Zahnersatz

EB	Studiendesign				
Autor/Jahr	mittlere Studiendauer in Jahren	Studientyp	Anzahl Patienten	Anzahl Restaurationen	Anzahl Pfeiler
Budtz-Jørgensen, 1990	5	RCT, Vergleich von klammerverankerten Modellgussprothesen und Extensionsbrücken	27	41	79
Decock, 1996	7	retrospektive Nachuntersuchung von Extensionsbrücken	100	137	141
Landolt, 1988	3,5-8	retrospektive Nachuntersuchung unilateraler Extensionsbrücken	61	80	154
Randow, 1986	6 - 7	retrospektiver Vergleich von Endpfeilerbrücken zu Extensionsbrücken mit 1-2 Extensionsgliedern	281	176	904

Tabelle 16: Übersicht der ausgewerteten Studien für festsitzenden implantatgetragenen Zahnersatz

I-B	Studiendesign				
Autor/Jahr	mittlere Studiendauer in Jahren	Studientyp	Anzahl Patienten	Anzahl Restaurationen	Anzahl Pfeiler
Behr, 1998	4	retrospektiver Vergleich prothetischer Komplikationen von unterschiedlich gelagerten Implantat-aufbauten(ITI vs. IMZ)	66	32	
Brägger, 2001	5	retrospektiver Vergleich von rein implantatgetragenen (I-I) u. rein zahngetragenen (T-T) und gemischt zahn-implantatgetragenen (I-T) Restaurationen	40	40	84
Heymann, 2000	5	retrospektiver Vergleich von konventionell herausnehmbarem zu festsitzend implantatgetragendem Zahnersatz	40	57	91
Kreissl, 2007	5	prospektiver Vergleich von festsitzendem implantatgetragenen Zahnersatz	76	7	17
Wennerberg, 1999	5	retrospektive Nachsorgeuntersuchung von unilateralen OK Implantatversorgungen	137	133	422

4.3 Ergebnisse für konventionell herausnehmbaren Zahnersatz

4.3.1 Technische Komplikationen

Im Ergebnis der Recherche zeigte sich, dass für konventionell herausnehmbaren Zahnersatz Unterfütterung, Verblendungsreparatur, Dezementierung, Retentionsverlust und Ersatz von Prothesenzähnen als häufigste technische Komplikationen ermittelt wurden (Abschnitt 4.6, Tabelle 17).

In der Gruppe TP trat das Ereignis Unterfütterung mit einem gewichteten Mittelwert von 35,7% (KI-95:32,0%-39,4%) im 5- Jahres-Zeitraum am häufigsten auf (Abbildung 15). In einer retrospektiven Untersuchung wurde dieses Ereignis sogar mit einer Häufigkeit von 51% beobachtet (Heymann et al. 2000). An 2. Stelle der beobachteten technischen Misserfolge stand die Fraktur der Verblendung (Abbildung 16). Die Eintrittswahrscheinlichkeit dieses Ereignisses wurde mit 35,5% (KI-95:33,4%-37,7%) berechnet. Zur Dezementierung einer Doppelkrone kam es in 20,0% (KI-95:17,3%-22,7%) der untersuchten Restaurationen (Abbildung 17). Das heißt, jede fünfte Doppelkrone war durch Dezementierung gelockert oder ging verloren. Hofmann et al. (2002) berichten im Kollektiv Teleskopkronen sogar über eine Dezementierungsrate von 32,5% im Untersuchungszeitraum. Als Retentionsverlust wurde in dieser Gruppe ein Klammerbruch oder der Retentionsverlust einer (zementierten) Doppelkrone definiert. Mit 13,5% (KI-95: 5,3%-21,7%) trat dieses Ereignis an vierter Stelle der technischen Komplikationen innerhalb des Beobachtungszeitraumes auf (Abbildung 18). In allen recherchierten Artikeln (Budtz-Jørgensen u. Isidor 1990; Hofmann et al. 2002) handelte es sich hierbei um eine Fraktur der Klammer. Weniger häufig wurde über die Komplikation Ersatz der Prothesenzähne berichtet 9,3% (KI-95: 7,4%-11,2%); (Abbildung 19).

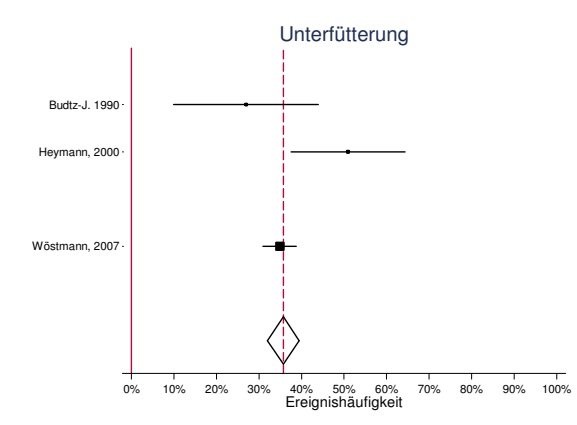


Abbildung 15: Forest plot: Häufigkeit der Unterfütterung von Teilprothesen

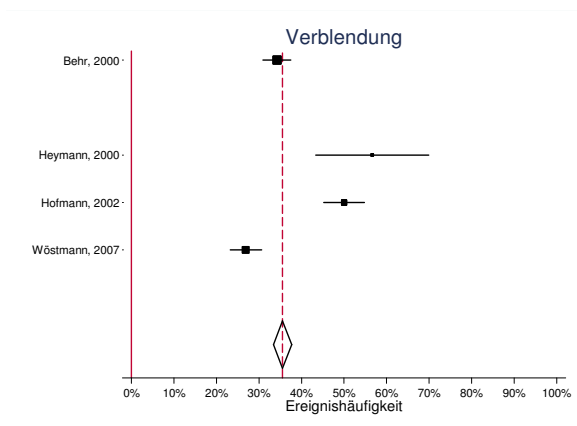


Abbildung 16: Forest plot: Häufigkeit der Verblendungsreparatur von Teilprothesen

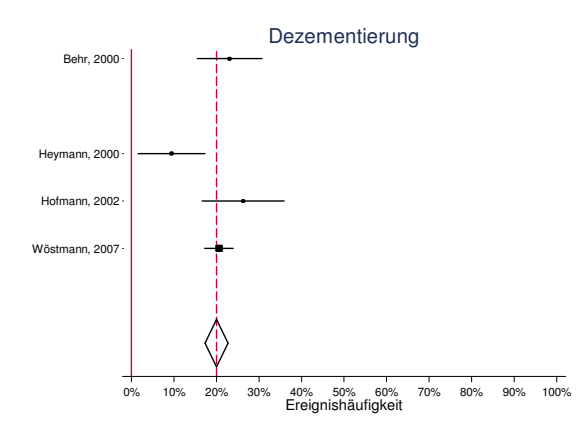


Abbildung 17: Forest plot: Häufigkeit der Dezementierung von doppelkronenverankerten Teilprothesen

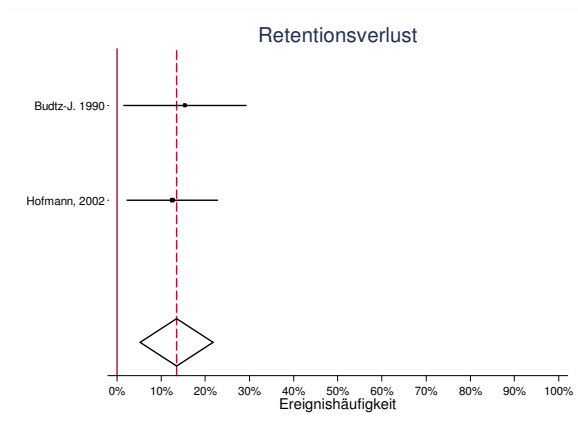


Abbildung 18: Forest plot: Häufigkeit des Retentionsverlustes von klammerverankerten Teilprothesen

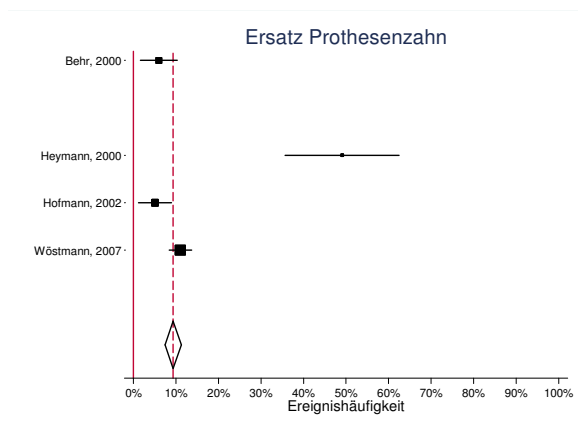


Abbildung 19: Forest plot: Häufigkeit des Ersatzes von Prothesenzähnen

4.3.2 Biologische Komplikationen

Neben technischen Problemen gelten biologische Komplikationen als Ursache für das Versagen von Zahnersatz. In der Gruppe der herausnehmbaren Teilprothesen zeigten sich wenige biologische Schadensereignisse. Es konnten Daten zur Extraktion von Pfeilerzähnen bestimmt werden. In den ausgewerteten Publikationen konnte mit einer Inzidenz von durchschnittlich 4,0% (KI-95: 3,2%-4,9%) eine Extraktion des Pfeilerzahnes beobachtet werden (Abbildung 20, Tabelle 17).

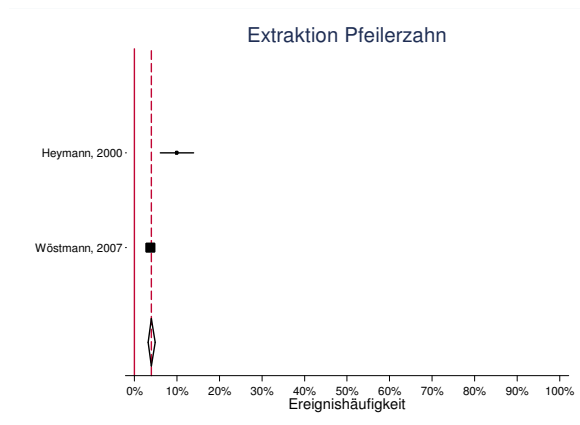


Abbildung 20: Forest plot: Häufigkeit der Extraktion des Pfeilerzahnes

4.4 Ergebnisse für konventionell festsitzenden Zahnersatz

4.4.1 Technische Komplikationen

Im Bereich der Extensionsbrücken hoben sich Dezementierung und Retentionsverlust als gemeinsames Ereignis, Neuanfertigung, Verblendungsreparatur und Gerüstfraktur (Sammelereignis Prothesenbasisbruch) als die am häufigsten beobachteten technischen Komplikationen heraus (Abschnitt 4.6, Tabelle 17).

Die in der Gruppe der Extensionsbrücken ausgewerteten Studien (Randow et al. 1986; Landolt u. Lang 1988; Budtz-Jørgensen u. Isidor 1990; Decock et al. 1996) vermittelten den Schluss, dass der Verlust an Retention (in dieser Gruppe gleichzusetzen mit Dezementierung) das am häufigsten eintretende Ereignis im 5-Jahres-Zeitraum auf technischer Seite ist. 13,6% (KI-95:10,3%-16,8%) aller Extensionsbrücken mussten innerhalb des Beobachtungszeitraums rezementiert werden (Abbildung 21). Dies deckt sich mit den Untersuchungen von Decock et al. und Randow et al. (1996); (1986). 6,5% (KI-95:3,9%-9,5%) aller Extensionsbrücken mussten neu angefertigt werden (Abbildung 22). Weiterhin wurde die Häufigkeit einer Verblendungsfraktur mit einer durchschnittlichen Inzidenz von 3,5% (KI-95:1,3%-5,7%) ermittelt (Abbildung 23). Die Fraktur des Brückengerüsts (Sammelereignis Prothesenbasisbruch) wurde mit 2,5% (KI-95:0,8%-4,3%) in dieser Gruppe am seltensten beobachtet (Abbildung 24). Randow konnte dieses Ereignis in 6% der Fälle nachweisen (Randow et al. 1986), wohingegen Decock et al. dies nur mit einer Häufigkeit von 1,5% beobachteten (1996).

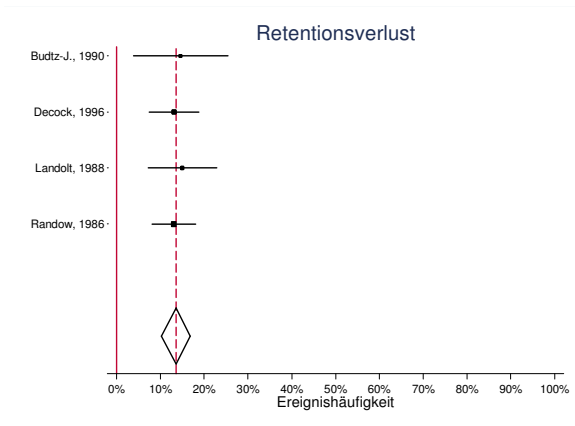


Abbildung 21: Forest plot: Häufigkeit von Retentionsverlust/Dezementierung von Extensionsbrücken

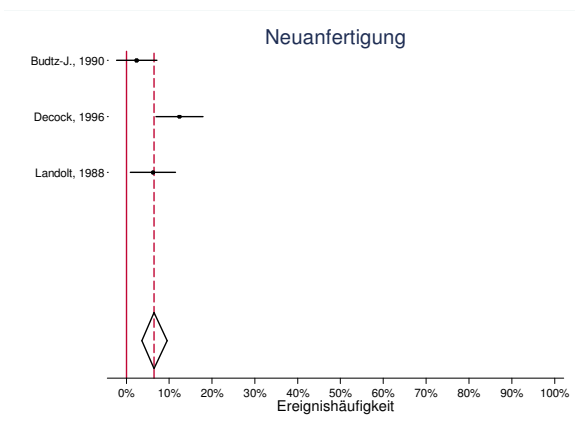


Abbildung 22: Forest plot: Häufigkeit der Neuanfertigung von Extensionsbrücken

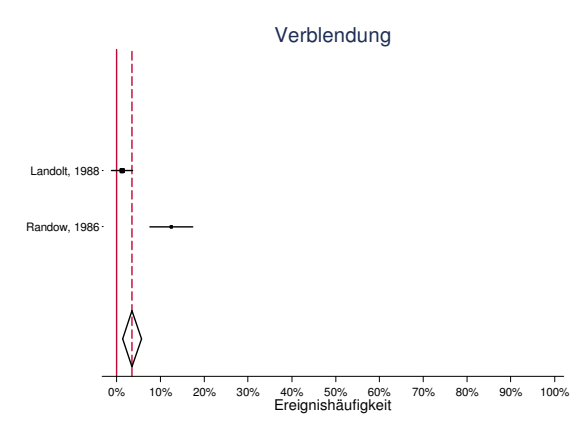


Abbildung 23: Forest plot: Häufigkeit der Verblendungsreparatur von Extensionsbrücken

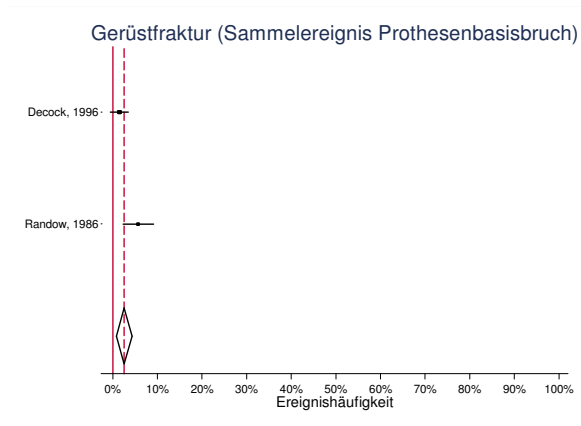


Abbildung 24: Forest plot: Häufigkeit der Gerüstfraktur von Extensionsbrücken

4.4.2 Biologische Komplikationen

Für Extensionsbrücken wurden die Ereignisse Karies, endodontische Behandlung des Pfeilerzahnes, PA-Behandlung des Pfeilerzahnes, Pfeilerzahnextraktion und Pfeilerzahnfraktur ausgewertet (Tabelle 17).

Alle Studien differenzierten neben den technischen Misserfolgen auch biologische Komplikationen (Randow et al. 1986; Landolt u. Lang 1988; Budtz-Jørgensen u. Isidor 1990; Decock et al. 1996). Dies führte in dieser Gruppe zur Auswertung von fünf biologischen Komplikationen. Sekundärkaries sowie endodontische Maßnahmen am Pfeilerzahn wurden mit 16,8% (KI-95:14,8%-18,8%) bzw. 15,8% (KI-95:13,4%-18,1%) am häufigsten beobachtet (Abbildung 25, Abbildung 26). In 9% (KI-95:7,3%-10,7%) aller Pfeilerzähne war eine parodontologische Behandlung notwendig geworden (Abbildung 27). Die Ereignisse Extraktion des Pfeilerzahnes 3% (KI-95:0,8%-5,2%) und Pfeilerzahnfrakturen 1,2% (KI-95:0,6%-1,9%) waren mit der geringsten Inzidenz nachweisbar (Abbildung 28, Abbildung 29).

In einer randomisierten, kontrollierten klinischen Studie verglichen Budtz-Jørgensen u. Isidor (1990) Extensionsbrücken mit 1, 2 und 3-4 Extensionsgliedern mit herausnehmbaren Teilprothesen. Dabei konnten biologische Komplikationen in 7,4% aller Fälle (EB) in einem Beobachtungszeitraum von 5 Jahren belegt werden. In der o.g. Untersuchung (Randow et al. 1986) kam es in mehr als einem Viertel der Fälle zum Auftreten von Karies an einem Pfeilerzahn. Endodontische und parodontale Probleme der Pfeilerzähne traten in 13% bzw. 11% auf. Somit sind nach Randow et al. für das Versagen von Extensionsbrücken neben Retentionsverlust auch Karies, parodontale und endodontische Probleme verantwortlich (1986).

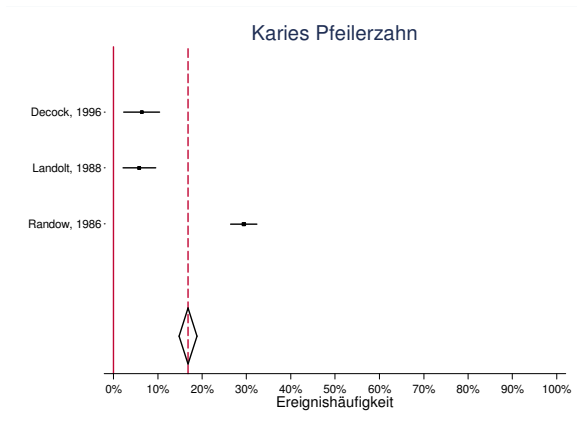


Abbildung 25: Forest plot: Häufigkeit des Auftretens von Karies am Pfeilerzahn in der Gruppe der Extensionsbrücken

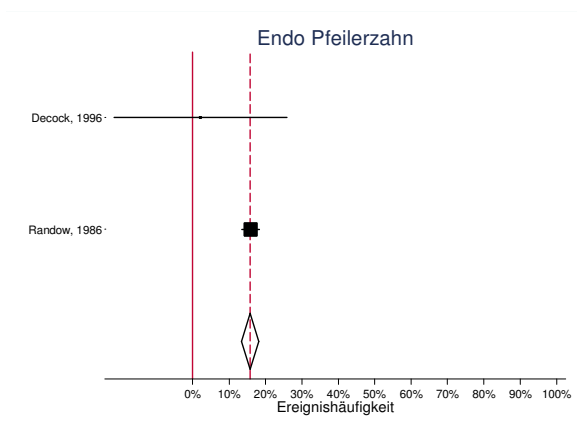


Abbildung 26: Forest plot: Häufigkeit einer endodontischen Behandlung des Pfeilerzahnes in der Gruppe der Extensionsbrücken

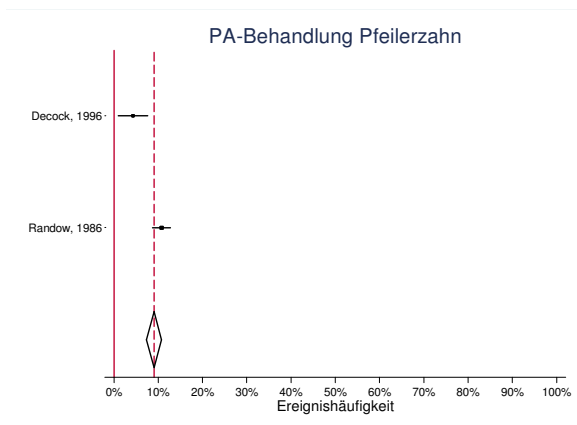


Abbildung 27: Forest plot: Häufigkeit einer parodontologischen Behandlung eines Pfeilerzahnes in der Gruppe der Extensionsbrücken

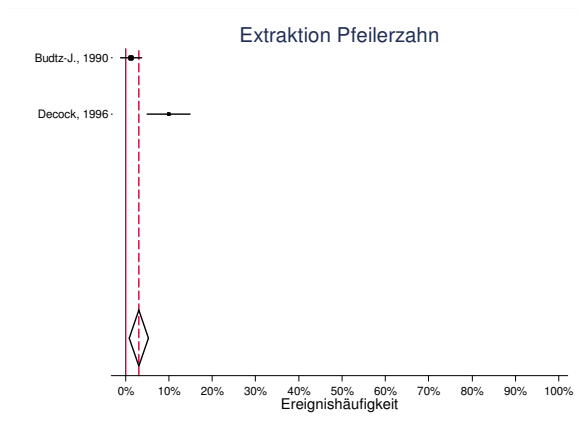


Abbildung 28: Forest plot: Häufigkeit der Extraktion eines Pfeilerzahnes in der Gruppe der Extensionsbrücken

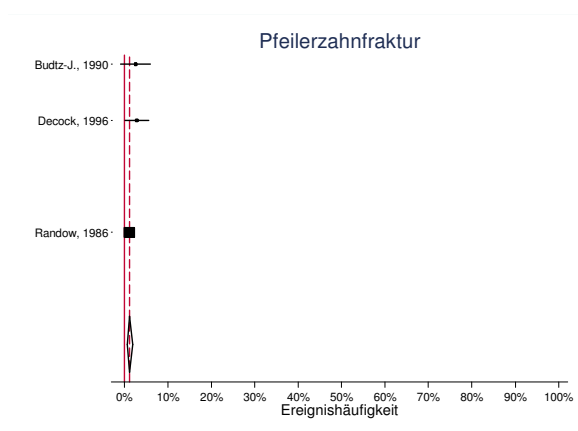


Abbildung 29: Forest plot: Häufigkeit des Auftretens einer Pfeilerzahnfraktur in der Gruppe der Extensionsbrücken

4.5 Ergebnisse für implantatgetragenen festsitzenden Zahnersatz

4.5.1 Technische Komplikationen

Die am häufigsten beschriebenen Zielereignisse der Nachsorge auf implantatprothetischer Seite waren Schraubenlockerung, Schraubenbruch, Verblendungsreparatur, Dezementieren der Suprakonstruktion und Neuanfertigung (Abschnitt 4.6, Tabelle 17).

Als häufigstes Ereignis trat bei den Implantatversorgungen Lockerung der Abutmentschraube mit einer durchschnittlichen Inzidenz von 7,9% (KI-95:4,4%-11,4%) auf (Abbildung 30). Mit 12,8% am häufigsten war dieses Ereignis in der von Wennerberg u. Jemt (1999) durchgeführten Studie auffällig.

Der Bruch der Abutmentschraube wurde mit einer durchschnittlichen Inzidenz von 4,7% (KI-95:1,5%-7,9%) beobachtet (Abbildung 31). Die Fraktur der Verblendung wurde bei 4,6% (KI-95:0,3%-8,9%) aller Restaurationen beobachtet (Abbildung 32). Brägger et al. (2001) verglichen in ihrer Studie drei Patientenkollektive miteinander, die mit einer implantatgetragenen, zahngetragenen oder gemischt zahn-implantatgetragenen Brücke versorgt wurden. Sie fanden signifikant mehr Verblendungsfrakturen bei Brücken auf Implantaten als in den beiden anderen Gruppen. Die Dezentierung der Suprakonstruktion 4,2% (KI-95:0,1%-8,4%) und die Neuanfertigung der Suprakonstruktion 1,7% (KI-95:0,2%-3,5%) waren in dieser Gruppe die Ereignisse mit der geringsten Inzidenz (Abbildung 33, Abbildung 34).

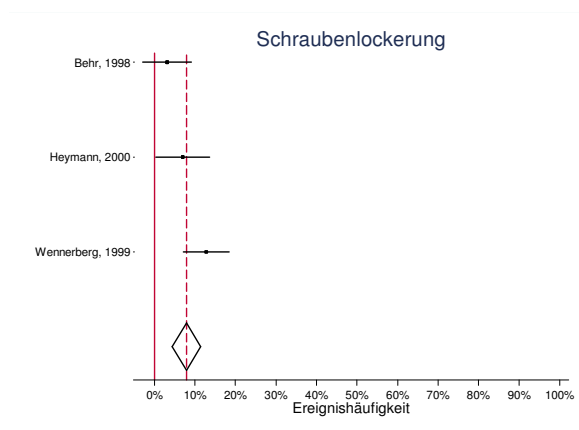


Abbildung 30: Forest plot: Häufigkeit des Auftretens einer Lockerung der Abutmentschraube in der Gruppe der implantatgetragenen Brücken

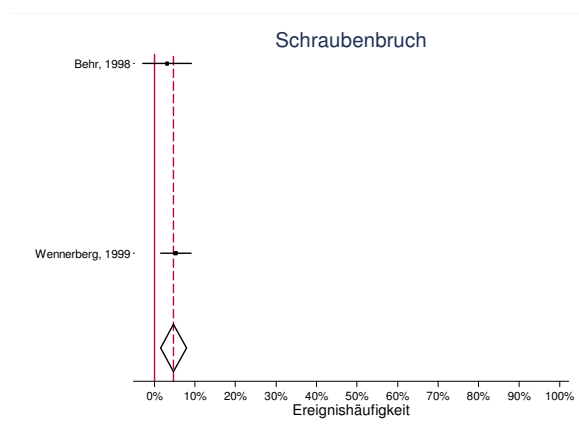


Abbildung 31: Forest plot: Häufigkeit des Auftretens eines Bruches der Abutmentschraube in der Gruppe der implantatgetragenen Brücken

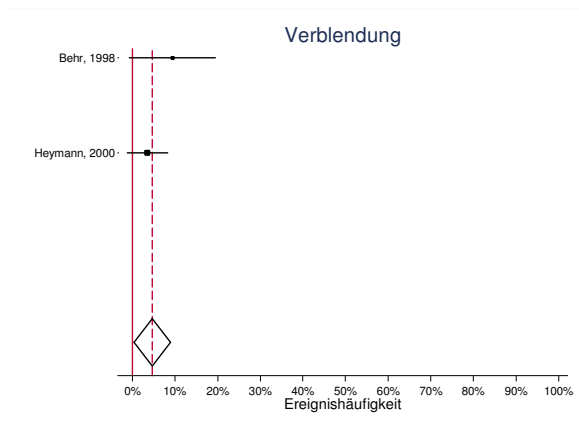


Abbildung 32: Forest plot: Häufigkeit der Verblendungsreparatur von implantatgetragenen Brücken

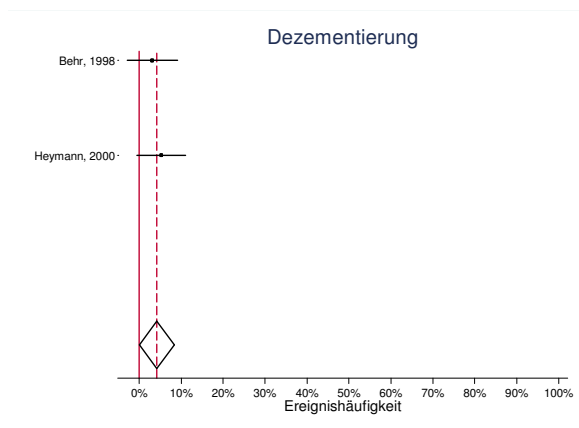


Abbildung 33: Forest plot: Häufigkeit der Dezementierung der Suprakonstruktion in der Gruppe der implantatgetragenen Brücken

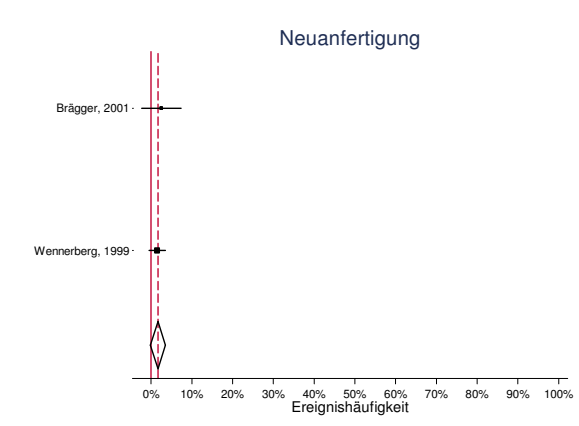


Abbildung 34: Forest plot: Häufigkeit der Neuanfertigung der Suprakonstruktion in der Gruppe der implantatgetragenen Brücken

4.5.2 Biologische Komplikationen

Im Implantatkollektiv zeigten sich wenige biologische Schadensereignisse. Es konnten Daten zum Implantatverlust bestimmt werden (Tabelle 17).

Die Eintrittswahrscheinlichkeit wurde mit 1,6% (KI-95:0,6%-2,6%) berechnet (Abbildung 35). Die Ursachen für den Verlust eines Implantats waren häufig eine fehlgeschlagene Osseointegration oder eine Implantatfraktur. Brägger et al. (2001) berichten in knapp 2% der Fälle von einem solchen Ereignis. Dies ist nahezu deckungsgleich mit dem von Heyman et al. veröffentlichten Ergebnissen.

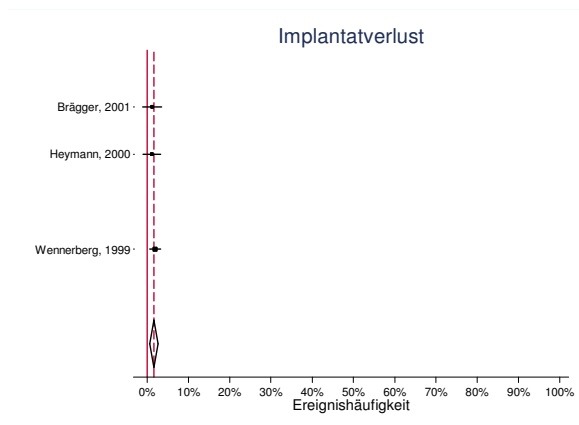


Abbildung 35: Forest plot: Häufigkeit des Verlustes eines Implantates in der Gruppe der implantatgetragenen Brücken

4.6 Meta-Analyse der Eintrittswahrscheinlichkeit je Ereignis je Gruppe

Aus den Eintrittswahrscheinlichkeiten je Ereignis und Studie wurden Mittelwerte berechnet, die die prozentualen Eintrittswahrscheinlichkeiten über den 5-Jahreszeitraum ergaben (Tabelle 17). Die berechneten Mittelwerte wurden als Grundlage für die weiteren Analysen zur Berechnung der Initial- und Nachsorgekosten verwendet.

Tabelle 17: Ergebnisse der Meta-Analyse geordnet nach Eintrittswahrscheinlichkeit je Ereignis je Gruppe

Gruppen	Schadensereignis	Eintrittswahrscheinlichkeit (%) in 5 Jahren	95% Konfidenzintervall (%)	Anzahl Studien
Teilprothesen				
technische Komplikationen	Unterfütterung	35,7	32,0 - 39,4	3
	Verblendungsreparatur	35,5	33,4 - 37,7	4
	Dezementierung	20,0	17,3 - 22,7	4
	Retentionsverlust	13,5	5,3 - 21,7	2
	Ersatz Prothesenzahn	9,3	7,4 - 11,2	4
biologische Komplikationen	Extraktion Pfeilerzahn	4,0	3,2 - 4,9	2
Extensionsbrücken				
technische Komplikationen	Dezementierung	13,6	10,3 - 16,8	4
	Retentionsverlust	13,6	10,3 - 16,8	4
	Neuanfertigung	6,5	3,6 - 9,5	3
	Verblendungsreparatur	3,5	1,3 - 5,7	2
	Prothesenbasisbruch	2,5	0,8 - 4,3	2
biologische Komplikationen	Sekundärkaries	16,8	14,8 - 18,8	3
	Endo - Pfeilerzahn	15,8	13,4 - 18,1	2
	Paro - Pfeilerzahn	9,0	7,3 - 10,7	2
	Extraktion Pfeilerzahn	3,0	0,8 - 5,2	2
	Pfeilerzahnfraktur	1,2	0,6 - 1,9	3
Implantate				
technische Komplikationen	Schraubenlockerung	7,9	4,4 - 11,4	3
	Schraubenbruch	4,7	1,5 - 7,9	2
	Verblendung	4,6	0,3 - 8,9	2
	Dezementierung	4,2	0,1 - 8,4	2
	Neuanfertigung	1,7	0,2 - 3,5	2
biologische Komplikationen	Implantatverlust	1,6	0,6 - 2,6	3

4.7 Ergebnisse der Kostenanalyse

4.7.1 Initialkosten

Im Resultat ergaben sich für konventionell herausnehmbare klammerverankerte Teilprothesen und konventionell festsitzende Extensionsbrücken die niedrigsten Fertigungskosten. Teleskopprothesen und implantatgetragene Brücken wiesen hier die höchsten Herstellungskosten auf.

Die Initialkosten unterscheiden sich nicht nur aufgrund des deutlich unterschiedlichen Zeitbedarfs (Abbildung 36), der zu deren Anfertigung notwendig ist, sondern auch aufgrund der stark differierenden Material- und Laborkosten (Abbildung 37).

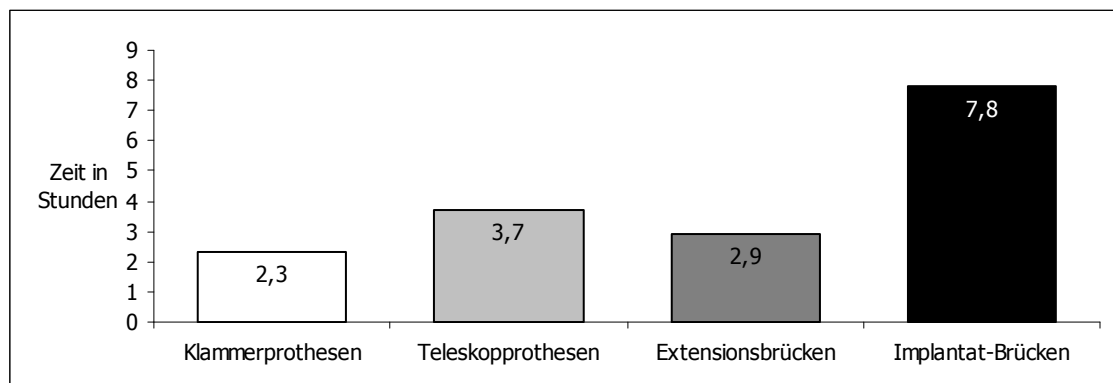


Abbildung 36: Durchschnittliche Dauer der Fertigung verschiedener Zahnersatzformen, Zeit am Patienten

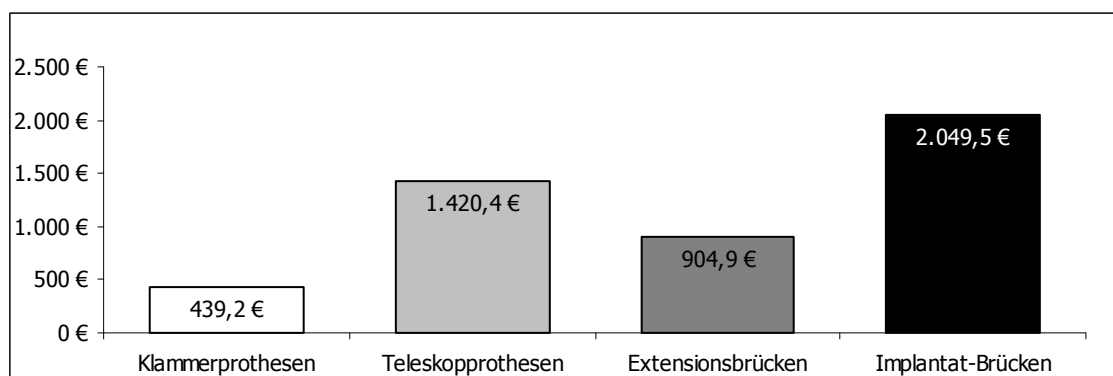


Abbildung 37: Durchschnittlich anfallende Material- und Laborkosten für die verschiedenen Zahnersatzformen

Die über die Therapieschrittzeiten (BAZ-II) ermittelten Kosten ergaben für klammerverankerte Teilprothesen die niedrigsten Herstellungskosten von 885,12 € (Abbildung 38). Extensionsbrücken wurden mit 1361,74 € für die Fertigungskosten berechnet. Doppelkronenverankerte Teilprothesen wurden mit 2052,83 € berechnet. Die höchsten Kosten verursachten implantatgetragene Brücken mit 3305,83 € (Tabelle 18). Im Vergleich zu klammerverankerten Teilprothesen sind deren Kosten um den Faktor 3,7 höher.

Tabelle 18: durchschnittlich berechnete Herstellungskosten geordnet nach direkten und indirekten Kosten; weiße Kostenfelder entsprechen direkten Kosten, schwarz markierte Kostenfelder entsprechen indirekten Kosten

		Klammerprothesen	Teleskopprothesen	Extensionsbrücken	Implantatbrücken
Zeit	Dauer der Herstellung in Min. (BAZ-II)	138,93	220,60	175,79	467,89
	Dauer der Herstellung in h (BAZ-II)	2,32	3,68	2,93	7,80
	Arbeitszeitausfall Patient in h	6,52	8,58	5,73	16,20
direkte Kosten	Lohn ZA in € (70 €/h)	162,09	257,37	205,09	545,88
	Lohn ZfA in € (13 €/h)	30,10	47,80	38,09	101,38
	Laborkosten in € (variabel)	439,21	1.420,35	904,92	2.049,46
	Betriebskosten in € (5,10 €/h)	11,81	18,75	14,94	39,77
	An- und Abreisekosten in € (5,50 €/h)	66	77	44	132
indirekte Kosten	Kosten Arbeitszeitausfall in € (27 €/h)	175,92	231,57	154,71	437,35
	Gesamtkosten der Herstellung in €	885,12	2.052,83	1.361,74	3.305,83

4.7.2 Sensitivitätsanalyse

Nahezu gleichwertige Schätzungen ergaben sich aus der Auswertung der Heil- und Kostenpläne (HKP). Die Herstellungskosten ermittelt über die Zeitwerte der einzelnen Behandlungsschritte und die über die Heil- und Kostenpläne ermittelten Werte sind in Abbildung 38 gegenüber gestellt.

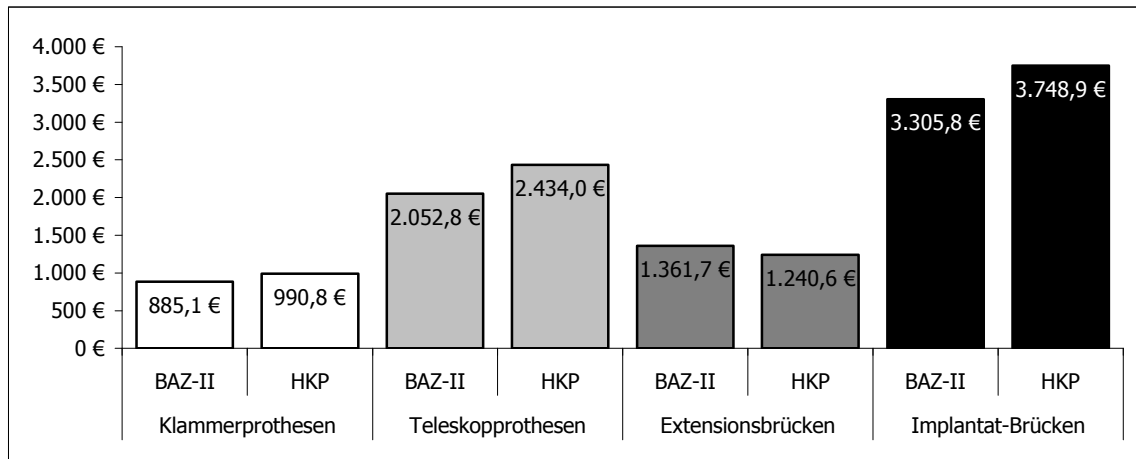


Abbildung 38: Vergleich der durchschnittlichen Herstellungskosten ermittelt über BAZ-II bzw. HKP

4.7.3 Nachsorgekosten

4.7.3.1 Absolute Nachsorgekosten

Auf Grundlage der über die BAZ-II Studie ermittelten Zeitwerte konnten für **Teilprothesen** die niedrigsten absoluten Nachsorgekosten berechnet werden (Tabelle 19). In der Summe mussten **769,46 €** zur Reparatur aller technischen Komplikationen aufgewandt werden. Als biologischer Misserfolg konnte in der Gruppe der Teilprothesen allein die Pfeilerzahnextraktion mit absoluten Nachsorgekosten von **199,60 €** ermittelt werden.

Als Resultat hoher anfallender Material- und Laborkosten zur Reparatur der Schadensereignisse in den Gruppen Extensionsbrücken und Implantat-Brücken wurden hierfür erheblich höhere absolute Nachsorgekosten ermittelt (Tabelle 19). Technische bzw. biologische Komplikationen an **Extensionsbrücken** mussten mit einem finanziellen Aufwand in Höhe von **2141,24 €** bzw. **4339,29 €** therapiert werden.

Für **Implantat-Brücken** wurden in gleicher Weise absolute Nachsorgekosten zur Reparatur von technischen und biologischen Problemen in Höhe von **2177,19 €** und **3283,83 €** ermittelt (Tabelle 19).

Tabelle 19: Durchschnittlich berechnete absolute Nachsorgekosten in € je Ereignis geordnet nach Therapieform

Ereignis	Behandlungsschritt	Zeit			direkte Kosten					indirekte Kosten	Σ
		Zeit in min. (BAZ-II)	Zeit in h (BAZ-II)	Arbeitszeit-ausfall Patient in h	Lohn ZA in € (70 €/h)	Lohn ZfA in € (13 €/h)	Labor-kosten (variabel)	Betriebs-kosten (5,10 €/h)	An- und Abreise-kosten (5,50 €/h)	Kosten Arbeits-zeitausfall	absolute Nachsorge-kosten in €
Teilprothesen											
technische Komplikationen											
Unterfütterung	Unterfütterung Prothesenbasis	23,61	0,39	1,79	27,55	5,12	71,12	2,01	22,00	48,42	176,21
Verblendungsreparatur	Reparatur Keramikverblendung	15,91	0,27	1,67	18,56	3,45	124,52	1,35	22,00	44,96	214,84
Dezementierung	Rezementieren Doppelkrone	13,39	0,22	0,92	15,62	2,90	0	1,14	11,00	24,93	55,59
Ersatz Prothesenzahn	Prothesenzahnersatz	16,92	0,28	1,68	19,74	3,67	40,53	1,44	22,00	45,41	132,79
Retentionsverlust	Fraktur Prothesenklammer	25,61	0,43	1,83	29,88	5,55	81,10	2,18	22,00	49,32	190,03
											769,46
Pfeilerzahnextraktion	Pfeilerzahnextraktion	57,29	0,95	3,05	66,84	12,41	0	4,87	33,00	82,48	199,60
											199,60
Extensionsbrücken											
technische Komplikationen											
Dezementierung	Rezementieren Brücke	9,91	0,17	0,87	11,56	2,15	0	0,84	11,00	23,36	48,91
Retentionsverlust	Rezementieren Brücke	9,91	0,17	0,87	11,56	2,15	0	0,84	11,00	23,36	48,91
Neuanfertigung	Neuanfertigung der Brücke	175,79	2,93	5,73	205,09	38,09	904,92	14,94	44,00	154,71	1361,74
Verblendungsreparatur	Reparatur Keramikverblendung	15,91	0,27	1,67	18,56	3,45	208,86	1,35	22,00	44,96	299,18
Prothesenbasisbruch	Reparatur Brückengerüsts	50,74	0,85	2,25	59,20	10,99	274,27	4,31	22,00	60,63	431,41
											2141,24
biologische Komplikationen											
Sekundärkaries	Kariesentfernung, Neuanfertigung	146,22	2,44	4,54	170,59	31,68	904,92	12,43	11,00	122,50	1253,12
PA-Behandlung Pfeiler	subgingivales Debridement	34,64	0,58	1,28	40,41	7,51	0	2,94	22,00	34,49	107,35
Extraktion Pfeilerzahn	Extraktion Pfeiler, Neuanfertigung	233,08	3,88	8,78	271,93	50,50	904,92	19,81	77,00	237,19	1561,35
Endo Pfeilerzahn	Wurzelkanalbehandlung Pfeiler	58,62	0,98	1,68	68,39	12,70	0	4,98	11,00	45,28	142,35
Pfeilerzahnfraktur	Wurzelkanalbehandlung, Stift, Aufbaufüllung, Neuanfertigung	146,22	2,44	4,54	170,59	31,68	904,92	12,43	33,00	122,50	1275,12
											4339,29
Implantat-Brücken											
technische Komplikationen											
Schraubenlockerung	Wiederbefestigen Schraube	23,28	0,39	1,09	27,16	5,04	0	1,98	11,00	29,38	74,56
Schraubenbruch	Ersatz Schraube	64,92	1,08	1,78	75,74	14,07	63,81	5,52	11,00	48,11	218,25
Verblendungsreparatur	Reparatur Keramikverblendung	15,91	0,27	1,67	18,56	3,45	208,86	1,35	22,00	44,96	299,18
Dezementierung	Rezementieren Brücke	9,91	0,17	0,87	11,56	2,15	0	0,84	11,00	23,36	48,91
Neuanfertigung	Neuanfertigung Brücke	243,35	4,06	8,96	283,91	52,73	871,16	20,69	66,00	241,81	1536,29
											2177,19
biologische Komplikationen											
Implantatverlust	Implantation, Neuanfertigung	467,89	7,80	16,20	545,88	101,38	2049,46	39,77	110,00	437,35	3283,83
											3283,83

4.7.3.2 Anteilige Nachsorgekosten für konventionell herausnehmbaren Zahnersatz

Für Teilprothesen errechnete sich der anteilige finanzielle Aufwand der Nachsorge aller technischen Komplikationen über einen Zeitraum von 5 Jahren auf **171,20 €** und war damit innerhalb der drei untersuchten Gruppen am höchsten (Tabelle 20). Die Verblendungsreparatur war mit durchschnittlich 69,34 € das teuerste Einzelereignis an den anteiligen Kosten über fünf Jahre. Dies lag nicht nur an der errechneten Eintrittswahrscheinlichkeit dieses Ereignisses von 35,5%, sondern ebenso an den in dieser Gruppe höchsten absoluten Nachsorgekosten. Das Ereignis Unterfütterung wurde mit 57,19 € kalkuliert und wies damit die zweithöchsten anteiligen Kosten in dieser Gruppe auf. An 3. Stelle der Nachsorgekosten für Teilprothesen stand die Erneuerung einer Gussklammer. Dieses Ereignis wurde mit Kosten in Höhe von 23,32 € berechnet. Danach folgte das Ereignis Wiederbefestigen gelöster Prothesenzähne mit anteiligen Kosten in Höhe von 11,23 €. Die Nachsorgekosten für das Rezementieren von Doppelkronen lagen im Durchschnitt bei 10,11 €.

Die in dieser Gruppe einzige auswertbare biologische Komplikation, Extraktion der Pfeilerzähne, wurde mit anteiligen Kosten innerhalb des Beobachtungszeitraums von **7,26 €** berechnet. Damit konnten, obgleich nur eine biologische Komplikation in dieser Gruppe auswertbar war, diese mit dem geringsten finanziellen Aufwand therapiert werden.

Somit errechnet sich für herausnehmbare Teilprothesen für alle Nachsorgeereignisse ein finanzieller Gesamterhaltungsaufwand von **178,46 €** (Tabelle 20).

Tabelle 20: Nachsorgekosten (Summe aus zahnärztlichen und Laborkosten; €) für Teilprothesen geordnet nach der Höhe der anteiligen Kosten

Ereignis	Eintrittswahrscheinlichkeit in % 5 Jahre	absolute Nachsorgekosten (je Ereignis) 5 Jahre	diskontierte Nachsorgekosten (je Ereignis) 5 Jahre	anteilige Nachsorgekosten 5 Jahre	anteilige Nachsorgekosten 1 Jahr
technische Komplikationen					
Verblendungsreparatur	35,5	214,84	195,33	69,34	13,87
Unterfütterung	35,7	176,21	160,21	57,19	11,44
Retentionsverlust	13,5	190,03	172,77	23,32	4,66
Ersatz Prothesenzahn	9,3	132,79	120,73	11,23	2,25
Dezementierung	20,0	55,59	50,54	10,11	2,02
Gesamt		769,46	699,59	171,20	34,24
biologische Komplikationen					
Extraktion Pfeilerzahn	4,0	199,60	181,47	7,26	1,45
Gesamt		199,60	181,47	7,26	1,45
Σ		969,06	881,06	178,46	35,69

4.7.3.3 Anteilige Nachsorgekosten für konventionell festsitzenden Zahnersatz

Für Extensionsbrücken wurden die anfallenden Nachsorgekosten für technische Komplikationen über 5 Jahre mit **105,85 €** berechnet (Tabelle 21). Die Neuanfertigung der Brücke war das teuerste Einzelereignis in dieser Gruppe. Die absoluten Nachsorgekosten für dieses Ereignis wurden mit 1361,74 € berechnet. Auf Grund einer durchschnittlich errechneten Eintrittswahrscheinlichkeit im Fünfjahreszeitraum von 6,5% und der zuvor durchgeführten Diskontierung wurde dieses Ereignis mit anteiligen Kosten von 80,48 € kalkuliert und hob sich damit von den übrigen Kosten der untersuchten Ereignisse in diesem Kollektiv ab. Dies ist hauptsächlich auf die bei der Neuanfertigung anfallenden hohen Laborkosten zurückzuführen. Zur Reparatur der Gerüstfraktur (Sammelereignis Prothesenbasisbruch) fallen über den Beobachtungszeitraum Kosten in Höhe von 9,81 € an. Dieses Schadensereignis ist obgleich der niedrigen Inzidenz von 2,5% im 5-Jahres Zeitraum durch die bei der Reparatur anfallenden hohen Laborkosten an 2. Stelle der Nachsorgekosten für Extensionsbrücken angesiedelt. Die Reparatur der Verblendung muss mit einem anteiligen finanziellen Aufwand von 9,52 € behandelt werden. Zur Beseitigung des zusammengefassten Ereignisses Dezentierung und Retentionsverlust müssen 6,05 € aufgewendet werden.

Die in der Gruppe der Extensionsbrücken beobachteten biologischen Komplikationen müssen im Gegensatz zu den technischen Problemen mit signifikant höherem finanziellem Aufwand in Höhe von **277,14 €** behoben werden (Tabelle 21).

In drei von fünf ausgewerteten Schadensereignissen (Sekundärkaries, Extraktion Pfeilerzahn, Pfeilerzahnfraktur) wurde aufgrund des Behandlungsablaufs eine Neuanfertigung in die Kalkulation einbezogen. Daraus resultieren die im Vergleich zu den technischen Problemen deutlich höheren Nachsorgekosten.

Das am häufigsten beschriebene Ereignis auf biologischer Seite war Sekundärkaries, welches mit einem finanziellen Aufwand von 191,41 € am

aufwändigsten therapiert werden musste. Die Extraktion eines Pfeilerzahnes verursachte anteilige Kosten in Höhe von 42,59 €, gefolgt von der endodontischen Behandlung eines Pfeilerzahnes mit 20,45 €. Am kostengünstigsten konnten die Fraktur eines Pfeilerzahnes (13,91 €) und die parodontologische Behandlung (8,78 €) therapiert werden.

Da im Teilprothesen- und Implantatkollektiv lediglich eine biologische Komplikation auswertbar war, kann für einen Vergleich innerhalb der drei Gruppen die häufigste biologische Komplikation miteinander verglichen werden. Hierbei zeigte sich, dass für Extensionsbrücken zur Korrektur des häufigsten biologischen Misserfolgs die höchsten finanziellen Aufwendungen betrieben werden mussten.

Somit errechnet sich für Extensionsbrücken zur Korrektur aller Nachsorgeereignisse ein finanzieller Gesamterhaltungsaufwand von **382,99 €** (Tabelle 21).

Tabelle 21: Nachsorgekosten (Summe aus zahnärztlichen und Laborkosten; €) für Extensionsbrücken geordnet nach der Höhe der anteiligen Kosten

Ereignis	Eintrittswahrscheinlichkeit in % 5 Jahre	absolute Nachsorgekosten 5 Jahre	diskontierte Nachsorgekosten 5 Jahre	anteilige Nachsorgekosten 5 Jahre	anteilige Nachsorgekosten 1 Jahr
technische Komplikationen					
Neuanfertigung	6,5	1361,74	1238,08	80,48	15,42
Prothesenbasisbruch	2,5	431,41	392,23	9,81	1,96
Verblendungsreparatur	3,5	299,18	272,01	9,52	1,90
Dezementierung	13,6	48,91	44,47	6,05	1,21
Retentionsverlust	13,6	48,91	44,47	6,05	1,21
Gesamt		2141,24	1946,79	105,85	21,17
biologische Komplikationen					
Sekundärkaries	16,8	1253,12	1139,32	191,41	38,28
Extraktion Pfeilerzahn	3,0	1561,35	1419,56	42,59	8,52
Endo Pfeilerzahn	15,8	142,35	129,42	20,45	4,09
Pfeilerzahnfraktur	1,2	1275,12	1159,33	13,91	2,78
Paro Pfeilerzahn	9,0	107,35	97,60	8,78	1,76
Gesamt		4339,29	3945,24	277,14	55,43
Σ		6480,53	5892,03	382,99	76,6

4.7.3.4 Anteilige Nachsorgekosten für implantatgetragenen Zahnersatz

Die gesamten Nachsorgekosten aller technischen Misserfolge für auf Implantaten verankerten Brücken zum Ersatz fehlender Seitenzähne, wurden mit **52,81 €** berechnet und waren damit zwischen den untersuchten Gruppen am geringsten (Tabelle 22). Die Neuanfertigung der Suprakonstruktion wies hier die höchsten Nachsorgekosten pro Ereignis auf. Die kumulierten anteiligen Kosten für dieses Ereignis betragen 23,75 €. An zweiter und dritter Stelle folgen die Erneuerung der Verblendung (12,51 €) und der Ersatz einer gebrochenen Abutmentschraube (9,33 €). Die Lockerung der Abutmentschraube (5,36 €) und die Dezementierung der Suprakonstruktion (1,87 €) waren aufwandsseitig einfach zu therapierende Ereignisse und standen an vierter bzw. fünfter Stelle der anteiligen Nachsorgekosten für auf Implantaten verankerten festsitzenden Zahnersatz.

Entsprechend den Ergebnissen für herausnehmbaren Zahnersatz konnte eine biologische Komplikation ausgewertet werden. Der Verlust eines Implantates verursachte anteilige Nachsorgekosten in Höhe von **47,77 €**.

Damit konnten biologische Komplikationen mit geringerem finanziellem Aufwand therapiert werden als in der Gruppe der Extensionsbrücken.

Implantatgetragene Brücken verursachten einen finanziellen Gesamterhaltungsaufwand von **100,58€** (Tabelle 22).

Tabelle 22 Nachsorgekosten (Summe aus zahnärztlichen und Laborkosten; €) für implantatgetragene Brücken geordnet nach der Höhe der anteiligen Kosten

Ereignis	Eintrittswahrscheinlichkeit in % 5 Jahre	absolute Nachsorgekosten 5 Jahre	diskontierte Nachsorgekosten 5 Jahre	anteilige Nachsorgekosten 5 Jahre	anteilige Nachsorgekosten 1 Jahr
technische Komplikationen					
Neuanfertigung	1,7	1536,29	1396,78	23,75	4,75
Verblendung	4,6	299,18	272,01	12,51	2,50
Schraubenbruch	4,7	218,25	198,43	9,33	1,87
Schraubenlockerung	7,9	74,56	67,79	5,36	1,07
Dezementierung	4,2	48,91	44,47	1,87	0,37
Gesamt		2177,19	1979,48	52,81	10,56
biologische Komplikationen					
Implantatverlust	1,6	3283,83	2985,63	47,77	9,55
Gesamt		3283,83	2985,63	47,77	9,55
Σ		5461,02	4964,11	100,58	20,11

4.7.4 Gesamtkosten

Die Summe aller Kosten bestehend aus Initialkosten auf Basis der BAZ-II Studie und anteiligen Nachsorgekosten im Fünfjahreszeitraum ergaben die Gesamtkosten (Tabelle 23). Klammerverankerte Teilprothesen zeigten die niedrigsten Gesamtkosten gefolgt von Extensionsbrücken. Teleskopverankerte Teilprothesen wiesen mehr als doppelt so hohe Gesamtkosten auf im Vergleich zu klammerverankerten Teilprothesen. Von allen untersuchten Versorgungsformen, zeigten implantatgetragene Brücken die höchsten Gesamtkosten.

Tabelle 23: Gesamtkosten für Herstellung und Nachsorge über 5 Jahre für drei Arten von Zahnersatz

Zahnersatz	Initialkosten (BAZ-II) in €	anteilige Nachsorgekosten in €	Gesamtkosten in €
Teilprothesen	885,12	178,46	1063,58
Extensionsbrücken	1361,74	382,99	1744,73
Teleskopprothesen	2052,83	178,46	2231,29
Implantat-Brücken	3305,83	100,58	3406,41

5 Diskussion

5.1 Diskussion der Methode

Häufig spielen die Preise für Zahnersatz in der Entscheidungsfindung für Patient und Zahnarzt eine große Rolle. Niedrige Preise werden, nicht nur in der Zahnmedizin, weithin als Vorteil anerkannt. Allerdings ist es wichtig zu erwähnen, dass fast immer nur ein Kostenaspekt, nämlich die Anschaffungskosten, betrachtet wird. Der Gesamtaufwand über die gesamte Nutzungszeit wird demgegenüber außer Acht gelassen. Nur der komplex betrachtete Anwendungsnutzen spiegelt den vollständigen Aufwand wider. Zumindest aus dieser Sicht scheint es an der Zeit, für Patienten wie den Praktiker, die enge Kostensicht um ein umfassendes Kosten-Nutzen-Bild für den Vergleich zu erweitern. Hierzu können gesundheitsökonomische Studien ihren Beitrag leisten.

5.1.1 Diskussion der Literatursuche

Zweifellos bieten derzeit elektronische Datenbanken und Datenbanksysteme effektiven Zugriff auf Literaturdaten. Auch bei der Suche nach zahnmedizinischen Studien sind sie eine anerkannte Recherchemöglichkeit. Weite Verbreitung hat dabei die Datenbank MEDLINE, mit der Benutzeroberfläche PubMed (www.pubmed.gov) erfahren. Allerdings wächst mit zunehmendem Datenangebot auch die Gefahr, nicht alle relevanten Quellen zu erschließen. So kann das Ergebnis einer Literatursuche auch bei korrekter Suchformulierung und Einbeziehung aller potentiell möglichen Quellen nicht immer Suchergebnisse liefern, welche alle zu dieser Thematik möglichen Publikationen beinhaltet. Dies kann auf mehrere Ursachen zurückzuführen sein. Zum einen ist die Mehrzahl der in MEDLINE gelisteten Studien in englischer Sprache erschienen. Dies hat aber zur Folge, dass viele veröffentlichte Studienergebnisse in anderen Sprachen nicht in Reviews einfließen (sog. language bias), weil sie nicht in MEDLINE enthalten sind (Türp et al. 2002). Artikel über nicht-englischsprachige Studien sind demgegenüber oft in nationalen medizinischen Zeitschriften aufzufinden. Zum anderen können in

elektronischen Datenbanken durch teilweise fehlerhafte Indexierung der Studientypen unvollständige Ergebnisse in der Literatursuche produziert werden (sog. retrieval bias) (Türp et al. 2002).

Bei der vorliegenden Arbeit wurde auf die Recherche in weiteren Datenbanken (z.B. EMBASE) und auf die Recherche in weiteren Sprachen (nur Englisch und Deutsch wurden inkludiert) verzichtet. Die Kriterien eines systematischen Reviews konnten somit nicht umfassend erfüllt werden.

Unbenommen davon führte die in dieser Arbeit durchgeführte Kombination aus Literatursuche in elektronischen Archiven, Handsuche in nationalen Fachzeitschriften sowie Auswertung der Literatur Referenzlisten der Primärpublikationen zu einem Suchergebnis, bei dem davon ausgegangen werden kann, dass es den relevanten Bereich der vorhandenen Literatur erfasst hat.

5.1.2 Diskussion der Studienauswahl

Die analysierten Studien untersuchten verschiedene Patientengruppen, definierten unterschiedliche Zielereignisse, nutzten unterschiedliche Beobachtungszeiträume und wiesen ungleiche Definitionen von Misserfolgskriterien auf. Mit Hilfe der durchgeführten Meta-Analyse war es dennoch möglich, die einzelnen Studien hinsichtlich dieser Zielereignisse besser kontrollieren zu können.

Vor allem die Definition der Misserfolgskriterien differierte innerhalb der untersuchten Studien. Während einerseits die Fraktur eines Prothesenzahnes als „fracture of artificial teeth“ beschrieben wird (Behr et al. 2000), benennen andere Autoren den Misserfolg mit „resetting up of denture teeth“ (Wöstmann et al. 2007) und beschreiben so nicht das Schadensereignis selbst, sondern die Reparatur desselben.

Es war daher für die vorliegende Arbeit notwendig, Ein- und Ausschlusskriterien festzulegen, die auf alle ausgewerteten Studien angewendet werden konnten. Diese Technik ermöglichte es, die teils heterogenen Zielereignisse der einzelnen Studien weitgehend zu vereinheitlichen. Diese Praxis ist in anderen systematischen Übersichten ebenfalls verwendet worden (Scurria et al. 1998).

Ein potentieller Kritikpunkt dieser Literaturübersicht bleibt die Einschränkung des Betrachtungszeitraumes auf eine relativ kurze Beobachtungsdauer von fünf Jahren. Dieses Einschlusskriterium war jedoch notwendig, um den zeitlichen Nachsorgeaufwand und die Kosten nachvollziehbar vergleichen und berechnen zu können. Dennoch bleibt ein möglicher Anstieg des Nachsorgeaufwandes, der mit längerer Gebrauchsperiode von Zahnersatz auch nicht linear sein kann, unberücksichtigt. Obwohl eine Reihe von Studien zur Erfolgsrate von konventionellem (Eisenburger u. Tschernitschek 1998; Stark u. Schrenker 1998; Wagner u. Kern 2000) und implantatprothetischem Zahnersatz (Jemt u. Lekholm 1993; Wyatt u. Zarb 1998; Wennerberg u. Jemt 1999) vorliegen, greifen nur wenige die Analyse des Nachsorgeaufwandes und die dabei entstehenden Folgekosten (Heymann et al. 2000; Hofmann et al. 2002) auf. Hieraus ergibt sich auch die Forderung nach kontrollierten Langzeitstudien mit längerer Beobachtungsdauer.

5.2 Diskussion der Ergebnisse des Nachsorgeaufwandes

5.2.1 Konventionell herausnehmbarer Zahnersatz

Die höchsten Inzidenzen der einzelnen Schadensereignisse in allen untersuchten Gruppen traten im Prothesenkollektiv auf. Dies wurde auch in einem Vergleich von herausnehmbaren Teilprothesen und festsitzenden Brücken deutlich, bei dem trotz regelmäßiger Teilnahme an einem Recallprogramm, der Nachsorgebedarf der herausnehmbaren Restaurationen signifikant höher war (Wolfart et al. 2007). Unterfütterung und Retentionsverlust waren an mehr als jeder dritten Prothese im Beobachtungszeitraum nachweisbar. Das ist durch andere Untersuchungen bereits dargestellt worden (Stark u. Schrenker 1998; Heymann et al. 2000). Ein häufiges Problem in der Nachsorge von Teilprothesen mit Doppelkronenverankerung stellt das Dezementieren der Primärkronen dar. Dies wird vor allem bei hochgoldhaltigen Legierungen beobachtet und kann mit der anfänglich erhöhten Haftkraft zwischen Matrize und Patrize begründet werden. Demgegenüber können Klammerfrakturen an Klammerprothesen auf zahnärztliche und zahntechnische Fehler zurückgeführt werden und stellen im

Gegensatz zur Dezentrierung vermeidbare Qualitätsmängel dar (Eisenburger u. Tschernitschek 1998).

Biologische Komplikationen traten in Form von Extraktionen des Pfeilerzahnes auf. Im Gegensatz zu feststehendem Zahnersatz muss bei herausnehmbaren Teilprothesen je nach Anzahl und Verteilung der Pfeilerzähne nicht zwangsläufig eine Neuanfertigung des Zahnersatzes erfolgen. Vor allem einfach therapierbare Komplikationen an den Pfeilerzähnen wie parodontale und endodontische Behandlung müssen nicht zwingend zum Scheitern des Zahnersatzes führen (Nickenig u. Kerschbaum 1995).

Dennoch lassen klinische Studien mit einem Beobachtungszeitraum von 10 Jahren und mehr erkennen, dass die Pfeilerzahnverlustrate bei einem Patientengut mit Teilprothesen höher ist als die Implantatverlustrate im gleichen Zeitraum. Attard u. Zarb (2004b; Attard u. Zarb 2004a) berichten über eine Implantatverlustrate bei Patienten mit herausnehmbarem und feststehendem implantatgetragendem Zahnersatz von 4% und 13% nach 10 Jahren. Demgegenüber fanden Wagner u. Kern (2000) heraus, dass 26% aller Pfeilerzähne bei Patienten, welche mit herausnehmbaren Teilprothesen versorgt wurden, verloren gegangen sind. Das bestätigt auch eine Untersuchung von Nickenig u. Kerschbaum (1995), die in einem Patientenkollektiv, das mit Teleskopprothesen versorgt wurde, eine Pfeilerzahnverlustrate von 19% nach 8 Jahren feststellen konnte. Das lässt den Schluss zu, dass der Nachsorgeaufwand und die damit verbundenen Kosten für konventionell herausnehmbaren Zahnersatz mit zunehmender Tragedauer dementsprechend steigen.

5.2.2 Konventionell festsitzender Zahnersatz

Misserfolge in der Gruppe der Extensionsbrücken können im Gegensatz zu anderen Formen konventionell festsitzenden Zahnersatzes mit der erhöhten exzentrischen mechanischen Belastung der Pfeilerzähne und des Brückengerüsts erklärt werden (Lundgren u. Laurell 1986; Romeed et al. 2004). Dies kann durchaus als ein Grund für die Formen der technischen Komplikationen wie beispielsweise Retentionsverlust/Dezementierung, Gerüstfraktur und biologischer Komplikationen wie Pfeilerzahnfraktur angesehen werden.

Eine von Hämmerle et al. (2000) durchgeführte Untersuchung zu biologischen und technischen Aspekten von Extensionsbrücken erlaubt einen Ausblick über den in dieser Arbeit gewählten Zeithorizont von fünf Jahren hinaus. Das häufigste technische Problem stellte Retentionsverlust dar. Unter den biologischen Komplikationen wurde Karies an den Pfeilerzähnen am zahlreichsten beobachtet.

Vor allem endodontische Komplikationen wurden von Carlson als häufiges Nachsorgeereignis auf biologischer Seite identifiziert (1989). Ebenso konnten von Randow et al. gezeigt werden, dass sich mit zunehmender Anzahl an Extensionsgliedern die Misserfolgsrate und die Häufigkeit endodontischer Behandlungen, vor allem im parodontal reduzierten Gebiss, vergrößert (1986). Hieraus können sich ebenfalls ein erhöhter Nachsorgebedarf und gesteigerte Folgekosten ergeben.

5.2.3 Implantatgetragener festsitzender Zahnersatz

Für implantatgetragenen Zahnersatz wurden die niedrigsten Komplikationsraten nachgewiesen. Dies begründet sich zum einen dadurch, dass in einer Studie (Kreissl et al. 2007) für die gewählte Versorgungsart keine technischen Komplikationen nachweisbar waren, zum anderen in den ebenfalls niedrigen Eintrittswahrscheinlichkeiten in allen anderen ausgewerteten Publikationen (Behr et al. 1998; Wennerberg u. Jemt 1999; Heymann et al. 2000; Brägger et al. 2001; Kreissl et al. 2007).

Die höchsten Inzidenzen in dieser Gruppe wiesen implantatspezifische Komplikationen wie Schraubenlockerung und Schraubenbruch auf. Diese Ereignisse wurden in anderen Übersichtsarbeiten mit ähnlicher Häufigkeit berechnet (Goodacre et al. 2003). In der weitergehenden Untersuchung der Daten der Implantatgruppe konnten gleichwohl die Reparatur der Verblendung, das Dezementieren der Suprakonstruktion und die Neuanfertigung als Ereignisse analysiert werden. Mit ca. 4% und weniger wurden diese Misserfolge in Relation zu konventionellem Zahnersatz deutlich seltener beobachtet.

Andere Kurz- und Langzeitstudien zur Komplikationsrate von implantatgetragenen Suprakonstruktionen zeigen ebenfalls niedrige Misserfolgsraten (Jemt et al. 1992; Nedir et al. 2006).

5.3 Diskussion der Ergebnisse der Kostenanalyse

5.3.1 Konventionell herausnehmbarer Zahnersatz

Die Berechnung der Initialkosten erfolgte auf Grundlage der vorher gemessenen Zeitwerte jedes einzelnen Therapieschrittes (Micheelis u. Meyer 2002). Die auf dieser detaillierten Basis durchgeführte Kalkulation wurde dem Mittelwert der Kosten von 10 Heil- und Kostenplänen gegenübergestellt und damit auf Robustheit überprüft. Für Teilprothesen, Extensionsbrücken und implantatgetragene Brücken ergaben sich im Vergleich der beiden Gruppen (BAZ-II/HKP) im Wert ähnliche Ergebnisse für die Höhe der Initialkosten. Dies stützt die Ergebnisse der Initialkostenberechnung auf Basis der BAZ-II Studie.

Bei der Berechnung der **Herstellungskosten** wurden 2 Faktoren deutlich. Einerseits verursachten klammerverankerte Teilprothesen die geringsten Herstellungskosten, andererseits bildeten sich teleskopverankerte Teilprothesen mit einem um den 2,5fach erhöhten Kostenfaktor ab. Ursächlich dafür scheinen vornehmlich die Aspekte Materialkosten und Zeitaufwand zu sein. Insbesondere bei Teleskopprothesen, bei denen je nach Anzahl der Teleskope pro Prothese ein höherer Materialaufwand (Gold) betrieben werden muss und der Zeitaufwand weisen in diese Richtung.

Vor allem für herausnehmbare Teilprothesen zeigte sich, dass die Ereignisse mit der höchsten Inzidenz (Unterfütterung; Verblendungsreparatur) die höchsten **Nachsorgekosten** in dieser Gruppe verursachten. Weiterhin haben vor allem die Material- und Laborkosten bei jedem Ereignis, erheblichen Anteil an der Höhe der Kosten. In besonderem Ausmaß wird dies anhand der ausgewerteten Schadensereignisse Verblendungsreparatur und Retentionsverlust deutlich. Obwohl der Verlust an Retention im Gegensatz zum Ereignis Unterfütterung seltener auftritt, sind die anteiligen Kosten für dieses Ereignis aufgrund der notwendigen umfangreichen Reparatur und der damit verbundenen Material- und Laborkosten mehr als doppelt so hoch. Dies macht deutlich, dass aus geringen Eintrittswahrscheinlichkeiten zwangsläufig nicht auch niedrige anteilige Kosten je Ereignis resultieren müssen. Vielmehr ist die Kombination aus Eintrittswahrscheinlichkeit, dem Zeitumfang der Reparatur und der Höhe der

anfallenden Material und Laborkosten ausschlaggebend für die gesamten Nachsorgekosten.

Der gesamte finanzielle Aufwand zur Behebung technischer Komplikationen war im Beobachtungszeitraum in der Gruppe der Teilprothesen am höchsten. Das von Heymann et al. (2000) beobachtete Verhältnis der Nachsorgekosten zwischen Teilprothesen und Implantaten mit dem Verhältnis 9:1 konnte in dieser Dimension nicht dargestellt werden. Die absoluten Nachsorgekosten waren zwar in der Implantatgruppe um den Faktor 3 größer, doch aufgrund merklich geringerer Komplikationsraten standen die anteiligen Kosten im Verhältnis 3:1 zugunsten der Implantate.

Dennoch konnte ein über die drei Gruppen hinweg geführter Vergleich der gesamten d.h. technischen und biologischen Nachsorgekosten nur begrenzt durchgeführt werden, da in der Teilprothesen- und Implantatgruppe lediglich eine biologische Komplikation auswertbar war.

5.3.2 Konventionell festsitzender Zahnersatz

Die **Herstellungskosten** für Extensionsbrücken waren im Gegensatz zu implantatgetragenen Brücken geringer. Die um das ca. dreifache niedrigeren Herstellungskosten können aus der kürzeren Behandlungsdauer und den günstigeren Laborpreisen für den Zahnersatz resultieren. Gegenteilig gilt dies für den Kostenvergleich von klammerverankerten Teilprothesen und Extensionsbrücken.

Die anfallenden **Nachsorgekosten** zur Behebung technischer Komplikationen waren für Extensionsbrücken im Beobachtungszeitraum niedriger als für Teilprothesen, jedoch höher im Vergleich zu implantatgetragenen Brücken. Das kann als Resultat der erhöhten Misserfolge in der Gruppe der Extensionsbrücken im Vergleich zu konventionellem und implantatgetragendem festsitzenden Zahnersatz gewertet werden (Scurria et al. 1998; Romeo et al. 2003; Pjetursson et al. 2004a).

Lediglich für die Gruppe der Extensionsbrücken konnten die fünf häufigsten biologischen Komplikationen ausgewertet werden. Hierbei zeigte sich, dass biologische Komplikationen im Gegensatz zu den technischen Komplikationen mit einem nahezu vierfach höheren finanziellen Aufwand therapiert werden mussten. Für einen Vergleich der Nachsorgekosten zur Korrektur der biologischen Komplikationen innerhalb der drei Gruppen, kann die häufigste biologische Komplikation miteinander verglichen werden. Hierbei wurde der höchste finanzielle Nachsorgeaufwand eines Einzelereignisses in allen drei Gruppen evident.

Einfluss auf die Kostenbetrachtung hat auch, dass die Berechnung der Preise auf Basis der einzelnen Restauration erfolgte. Eine besondere Kostendiskrepanz resultiert bei der Therapie der bilateral verkürzten Zahnreihe mit festsitzendem Zahnersatz. Im Gegensatz zu herausnehmbaren Teilprothesen, bei denen mit einer Restauration zwei Quadranten versorgt werden können, sind in diesem Fall Patienten mit festsitzender Versorgung aufgrund einer höheren Anzahl an Restaurationen einem dementsprechend höheren Schadensrisiko ausgesetzt.

Dieses höhere Risiko kann sich folglich auch in gesteigerten Kosten widerspiegeln.

Es ist zu resümieren, dass die Charakteristik der Schadensereignisse und das Ausmaß des Nachsorgeaufwandes in die Kostenbetrachtung einfließen müssen. Das heißt, dass Misserfolge in dieser Gruppe, obwohl sie wie z.B. eine Neuanfertigung bzw. Pfeilerzahnverluste im Vergleich zu anderen Komplikationen seltener auftreten, deutlich höhere Kosten herbeiführen. Die Ursache hierfür ist vor allem im gesteigerten zeitlichen und finanziellen Aufwand zu sehen, mit dem das Schadensereignis therapiert werden muss.

5.3.3 Implantatgetragener festsitzender Zahnersatz

Implantatgetragener Zahnersatz verursachte die höchsten initialen **Herstellungskosten**. Dies ist durch den zusätzlichen chirurgischen Eingriff und den damit verbundenen zeitlichen Mehraufwand bedingt, der im Verhältnis zu Teilprothesen und Extensionsbrücken um den Faktor drei höher liegt. Ein weiterer Grund sind die im Vergleich zu Teilprothesen bzw. Extensionsbrücken um das fünffache bzw. zweifache höheren Material- und Laborkosten.

In Kontrast zu den hohen Initialkosten stehen die berechneten **Kosten der Nachsorge** für diese Versorgungsform. Aufgrund der allgemein geringen Komplikationsraten wurde deutlich, dass die anteiligen Kosten zur Reparatur technischer Komplikationen im Fünfjahreszeitraum so niedrig waren wie in keiner anderen der untersuchten Gruppen. Biologische Komplikationen wurden demgegenüber seltener beobachtet.

Berücksichtigt man die Verweildauer von Zahnersatz im Mund, so wird deutlich, dass konventionell herausnehmbarer Zahnersatz geringere Überlebenszeiten aufweist als konventionell festsitzender und implantatgetragener Zahnersatz (Kerschbaum et al. 1991; Kerschbaum 1996; Vermeulen et al. 1996; Scurria et al. 1998; Wyatt u. Zarb 1998). Dies zeigt, dass sich über die gesamte Anwendungsdauer des jeweiligen Zahnersatzes, die Kostendifferenz zwischen einer initial teureren Restauration mit geringerem Nachsorgeaufwand und einer initial preiswerten Restauration mit hohem Nachsorgeaufwand nach mehreren Jahren angleichen kann.

In Bezug auf die Nachsorgekosten konnten Hofmann et al. nachweisen, dass im Fünfjahreszeitraum klammerverankerte Teilprothesen im Vergleich zu doppelkronenverankerten Teilprothesen einen erhöhten finanziellen Nachsorgeaufwand erfordern (Hofmann et al. 2002). Ebenso wurde in einer Studie deutlich, dass der Einzelzahnersatz in Form eines Implantates mit Krone im Untersuchungszeitraum von vier Jahren kosteneffektiver durchgeführt werden kann als die Anfertigung einer 3-gliedrigen Brücke (Brägger et al. 2005b).

Zitzmann et al. betonten, dass sich die höheren Herstellungskosten für implantatgetragenen Zahnersatz in Relation zur gewonnenen Lebensqualität angleichen. Ablesbar war hierbei auch, dass der Anteil der Nachsorgekosten für die untersuchten Zahnersatzformen im Verhältnis zu den Initialkosten mit zunehmender Anzahl an Implantaten abnimmt (Zitzmann et al. 2006).

Einen langfristigen Vergleich der Kosteneffektivität von herausnehmbaren Prothesen und implantatgetragenen Prothesen wurde von Heydecke et al. mit Hilfe der Delphi-Methode durchgeführt. Im Ergebnis konnte gezeigt werden, dass nach einer ermittelten Lebenserwartung der Prothesen von durchschnittlich 18 Jahren das Kostenverhältnis der konventionellen Totalprothesen gegenüber implantatgetragenen Deckprothesen mit 1:1,5 geschätzt wurde.

Im Vergleich der drei Gruppen bleiben die gering erscheinenden Nachsorgekosten dennoch auffällig. Trotz sorgfältiger Auswahl der Grundlagen für die vorliegende Analyse kann mangels entsprechender Vergleichsdaten nicht ausgeschlossen werden, dass die Nachsorgekosten unterschätzt wurden. Das Verhältnis des Nachsorgeaufwandes zwischen den Therapiearten kann aber dennoch als wertvoller Hinweis - auch für die Information von Patienten - dienen. Aus diesem Grund scheint es grundsätzlich lohnenswert, die Größen Aufwand und Kosten in klinischen Studien konsequenter und vor allem differenzierter aufzuzeichnen, um fundierte Aussagen über den Nachsorgeaufwand und die dadurch entstehenden Kosten der zahnärztlichen Behandlung treffen zu können.

6 Zusammenfassung

Bei verkürzter Zahnreihe stehen für den Ersatz fehlender Zähne in der Regel herausnehmbare Teilprothesen, festsitzende Brücken und festsitzender implantatgetragener Zahnersatz zur Verfügung.

Ziel dieser Arbeit ist der Vergleich des Nachsorgebedarfs von konventionell herausnehmbarem und festsitzendem Zahnersatz mit implantatgetragendem Zahnersatz zum Ersatz fehlender Seitenzähne. Dies beinhaltete die Analyse der technischen und biologischen Komplikationen von Teilprothesen, Extensionsbrücken und Brücken auf Implantaten zum Ersatz fehlender Seitenzähne und die Berechnung der Initialkosten und der aus dem Nachsorgebedarf resultierenden Kosten.

Die Auswertung der in diese Arbeit eingeschlossenen Studien zeigte, dass höhere durchschnittliche Eintrittswahrscheinlichkeiten für Komplikationen in der Gruppe der Teilprothesen im Gegensatz zu Extensionsbrücken und Implantat-Brücken resultierten.

Im Ergebnis dieser Arbeit verursachte klammerverankerter herausnehmbarer Zahnersatz die geringsten Herstellungskosten. Demgegenüber liegen die Herstellungskosten für Extensionsbrücken um den Faktor 1,5 und für implantatgetragene Brücken um den Faktor 4 höher.

Zur Korrektur aller Nachsorgeereignisse mussten für Extensionsbrücken ein höherer Nachsorgeaufwand und höhere Folgekosten erbracht werden, als für Teilprothesen und implantatgetragene Brücken. Das Verhältnis dieser Nachsorgekosten beträgt etwa 3:2:1 (Extensionsbrücken: Teilprothesen: Implantat-Zahnersatz).

Bezogen auf die Fragestellung bleibt festzuhalten, dass nach fünfjähriger Beobachtungsdauer der Effekt, dass eine initial teurere Restauration bei geringerem Nachsorgeaufwand die kostengünstigere Alternative sein kann, nicht nachweisbar ist.

7 Literaturverzeichnis

- Allen PF, Witter DJ, Wilson NH (1995) The role of the shortened dental arch concept in the management of reduced dentitions, *Br Dent J* 179:355-357
- Attard NJ, Zarb GA (2003) Implant prosthodontic management of partially edentulous patients missing posterior teeth: the Toronto experience, *J Prosthet Dent* 89:352-359
- Attard NJ, Zarb GA (2004a) Long-term treatment outcomes in edentulous patients with implant-fixed prostheses: the Toronto study, *Int J Prosthodont* 17:417-424
- Attard NJ, Zarb GA (2004b) Long-term treatment outcomes in edentulous patients with implant overdentures: the Toronto study, *Int J Prosthodont* 17:425-433
- Augthun M, Mundt T (2008) Implantatprothetische Konzepte zur Ergänzung der verkürzten Zahnreihe, *Dtsch Zahnärztl Z* 63
- Barghi N, Aguilar T, Martinez C, Woodall WS, Maaskant BA (1987) Prevalence of types of temporomandibular joint clickings in subjects with missing posterior teeth, *J Prosthet Dent* 57:617-620
- Becker W, Goldstein M, Becker BE, Sennerby L (2005) Minimally invasive flapless implant surgery: a prospective multicenter study, *Clin Implant Dent Relat Res* 7 Suppl 1:S21-27
- Behr M (2003) Braucht der Mensch Zähne?, *Dtsch Zahnärztl Z* 58:393-400
- Behr M, Hofmann E, Rosentritt M, Lang R, Handel G (2000) Technical failure rates of double crown-retained removable partial dentures, *Clin Oral Investig* 4:87-90
- Behr M, Lang R, Leibrock A, Rosentritt M, Handel G (1998) Complication rate with prosthodontic reconstructions on ITI and IMZ dental implants. Internationales Team für Implantologie, *Clin Oral Implants Res* 9:51-58
- Bjorn AL, Owall B (1979) Partial edentulism and its prosthetic treatment. A frequency study within a Swedish population, *Swed Dent J* 3:15-25
- Brägger U, Aeschlimann S, Burgin W, Hammerle CH, Lang NP (2001) 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* 12:26-34
- Brägger U, Karoussis I, Persson R, Pjetursson B, Salvi G, Lang N (2005a) Technical and biological complications/failures with single crowns and fixed partial dentures on implants: a 10-year prospective cohort study, *Clin Oral Implants Res* 16:326-334
- Brägger U, Krenander P, Lang NP (2005b) Economic aspects of single-tooth replacement, *Clin Oral Implants Res* 16:335-341
- Branemark P, Zarb GA, Albrektsson T (1985) *Tissue-Integrated Prostheses. Osseointegration in Clinical Dentistry*, Quintessence Int.:11-76
- Budtz-Jørgensen E (1996) Restoration of the partially edentulous mouth--a comparison of overdentures, removable partial dentures, fixed partial dentures and implant treatment, *J Dent* 24:237-244
- Budtz-Jørgensen E, Isidor F (1990) A 5-year longitudinal study of cantilevered fixed partial dentures compared with removable partial dentures in a geriatric population, *J Prosthet Dent* 64:42-47
- Carlson BR, Yontchev E, Carlsson GE (1989) Extensive fixed partial dentures on mandibular canine teeth: a 5-year recall study, *Int J Prosthodont* 2:265-271
- Creugers NH, Kayser AF, van 't Hof MA (1994) A meta-analysis of durability data on conventional fixed bridges, *Community Dent Oral Epidemiol* 22:448-452
- De Boever AL, Keersmaekers K, Vanmaele G, Kerschbaum T, Theuniers G, De Boever JA (2006) Prosthetic complications in fixed endosseous implant-borne reconstructions after an observations period of at least 40 months, *J Oral Rehabil* 33:833-839
- Decock V, De Nayer K, De Boever JA, Dent M (1996) 18-year longitudinal study of cantilevered fixed restorations, *Int J Prosthodont* 9:331-340
- Diedrich P, Erpenstein H (1986) Die Distalisierung endständiger Prämolaren. Eine Alternative in der prothetischen Versorgung der verkürzten Zahnreihe, *Quintessenz* 37:505-516

- Drummond MOB, B. Stoddart, G. Torrance, G. (1997) *Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes*, 2nd. Oxford University Press, Oxford
- Eichner K (1955) Über eine Gruppeneinteilung der Lückengebisse für die Prothetik, *Dtsch Zahnärztl Z* 10:1831-1834
- Eisenburger M, Tschernitschek H (1998) Klinisch-technischer Vergleich zu Langzeiterfolgen von klammerverankertem Zahnersatz und Teleskop-Prothesen, *Dtsch Zahnärztl Z* 53:257 - 259
- Elias AC, Sheiham A (1998) The relationship between satisfaction with mouth and number and position of teeth, *J Oral Rehabil* 25:649-661
- Erpenstein H, Kerschbaum T, Fischbach H (1992) Verweildauer und klinische Befunde bei Kronen und Brücken Eine Langzeitstudie, *Dtsch Zahnärztl Z* 47:315-319
- Europäische-Union E-. (2008). "Arbeitskosten pro Stunde - EUR." Retrieved 07.08.2008, from <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&language=de&pcode=dbb10000>.
- Fauchard P (1728) *Le chirurgien dentiste ou traité des dents*, Paris
- Fuhr K, Behneke N (1985) Die Versorgung der einseitig verkürzten Zahnreihe mit Hilfe implantatverankerter Prothesen aus prothetischer Sicht, *Dtsch Zahnärztl Z* 40:1060-1068
- Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JY (2003) Clinical complications with implants and implant prostheses, *J Prosthet Dent* 90:121-132
- Goodacre CJ, Kan JY, Rungcharassaeng K (1999) Clinical complications of osseointegrated implants, *J Prosthet Dent* 81:537-552
- Hämmerle CH, Ungerer MC, Fantoni PC, Bragger U, Burgin W, Lang NP (2000) Long-term analysis of biologic and technical aspects of fixed partial dentures with cantilevers, *Int J Prosthodont* 13:409-415
- Harris JE, Iskander Z, Farid S (1975) Restorative dentistry in ancient Egypt: an archaeological fact!, *J Mich Dent Assoc* 57:401-404
- Heydecke G, Penrod JR, Takanashi Y, Lund JP, Feine JS, Thomason JM (2005) Cost-effectiveness of mandibular two-implant overdentures and conventional dentures in the edentulous elderly, *J Dent Res* 84:794-799

- Heymann C, Weigl P, Seiz J, Nentwig G-H (2000) Implantatprothetik versus konventionelle Prothetik bei Freundsituationen. Ein Vergleich nach fünfjähriger Funktionsdauer, *Z Zahnärztl Implantol* 16:190 - 195
- Hoffmann-Axthelm W (1985) Die Geschichte der Zahnheilkunde, Quintessenz, Berlin
- Hofmann E, Behr M, Handel G (2002) Frequency and costs of technical failures of clasp- and double crown-retained removable partial dentures, *Clin Oral Investig* 6:104-108
- Jemt T, Lekholm U (1993) Oral implant treatment in posterior partially edentulous jaws: a 5-year follow-up report, *Int J Oral Maxillofac Implants* 8:635-640
- Jemt T, Linden B, Lekholm U (1992) Failures and complications in 127 consecutively placed fixed partial prostheses supported by Branemark implants: from prosthetic treatment to first annual checkup, *Int J Oral Maxillofac Implants* 7:40-44
- Kapur KK, Deupree R, Dent RJ, Hasse AL (1994) 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* 72:268-282
- Karlsson S (1986) A clinical evaluation of fixed bridges, 10 years following insertion, *J Oral Rehabil* 13:423-432
- Karlsson S (1989) Failures and length of service in fixed prosthodontics after long-term function. A longitudinal clinical study, *Swed Dent J* 13:185-192
- Käyser AF (1981) Shortened dental arches and oral function, *J Oral Rehabil* 8:457-462
- Käyser AF (1989) Shortened dental arch: a therapeutic concept in reduced dentitions and certain high-risk groups, *Int J Periodontics Restorative Dent* 9:426-449
- Kennedy E (1928) Partial denture construction, Meusser, Brooklyn/New York
- Kerschbaum T (1977) Nachuntersuchungsergebnisse zur Abstützung von Teilprothesen, *Dtsch Zahnärztl Z* 32:971-975
- Kerschbaum T (1978) Zustand und Veränderung des Restgebisses nach der Versorgung mit herausnehmbarem Teilersatz und Zahnkronen, Habilschrift, Köln

- Kerschbaum T (1996). Langzeitergebnisse und Konsequenzen. Praxis der Zahnheilkunde, Hupfaut L. München, Urban & Schwarzenberg 6: 275-296.
- Kerschbaum T, Henrich H (1979) Karies an überkronten und nichtüberkronten Halte- und Stützzahnen, Dtsch Zahnärztl Z 34:645-649
- Kerschbaum T, Micheelis W, Fischbach H (1996) Prothetische Versorgung in Ostdeutschland - eine bevölkerungsrepräsentative Untersuchung bei 35- bis 54jährigen, Dtsch Zahnärztl Z 51:452-455
- Kerschbaum T, Micheelis W, Fischbach H, Thun P (1994) Prothetische Versorgung in der Bundesrepublik Deutschland Eine bevölkerungsrepräsentative Untersuchung bei 35- bis 54jährigen, Dtsch Zahnärztl Z 49:990-994
- Kerschbaum T, Paszyna C, Klapp S, Meyer G (1991) Verweilzeit- und Risikofaktorenanalyse von festsitzendem Zahnersatz, Dtsch Zahnärztl Z 46:20-24
- Körper K-H (1988) Konuskronen. Das rationelle Teleskopsystem. Einführung in Klinik und Technik, 6. Aufl. Hüthig, Heidelberg
- Körper K (1995) Zahnärztliche Prothetik, Thieme, Stuttgart
- Koth DL (1982) Full crown restorations and gingival inflammation in a controlled population, J Prosthet Dent 48:681-685
- Kreissl ME, Gerds T, Muche R, Heydecke G, Strub JR (2007) Technical complications of implant-supported fixed partial dentures in partially edentulous cases after an average observation period of 5 years, Clin Oral Implants Res 18:720-726
- Kumar S, Williams AC, Sandy JR (2006) How do we evaluate the economics of health care?, Eur J Orthod 28:513-519
- KZBV (2007) Jahrbuch 2007, Statistische Basisdaten zur Vertragszahnärztlichen Versorgung einschließlich GOZ - Analyse, Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung, Köln
- Landolt A, Lang NP (1988) Erfolg und Misserfolg bei Extensionsbrücken. Eine klinische und röntgenologische Nachuntersuchung unilateraler Freidendbrücken, Schweiz Monatsschr Zahnmed 98:239-244

- Lang NP, Pjetursson BE, Tan K, Bragger U, Egger M, Zwahlen M (2004) A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. II. Combined tooth-implant-supported FPDs, Clin Oral Implants Res 15:643-653
- Love WD, Adams RL (1971) Tooth movement into edentulous areas, J Prosthet Dent 25:271-278
- Ludwig A, Heydecke G, Aggstaller H, Böning K, Busche E, Ebenhöf J, Eschbach S, Gerds T, Gitt I, Hannak W, Lazarek K, Luthardt RG, Marré B, Müller F, Pospiech P, Reinhardt W, Schädler M, Stark H, Tauche G, Wöstmann B, Walter M (2006) Einfluss unterschiedlicher prothetischer Versorgungskonzepte der verkürzten Zahnreihe auf die Zielkriterien Karies, Vitalität und Zahnverlust - 3-Jahres-Ergebnisse der Pilotphase einer multizentrischen Studie, Dtsch Zahnärztl Z 61:650-661
- Lundgren D, Laurell L (1986) Occlusal force pattern during chewing and biting in dentitions restored with fixed bridges of cross-arch extension. II. Unilateral posterior two-unit cantilevers, J Oral Rehabil 13:191-203
- Marxkors R (1998) Stellenwert der klammerverankerten Modellgußprothese, Dtsch Zahnärztl Z 53
- Micheelis W, Meyer VP (2002) Arbeitswissenschaftliche Beanspruchungsmuster zahnärztlicher Dienstleistungen (BAZ-II), Deutscher Zahnärzte Verlag, Köln
- Micheelis WS, U. (2006) Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV), Deutscher Zahnärzte Verlag, Köln
- Mouton C (1746). Essay d'odontotechnique ou dissertation sur les dents artificielles, Paris
- Muche R, Krause A, Strub JR (2003) Erfolgsraten implantatgetragener Restaurationen beim teilbezahnten Patienten - Teil II, Schweiz Monatsschr Zahnmed 113:404-410
- Nedir R, Bischof M, Szmukler-Moncler S, Belser UC, Samson J (2006) Prosthetic complications with dental implants: from an up-to-8-year experience in private practice, Int J Oral Maxillofac Implants 21:919-928

- Nickenig A, Kerschbaum T (1995) Langzeitbewährung von Teleskop-Prothesen, Dtsch Zahnärztl Z 50:753 - 755
- Nitschke I, Hopfenmüller W (1994) Der prothetische Versorgungsgrad - ein quantitatives Maß der optimalen Versorgung, Dtsch Zahnärztl Z 49:683-686
- Oberg T, Carlsson GE, Fajers CM (1971) The temporomandibular joint. A morphologic study on a human autopsy material, Acta Odontol Scand 29:349-384
- Pjetursson BE, Bragger U, Lang NP, Zwahlen M (2007) 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 18 Suppl 3:97-113
- Pjetursson BE, Tan K, Lang NP, Bragger U, Egger M, Zwahlen M (2004a) 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 15:625-642
- Pjetursson BE, Tan K, Lang NP, Bragger U, Egger M, Zwahlen M (2004b) 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 15:667-676
- Pullinger AG, Seligman DA, Gornbein JA (1993) A multiple logistic regression analysis of the risk and relative odds of temporomandibular disorders as a function of common occlusal features, J Dent Res 72:968-979
- Randow K, Glantz PO, Zoger B (1986) Technical failures and some related clinical complications in extensive fixed prosthodontics. An epidemiological study of long-term clinical quality, Acta Odontol Scand 44:241-255
- Richter E-J (2005) Implantologie in der Zahnheilkunde, Dtsch Zahnärztl Z 60:915-9416
- Ring ME (1995a) A thousand years of dental implants: a definitive history--part 1, Compend Contin Educ Dent 16:1060, 1062, 1064 passim
- Ring ME (1995b) A thousand years of dental implants: a definitive history--part 2, Compend Contin Educ Dent 16:1132, 1134, 1136 passim

- Robinson R (1993) Costs and cost-minimisation analysis, *Bmj* 307:726-728
- Romeed SA, Fok SL, Wilson NH (2004) Finite element analysis of fixed partial denture replacement, *J Oral Rehabil* 31:1208-1217
- Romeo E, Lops D, Margutti E, Ghisolfi M, Chiapasco M, Vogel G (2003) Implant-supported fixed cantilever prostheses in partially edentulous arches. A seven-year prospective study, *Clin Oral Implants Res* 14:303-311
- Rosenoer LM, Sheiham A (1995) Dental impacts on daily life and satisfaction with teeth in relation to dental status in adults, *J Oral Rehabil* 22:469-480
- Schöffski O, Schulenburg JM (2008) Gesundheitsökonomische Evaluationen, Dritte - vollständig überarbeitete Auflage, Springer Verlag, Berlin
- Schulenburg JM (2007) Deutsche Empfehlungen zur gesundheitsökonomischen Evaluation - dritte und aktualisierte Fassung des Hannoveraner Konsens, *Gesundheitsökonomie & Qualitätsmanagement : Klinik und Praxis, Wirtschaft und Politik ; offizielles Organ der Gesellschaft für Qualitätsmanagement in der Gesundheitsversorgung e.V.:*285 - 290
- Scurria MS, Bader JD, Shugars DA (1998) Meta-analysis of fixed partial denture survival: prostheses and abutments, *J Prosthet Dent* 79:459-464
- Shillingburg H, Kessler J (1982). Restoration of the endodontically treated tooth, Chicago (IL), Quintessence Publishing: p. 143.
- Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Brackett SE (1997) Fundamentals of Fixed Prosthodontics, 3rd ed. Quintessence Publishing, Berlin
- Silness J (1970) Periodontal conditions in patients treated with dental bridges. 3. The relationship between the location of the crown margin and the periodontal condition, *J Periodontal Res* 5:225-229
- Slade GD, Spencer AJ (1994) Development and evaluation of the Oral Health Impact Profile, *Community Dent Health* 11:3-11
- Stark H, Schrenker H (1998) Bewährung teleskopverankerter Prothesen - eine klinische Langzeitstudie, *Dtsch Zahnärztl Z* 53:183 - 186
- Steele JG, Ayatollahi SM, Walls AW, Murray JJ (1997) Clinical factors related to reported satisfaction with oral function amongst dentate older adults in England, *Community Dent Oral Epidemiol* 25:143-149

- Strub JR, Türp JC, S. W, M.B. H, Kern M (2003) Curriculum Prothetik, 3rd. Quintessenz, Berlin
- Studer SP, Mader C, Stahel W, Scharer P (1998) A retrospective study of combined fixed-removable reconstructions with their analysis of failures, J Oral Rehabil 25:513-526
- Tallgren A (1972) The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: a mixed-longitudinal study covering 25 years, J Prosthet Dent 27:120-132
- Tan K, Pjetursson BE, Lang NP, Chan ES (2004) A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years, Clin Oral Implants Res 15:654-666
- Türp JC, Schulte JM, Antes G (2002) Nearly half of dental randomized controlled trials published in German are not included in Medline, Eur J Oral Sci 110:405-411
- Vermeulen AH, Keltjens HM, van't Hof MA, Kayser AF (1996) Ten-year evaluation of removable partial dentures: survival rates based on retreatment, not wearing and replacement, J Prosthet Dent 76:267-272
- Wagner B, Kern M (2000) Clinical evaluation of removable partial dentures 10 years after insertion: success rates, hygienic problems, and technical failures, Clin Oral Investig 4:74-80
- Walter M, Luthardt R. (2005, 05.12.2002). "Verkürzte Zahnreihen: welche Zähne wie ersetzen." Fortbildungsteil II/05 Retrieved 10.02, 2009, from http://www.zm-online.de/m5a.htm?/zm/21_05/pages2/titel3.htm.
- Walton TR (1998) The outcome of implant-supported fixed prostheses from the prosthodontic perspective: proposal for a classification protocol, Int J Prosthodont 11:595-601
- Wennerberg A, Jemt T (1999) 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 1:49-56
- Wild W (1950) Funktionelle Prothetik, Schwabe, Basel
- Witter DJ, De Haan AF, Kayser AF, Van Rossum GM (1994) A 6-year follow-up study of oral function in shortened dental arches. Part II:

- Craniomandibular dysfunction and oral comfort, J Oral Rehabil 21:353-366
- Witter DJ, van Elteren P, Kayser AF (1987) Migration of teeth in shortened dental arches, J Oral Rehabil 14:321-329
- Wolfart S, Weyer N, Freitag S, Kern M (2007) Der Nachsorgebedarf prothetischer Restaurationen bei regelmäßiger Teilnahme am Recallprogramm, Dtsch Zahnärztl Z 62:656-667
- Wöstmann B (1997) Tragedauer von klammerverankerten Einstückgußprothesen im überwachten Gebrauch, Dtsch Zahnärztl Z 52:100-104
- Wöstmann B, Balkenhol M, Weber A, Ferger P, Rehmann P (2007) Long-term analysis of telescopic crown retained removable partial dentures: survival and need for maintenance, J Dent 35:939-945
- Wyatt CC, Zarb GA (1998) Treatment outcomes of patients with implant-supported fixed partial prostheses, Int J Oral Maxillofac Implants 13:204-211
- Zitzmann NU, Hagmann E, Weiger R (2007) What is the prevalence of various types of prosthetic dental restorations in Europe?, Clin Oral Implants Res 18 Suppl 3:20-33
- Zitzmann NU, Marinello CP, Sendi P (2006) A cost-effectiveness analysis of implant overdentures, J Dent Res 85:717-721

8 Sonstige Verzeichnisse

8.1 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Vor- und Nachteile von partiellem Zahnersatz.....	20
Tabelle 2:	Typische Nachsorgeereignisse an herausnehmbarem Zahnersatz	28
Tabelle 3:	Typische Nachsorgeereignisse an feststehendem Zahnersatz	29
Tabelle 4:	Typische Nachsorgeereignisse an implantatgetragenen Zahnersatz	32
Tabelle 5:	Verschiedene Kostenarten geordnet nach direkten und indirekten Kosten.....	34
Tabelle 6:	Formen gesundheitsökonomischer Evaluationen (Vgl.: (Schöffski u. Schulenburg 2008)).....	35
Tabelle 7:	Bibliografische Quellen der Literatursuche	37
Tabelle 8:	Suchstrategie für technische und biologische Komplikationen von Zahnersatz; Datenbank: MEDLINE, Datum der Suche 28.09.2008	38
Tabelle 9:	Suchstrategie von Nachsorgeaufwand und Kosten von Zahnersatz; Datenbank: MEDLINE, Datum der Suche 28.09.08..	39
Tabelle 10:	Ein- und Ausschlusskriterien	42
Tabelle 11:	Zielereignisse geordnet nach technischen und biologischen Komplikationen.....	43
Tabelle 12:	Direkte und Indirekte Kosten	46
Tabelle 13:	Diskontierungsfaktor/Jahr	51
Tabelle 14:	Übersicht der ausgewerteten Studien für konventionell herausnehmbaren Zahnersatz.....	53
Tabelle 15:	Übersicht der ausgewerteten Studien für konventionell feststehenden Zahnersatz.....	54
Tabelle 16:	Übersicht der ausgewerteten Studien für feststehenden implantatgetragenen Zahnersatz.....	55

Tabellenverzeichnis

Tabelle 17:	Ergebnisse der Meta-Analyse geordnet nach Eintrittswahrscheinlichkeit je Ereignis je Gruppe	69
Tabelle 18:	durchschnittlich berechnete Herstellungskosten geordnet nach direkten und indirekten Kosten; weiße Kostenfelder entsprechen direkten Kosten, schwarz markierte Kostenfelder entsprechen indirekten Kosten.....	71
Tabelle 19:	Durchschnittlich berechnete absolute Nachsorgekosten in € je Ereignis geordnet nach Therapieform.....	74
Tabelle 20:	Nachsorgekosten (Summe aus zahnärztlichen und Laborkosten; €) für Teilprothesen geordnet nach der Höhe der anteiligen Kosten	76
Tabelle 21:	Nachsorgekosten (Summe aus zahnärztlichen und Laborkosten; €) für Extensionsbrücken geordnet nach der Höhe der anteiligen Kosten	79
Tabelle 22	Nachsorgekosten (Summe aus zahnärztlichen und Laborkosten; €) für implantatgetragene Brücken geordnet nach der Höhe der anteiligen Kosten	81
Tabelle 23:	Gesamtkosten für Herstellung und Nachsorge über 5 Jahre für drei Arten von Zahnersatz	82

8.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Beispielbilder für Schaltlücken	15
Abbildung 2:	Beispielbilder für Frendlücken	15
Abbildung 3:	Beispiel: a) Klammerprothese b) Teleskopprothese zum Ersatz der Zähne 16-17; Legende: H = Klammer; TV = Teleskop verblendet; E = ersetzter Zahn.....	16
Abbildung 4:	Beispiel: Extensionsbrücke an Zahn 14, 15 zum Ersatz des Zahnes 16; Legende: KV = Krone verblendet; BV = Brückenzwischenglied verblendet.....	16
Abbildung 5:	Beispiel: Implantatgetragene Brücke Regio 16-18; Legende: SKV = implantatgetragene Krone verblendet; SBV = Brückenzwischenglied verblendet.....	17
Abbildung 6:	Zusammengeführte Literaturdatenbanken	40
Abbildung 7:	Klammerverankerte Teilprothese an 15, 25, 27 zum Ersatz von 16-17; Legende: H = Klammer, E = ersetzter Zahn	47
Abbildung 8:	Teleskopverankerte Teilprothese an 15, 25 zum Ersatz von 16-17; Legende: TV = Teleskop verblendet, E = ersetzter Zahn	47
Abbildung 9:	Extensionsbrücke auf den Zähnen 14, 15 zum Ersatz des Zahnes 16; Legende: KV = Krone verblendet, BV = Brückenglied (Anhängler) verblendet.....	47
Abbildung 10:	Implantatgetragene Brücke in Regio 16-18; Legende: SKV = implantatgetragene Krone verblendet, SBV = Brückenzwischenglied verblendet.....	48
Abbildung 11:	Schematische Darstellung der Berechnung der absoluten Nachsorgekosten, weiße Kostenfelder entsprechen direkten Kosten, schwarz markierte Kostenfelder entsprechen indirekten Kosten	49
Abbildung 12:	Schematische Darstellung der Berechnung der anteiligen Nachsorgekosten	50

Abbildung 13: Schematische Darstellung der Diskontierung	51
Abbildung 14: Ergebnisse der Literaturrecherche für Komplikationsraten und Nachsorgeaufwand und Kosten von Zahnersatz	52
Abbildung 15: Forest plot: Häufigkeit der Unterfütterung von Teilprothesen.....	57
Abbildung 16: Forest plot: Häufigkeit der Verblendungsreparatur von Teilprothesen	57
Abbildung 17: Forest plot: Häufigkeit der Dezementierung von doppelkronenverankerten Teilprothesen.....	57
Abbildung 18: Forest plot: Häufigkeit des Retentionsverlustes von klammerverankerten Teilprothesen	58
Abbildung 19: Forest plot: Häufigkeit des Ersatzes von Prothesenzähnen.....	58
Abbildung 20: Forest plot: Häufigkeit der Extraktion des Pfeilerzahnes	59
Abbildung 21: Forest plot: Häufigkeit von Retentionsverlust/Dezementierung von Extensionsbrücken.....	61
Abbildung 22: Forest plot: Häufigkeit der Neuanfertigung von Extensionsbrücken	61
Abbildung 23: Forest plot: Häufigkeit der Verblendungsreparatur von Extensionsbrücken	61
Abbildung 24: Forest plot: Häufigkeit der Gerüstfraktur von Extensionsbrücken	62
Abbildung 25: Forest plot: Häufigkeit des Auftretens von Karies am Pfeilerzahn in der Gruppe der Extensionsbrücken.....	64
Abbildung 26: Forest plot: Häufigkeit einer endodontischen Behandlung des Pfeilerzahnes in der Gruppe der Extensionsbrücken	64
Abbildung 27: Forest plot: Häufigkeit einer parodontologischen Behandlung eines Pfeilerzahnes in der Gruppe der Extensionsbrücken.....	64
Abbildung 28: Forest plot: Häufigkeit der Extraktion eines Pfeilerzahnes in der Gruppe der Extensionsbrücken	65

Abbildung 29: Forest plot: Häufigkeit des Auftretens einer Pfeilerzahnfraktur in der Gruppe der Extensionsbrücken	65
Abbildung 30: Forest plot: Häufigkeit des Auftretens einer Lockerung der Abutmentschraube in der Gruppe der implantatgetragenen Brücken	66
Abbildung 31: Forest plot: Häufigkeit des Auftretens eines Bruches der Abutmentschraube in der Gruppe der implantatgetragenen Brücken	66
Abbildung 32: Forest plot: Häufigkeit der Verblendungsreparatur von implantatgetragenen Brücken.....	67
Abbildung 33: Forest plot: Häufigkeit der Dezementierung der Suprakonstruktion in der Gruppe der implantatgetragenen Brücken	67
Abbildung 34: Forest plot: Häufigkeit der Neuanfertigung der Suprakonstruktion in der Gruppe der implantatgetragenen Brücken	67
Abbildung 35: Forest plot: Häufigkeit des Verlustes eines Implantates in der Gruppe der implantatgetragenen Brücken	68
Abbildung 36: Durchschnittliche Dauer der Fertigung verschiedener Zahnersatzformen, Zeit am Patienten.....	70
Abbildung 37: Durchschnittlich anfallende Material- und Laborkosten für die verschiedenen Zahnersatzformen.....	70
Abbildung 38: Vergleich der durchschnittlichen Herstellungskosten ermittelt über BAZ-II bzw. HKP	72

8.3 Abkürzungsverzeichnis

BAZ-II	Bewertungsanalyse Zahnärzte
BEMA	Bewertungsmaßstab zahnärztlicher Dienstleistungen
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CAD-CAM	computer aided design – computer aided manufacturing
DGI	Deutsche Gesellschaft für Implantologie
DGZMK	Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
DGZPW	Deutsche Gesellschaft für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde
DZZ	Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift
EB	Extensionsbrücken
Endo	endodontisch
et al.	„et alii“ (Maskulinum), „et aliae“ (Femininum) – und andere
GOZ	Gebührenordnung für Zahnärzte
HKP	Heil- und Kostenplan
I-B	Implantatbrücke
IMZ	Intramobiles Zylinderimplantat
ITI	Internationales Team für Implantologie
KI-95	Konfidenzintervall 95%
km	Kilometer
KZBV	Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung
o.g.	oben genannt
OHIP	Oral Health Impact Profile
PA	Parodontal
sog.	sogenannt
TP	Teilprothesen
u.	und
v. Chr.	vor Christus
z.B.	zum Beispiel
ZWR	Das Deutsche Zahnärzteblatt
ZZI	Zeitschrift für Zahnärztliche Implantologie

9 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Personen bedanken, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben. Mein besonderer Dank gilt:

Herrn Prof. Dr. med. dent. G. Heydecke für die Überlassung des Themas, die Förderung der vorliegenden Arbeit und die hilfreiche Unterstützung in allen Lebenslagen.

Herrn Prof. Dr. med. M. Augustin für die Erstellung des Gutachtens.

Herrn Prof. Dr. med. dent. J.C. Türp für die Erstellung des Gutachtens.

Den Kolleginnen und Kollegen der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik.

Sowie allen Freunden und Bekannten für die aufmunternden Worte.

Meiner Familie, vor allem meiner Mutter und meinem Vater, für die immer währende Geduld und Unterstützung.

10 Eidesstattliche Erklärung

Erklärung zu meiner Dissertation mit dem Titel:

„Nachsorgeaufwand und Kostenvergleich von Implantatprothetik und konventioneller Prothetik bei der Therapie der verkürzten Zahnreihe“

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe. Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Ort/Datum:

Unterschrift: