

Aus dem Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität zu Köln

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik

Direktor: Universitätsprofessor Dr. med. dent. W. Niedermeier

**Metaanalyse zur Prognose von zahn-implantat-gestützten
Verbundbrücken**

Inaugural- Dissertation zur Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Universität zu Köln

vorgelegt von
Roman Geib
aus Frechen

Promoviert am 31. Oktober 2012

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität zu Köln, 2012

Dekan: Universitätsprofessor Dr. med. Dr. h. c. Th. Krieg

1. Berichterstatter: Universitätsprofessor Dr. med. dent. W. Niedermeier
2. Berichterstatter: Universitätsprofessor Dr. med. dent. M. A. Baumann

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Dissertationsschrift ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskriptes habe ich Unterstützungsleistungen von folgenden Personen erhalten:

Herrn Universitätsprofessor Dr. med. dent. Wilhelm Niedermeier, Köln
Herrn Privatdozent Dr. rer. Medic. Martin Hellmich, Köln

Weitere Personen waren an der geistigen Herstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe einer Promotionsberaterin / eines Promotionsberaters in Anspruch genommen. Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertationsschrift stehen.

Die Dissertationsschrift wurde von mir bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Köln, den 24.07.2012

Die dieser Arbeit zugrunde liegenden Daten wurden von mir selbst aus publizierten Studien und Arbeiten zu der Prognose und den Schäden an Verbundbrücken extrahiert.

Die Studiensuche, die Beschaffung der Publikationen und die Kommunikation mit den Autoren wurde von mir selbst durchgeführt.

Die statistische Auswertung erfolgte unter Anleitung und Hilfe von Herrn Privatdozent Dr. rer. Medic. Martin Hellmich und Frau Kathrin Kuhr.

Danksagung:

Mein besonderer Dank gilt Herrn Universitätsprofessor W. Niedermeier für die hilfreiche Unterstützung und die wertvollen inhaltlichen Anregungen.

Herrn Privatdozent Dr. Martin Hellmich und Frau Kathrin Kuhr danke ich für die kompetente Unterstützung im Bereich Statistik.

Meinen Eltern möchte ich für die ständige Unterstützung und Geduld danken.

Katharina danke ich dafür, dass Sie immer da ist.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
2	Literaturübersicht	8
2.1	METHODIK	8
2.1.1	Evidenz- basierte Medizin (EbM).....	8
2.1.2	Cochrane Collaboration	8
2.1.3	Studientypen	9
2.1.4	Metaanalyse.....	9
2.2	BEREITS VERÖFFENTLICHTE METAANALYSEN UND SYSTEMATISCHE REVIEWS.....	10
3	Eigene Untersuchungen	12
3.1	FRAGESTELLUNG	12
3.2	MATERIAL UND METHODE	12
3.2.1	Einschlusskriterien und Ausschlusskriterien	12
3.2.2	Quellen und Recherchen	13
3.2.3	Datensynthese und statistische Analyse	14
4	Ergebnisse	18
4.1	UNTERSUCHUNG DER STUDIEN.....	18
4.2	ÜBERLEBENSRATE/ SCHADENSRATE.....	21
4.2.1	Schaden, aber weiter im Mund	21
4.2.2	Rezementierung oder Reparatur ohne Labor möglich	22
4.2.3	Totaler Misserfolg	23
4.3	IMPLANTATVERLUSTE	25
4.4	ZAHNVERLUST	26
5	Diskussion	29
6	Zusammenfassung	39
7	Literaturverzeichnis	41
8	Anhang	50
9	Lebenslauf	61

1 Einleitung

Nach jahrzehntelangen praktischen Erfahrungen mit Implantaten begannen in den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts erste Untersuchungen zur Verweildauer der Implantate und ihrer Funktionen [3, 66, 61, 29, 33].

Durch den immer höher werdenden Prophylaxestand und den medizinischen Fortschritt in den Industrieländern [97, 57] wird eine totale Zahnlosigkeit immer seltener, so dass das Augenmerk auf die Behandlung von teilbezahnten Patienten gelegt werden muss. In der konventionellen Behandlung von teilbezahnten Patienten gibt es diverse Methoden, eine geschlossene Zahnreihe zu schaffen beziehungsweise eine verkürzte Zahnreihe zu verlängern.

Durch die Insertion von Implantaten ist es möglich Zahnersatz mittels dieser im Mund zu befestigen. Hierbei kann der Zahnersatz rein implantatgetragen gestaltet oder die Implantate über eine Suprakonstruktion mit einem beziehungsweise mehreren Restzähnen verbunden werden [37]. Dadurch ist für den Patienten oftmals ein höherer Tragekomfort und ein ästhetisch besseres Erscheinungsbild möglich [58].

Wird Zahnersatz gleichzeitig von einem oder mehreren natürlichen Zähnen und Implantaten getragen, spricht man von einer Verbundbrücke (auch Hybridbrücke, Kombinationsbrücke). Die Verbundbrücke ist entweder einteilig oder geteilt konstruiert. Letztere wird an der Krone des Pfeilerzahnes verschraubt. Diese Verbindung von Zahn und Implantat zur Unterstützung eines Zahnersatzes ist zum ersten Mal Mitte der 80er Jahre von Ericsson et al. untersucht worden [18]. Vor allem bei dieser Art der Versorgung sind die unterschiedlichen Eigenschaften der Pfeilerzähne und Implantate zu berücksichtigen, insbesondere aber das unterschiedliche physiologische Bewegungsverhalten.

Diese Tatsachen stoßen bis heute immer wieder neue Diskussionen an.

Manche Autoren sind uneins darüber, ob die Zähne und Implantate starr oder nicht starr verbunden und wie die entsprechenden Suprakonstruktionen gestaltet werden sollen. Auch spezielle Implantate (wie z. B. die IMZ- Implantate) sind diesbezüglich entwickelt worden [37, 4]. Hier soll bezüglich dieser Thematik jedoch auf andere Quellen verwiesen werden [18, 22, 21, 89, 44, 93, 78, 16].

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollten möglichst viele klinische Studien zu Hybridbrücken und deren langfristigen Erfolg gefunden und auf ihre Aussagekraft hin untersucht werden. Im Mittelpunkt sollte die Wahrscheinlichkeit von Schäden an den Versorgungen und möglicher Verluste der Zähne und Implantate stehen.

2 Literaturübersicht

2.1 Methodik

2.1.1 Evidenz- basierte Medizin (EbM)

„EbM ist der gewissenhafte, ausdrückliche und vernünftige Gebrauch der gegenwärtig besten externen Evidenz für Entscheidungen in der medizinischen Versorgung individueller Patienten. Die Praxis der EbM bedeutet die Integration individueller klinischer Expertise mit der externen Evidenz aus systematischer Forschung“ [81]. Das Ziel der EbM ist es, valide und nützliche wissenschaftliche Aussagen zur Lösung klinischer Fälle vorzulegen. Gegenwärtig erscheinen zwei spezielle Zeitschriften zu diesem Thema in der Zahnheilkunde:

- Evidence- Based Dentistry (seit November 1998)
- Journal of Evidence Based Dental Practice (seit Juni 2001)

2.1.2 Cochrane Collaboration

Ziel dieser Gruppe ist es, aktuelles, verfügbares Wissen aus kontrollierten Studien zu therapeutischen Fragen Ärzten und auch Patienten zur Verfügung zu stellen. Dies geschieht in Form von aktuellen systematischen Übersichtsarbeiten (Systematic Reviews), welche die Mitglieder regelmäßig erstellen. Systematische Reviews zu zahnmedizinischen Themen werden von der Cochrane Oral Health Group bereitgestellt (www.ohg.cochrane.org). Zur Zeit sind 7 systematische Reviews zum Thema „zahnärztliche Implantate“ zu finden (II 2011).

2.1.3 Studientypen

Wissenschaftliche Studien zu zahnmedizinischen und medizinischen Themen lassen sich in drei Kategorien unterteilen:

- in vitro- und Tierstudien
- in vivo- Studien → diese stellen die klinische Hauptforschung dar
- sekundäre klinische Forschung

Zur Beurteilung der Effektivität einer Therapie sind folgende Studientypen geeignet:

- Randomisierte kontrollierte klinische Studie (RCT) (Evidenzgrad I)
- Prospektive Studie (Evidenzgrad II)
- Retrospektive Studie (Evidenzgrad III)
- Kohortenstudie (Evidenzgrad III)

2.1.4 Metaanalyse

Bei einer Metaanalyse oder Informationssynthese werden Forschungsergebnisse unter Zuhilfenahme strukturierter Methoden zu einer Fragestellung zusammengefasst [23].

Die Metaanalyse ist hilfreich und sinnvoll

- bei Primärstudien, die sich mit einer geringen Zahl von z. B. Patienten befassen und deren Ergebnisse dadurch wenig statistische Aussagekraft besitzen. Die Untersuchungen einzelner Studien können hierbei kombiniert werden, wodurch das Ergebnis dann eine höhere Signifikanz besitzt.
- wenn Studien sich in ihrem Ergebnis gegenseitig widersprechen, jedoch auch aus diesen eine aussagekräftige Statistik gewonnen werden soll.
- um bei bestimmten Themen die entstandene Datenmenge zu bündeln und eine gemeinsame statistische Auswertung durchzuführen.

- um herauszufinden, auf welchem Gebiet genügend Forschungsergebnisse vorhanden sind und wo noch ein weiterer Bedarf der Forschung besteht.

Auch wenn die Metaanalyse zu einem Standard geworden ist, an dem andere Vorgehensweisen gemessen werden, bestehen dennoch Meinungsverschiedenheiten hinsichtlich Detailfragen. Vor allem die Qualitätsbewertung der einzelnen Studien und ihre Einbeziehung in das Gesamturteil werden immer wieder diskutiert [23, 69].

Einen weiteren wichtigen Faktor, der bei der Metaanalyse beachtet werden sollte, stellt die Bias dar. Sie bezeichnet die Verzerrung des Ergebnisses einer Repräsentativerhebung durch falsche Untersuchungsmethoden (Duden).

Die Bias tritt in verschiedener Form auf:

- Publikationsbias (selektive Auswahl von Studien durch Zeitschriftenherausgeber, selektives Berichten von Ergebnissen durch Autoren)
- Mehrfach-veröffentlichungs-Bias (verschiedene Autoren veröffentlichen signifikante Ergebnisse in unterschiedlichen Zeitschriften zu verschiedenen Zeitpunkten)
- Sprachen-Bias (nur Studien in einer bestimmten Sprache)

2.2 Bereits veröffentlichte Metaanalysen und systematische Reviews

SLIWOWSKI [85] stellte 1995 in seiner Dissertation anhand einer Literaturübersicht dar, welche Möglichkeiten der Implantatversorgung es bei teilbezahnten Patienten gibt. Der Schwerpunkt war der Vergleich implantatgetragener Brücken mit Zahn-Implantat-Brücken. Er kam zu der Folgerung, dass rein implantatgetragene Brücken und Zahn- Implantat-Brücken als erfolgreiche Behandlungsmethoden bei teilbezahnten Patienten angesehen werden können.

LANG et al. [49] suchten 2004 nach allen englischsprachigen Artikeln in MEDLINE bis 2004 und in 8 speziellen Journals, die Artikel zu Implantatthemen zwischen 2001 und 2004 veröffentlicht hatten. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass die Überlebensrate für Implantate und Brücken (fixed partial denture = FPD) in kombinierten Zahn-Implantat-FPDs geringer ist als bei einer ähnlichen Metaanalyse zu rein implantatgetragenen FPDs, welche ebenfalls von ihnen durchgeführt wurde.

CHEE et al. [12] untersuchten 2009 auch systematisch die Literatur in MEDLINE von 1966 bis 2006 nach Studien, die sich mit der Verbindung von Implantaten und Zähnen beschäftigten. Zusätzlich suchten sie in den Quellenverzeichnissen vorhergegangener Studien. Sie kamen zu der Schlussfolgerung, dass rein implantatgetragene Versorgungen das Mittel der Wahl sein sollten, jedoch in manchen Fällen eine Verbindung von Implantaten und Zähnen unumgänglich ist.

HITA-CARRILLO et al. [30] recherchierten 2010 in der gesamten verfügbaren Literatur zu dem Thema, ob die Verknüpfung von Implantaten und Zähnen eine verlässliche Behandlungsalternative darstellt und gelangten zu dem Ergebnis, dass manche Studien die Verlässlichkeit bestätigen, jedoch andere auch von Komplikationen berichten. In jedem Fall sei diese Behandlung immer mit einer starren Verbindung durchzuführen.

In dieser Metaanalyse wurden nun die Studien zum Thema Verbundbrücke vor allem in Bezug auf das Auftreten und Nennen möglicher einzelner Schäden kritisch untersucht, so dass dies eine genaue statistische Auswertung dieser erlaubte. Es wurde auch geprüft, ob mittels der vorliegenden Literatur valide und vor allem statistisch aussagekräftige Folgerungen für diese Behandlungsmethode möglich sind.

3 Eigene Untersuchungen

3.1 Fragestellung

Die vorliegende Arbeit sollte der Beantwortung folgender Fragen dienen:

- Wie groß ist die Anzahl klinischer Studien zu Hybridbrücken und deren langfristigem Erfolg? Sind diese Studien aussagekräftig?
- Welche und mit einer wie hohen Wahrscheinlichkeit sind Schäden nach bestimmten Beobachtungszeiträumen an dieser Art von Versorgung zu verzeichnen?
- Wie wirkt sich dies auf die Verlustraten von Implantaten und Zähnen aus?
- Welche Konsequenzen ergeben sich daraus für die Behandlung?

3.2 Material und Methode

3.2.1 Einschlusskriterien und Ausschlusskriterien

In die Metaanalyse sollten nur Studien einbezogen werden, die folgenden Anforderungen entsprechen (Einschlusskriterien):

- in vivo- Studie
- Beobachtungsdauer mindestens 1 Jahr
- Sprache Englisch, Deutsch, Niederländisch
- Angaben über Patienten-, FPD-, Zahn-, Implantatanzahl und Dauer der Belastung
- Regelmäßige klinische Kontrolle der Patienten
- Genaue Dokumentation und Definition der beobachteten Schäden und Misserfolge bzw. Zeitpunkt des Ausfalls

Ausschlusskriterien sollten sein:

- In vitro- Studien
- Studien mit unzureichender methodischer Qualität und nicht nachvollziehbarer Dokumentation der Daten
- Kommunikation mit Autor nicht möglich bzw. Daten durch diesen nachträglich nicht mehr genau nachvollziehbar
- Studien, die Zahn-Implantat-Verbindungen mit herausnehmbaren Versorgungsmöglichkeiten untersucht haben

3.2.2 Quellen und Recherchen

Elektronische Suche

Die elektronische Suche erfolgte in folgenden von der Cochrane Collaboration empfohlenen Datenbanken [53]:

- MEDLINE
- EMBASE
- PubMed

Um mögliche sogenannte „Grey Literature“ (Literatur, die zuvor nicht in Büchern oder zahnärztlichen Journals veröffentlicht wurde) zu finden, wurden folgende Datenbanken durchsucht:

- opensigle.inist.fr
- www.ovid.com

Die letzte elektronische Suche fand jeweils im Mai 2011 statt.

Die verwendeten Suchbegriffe und deren Kombinationen sind im Anhang verzeichnet.

Manuelle Suche

Die manuelle Suche erfolgte in den Quellverzeichnissen aller gefundenen Texte sowie in ähnlichen Reviews. Zusätzlich wurden die folgenden Zeitschriften gesichtet:

- International Journal of Oral and Maxillofacial Implants
- Clinical Oral Implant Research
- Clinical Implant Dentistry and Related Research
- Implant Dentistry
- International Journal of Prothodontics
- Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift
- Zeitschrift für Zahnärztliche Implantologie

Die mit Hilfe elektronischer und manueller Suche gefundenen Studien wurden gesichtet und auf ihre Verwertbarkeit für die Analyse untersucht.

3.2.3 Datensynthese und statistische Analyse

Die Daten und Informationen zu den Verlusten und technischen Komplikationen der FPDs, Implantate und Zähne wurden aus den einzelnen Studien extrahiert und jeweils in Tabellen gesammelt (siehe Anhang Tab. 3-5).

Es wurden bei den Zähnen und Implantaten jeweils die Anzahl und die Höhe der Verluste vermerkt. Bei den FPDs wurden die Schadenereignisse nach drei Komplikationsklassen unterteilt:

1. Schaden, aber weiter im Mund
 - Chipping
 - okklusale Schraubenlockerung

2. Rezementierung oder Reparatur ohne Labor möglich

- Dezementierung
- Verlust des Zementes
- Schrauben-/ Abutmentfraktur
- Verlust der okklusalen Schraube
- Abutmentlockerung

3. Totaler Misserfolg

- Verlust
- Einsetzen ohne Labor nicht möglich
- Neuanfertigung

Zusätzlich wurden die Studien jeweils nach der Länge der Beobachtungszeiträume eingeteilt:

- In der ersten Gruppe wurden so über einen Zeitraum von < 3 Jahren 85 FPDs beobachtet.

- In der zweiten Gruppe waren es über einen Zeitraum von 3-5 Jahren 317 begutachtete FPDs

- In der dritten Gruppe nach einer Zeit von > 5 Jahren 487 FPDs.

Bei den Implantaten konnten nach Einteilung in der ersten Gruppe (Beobachtungszeit < 3 Jahre) 103 Implantate und in der zweiten Gruppe (Beobachtungszeit 3-5 Jahre) 613 Implantate untersucht werden. In der Gruppe mit der Beobachtungszeit > 5 Jahre wurden 1156 Implantate untersucht.

Nach Einteilung der Zähne wurden nach einer Beobachtungszeit von < 3 Jahren 100 Zähne, nach der Beobachtungszeit von 3-5 Jahren 494 Zähne und nach > 5 Jahren 1074 Zähne auf ihren Erhalt hin untersucht.

Zur statistischen Analyse war es erforderlich, die „total exposure time“ für die Implantate, Zähne und FPDs jeder einzelnen Studie getrennt zu berechnen. Diese erhielt man durch Summierung der:

- Belastungszeit der Implantate, Zähne oder FPDs, die über die gesamte Studiendauer beobachtet werden konnten.
- Belastungszeit bis zu dem Verlust eines Implantats, Zahnes oder FPDs innerhalb der Studie.
- Belastungszeit bis zu dem Zeitpunkt einer Studie, an dem ein Patient nicht weiter beobachtet beziehungsweise kontrolliert werden konnte und somit aus der Studie ausschied (drop out).

Mit Hilfe der „total exposure time“ wurden Ereignisraten für die Implantate, Zähne oder FPDs jeder einzelnen Studie berechnet. Diese erhielt man folgendermaßen:

Gesamtzahl der Schäden und Verluste jeder Studie dividiert durch die „total exposure time“ in Jahren .

Die Untergrenze des zugehörigen 95%- Konfidenzintervalls berechnete sich aus der Formel:

$$\text{Ereignisrate} / e^{1.96/\sqrt{\text{Anzahl der Schäden}}}$$

Die dementsprechende Obergrenze des Konfidenzintervalls ergibt sich aus:

$$\text{Ereignisrate} \cdot e^{1.96/\sqrt{\text{Anzahl der Schäden}}}$$

Die geschätzte Überlebensrate mit dem dazu gehörigen Konfidenzintervall ergibt sich aus:

$$\text{geschätzte Ereignisrate} / S(T) = e^{-T \cdot \text{Ereignisrate}}$$

(T ist der betrachtete Zeitpunkt, z. B. nach 1 Jahr)

Zur Errechnung des zugehörigen Konfidenzintervalls wird statt der Ereignisrate die Grenze des Konfidenzintervalls der Ereignisrate eingesetzt.

Der “summary estimate” (im folgenden Gesamtschätzer genannt) wird über ein Poisson-Regressionsmodell berechnet. Dafür wurde die Gesamtzahl der Ereignisse für eine bestimmte “Exposure time” (< 3 Jahre, 3-5 Jahre, > 5 Jahre) als Poisson-verteilt angesehen. Weiter wurden “Poisson regression” Modelle mit einer logarithmischen Funktion und der “total exposure time” einer Studie als Ausgleichsvariable benutzt [23].

Alle Auswertungen wurden mit dem Programm Stata®/SE Version 11.1 durchgeführt.

4 Ergebnisse

4.1 Untersuchung der Studien

Nach Anwendung der in 3.2.1 beschriebenen Einschlusskriterien auf die insgesamt 21 zugrunde gelegten Studien, wurden 20 Studien für die Analyse der Schäden, 21 Studien zu den Verlusten der Implantate und 18 Studien zu den Verlusten der Zähne identifiziert. Bei den Studien, die für die Analyse der Verlusten der Implantate und Zähne herangezogen wurden, handelt es sich um Studien, die sich zumindest thematisch mit der Alternative „Verbundbrücke“ befassen.

Bei den Studien handelt es sich um drei randomisierte prospektive Studien, neun prospektive Studien, acht retrospektive Studien und einen case Report.

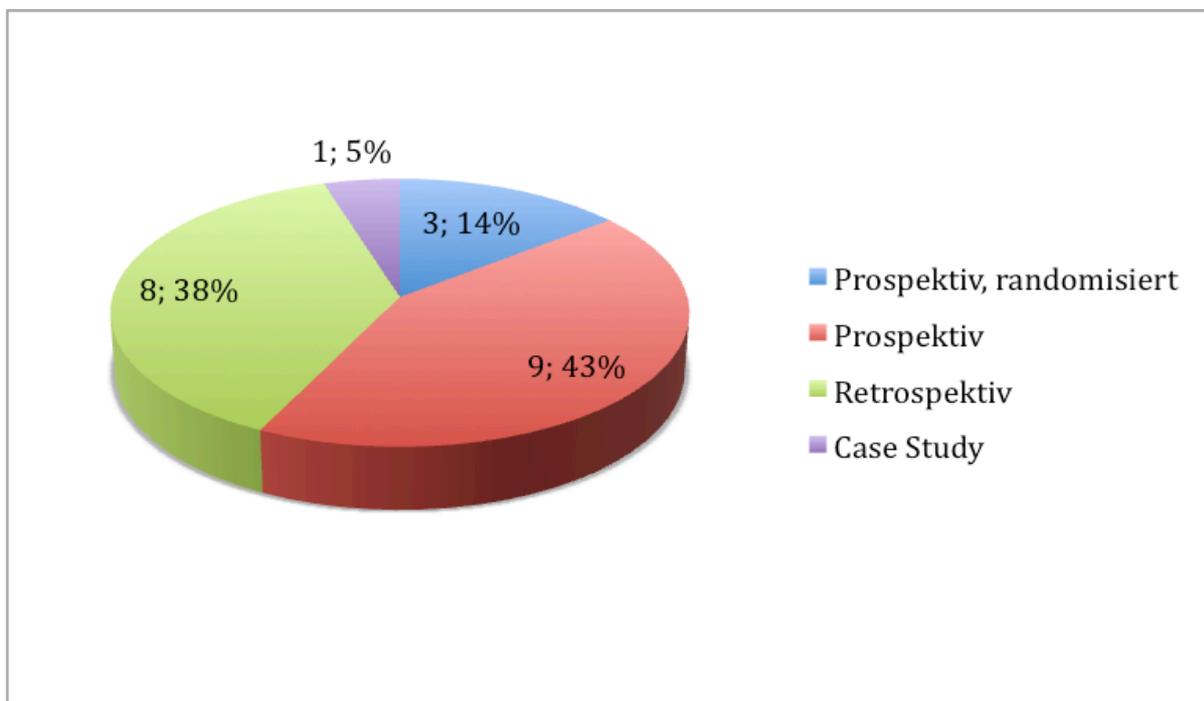


Abb.1 Art und Anzahl der Studien

Ausgeschlossen wurden insgesamt 23 Studien. Hierbei war der häufigste Grund, dass die Schäden an den Verbundbrücken nicht untersucht wurden.

Eine Übersicht über die einzelnen Studien bzw. hierzu relevanten Veröffentlichungen befindet sich im Anhang (Tab.1 und 2).

Bei vier der eingeschlossenen Studien wurden die Patienten nach einer Beobachtungszeit von < 3 Jahren bzw. 3- 5 Jahren und einer Beobachtungszeit von > 5 Jahren untersucht (Tab.1). Insgesamt wurden in allen Studien 870 Patienten untersucht. Davon waren 378 Männer und 299 Frauen. Bei 193 Patienten wurde das Geschlecht nicht angegeben.

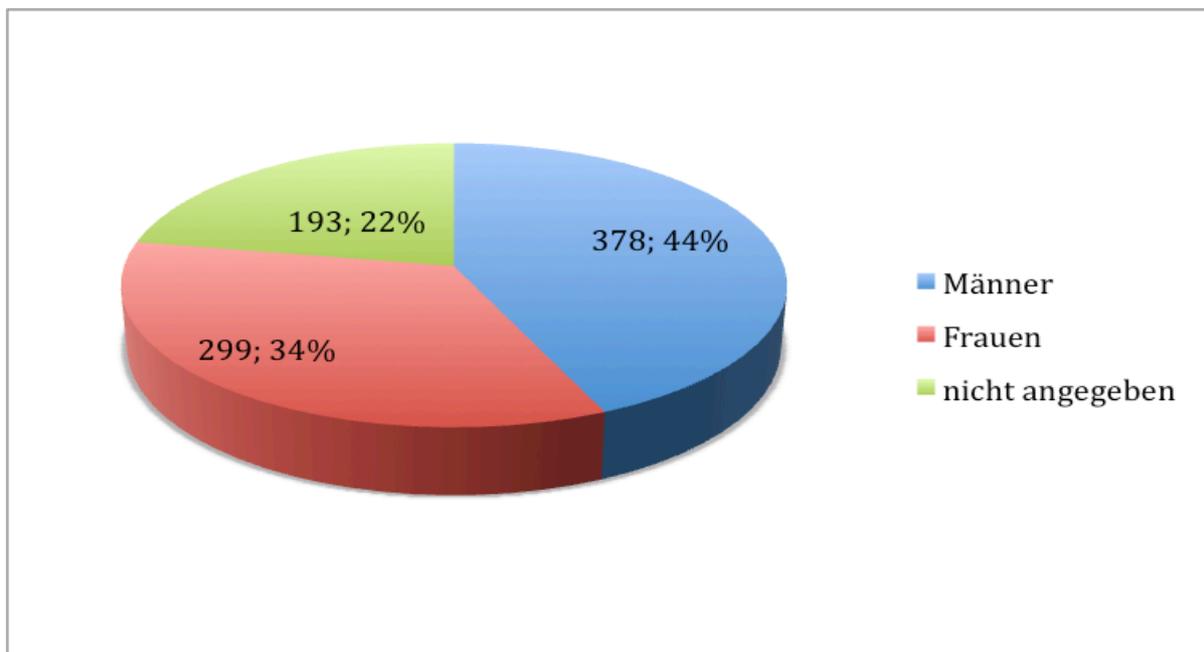


Abb.2 Patientengut: Anzahl von Männer und Frauen

Für die durchgeführte Metaanalyse wurden 889 FPDs aus allen verwendeten Studien herangezogen. Diese wurden von 1668 Zähnen und 1872 Implantaten getragen.

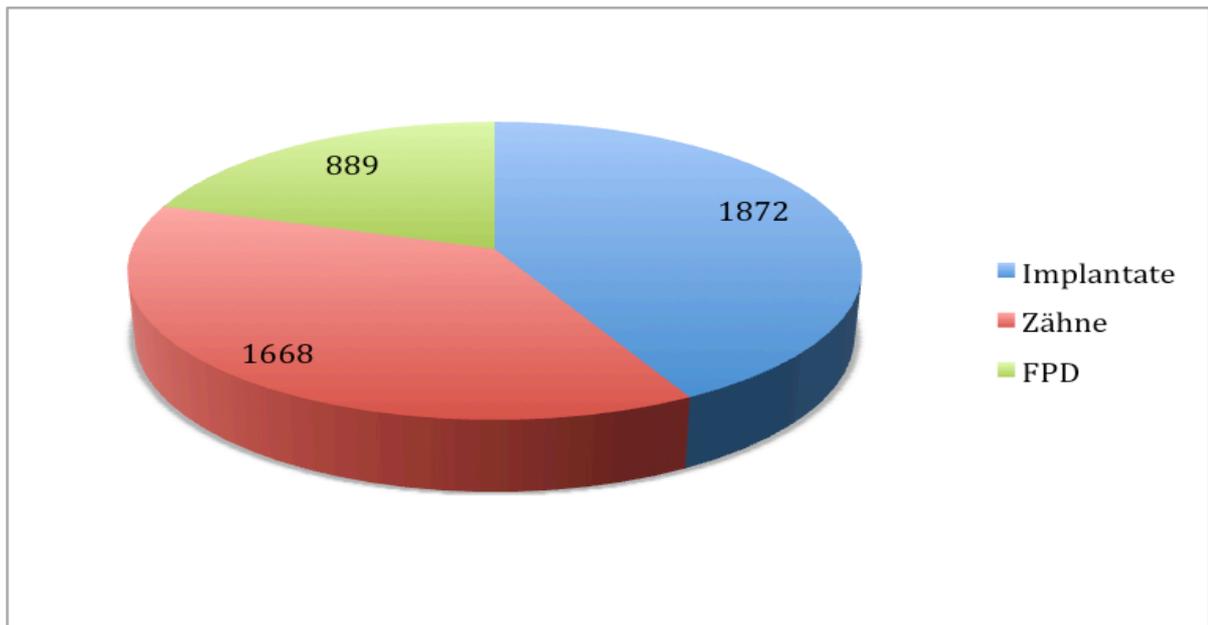


Abb.3 Untersuchungsgut: Anzahl von Implantaten, Zähne und Brücken

Die untersuchten Implantate wurden alle an Universitätskliniken oder spezialisierten Kliniken inseriert.

Es handelte sich bei den verwendeten Implantaten um die Systeme:

- Branemark® System (Nobel Biocare AB, Göteborg, Schweden)
- ITI® Dental Implantat System (Straumann GmbH, Freiburg, Deutschland)
- Astra ST® System (Astra Tech Dental Elz, Deutschland)
- IMZ® System (Friedrichfeld, Mannheim, Deutschland)

Das Branemark® System war das hier am häufigsten angewendete System.

Die aus den Studien gewonnenen Daten wurden jedoch unabhängig vom Implantatsystem und anderen Behandlungsabläufen in die Metaanalyse miteinbezogen. Elf der eingeschlossenen Studien gaben Informationen über das Design der FPDs, wobei der überwiegende Teil metall-keramisch verblendet war.

4.2 Überlebensrate/ Schadensrate

Festsitzender Zahnersatz (FPD)

Aus allen Studien, außer der von Fartash & Arvidson (1997), konnten Angaben zu den Schäden bzw. dem Überleben der FPD's gesammelt werden. Die Schadens- und auch die Überlebenseinteilung erfolgten dabei wie bereits erläutert.

4.2.1 Schaden, aber weiter im Mund

In der 1. Schadensklasse „Schaden, aber weiter im Mund“ kam es in der ersten Gruppe (Beobachtungszeitraum < 3 Jahre) zu drei Ereignissen (Verlust von Verblendmaterial) und die geschätzte Schadensfreiheit nach 1 Jahr lag zwischen 90 und 100%. Der Gesamtschätzer betrug 97,3% (95% CI: 85,5-99,5%). In der zweiten Gruppe (Beobachtungszeitraum 3-5 Jahre) traten 37 Schäden (Chipping, okklusale Schraubenlockerung) auf. Die Schadensfreiheit nach 3 Jahren variierte zwischen 66 und 97%. Hier betrug der Gesamtschätzer 89,6% (95% CI: 81,4-94,3%). Die dritte Gruppe (Beobachtungszeitraum >5 Jahre) zeigte 18 Schäden (Lockerung okklusale Schraube, Retentionsverlust) und die Schadensfreiheit nach 5 Jahren lag zwischen 81,9 und 100%. Man erhielt so einen Gesamtschätzer von 83,2% (95% CI: 70,9-90,7%). Für diese dritte Gruppe wurde auch die Schadensfreiheit nach 10 Jahren bestimmt. Sie lag zwischen 67 und 100%. Nach Berechnung des Gesamtschätzers ergab sich ein Wert von 69,3% (95% CI: 50,3-82,2%)

Zur weiteren graphischen Verdeutlichung der Ereignisse aus den einzelnen Studien und deren statistischen Relevanz wurden diese in einem Forrest Plot dargestellt (siehe Abb.4).

Am häufigsten war in dieser Schadensklasse das Chipping basal an der Verblendung zu beobachten.

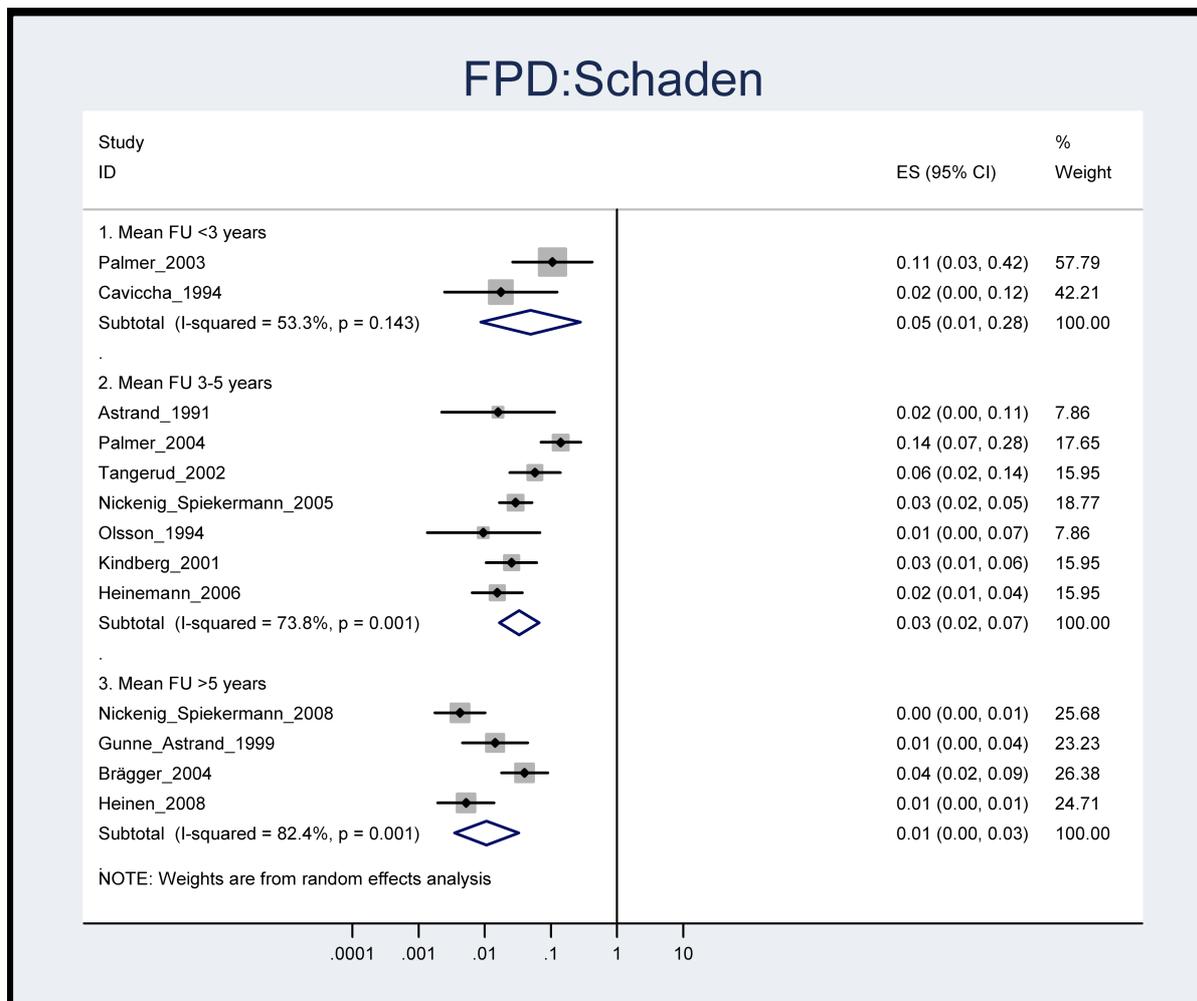


Abb.4 Forrest Plot zu Studien mit auftretenden Schäden

4.2.2 Rezentierung oder Reparatur ohne Labor möglich

In dieser Schadensklasse traten in der ersten Gruppe (Beobachtungszeit < 3 Jahre) vier auf die Definition passende Schadensereignisse auf (Retentionsverlust, Abutmentfraktur). Die Schadensfreiheit nach 1 Jahr ergab so Werte von 85,4 bis 100%. Der Gesamtschätzer betrug 95,7% (95% CI: 76,7-99,3%). In der zweiten Gruppe (Beobachtungszeit 3-5 Jahre) waren 25 Ereignisse zu beobachten (Retentionsverlust, Schraubenfraktur). Die Schadensfreiheit nach 3 Jahren lag zwischen 62,3 und 97,1%. Dies ergab einen Gesamtschätzer von 90,9% (95% CI: 79,3-96,2%). In der dritten Gruppe (Beobachtungszeit > 5 Jahre) kam es schon zu 56 Ereignissen (Verlust des Zementes, Schraubenfraktur, Abutmentlockerung) und zu einer Schadensfreiheit von 84,7 bis 100% nach 5 Jahren. Der

Gesamtschätzer betrug somit 85,3% (95% CI: 67,9-93,7%). Auch für diese Gruppe wurde die Schadensfreiheit nach 10 Jahren berechnet. Sie lag zwischen 71,7 und 100%. Die Berechnung des Gesamtschätzers ergab 72,8% (95% CI: 46,1-87,8%).

Wie bei der ersten Schadensklasse wurde auch hier ein Forrest Plot erstellt (siehe Abb.5).

Der Verlust des Befestigungszementes und die Lockerung der Schrauben waren hier die am häufigsten aufgetretenen Komplikationen.

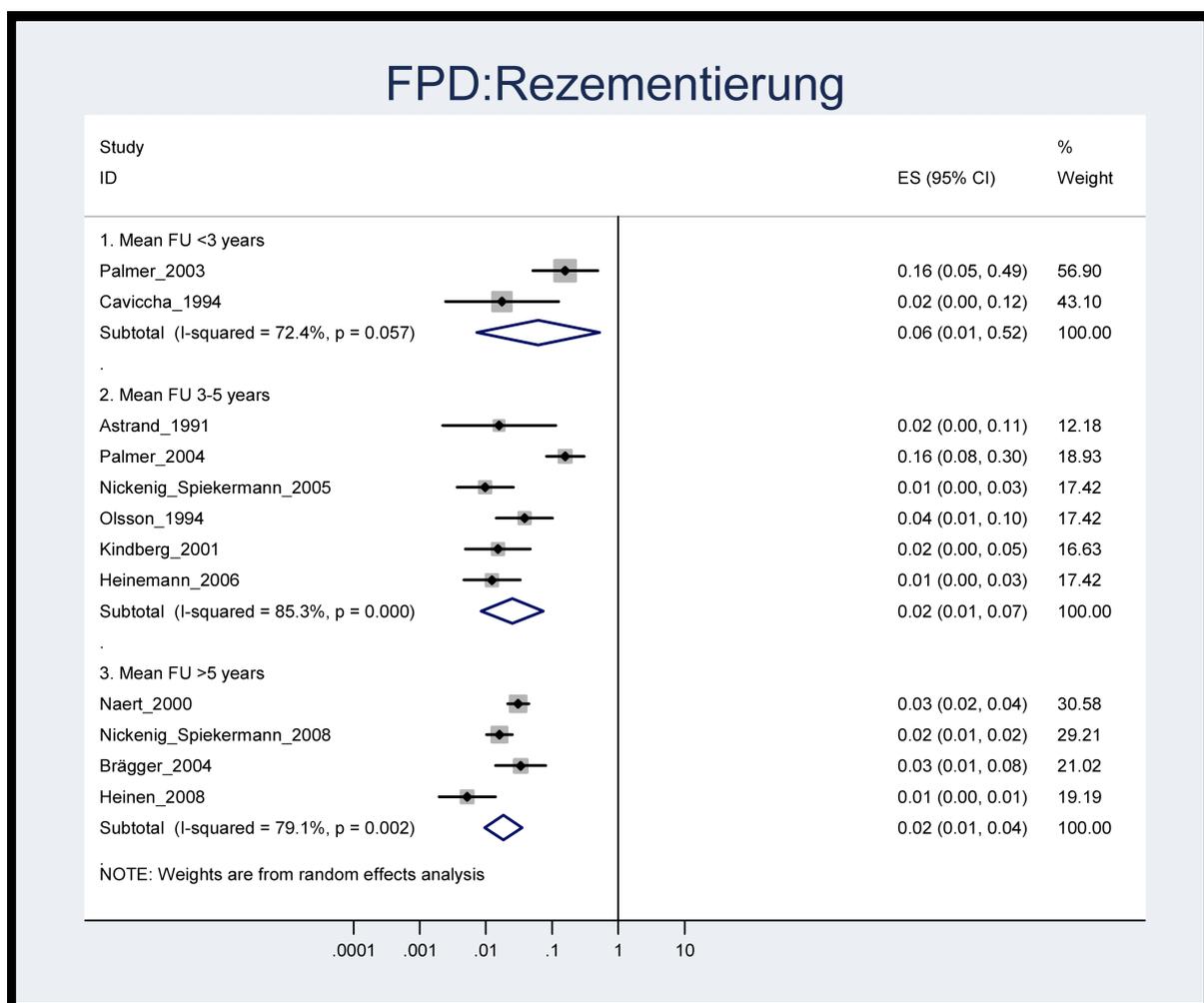


Abb.5 Forrest Plot zu Studien mit möglicher Rezementierung

4.2.3 Totaler Misserfolg

In der dritten Schadensklasse, die den Verlust oder die Neuanfertigung der FPDs bedeutete, war in der ersten Gruppe mit einer Beobachtungszeit < 3 Jahre ein Ereignis (Verlust) zu beobachten. Die Schadensfreiheit, oder in

diesem Fall die Überlebensrate, nach 1 Jahr lag bei 98,5 bis 100%. Der Gesamtschätzer ergab einen Wert von 99,3% (95% CI: 95,3-99,9%). In der zweiten Gruppe mit einer Beobachtungszeit von 3-5 Jahren konnten 10 Verluste erkannt werden. Die Überlebensrate nach 3 Jahren betrug in diesem Fall 90,9 bis 100%. Der errechnete Gesamtschätzer führte zu einem Wert von 97,7% (95% CI: 94,9-99,0%). In der letzten Gruppe dieser Schadensklasse (Beobachtungszeit >5 Jahre) waren 56 Ereignisse (Fraktur der Versorgung, Neuanfertigung) zu beobachten. Dies führte zu einer Überlebensrate von 79,2 bis 100% und einem Gesamtschätzer von 96,2% (95% CI: 91,6-98,3%) nach 5 Jahren. Nun wurden auch für diese Gruppe Werte zu den Überlebensraten nach 10 Jahren berechnet. Es ergab sich dabei eine Überlebensrate von 62,7 bis 100%. Der Gesamtschätzer ergab einen Wert von 92,5% (95% CI: 83,9-96,6%). Abschließend wurde auch für die dritte Schadensklasse ein Forrest Plot erstellt (Abb.6).

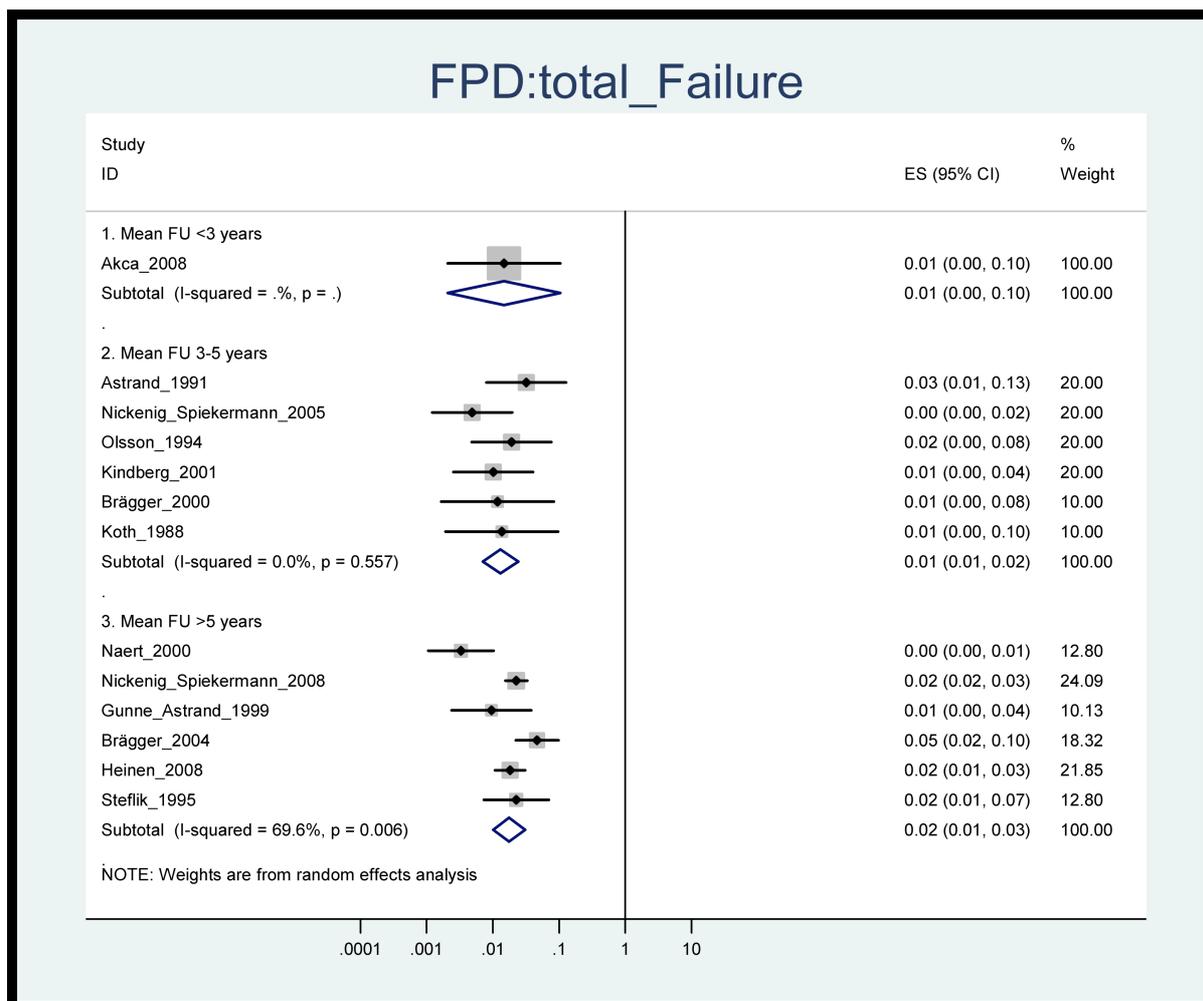


Abb.6 Forrest Plot zu Studien mit totalem Misserfolg

4.3 Implantatverluste

Alle 21 in die Metaanalyse einbezogenen Studien machten Angaben zu den Verlusten der Implantate. Nach der Beobachtungszeit von < 3 Jahren konnte bei den betreffenden Studien 1 Verlust festgestellt werden. Die Überlebensrate lag zwischen 88,3 und 100%. Der Gesamtschätzer hierfür ergab einen Wert von 97,8% (95% CI: 43,1-99,9%). Nach einer Beobachtungszeit von 3-5 Jahren lag der Verlust bei 27 Implantaten. Die errechnete Überlebensrate betrug zwischen 84,9 und 100%, und der Gesamtschätzer zeigte einen Wert von 95,3% (95% CI: 88,2-99,2%). In der dritten Gruppe waren 32 Verluste zu beobachten. Man erhielt eine Überlebensrate von 80,5 bis 100%. Der Gesamtschätzer lag bei 92,2% (95% CI: 81,0-96,9%).

Wie bei den FPDs wurden auch bei den inserierten Implantaten in der dritten Gruppe Werte für die Überlebensrate nach 10 Jahren errechnet. Diese variierten von 64,7-100%. Der Gesamtschätzer betrug 85,1% (95% CI: 65,7-94,0%). Als Ursache für den Verlust der Implantate ließ sich meist eine Lockerung dieser nach Belastung eruieren.

Auch zu den aufgetretenen Implantatschäden in den einzelnen Studien konnte ein Forrest Plot angefertigt werden (Abb.7).

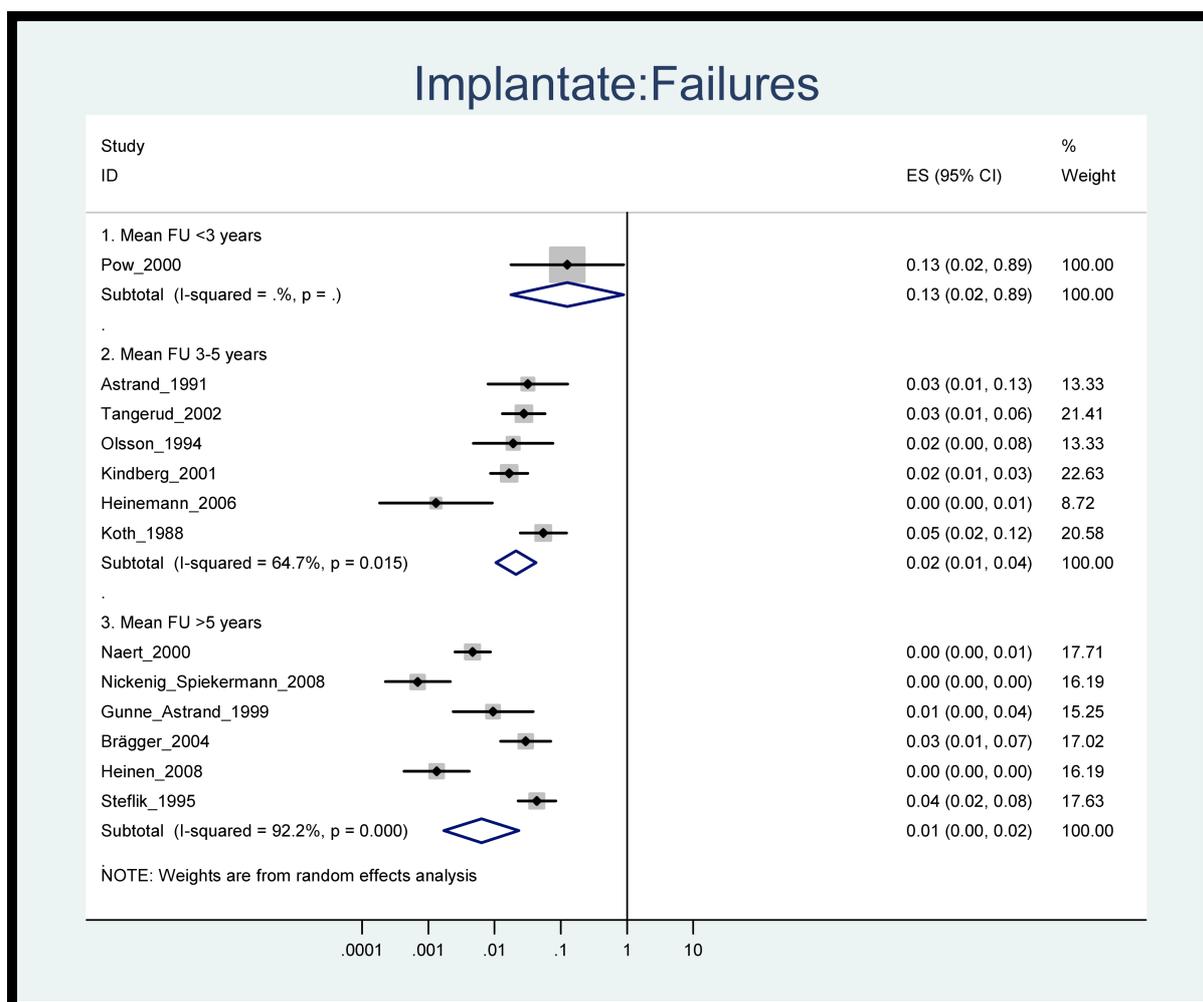


Abb.7 Forrest Plot zu Studien mit Implantatverlusten

4.4 Zahnverluste

Aus 18 der verwendeten Studien konnten Daten zu den Verlust- bzw. Überlebensraten der Zähne gewonnen werden. Die Studien von Koth et al. (1988), Steflik et al. (1995) und Fartash & Arvidson (1997) enthielten keine

brauchbaren Informationen in Bezug auf den Zustand und Verbleib der in die Versorgungen miteinbezogenen Zähne.

Bei der ersten Gruppe mit einer Beobachtungszeit von < 3 Jahren ist von keinem Zahnverlust berichtet worden, so dass eine Überlebensrate und folglich auch ein Gesamtschätzer von 100% nach 1 Jahr zu erwarten sind. Nach einer Zeit von 3-5 Jahren konnten den Studien 11 Zahnverluste entnommen werden. Die Überlebensrate für diese lag bei 96,4 bis 100%. Der Gesamtschätzer ergab einen Wert von 98,5% (95% CI: 97,2-99,2%). Nach der Zeit von > 5 Jahre konnten schließlich 47 Zahnverluste beobachtet werden. Die Berechnung der Überlebensrate ergab eine Spanne von 96,0 bis 100%, die des Gesamtschätzers einen Wert von 97,5% (95% CI: 95,5-98,6%). Die Werte für die Beobachtungszeit von 10 Jahren schwankten zwischen 92,0 und 100% und der Gesamtschätzer lag bei 95,0% (95% CI: 91,1-97,2%).

Die Gründe für den Verlust der Zähne waren häufig Frakturen, Komplikationen nach endodontischer Behandlung sowie Parodontitis und Karies.

Aus dem untenstehenden Forrest Plot lässt sich die statistische Aussagekraft der einzelnen Studien ablesen (Abb.8).

Zähne:Failures

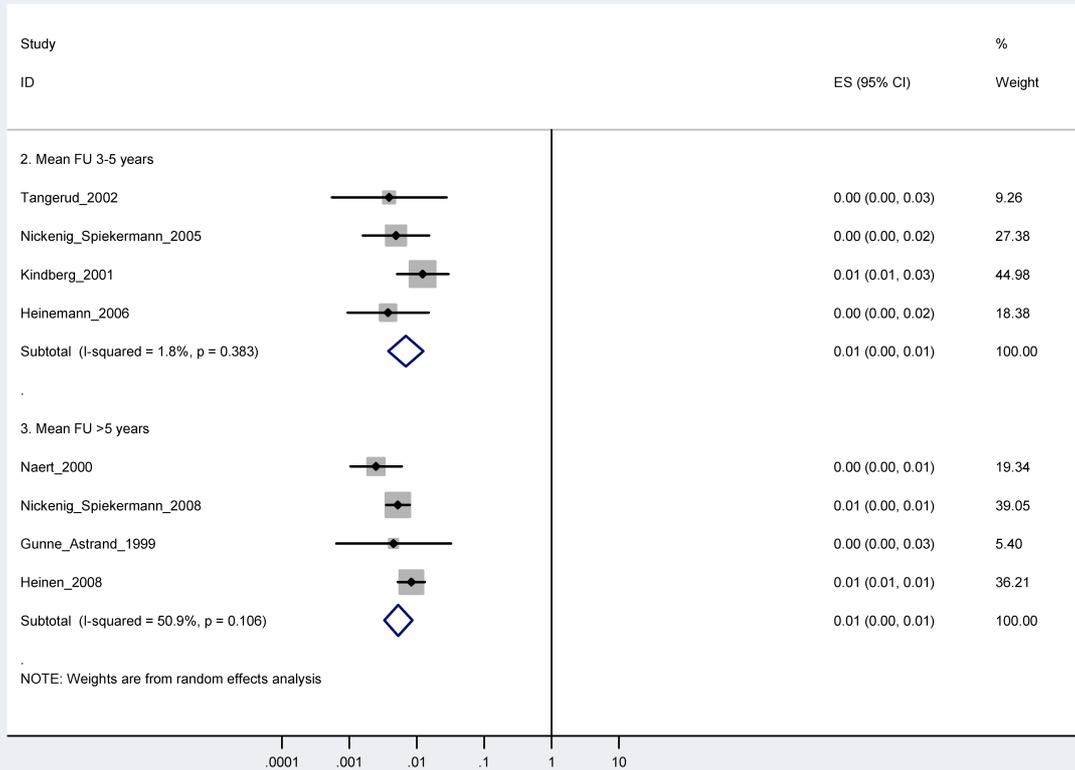


Abb.8 Forrest Plot zu Studien mit Zahnverlusten

5 Diskussion

Ziel dieser Arbeit war:

- die Anzahl existierender klinischer Studien mit Patienten zu Hybrid-/Verbundbrücken einschließlich deren Erfolg festzustellen
- deren Aussagekraft zu überprüfen sowie
- eine Analyse der Ergebnisse vorzunehmen.

Besonderes Augenmerk galt den an den Versorgungen entstandenen Schäden, die zum Versagen der Konstruktion führten.

Die Daten mehrerer Studien wurden dafür, wie bereits zuvor beschrieben, gebündelt. So war es möglich, die Aussagen zu den Langzeitüberlebens- bzw. Schadenfreiheitswahrscheinlichkeiten nicht nur anhand einzelner Studien, sondern mittels aller bis dato existierenden, die Einschlusskriterien erfüllenden Studien zu treffen. Aus diesem Grund sollten alle an den FPDs auftretenden Schäden in den einzelnen Studien ausgewertet werden. Zusätzlich wurde die Überlebensrate der Zähne und Implantate in diesen Studien festgestellt.

Eine Vielzahl der Studien befasste sich zwar mit dem Thema Verbund-/Hybridbrücke, diese gingen letztendlich jedoch weder auf die eigentliche Konstruktion noch auf auftretende Schäden und deren Anzahl ein. Daher konnten diese bei der Analyse nicht berücksichtigt werden.

Bei der Definition der Einschlusskriterien war es aufgrund der relativ geringen Studienzahl erforderlich, diese weniger eng zu fassen als bei Metaanalysen zu anderen Themengebieten. Daher wurden nicht nur prospektive sondern auch retrospektive Studien mit in die Analyse einbezogen. Die Mindestbeobachtungszeit lag bei einem Jahr.

Auch eine Einbeziehung nur doppelt verblindeter, randomisierter kontrollierter klinischer Studien, welche den höchsten Evidenzgrad besitzen, war nicht möglich. Zum einen ist die doppelte Verblindung auf dem Gebiet der Implantologie kaum durchzuführen zum anderen waren nur 3 randomisierte kontrollierte Studien zu diesem Thema zu finden [3, 68, 27]. Auch Lang et al. berichteten in ihrem Review von dieser Problematik [90]. Die meisten der eingeschlossenen Studien gehörten zu der Gruppe der Kohortenstudien. Diese sind ebenfalls gut geeignet, um den langfristigen Erfolg einer Behandlung zu beurteilen.

Die Studien wurden alle an Universitäten oder spezialisierten Kliniken durchgeführt, so dass gleiche Voraussetzungen bezüglich Ausstattung, aber vor allem der Erfahrung des Operateurs vorausgesetzt werden können. Dadurch ist jedoch die Übertragung der Ergebnisse auf allgemeine Zahnarztpraxen, die ebenfalls implantologisch tätig sind, nicht ohne weiteres möglich. Es ist davon auszugehen, dass eine Vielzahl dieser Operateure neben dem täglichen Behandlungsablauf eine viel geringere Anzahl Implantate inseriert und somit auch ein Einfluss auf die Prognose dieser gegeben ist [19, 92].

Die Einteilung der einzelnen Studien in Gruppen erfolgte nach der Dauer der Beobachtung. Hier wurden Gruppen mit einer Liegedauer der Versorgung von < 3 Jahren, 3-5 Jahren und > 5 Jahren gewählt. Das Ziel war es, bestenfalls gleich große Gruppen zu erhalten, so dass eine aussagekräftigere Statistik zu den jeweiligen Beobachtungszeiten erreicht wurde. Auch zeigte die Literatursuche, dass nur 4 Studien Ergebnisse nach 10 Jahren aufführen (Gunne, Astrand 1999/ Brägger 2004/ Heinen 2008/ Steflik 1995).

Bei insgesamt 9 der eingeschlossenen Studien handelte es sich um solche, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten untersucht wurden. Das heißt nach <

3 Jahren beziehungsweise 3-5 Jahren und nochmals nach > 5 Jahren (Palmer 2003, 2004/ Astrand 1991/ Olsson 1994/ Gunne 1999/ Brägger 2000, 2004/ Koth 1988/ Steflik 1995). Diese Studien bzw. deren Ergebnisse wurden bewusst unter Berücksichtigung der verschiedenen Zeitpunkte in die Analyse einbezogen, um die Anzahl nicht zu verringern.

Auf prothetische Unterschiede hinsichtlich des bei der Anfertigung verwendeten Materials wurde nicht eingegangen. Auch die Art der Gegenbeziehung fand keine Beachtung. Dies war anhand der Datenlage der Studien nicht möglich. Auch eine anfänglich geplante Einteilung nach der Größe der Versorgung musste verworfen werden, da die Qualität der Angaben dazu sehr stark differierte. Dieses Problem nannten auch schon Creugers et al. [15] in ihrer Metaanalyse zu konventionellen Brücken. Auffällig war, dass die beobachteten Brückenkonstruktionen eine durchschnittliche Pfeilerzahl von 4, darunter 2 Implantate und 2 Zähne, aufwiesen.

Nun bleibt die Frage der klinischen Homogenität. Die Vergleichbarkeit der Studien ist aufgrund der oben genannten Faktoren eingeschränkt. Aber auch Faktoren wie die unterschiedliche Qualität des Lagers der Implantate bei den einzelnen Patienten, die Verwendung verschiedener Implantatsysteme und verschiedene Zeitpunkte der Belastung dieser führen zu einer Einschränkung. In diesem Zusammenhang ist offensichtlich doch eher von einer klinischen Heterogenität auszugehen [14].

Die Metaanalyse wurde nach den bekannten Anforderungen durchgeführt [23, 69]. Die elektronische und manuelle Literatursuche fand in den von der Cochrane Collaboration empfohlenen Datenbanken statt. Es ist allerdings nicht auszuschließen, dass aufgrund der Einschränkung der Sprache (Englisch, Deutsch, Niederländisch) eine Sprachenbias erzeugt wurde.

Um nun Aussagen über den Erfolg und therapeutischen Nutzen dieser Versorgungsmöglichkeiten machen zu können, sollen die Ergebnisse mit denen anderer Reviews zu zahn-implantatgetragenen und vor allem zu rein zahngetragenen FPDs verglichen werden. Hier wird besonderes Augenmerk auf die Überlebensrate dieser gelegt.

Festsitzender Zahnersatz (FPD)

Das Ergebnis dieser Metaanalyse führte zu einer Überlebenswahrscheinlichkeit der FPDs von 96.2% (95% CI: 91.6-98.3%) nach 5 Jahren und 92.5% (95% CI: 83.9-96.6%) nach 10 Jahren. Eine von Lang et al. [49] durchgeführte Metaanalyse im Jahr 2004 zeigte für die Überlebenswahrscheinlichkeit nach 5 Jahren ähnliche Werte (94.1% (95% CI: 90.2-96.5%)). Die Werte nach 10 Jahren fielen mit 77.8% (95% CI: 66.4-85.7%) jedoch deutlich niedriger aus. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass die Berechnung der 10-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit bei Lang et al. lediglich aus drei Studien erfolgte (Brägger et al./ Gunne et al./ Steflik et al./ Jemt et al.). In der vorliegenden Metaanalyse erfolgte die Berechnung für sieben Studien (Naert et al./ Hosny et al./ Nickenig et al./ Gunne et al./ Brägger et al./ Heinen/ Steflik et al.). Zusätzlich fanden zwei der genannten Studien (Nickenig et al./ Heinen) keine Beachtung in der Metaanalyse von Lang et al. Der Grund dafür können die Einschlusskriterien sein, da hier auch deutsche Studien mit in die Metaanalyse einbezogen wurden. Des Weiteren wurden Studien bis einschließlich Sommer 2010 ausgewertet (Lang et al. bis 2004).

Die Metaanalyse von Lang et al. ist nach Kenntnisstand dieser Metaanalyse die einzige vergleichbare Arbeit mit statistischer Aufarbeitung der Überlebens- und Schadensraten für zahn-implantatgetragene FPDs.

Möchte man diese Ergebnisse mit denen von zahngetragenen Brücken vergleichen, ist dies anhand eines Reviews von Tan et al. [90], bei dem auch Lang mitgewirkt hat, möglich. Bei diesem Review wurden 3548 FPDs aus 19 Studien hinsichtlich ihrer Überlebensrate nach 10 Jahren untersucht. Hier wurde eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 89,1% (95% CI: 81-93.8%) festgestellt. Diese ist somit geringfügig niedriger als die 10 Jahres-Überlebensrate für die zahn-implantatgetragenen FPDs dieser Metaanalyse.

Auch die oben schon erwähnte Analyse von Creugers et al. aus dem Jahr 1994 [15] und eine Analyse von Scurria et al. aus dem Jahr 1998 [83] befassten sich mit der Überlebensstatistik konventioneller Brücken. Creugers et al. untersuchten 4118 konventionelle Brücken aus 16 Studien und erhielten eine ungefähre Überlebenswahrscheinlichkeit von 95% nach 5 Jahren und 90% nach 10 Jahren. Die Analyse von Scurria et al. zeigte auf der Basis anderer untersuchter Studien vergleichbare Ergebnisse.

Lempoel et al. [51] setzten sich ebenfalls mit dieser Thematik auseinander. Sie untersuchten 1674 Brücken bei insgesamt 944 Patienten und erhielten eine 10 Jahres- Überlebensrate von 91.9%. Diese Studie zeigte demnach erneut vergleichbare Ergebnisse zu den vorher genannten. Weitere Studien zu dieser Thematik existieren von Kerschbaum et al. [38] aus dem Jahr 1991, bei der sie nach 8 Jahren eine Überlebensrate von 92% feststellten und Karlsson [36] aus dem Jahr 1986, bei der nach 10 Jahren eine 93%ige Überlebensrate ermittelt wurde.

Hinsichtlich der Überlebenswahrscheinlichkeit nach 5 Jahren beziehungsweise nach 10 Jahren scheinen die zahn-implantatgetragenen FPDs dieser Metaanalyse in Bezug auf die Überlebensrate der konventionellen Brücken gute und vergleichbare Erfolge zu zeigen. Hier sollte jedoch wieder die Möglichkeit einer Bias und somit das Verzerren beziehungsweise das Beschönigen der Ergebnisse in Betracht gezogen

werden, da diese Aussagen auf den Ergebnissen der durchgeführten Metaanalyse beruhen.

Tan et al. [90] werteten in ihrer Analyse auch technische Schäden an den konventionellen FPDs aus. Diese sind nicht unmittelbar mit einem totalen Misserfolg gleich zu setzen. Sie zeigten für 1984 FPDs, dass 45 dieser FPDs Schäden am Material wie zum Beispiel Abplatzungen der Keramik aufwiesen und erhielten eine 10 Jahres-Wahrscheinlichkeit von 3.2% (95% CI: 1.5-6.5%) für das Auftreten eines solchen Schadens. Diese Wahrscheinlichkeit fiel bei den zahn-implantatgetragenen FPDs dieser Analyse deutlich höher aus (30.7% nach Berechnung des zusammengefassten Schätzers für die Schadenfreiheit nach 10 Jahren). Dieser erhebliche Unterschied kann möglicherweise durch die unterschiedliche Anzahl ausgewerteter FPDs für diesen Zeitraum erklärt werden. In dieser Analyse wurde die 10 Jahres-Wahrscheinlichkeit für 487 FPDs berechnet. Demgegenüber stehen 1984 FPDs aus der Analyse von Tan et al.

Aber auch die viel diskutierte und in vorherigen Kapiteln erwähnte Tatsache, dass zwischen Implantaten und Zähnen eine unterschiedliche Mobilität und somit Belastungsverteilung besteht, kann als Ursache für den gravierenden Unterschied in der Schadensverteilung gesehen werden. Die intrusive Beweglichkeit von Zähnen mit einem gesunden Parodont wird mit 20-40 μ m, die Horizontalbeweglichkeit mit 60-100 μ m angegeben. Diese kommt durch die bewegliche Aufhängung über die Kollagenfasern des Desmodonts zustande. Kaufunktionelle Belastungen des Knochens werden so in Zugbeanspruchungen umgewandelt [24, 59, 60, 46, 80]. Von der Achse abweichende Bewegungen werden auf diesem Wege ebenfalls kompensiert.

Implantate weisen lediglich ein Zehntel der Mobilität der Zähne auf [37, 42]. Sie sind direkt, starr und ohne dämpfendes Parodontium mit dem Knochen

verbunden. Auftretende Belastungen werden voll auf den Knochen übertragen, so dass eine Mobilität nur im Rahmen der physiologischen Deformation des Knochens sowie der Elastizität des Implantates und der Suprakonstruktion gegeben ist [24].

Anhand dieser Beobachtungen ist auch das unterschiedliche Kraft- Weg-Diagramm von Zähnen und Implantaten zu erklären. Bei den Zähnen ist eine zweiphasige Bewegung zu erkennen. In der ersten Phase findet eine schnelle Bewegung statt, die sich in der Größe des Desmodonts abspielt. Die zweite Phase weist mehr Linearität auf und ist auf die Knochendeformation zurückzuführen.

Bei den Implantaten erkennt man nur die Knochendeformation oder aber auch die durch die Implantat- Flexibilität verursachte Bewegung [24, 37, 53, 55, 56, 76]. Man kann daher aus biomechanischer Sicht davon ausgehen, dass zwischen Zahn- und Implantatmobilität ein Verhältnis von etwa 8:1 bis 10:1 vorliegt, was wiederum Konsequenzen für die Materialbeanspruchung der Hybridbrückenkonstruktion hat (Abb. 9).

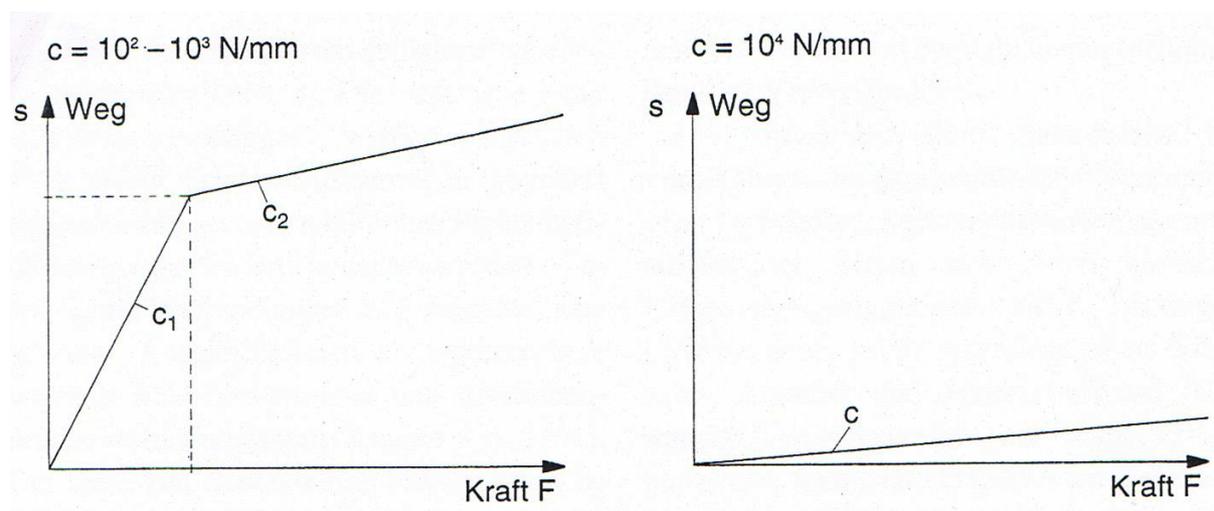


Abb. 9 Unterschiede der Beweglichkeit: Zahn/ Implantat [86]

Kerschbaum [40] nannte das Problem möglicher Abplatzungen ebenfalls. Er betonte, dass „auch in günstigen Fällen die Abplatzrate bei 5-8% nach 5 Jahren lag“. Als mögliche Gründe nannte er weiter Fehler bei der

Verarbeitung und der Behandlung, die zu diesen Komplikationen führen können.

Implantate

In Bezug auf die inserierten Implantate konnte in dieser Metaanalyse eine Überlebensrate von 85,1% (95% CI: 65.7-94.0%) nach 10 Jahren gezeigt werden. Vergleicht man diesen Wert mit den Werten aus einer Metaanalyse von Pjetursson et al. (2004) [72], bei der die Komplikationsraten für implantat-getragene FPDs untersucht wurden, zeigen sich für die Implantate aus der kombinierten Versorgung niedrigere 10 Jahres-Überlebensraten. Pjetursson et al. konnten nach 10 Jahren eine Überlebensrate der gesetzten Implantate von 92.8% (95% CI: 90-94.8%) zeigen.

Ein Grund für diese Problematik könnte die schon erwähnte starre Verbindung der Implantate zum Knochen sein. Durch die natürliche Mobilität des Zahnes kommt es zu einer ständigen Belastung am knöchernen Lager des Implantates wodurch eine Lockerung begünstigt werden könnte. Aber auch andere mögliche Komplikationen bei der Behandlung mit Implantaten, wie zum Beispiel Periimplantitis oder Weichgewebekomplikationen sollten bei der Bewertung dieser Zahlen Beachtung finden. Es soll hier jedoch wiederum auf andere spezifische Literatur, wie zum Beispiel Cochran 1999 [13], Boioli 2001 [8], Berglundh 2002 [7], verwiesen werden.

Zähne

Die ausgewerteten Daten zu den untersuchten Zähnen dieser Metaanalyse zeigten eine Überlebensrate von 97,5% (95% CI: 95,5-98,6%) nach 5 Jahren

und von 95% (95% CI: 91,1-97,2%) nach einer Zeit von 10 Jahren. Lang et al. konnten in ihrem Review bei 556 untersuchten Zähnen für die 5-Jahres-Überlebensrate ähnliche Werte (96,8%) und für die 10-Jahres-Überlebensrate geringere Werte (89,4%) zeigen. Demgegenüber stehen jedoch 1074 untersuchte Zähne aus dieser Analyse, so dass dadurch eine höhere oder auch verlässlichere Überlebensrate nach 10 Jahren zu erklären sein könnte.

Bei rein zahngetragenen Versorgungungen zeigen sich etwas höhere Werte für das Überleben der behandelten Zähne. So ergibt sich bei Schlösser et al. [82] für 588 mit Brücken versorgten Zähnen eine Überlebensrate von 96% nach 9 Jahren. Zu diesem Ergebnis kommt auch Seth [84] bei 3313 untersuchten Zähnen, und auch Scurria et al. [83] ermittelten in ihrer Metaanalyse nach 10 Jahren einen ähnlichen Wert. Kerschbaum et al. [41] (2592 Zähne) und Pohl [73] (1913 Zähne) konnten sogar eine Rate von 99% für mit Brücken versorgte Zähne nach 10 Jahren finden.

Inwieweit für die etwas geringeren Überlebensraten die Art der Versorgung eine Rolle spielt oder aber auch die technische Umsetzung, bleibt hier offen.

Schlussbetrachtung

Die Metaanalyse zeigte mit 96.2% nach 5 Jahren und 92.5% nach 10 Jahren akzeptable Überlebensraten für zahn-implantatgetragene FPDs. Auch die Überlebensraten der in die Versorgungungen einbezogenen Zähne und Implantate sind nicht wesentlich geringer als die bei Versorgungungen anderer Art.

Es bleibt jedoch zu erwähnen, dass immer noch die Notwendigkeit weiterer Langzeitstudien für Zahn-Implantat-Versorgungungen besteht und dies in Zukunft erfolgen sollte. Dies ist von großer Bedeutung für praktizierende

Zahnärzte, da diese valide Informationen für ihre Tätigkeit benötigen. In diesem Zusammenhang ist auch die Aufstellung gemeinsamer und verbindlicher Erfolgskriterien durch internationale und nationale Gremien wichtig. Mit Hilfe dieser könnten noch aussagekräftigere Überlebensstatistiken erstellt werden. Auch eine bessere und genauere Gegenüberstellung der einzelnen Schäden wäre dadurch möglich.

Kritisch bleibt auch die Länge der FPDs zu beurteilen, da diese wie auch bei konventionellen Brücken sicher eine entscheidende Rolle spielt. Eine zu Anfangs geplante Unterteilung bezüglich der Länge der FPDs musste verworfen werden, da aus den einzelnen Studien nicht genügend beziehungsweise aussagekräftige Informationen zu diesen extrahiert werden konnten. Auch hier bleibt zu wünschen, dass in zukünftigen Studien eine genauere und somit validere Aufteilung und Untersuchung vorgenommen wird.

Zum heutigen Zeitpunkt und unter Berücksichtigung der vorliegenden Ergebnisse lässt sich jedoch sagen, dass diese Art der Versorgung eine Alternative zur konventionellen Behandlung mit auf Voll- oder Teilkronen verankerten Brücken, Adhäsivbrücken, Extensionsbrücken, kombiniert festsitzend-abnehmbarem Zahnersatz (ZE), herausnehmbarem ZE oder kieferorthopädischem Lückenschluss [58, 6] darstellen kann. Ebenso bei der Behandlung von Patienten mit besonderen anatomischen Verhältnissen.

6 Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, mittels Ein- und Ausschlusskriterien möglichst viele Studien zu Verbund- bzw. Hybridbrücken und deren Überlebensraten zu erfassen. Es wurde in den von der Cochrane Collaboration empfohlenen elektronischen Datenbanken und Zeitschriften diesbezüglich recherchiert.

21 Studien konnten hinsichtlich der Schäden und Überlebensraten beziehungsweise der Schadenfreiheitsraten an den Versorgungen sowie der Überlebensraten der inserierten Implantate und einbezogenen Zähne herangezogen werden.

Bei der Auswertung wurden die Ereignisse an den insgesamt 889 Versorgungen in drei Komplikationsklassen eingeteilt (Schaden, aber weiter im Mund/ Rezementierung oder Reparatur ohne Labor möglich/ Totaler Misserfolg). Die Auswertung der Implantate (Gesamt: 1872) und Zähne (Gesamt: 1668) erfolgte jeweils nach deren Anzahl, der Dauer der Belastung unter Risiko (Durchschnittswert) und deren Verluste.

Untersuchungszeiträume waren <3 Jahre, 3-5 Jahre und > 5 Jahre.

Nach statistischer Auswertung zeigten sich für die Versorgungen in der ersten Klasse (Schaden, aber weiter im Mund) Schadensfreiheitsraten zwischen 97,3% (95% CI: 85,5-99,5%) nach einem Jahr und 83,2% (95% CI: 70,9-90,7%) nach 5 Jahren beziehungsweise 69,3% (95% CI: 50,3-82,2%) nach 10 Jahren. In der zweiten Klasse (Rezementierung oder Reparatur ohne Labor möglich) ergaben sich Raten zwischen 95,7% (95% CI: 76,7-99,3%) nach einem Jahr und 85,3% (95% CI: 67,9-93,7%) nach 5 Jahren. Nach 10 Jahren lag die Schadenfreiheitsrate bei 72,8% (95% CI: 46,1-87,8%). In der dritten Klasse (totaler Misserfolg) wurden Werte von 99,3% (95% CI: 95,3-99,9%) nach einem Jahr, 96,2% (95% CI: 91,6-98,3%) nach 5 Jahren und 92,5% (95% CI: 83,9-96,6%) nach 10 Jahren ermittelt.

Insgesamt kam es bei den 487 in die Metaanalyse einbezogenen FPDs, ungeachtet welcher Gruppe sie zugeordnet waren, zu 130 Ereignissen.

Bei den Implantaten zeigten sich Überlebensraten von 92,2% (95% CI: 81,0-96,9%) nach 5 Jahren und 85,1% (95% CI: 65,7-94,0%) nach 10 Jahren. Für die untersuchten Zähne wurden Überlebensraten von 97,5% (95% CI: 95,5-98,6%) nach 5 Jahren und 95,0% (95% CI: 91,1-97,2%) nach 10 Jahren festgestellt.

Diese Metaanalyse zeigte vergleichbare Überlebens- und Schadenfreiheitsraten der zahn-implantatgetragenen Versorgungen gegenüber konventionellen Versorgungen. Die Überlebensraten der Implantate dieser Metaanalyse waren im Mittel jedoch geringer als die rein implantatgetragenen Versorgungen anderer Studien. Die gleiche Problematik stellte sich bei den Zähnen in Bezug auf zahngetragene Versorgungen heraus. Hier kam es zu vermehrten Verlusten im Vergleich zu den Verlusten von Zähnen bei zahngetragenem Zahnersatz. Dennoch stellt die zahn-implantatgetragene Versorgung eine Alternative gegenüber den konventionellen Methoden dar. Vor allem dann, wenn Freundsituationen gegeben sind, diese festsitzend versorgt werden sollen, jedoch nur ein Implantat inseriert wird (Kostenfaktor, Knochenangebot).

Letztendlich ist festzuhalten, dass nach wie vor ein Bedarf an verlässlichen Studien zu dieser Thematik besteht.

7 Literaturverzeichnis

1. Ackermann, K.L./ Spiekermann, H.: Anzahl der Implantate: So viele wie möglich?- So wenig wie nötig? Pro und contra in der Implantologie, 1. Gemeinschaftstagung der Deutschen Gesellschaft für Implantologie im Zahn- Mund- und Kieferbereich e.V. der Österreichischen Gesellschaft für orale Chirurgie und Implantologie und der Schweizerischen Gesellschaft für orale Implantologie, Salzburg 30.11.- 2.12.2000
2. Akca, K./ Cehreli, M.C.:
Prospektive Zwei- Jahres- Follow- up- Studie zum Vergleich von implantat-
zahngetragenen und implantatgetragenen Freidendbrücken.
Internationales Journal für Parodontologie & Restaurative Zahnheilkunde
28 (6), S. 567- 573 (2008)
3. Astrand, P./ Borg, K./ Gunne, J./ Olsson, M.:
Combination of Natural Teeth and Osseointegrated Implants as Prosthesis
Abutments: A 2- Year Longitudinal Study.
Int J Oral Maxillofac Implants 6 (3), S. 305- 312 (1991)
4. Babbush, C.A./ Kirsch, A./ Mentag, P.J., et al.:
Intramobile cylinder (IMZ) two stage osseointegrated implant system with the
intra mobile element (IME): Part 1. Its rationale and procedure for use.
Int J Oral Maxillofac Implants 2 (4), S. 203- 216 (1987)
5. Bahat, O.:
Treatment planning and placement of implants in the posterior maxillae: Report
of 732 consecutive Nobelpharma implants.
Int J Oral Maxillofac Implants 8 (2), S. 151- 161 (1993)
6. Behneke, N./ Gartner, A.:
Reduzierte Bezahnung. In: Enossale Implantation in der Zahnheilkunde.
Ein Atlas und Lehrbuch, Tetsch, P. 2. Auflage, Hanser München/ Wien, S. 173- 194
(1991)
7. Berglundh, T./ Persson, L./ Klinge, B.:
A systematic review of the incidence of biological and technical complications in
implant dentistry reported in prospective longitudinal studies of at least 5 years.
J Clin Periodontol 29 (3), S. 197- 212 (2002)
8. Boioli, L./ Penaud, J./ Miller, N.:
A meta- analytic, quantitative assesment of osseointegration establishment and
evolution of submerged and non- submerged endosseous titanium oral implants.
Clin. Oral Impl. Res. 12, S. 579- 588 (2001)
9. Brägger, U./ Aeschlimann, S./ Bürgin, W./ Hämmerle, Ch.H.F./ Lang, N.P.:
Biological and technical complications and failures with fixed partial dentures
(FPD) on implants ant teeth after four to five years of function.
Clin. Oral Impl. Res. 12 (1), S. 26- 34 (2000)

10. Brägger, U./ Karoussis, I./ Persson, R./ Pjetursson, B./ Salvi, G./ Lang, N.P.:
Technical and biological complications/ failures with single crowns and fixed partial dentures on implants: a 10- Year prospective cohort study.
Clin. Oral Impl. Res. 16 (3), S. 326- 334 (2005)
11. Cavicchia, F./ Bravi, F.:
Free- standing vs Tooth- connected Implant- supported Fixed Partial Restorations: A Comparative Retrospective Clinical Study of the Prosthetic Results.
Int J Oral Maxillofac Implants 9, S. 711- 718 (1994)
12. Chee, W. W./ Mordohai, N.:
Tooth- to- Implant Connection: A systematic review of the literature and a case report utilizing a new connection Design.
Clin Impl Dent Rel Res 12, (2), S. 122- 133 (2009)
13. Cochran, D.:
A Comparison of Endosseous Dental Implant Surfaces.
J Periodontol 70 (12), S.1523- 1539 (1999)
14. Cochrane Reviewers Handbook
<http://www.cochrane.org>
15. Creugers, N. H. J./ Käyser, A. F./ van`t Hof, M. A:
A Meta- analysis of durability data on conventional fixed bridges.
Community Dent Oral Epidemiol 22 (6), S. 448- 452 (1994)
16. English, C.E.:
Biomechanical concerns with fixed partial dentures involving implants.
Implant Dent 2 (4), S. 221 (1993b)
17. Engquist, B./ Bergendal T./ Kallus, T./ Linden, U.:
A retrospective multicenter evaluation of osseointegrated implants supporting overdentures.
Int J Oral Maxillofac Implants 3 (2), S. 129- 134 (1988)
18. Ericsson, I./ Lekholm, U./ Branemark, P.-I./ Lindh, J./ Glantz, P.-O./ Nyman, S.:
A clinical evaluation of fixed- bridge restorations supported by the combination of teeth and osseointegrated titanium implants.
J clin Periodontol 13 (4), S. 307- 312 (1986)
19. Esposito, M./ Hirsch, J.M./ Lekholm, U./ Thomsen, P.:
Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants (II).
Ethiopathogenesis.
Eur J Oral Sci 106 (3), S. 721- 764 (1998)
20. Fartash, B./ Arvidson, K.:
Long- term evaluation of single crystal sapphire implants as abutments in fixed prosthodontics.
Clin. Oral Impl. Res. 8 (1), S. 58- 67 (1997)

21. Fenton, A./ Jamshaid, D./ Davis, D.:
Osseointegrated fixture mobility.
Journal of Dental Research 66, S. 114 (1987)
22. Finger, I.M./ Guerra, L.R.:
Prosthetic considerations in reconstructive implantology.
Dental Clinics of North America 30 (1), S. 69 (1986)
23. Fletcher, R./ Fletcher, S./ Wagner, E.:
Klinische Epidemiologie.
Ullstein Medical Verlag Wiesbaden (1999)
24. Fröhlich, M.:
Sind Suprakonstruktionen, die Implantate mit natürlichen Zähnen verbinden,
sicher und kostensparend?
Zahnärzteblatt Sachsen 12/01, S. 26- 28 (2001)
25. Fugazzotto, P.A./ Gulbransen, H./ Wheeler, S./ Lindsay, J. :
The use of IMZ osseointegrated implants in partially and completely edentulous
patients: Success and failure rates of 2,023 implant cylinders up to 60 months in
function.
Int J Oral Maxillofac Implants 8 (6), S. 617- 621
26. Gunne, J./ Astrand, P./ Ahlen, K./ Borg, K./ Olsson, M.:
Implants in partially edentulous patients: A longitudinal study of bridges
supported by both implants and natural teeth.
Clin. Oral Impl. Res. 3 (2), S. 49- 56 (1992)
27. Gunne, J./ Astrand, P./ Lindh, T./ Borg, K./Olsson, M.:
Tooth- Implant and Implant Supported Fixed Partial Dentures: A 10- Year Report.
Int J Prosthodont 12 (3), S. 216- 221 (1999)
28. Heinemann, F./ Mundt, T./ Biffar, R.:
Retrospective evaluation of temporary cemented, tooth and implant supported
fixed partial dentures.
Journal of Cranio- Maxillofacial Surgery 34 (2), S. 86- 91 (2006)
29. Henry, P.J./ Laney, W.R./ Jemt, T./ Harris, D./ Krogh, P.H./ Polizzi, G./ Zarb, G.A./
Hermann, I.:
Osseointegrated Implants for single tooth replacement: a prospective 5- year
multicenter study.
Int J Oral Maxillofac Impl 11 (4), 450- 455 (1996)
30. Hita-Carrillo, C./ Hernandez-Aliaga, M./ Calvo-Guirado, J.-L.:
Tooth- implant connection: A bibliographic review.
Med Oral Patol Oral Cir Bucal. Mar 1;15 (2), S. 387- 94 (2010)
31. Hosny, M./ Duyck, J./ Steenberghe, D. van/ Naert, I:
Within- Subject Comparison Between Connected and Nonconnected Tooth- to-
Implant Fixed Partial Prosthesis: Up to 14- Year Follow- up Study.
Int J Prosthodont 13 (4), S. 340- 346 (2000)
32. <http://www.cochrane.org>

33. Jemt, T./ Chai, J./ Harnett, M.R./ Hutton, J.E./ Johns, R.B./ McKenna, S./ McNamara, D.C./ Van Steenberghe, D./ Taylor, R./ Watson, R.M./ Herrmann, I.:
A 5- year multicenter Follow- up report on overdentures supported by osseointegrated Implants.
Int J Oral Maxillofac Implants 11 (3), 291- 298 (1996)
34. Johns R. B./ Jemt, T./ Haeth, M. R./ Hutton, J. E./ McKenna, S./ McNamara D. C., et al.:
A multicenter study of overdentures supported by Branemark implants.
Int J Oral Maxillofac Implants 7 (4), S. 513- 522 (1992)
35. Jokstad, A./ Braegger,U./ Brunski, J.B./ Carr, A.B./ Naert, I./ Wennerberg, A./ Koutsiakakis, G./ Duyck, J./ Quiryneen, M./ Jacobs, R./ Van Steenberghe, D.:
Quality of dental Implants biologic outcome of Implant- supported restorations in the treatment of partial edentulism. Part 1: a longitudinal clinical evaluation.
Int. dental Journal 53, 409- 443 (2003)
36. Karlsson, S.:
A clinical evaluation of fixed Bridges, 10 years following insertion.
Journal of Oral Rehabilitation 13 (5), S. 423- 432 (1986)
37. Kay, H.B.:
Rein implantatgetragene Restaurationen im Vergleich zu implantat- und zahnetragenen Restaurationen- Betrachtung über die prothetische Perspektive.
Int J Par Rest Zahnheilkd 13, S. 47- 69 (1993)
38. Kerschbaum, Th./ Paszyna, C. H./ Klapp, S., Meyer, G.:
Verweilzeit- und Risikofaktoranalyse von festsitzendem Zahnersatz.
Deutsche Zahnärztliche Z. 46 (1), S.20 (1991)
39. Kerschbaum, Th./ Voß, R.:
Zum Risiko der Überkronung.
Deutsche Zahnärztliche Z. 34, S. 740- 743 (1979)
40. Kerschbaum, Th.:
Langzeitüberlebensdauer von Zahnersatz. Eine Übersicht.
Quintessenz 55 (10), S. 1113- 1126 (2004)
41. Kerschbaum, Th./ Faber, F.J./ Riewer, M.:
Langzeitbewährung metallkeramischer Restaurationen nach dem GoldenGate- System.
Poster, 52. Jahrestagung der DGZPW, Rust (2003)
42. Kindberg, H./ Gunne, J./ Kronström, M.:
Tooth- and Implant- Supported Prosthesis: A Retrospective Clinical Follow- up to 8 Years.
Int J Prosthodont 14 (6), S. 575- 581 (2001)
43. Kirkwood, B.R./ Sterne, J.A.C.:
Poisson regression.
Essential Medical Statistics, 249- 269 / 272- 284. Oxford: Blackwell Science Ltd. (2003)

44. Kirsch, A./ Ackermann, K.L.:
The IMZ osseointegrated implant system.
Dental Clinics of North America 33 (4), S. 733 (1989)
45. Koek, B./ Wagner, W.:
Praxis der Zahnheilkunde- Implantologie.
München: Urban & Fischer (2005)
46. Körber, K.H.:
Funktionslehre, Gnathologie, Traumatologie.
In: Körber, K.H. (Hrsg.): Zahnärztliche Prothetik 1, Thieme, S. 14- 24 (1974)
47. Koth, D.L./ McKinney, R.V., Steflik, D.E./ Davis, Q.B.:
Clinical and statistical analysis of human clinical trials with the single crystal aluminium oxide endosteal dental implant: five- year results.
J Prosthet Dent 60 (2), S. 226- 234 (1988)
48. Krämer, A.:
Clinical and roentgenological findings and occlusal measurements at implants in the free end situation.
Oral surgery Oral Diagnosis 1, S. 11- 16 (1990)
49. Lang, N. P./ Pjetursson, B. E./ Tan, K./ Brägger, U./ Egger, M./ Zwahlen, M.:
A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. II. Combined tooth- implant- supported FPDs.
Clin. Oral Impl. Res. 15 (6), S. 643- 653 (2004)
50. Laufer, B.-Z./ Gross, M.:
Splinting osseointegrated implants and natural teeth in rehabilitation of partially edentulous patients. Part 2: Principles and applications.
Journal of Oral Rehabilitation 25 (1), S. 69- 80 (1998)
51. Leempoel, P.J.B./ Käyser, A. F./ van Rossum, G. M. J. M./ De Haan, A. F. J.:
The survival rate of Bridges. A study of 1674 Bridges in 40 dutch general Practices.
Journal of Oral Rehabilitation 22 (5), S. 327- 330 (1995)
52. Lexikon Zahnmedizin/ Zahntechnik 2000: Urban & Fischer Verlag
53. Lill, W./ Matejka, M./ Rambousek, K., et al.:
The ability of currently available stress breaking elements for osseointegrated implants to imitate natural tooth mobility.
Int J Oral Maxillofac Implants 3 (4), S. 281- 286 (1988)
54. Lindh, T./ Gunne, J./ Tillberg, A./ Molin, M.:
A meta- analysis of implants in partial edentulism.
Clin. Oral Impl. Res. 9 (2), S. 80- 90 (1998)
55. Lundgren, D./ Laurell, L.:
Biomechanical aspects of fixed bridgework supported by natural teeth and

- endosseous implants.
 Periodontology 4, S. 23- 40 (1994)
56. McGlumphy, E.A./ Campagni, V.W./ Peterson, L.J.:
 A comparison of the stress transfer characteristics of a dental implant with a rigid or resilient internal element.
 J Prosthet Dent 62 (5), S. 586- 593 (1989)
57. Meskin, L.H./ Brown, L.I.:
 Prevalence and patterns of tooth loss in U.S. employed adult and senior populations.
 Journal of Dental Education 52 (12), S. 686- 691 (1988)
58. Mucic, R./ Krause, A./ Strub, J.R.:
 Erfolgsraten implantatgetragener Restaurationen beim teilbezahnten Patienten-Teil 2.
 Schweizer Monatszeitschrift Zahnmedizin 113 (4), S. 404- 410 (2003)
59. Mühlemann, H.R.:
 Die physiologische und pathologische Zahnbeweglichkeit.
 Schweizer Monatszeitschrift Zahnmedizin 61 (1), S. 1- 71 (1951)
60. Mühlemann, H.R.:
 Tooth mobility: A review of clinical aspects and research findings.
 J clin Periodontol 38 (6), S. 686- 708 (1967)
61. Naert, I.E./ Quirynen, M./ Van Steenberghe, D.:
 A Study of 589 consecutive Implants supporting complete fixed Protheses. Part 2: Prosthetic Aspects.
 J Prosthet Dent 68 (6), 949- 956 (1992)
62. Naert, I.E.:
 The influence of the prosthetic design and the implant type on the tissue reactions around oral implants. Thesis.
 Leuven: Leuven University Press (1991)
63. Naert, I.E./ Duyck, J.A.J./ Hosny, M.M.F./ Steenberghe, D. van:
 Freestanding and tooth- implant connected protheses in the treatment of partially edentulous patients; Part I: An up to 15- Years clinical evaluation.
 Clin. Oral Impl. Res. 12 (3), S. 237- 244 (2001)
64. Nickenig, H.J./ Schäfer, C./ Spiekermann, H.:
 Survival and complication rates of combined tooth- implant- supported fixed partial dentures.
 Clin. Oral Impl. Res. 17 (5), S. 506- 511 (2005)
65. Nickenig, H.J./ Spiekermann, H./ Wichmann, M./ Schlegel, K.A./ Eitner, S.:
 Survival and Complication Rates of Combined Tooth- Implant- Supported Fixed and Removeable Partial Dentures.
 Int J Prosthodont 21 (2), S. 131- 137 (2008)

66. Niedermeier, W./ Proeschel, P.:
Follow- up Studies of mobility parameters of Osseointegrated Implants.
Advanced Prosthodontics Worldwide. (1991)
67. O` Leary, T.J./ Dykema, R.W./ Kafrawy, A.H.:
Splinting osseointegrated fixtures to teeth with normal periodontiums.
In: Laney, W.R./ Tolman, D.E. ed. Tissue integration in oral, orthopedic &
maxillofacial reconstructions.
Chicago: Quintessenz Publishing, S. 48- 59 (1990)
68. Olsson, M./ Gunne, J./ Astrand, P./ Borg, K.:
Bridges supported by freestanding implants versus bridges supported by
tooth and implant. A five- year prospective study.
Clin. Oral Impl. Res. 6 (2), S. 114- 121 (1994)
69. Palmer, A.J./ Sendi, P.P.:
Metaanalysis in oral health care.
Oral Surgery Med Oral Pathol Radiol Endod 87 (2), S. 135- 141 (1999)
70. Palmer, R.M./ Howe, L.C./ Palmer, P.J.:
A prospective 3- year study of fixed bridges linking Astra Tech ST implants to
natural teeth.
Clin. Oral Impl. Res. 16 (3), S. 302- 307 (2004)
71. Palmer, R.M./ Howe, L.C./ Palmer, P.J.:
Eine klinische Studie festsitzender Brücken bei Verbindung von
Implantaten und natürlichen Zähnen.
Z Zahnärztl Impl 19 (4), S. 249- 250 (2004)
72. Pjetursson, B. E./ Tan, K./ Lang, N. P./ Brägger, U./ Egger, M./ Zwahlen, M.:
A systematic review of the survival and complication rates of Fixed partial
dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years. I. Implant-
supported FPDs.
Clin. Oral Impl. Res. 15 (6), S. 625- 642 (2004)
73. Pohl, Ch.:
Nachuntersuchung von metallkeramischen Brücken aus Nichtedelmetallen.
Med. Diss. Köln (2008)
74. Pow, E.H.N./ Wat, P.Y.P./ Chow, T.W.:
Retrievable Cement- Retained Implant- Tooth- Supported Prosthesis: A New
Technique.
Implant Dent 9 (4), S. 346- 350 (2000)
75. Randow, K./ Glantz, P.O./ Zäger, B.:
Technical failures and some related clinical complications in extensive fixed
prosthodontics. An epidemiological study of long- term clinical quality. Acta
Odontol. Scand. 44 (4), S. 241- 255 (1986)
76. Rangert, B./ Gunne, J./ Sullivan, D.Y.:
Mechanical Aspects of a Branemark Implant connected to a natural tooth:
An in vitro study.
Int J Oral Maxillofac Implants 6 (2), S.177- 185 (1991)

77. Richter, E.J.:
Die Verbundbrücke zwischen Zahn und Implantat: Ergebnisse experimenteller und klinischer Untersuchungen.
Med. Habil. Aachen (1992)
78. Richter, E.J./ Orshall, B./ Jovanovic, S.A.:
Dental Implant abutment resembling the two- phase tooth mobility.
Journal of Biomechanics 23 (4), S. 297 (1990a)
79. Richter, E.J./ Orschall, B./ Jovanovic, S.A.:
Dental Implant abutment resembling the twophase tooth mobility.
Journal of Biomechanic 23 (4), S. 297- 306 (1990)
80. Richter, E.J./ Spiekermann, H./ Jovanovic, S.A.:
Tooth to Implant fixed bridges: biomechanics based on in vitro and in vivo measurements.
In: Laney, W.R.; Tolman, D.E.: Tissue integration in oral, orthopaedic and maxillofacial reconstruction.
Quintessenz Publ., S.133- 139 (1990)
81. Sackett, D.L./ Richardson, W.S./ Rosenberg, W.:
Evidenzbasierte Medizin.
Zuckschwerdt München (1999)
82. Schlösser, R./ Kerschbaum, Th./ Ahrens, F.J./ Cramer, M.:
Überlebensrate von Teil- und Vollgusskronen.
Deutsche Zahnärztliche Z. 48, S. 696- 698 (1993)
83. Scurria, M. S./ Bader, J. D./ Shugars, D. A.:
Meta- Analysis of fixed partial denture survival: Protheses and abutments.
J Prosthet Dent 79 (4), S. 459- 464 (1998)
84. Seth, M.:
Verweildaueranalyse von Brücken und Kronenblocks einer Kassenpraxis unter besonderer Berücksichtigung der Verblendung.
Med. Diss. Köln (1995)
85. Sliwowski, K. T.:
Zahn- Implantat- Verbundbrücke: Eine Literaturübersicht.
Dissertation, vorgelegt an der medizinischen Fakultät der RWTH Aachen (1995)
86. Spiekermann, H.:
Implantologie. Farbatlanten der Zahnmedizin 10.
Georg Thieme Stuttgart, New York (1994)
87. Steflik, D.E./ Koth, D.L./ Robinson, F.G./ McKinney, R.V./ Davis, B.C./ Morris, C.F./ Davis, Q.B.:
Prospective investigation of the single- crystal sapphire endosteal dental implant in humans: ten- year results.
J Oral Implantology 21 (1), S. 8-18 (1995)

88. Strub, J. R./ Türp, J. C./ Witkowski, S./ Hürzeler, M. B./ Kern, M.:
Curriculum Prothetik Band 3.
Quintessenz- Verlag S. 1101 (2005)
89. Sullivan, D.Y.:
Prosthetic considerations for utilization of osseointegrated fixtures in the
partially edentulous arch.
Int J Oral Maxillofac Implants 1 (1), S. 38- 45 (1986)
90. Tan, K./ Pjetursson, B. J./ Lang, N. P./ Chan, E. S. Y.:
A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial
dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years.
III. Conventional FPDs.
Clin. Oral Impl. Res. 15 (6), S. 654- 666 (2004)
91. Tangerud, T./ Gronningsaeter, A.G./ Taylor, A.:
Fixed Partial Dentures Supported by Natural Teeth and Branemark System
Implants: A 3- year Report.
Int J Oral Maxillofac Implants 17 (2), S. 212- 219 (2002)
92. Tedesco, L.A./ Garlapo, D.:
Social and economic factors in prosthodontic practice and education.
J Prosth Dent 71 (3), S. 310- 315 (1994)
93. Van Rossen, I.P./ Braak, L.H./ De Putter, C./ De Groot, K.:
Stress- absorbing elements in dental implants.
Journal Prosthet Dent 64 (2), S. 198 (1990)
94. Van Steenberghe, D./ Lekholm, U./ Bolender, C./ Folmer, T./ Henry, P./ Herrman,
I./ Higuchi, K./ Laney, W./ Linden, U./ Astrand, P.:
The applicability of osseointegrated oral implants in the rehabilitation of partial
edentulism: a prospective multicenter study on 558 fixtures.
Int J Oral Maxillofac Implants 5 (3), S. 272- 281 (1990)
95. Walther, W./ Bühler, C./ Heners, M.:
Prothetischer Erhaltungsaufwand bei implantatgestütztem und kombiniert
implantat- zahn- getragenem ZE.
Z Zahnärztl Impl 15, S. 92- 96 (1999)
96. Weinberg, L.A.:
The biomechanics of force distribution in implant- supported bridges.
Int J Oral Maxillofac Implants 8 (1), S. 19- 31 (1993)
97. Weintraub, J.A./ Burt, B.A.:
Oral health status in the US: tooth loss and edentulism.
Journal of Dental Education 49 (6), S. 368- 376 (1985)

8 Anhang

Tab. 1 In die Metaanalyse eingeschlossene Studien

Autor/ Jahr	Design	Anzahl Patienten	Durchschnitts- Alter in Jahren (Spanne)
Beobachtungszeit < 3 Jahre			
Palmer et al./ 2003 *	Prospektiv	19	(27- 65)
Caviccha et al./ 1994	Retrospektiv	27	k. A.
Akca et al./ 2008	Prospektiv	29	48,3 (31- 73)
Pow et al./ 2000	Case Report	1	16
Beobachtungszeit 3- 5 Jahre			
Astrand et al./ 1991 *	Prospektiv, randomisiert	23	57,7
Palmer et al./ 2004 *	Prospektiv	19	(27- 65)
Tangerud et al./ 2002	Prospektiv	29	(40- 89)
Nickenig, Spiekermann/ 2005	Retrospektiv	83	45,5 (22- 61)
Olsson et al./ 1994 *	Prospektiv, randomisiert	23	58
Kindberg et al./ 2001	Retrospektiv	36	60,6 (17- 78)
Brägger et al./ 2000 *	Prospektiv	15	55,7 (23- 83)
Heinemann/ 2006	Retrospektiv	47	52 (36- 75)
Koth et al./ 1988 *	Prospektiv	18	k. A.

Beobachtungszeit > 5 Jahre			
Naert et al./ 2000	Retrospektiv	123	51,8 (20- 79)
Hosny/ Steenberghe/2000	Retrospektiv	18	49,5 (37- 65)
Nickenig, Spiekermann/ 2008	Retrospektiv	224	51,3
Gunne, Astrand/ 1999 *	Prospektiv, randomisiert	23	58
Brägger et al./ 2005 *	Prospektiv	21	58,9 (28- 88)
Heinen et al./ 2008	Retrospektiv	91	59 (33- 78)
Steflik et al./ 1995 *	Prospektiv	17	k. A.
Fartash & Arvidson/ 1997	Prospektiv	14	51,2 (20- 73)

* Patienten, die nach einer Beobachtungszeit von > 5 J. untersucht wurden, wurden auch schon nach einer Beobachtungszeit von 3- 5 J. bzw. < 3 J. untersucht
nicht in jeder Studie wurde die Spanne des Alters der untersuchten Patienten angegeben

Tab. 2 Angaben zu den FPDs/ Zähnen/ Implantaten

Autor/ Jahr	Anzahl FPDs	Anzahl Zähne	Anzahl Implantate	Follow- up
Beobachtungszeit < 3 Jahre				
Palmer et al./ 2003	19	19	19	1
Caviccha et al./ 1994	30	46	45	1,9
Akca et al./ 2008	34	34	34	2
Pow et al./ 2000	2	1	5	2
Beobachtungszeit 3- 5 Jahre				
Astrand et al./ 1991	23	23	23	3
Palmer et al./ 2004	19	19	19	3
Tangerud et al./ 2002	29	86	89	3

Nickenig, Spiekermann/ 2005	84	132	142	4,73
Olsson et al./ 1994	23	23	23	5
Kindberg et al./ 2001	41	85	115	5
Brägger et al./ 2000	18	18	19	5
Heinemann/ 2006	65	108	155	5
Koth et al./ 1988	15	k. A.	28	5
Beobachtungszeit > 5 Jahre				
Naert et al./ 2000	140	313	339	6,5
Hosny/ Steenberghe/2000	18	30	30	6,5
Nickenig, Spiekermann/ 2008	178	449	459	6,7
Gunne, Astrand/ 1999	23	23	23	10
Brägger et al./ 2005	22	24	22	10
Heinen et al./ 2008	91	235	228	10
Steflik et al./ 1995	15	k. A.	28	10
Fartash & Arvidson/ 1997	22	k. A.	27	10

(k. A.: keine Angabe)

Tab. 3 Informationen zu den FPDs

Art d. Studie	total exposure	Bemerkungen	Anzahl totale Mißerfolge/ Verluste/ Neuanfertigung	Rezementierung bzw. problemlose Rep. möglich	Schaden, aber weiter im Mund	Durschnittl. Beobachtungszeit	Anzahl FPD	Auto/ Jahr
Beobachtungszeit < 3 Jahre								
Palmer / 2003	19		0	3	2	1	19	prospektiv
Cavicchia/ 1994	57		0	1	1	1,9	30	retrospektiv
Akca/ 2008	68		1	0	0	2	34	prospektiv
Pow/ 2000	4		0	0	0	2	2	case report
Beobachtungszeit 3- 5 Jahre								
Astrand / 1991	63		2	1	1	3	23	prospektiv, randomisiert
Palmer / 2004	57		0	9	8	3	19	prospektiv
Tangerud/ 2002	87		0	0	5	3	29	prospektiv
Nickenig, Spiekermann/ 2005	410	Ergebnisse auf 5 Jahre bezogen	2	4	12	2- 8; D: 4,73	84	retrospektiv
Olsson/ 1994	105		2	4	1	5	23	prospektiv, randomisiert
Kindberg/ 2001	198	1 nach 3 Jahren, 1 nach 5 Jahren	2	3	5	1,2- 8,9; D: 5	41	retrospektiv
Brägger / 2000	85		1	k. A.	k. A.	5	18	prospektiv

Heinemann/ 2006	65	2- 7; D: 5	5	4	0		325	retrospektiv
Koth/ 1988	15	5	k. A.	k. A.	1		73	prospektiv
Beobachtungszeit >5 Jahre								
Naert/ 2000	140	1,5- 15; D: 6,5	k. A.	28	3		910	retrospektiv
Hosny/ van Steenbergh /2000	18	1,25- 14; D: 6,5	0	0	0		117	retrospektiv
Nickenig, Spiekermann/ 2008	178	2- 10; D: 6,7	5	19	27	Ergebnisse auf 10 Jahre bezogen	1193	retrospektiv
Gunne, Astrand / 1999	23	10	3	0	2		210	prospektiv, randomisiert
Brägger / 2005	22	10	6	5	7		150	prospektiv
Heinen / 2008	91	10	4	4	14		770	retrospektiv
Steflik/ 1995	15	10	k. A.	k. A.	3		133	prospektiv

(k. A.: keine Angabe)

Tab. 4 Informationen zu den Implantaten

Titel/ Autor/ Jahr	Gesamt- Anzahl Implant ate	Durchsch n. Beobacht ungszeit	Anzahl Mißerfolge (nach Benutzung)	Bemerk ungen	total exposure
Beobachtungszeit < 3 Jahre					
Palmer/ 2003	19	1	0		19
Caviccha/ 1994	45	1,9	0		86
Akca/ 2008	34	2	0		68
Pow/ 2000	5	2	1		8
Beobachtungszeit 3- 5 Jahre					
Palmer/ 2004	19	3	0		57
Astrand/ 1991	23	3	2		63
Tangerud/ 2002	89	3	7		254
Nickenig, Spiekermann/ 2005	142	2- 8; D: 4,73	0		672
Olsson/ 1994	23	5	2		105
Kindberg/ 2001	115	1,2- 8,9; D: 5	9 (nach 1 Jahr noch 112 Impl.intakt)	3 nach 6 Monaten, 3 nach 3 Jahren, 3 nach 5 Jahren	542
Brägger/ 2000	19	5	1		95
Heinemann/ 2006	155	2- 7; D: 5	1		770
Koth/ 1988	28	5	6		110
Beobachtungszeit > 5 Jahre					
Naert/ 2000	339	1,5- 15; D: 6,5	10		2139
Hosny/ van Steenberghe/2 000	30	1,25- 14; D: 6,5	0		195
Nickenig, Spiekermann/ 2008	459	2- 10; D: 6,7	3		4336
Gunne, Astrand/ 1999	23	10	2		210
Brägger/ 2005	22	10	5		170
Heinen/ 2008	228	10	3		2250
Steflik/ 1995	28	10	9		207
Fartash & Arvidson/ 1997	27	10	0		270

Tab. 5 Informationen zu den Zähnen

Autor/ Jahr	Anzahl Zähne	Durchsch n. Beobachtungszeit	Anzahl Verluste	Bemerkungen	total exposure
Beobachtungszeit < 3 Jahre					
Palmer/ 2003	19	1	0		19
Caviccha/ 1994	46	1,9	0		87
Akca/ 2008	34	2	0		68
Pow/ 2000	1	2	0		2
Beobachtungszeit 3- 5 Jahre					
Palmer/ 2004	19	3	0		57
Astrand/ 1991	23	3	0		69
Tangerud/ 2002	86	3	1		255
Nickenig, Spiekermann/ 2005	132	2- 8; D: 4,73	3		610
Olsson/ 1994	23	5	0		115
Kindberg/ 2001	85	1,2- 8,9; D: 5	5	2 nach 3 Jahren, 3 nach 5 Jahren	407
Brägger/ 2000	18	5	0		90
Heinemann/ 2006	108	2- 7; D: 5	2		530
Beobachtungszeit > 5 Jahre					
Naert/ 2000	313	1,5- 15; D: 6,5	5		2002
Hosny/ van Steenberghe/ 2000	30	1,25- 14; D:6,5	0		195
Nickenig, Spiekermann/ 2008	449	2- 10; D: 6,7	23		4355
Gunne, Astrand/ 1999	23	10	1		220
Brägger/ 2005	24	10	0		240
Heinen/ 2008	235	10	18		2170

Suchwörter und deren Kombinationen:

- Hybridbrücke/ Hybrid Bridge
- Combined tooth/ implant
- Bridge
- Dental implant*
- Dental prosth* AND implant* supported
- Partial fixed denture or dental ceramic
- Prosthesis failure or dental restauration failure or survival analysis
- Natural tooth* AND implant* AND bridge*
- Complication rates, technical complication
- Implants* AND natural tooth*
- Clinical trial implant* tooth*
- Dental bridge failure
- Tooth abutments bridge implant
- Dental porcelain failures implant
- Survival analysis implant- tooth
- Combining natural teeth and implants as prosthesis abutments
- Fixed bridgework AND tooth AND implant
- Meta- analysis, evaluation studies, review, clinical trial, longitudinal studies
- Meta- analysis tooth* implant*
- Brücke Zahn Implantat
- Verbindung von Implantaten mit natürlichen Zähnen
- Kombinationsbrücke

Tab. 6 ausgeschlossene Studien

Studie	Ausschlussgrund
Beniashvilli, R./ Heymann, C./ Parsanejad, H.R./ Nentwig, G.H.: Zahn- Implantat- und rein Implantatgetragene Rekonstruktionen. Z Zahnärztl Impl 15, S. 87- 91 (1999)	nur Reaktion am Knochenlager untersucht
Block, M., Lirette, D., Gardiner, D., Li, L., Finger, I.M., Hochstedler, J., Evans, G., Kent, J.N., Misiak, D.J., Mendez, A.J., Guerra, L., Larsen, H., Wood, W., Worthington, P.: Prospective Evaluation of Implants Connected to Teeth. Int J Oral Maxillifac Implants 17, S. 473-487 (2002)	keine Angaben über Zustand der Versorgungen
Breeding, L.C., Dixon, D.L., Sadler, J.P., McKay, M.L.: Mechanical considerations for the implant- supported fixed partial denture. J Prosthet Dent 74, S. 487- 492 (1995)	In- vitro Untersuchung
Chee, W., Jivraj, S.: Connecting Implants to Teeth. British Dental Journal 201, S. 629- 632 (2006)	keine Studie bzw. Untersuchung
Clepper, D.P., Ingber, A., Jansen, C.E., Stauts, B.: Should natural Teeth and Osseointegrated Implants be used in combination to support a fixed Prosthesis? Int J Oral Maxillofac Impl 12, S. 855-859 (1997)	Expertenmeinung → keine Studie
Cordaro, L., Ercoli, C., Rossini, C., Torsello, F., Feng, C.: Retrospective evaluation of complete-arch fixed partial dentures connecting teeth and implant abutments in patients with normal and reduced periodontal support. J Prosthet Dent 94, S. 313- 320 (2005)	keine auswertbaren Ergebnisse
Dalkiz, M., Zor, M., Aykul, H., Toparli, M., Aksoy, S.: The Three- Dimensional Finite Element Analysis of Fixed Bridge Restoration supported by the Combination of Teeth and Osseointegrated Implants. Implant Dent 11, S. 293- 300 (2002)	In- vitro Studie
Fugazzotto, P.A., Kirsch, A., Ackermann, K.L., Neuendorff, G.:	nur Intrusion untersucht

Implant/ Tooth- Connected Restorations utilizing Screw- Fixed Attachments: A Survey of 3,096 Sites in Function for 3 to 14 Years. Int J Oral Maxillofac Implants 14, S. 819- 823 (1999)	
Garcia, L.T., Oesterle, L.J.: Natural Tooth Intrusion Phenomenon With Implants: A survey. Int J Oral Maxillofac Implants 13, S. 227- 231 (1998)	nur Intrusion untersucht
Garg, A.K., Chacon, G.: Combining Osseointegrated Implants and Natural Teeth to Rehabilitate Partially Edentulous Patients. Implant Soc 5, S. 9-12 (1994)	keine Studie, nur Ablauf Behandlung beschrieben
Hobkirk, J.A., Tanner, S.R.R.: Load Transmission in Implant Superstructures Supported by Natural Teeth and Osseointegrated Dental Implants. A Preliminary Report. Eur. J. Prosthodont. Rest. Dent. 3, S. 101- 105 (1995)	nur Experiment zur Kraftverteilung in Konstruktion
Lekholm, U., Gröndahl, K., Jemt, T.: Outcome of Oral Implant Treatment in Partially Edentulous Jaws Followed 20 Years in Clinical Function. Clin Impl Dent Res 8, S. 178- 186 (2006)	keine Angaben über Art der Versorgung
Lin, C.L., Wang, J.C., Chang, W.J.: Biomechanical interactions in tooth- implant- supported fixed partial dentures with variations in the number of splinted teeth and connector type: a finite element analysis. Clin. Oral Impl. Res. 19, S. 107- 117 (2008)	In- vitro Studie
Lindh, T., Gunne, J., Danielsson, S.: Rigid Connections Between Natural Teeth and Implants: Technical Note. Int J Oral Maxillofac Implants 12, S. 674- 678 (1997)	nur Beschreibung über Anfertigung der Konstruktion
Pesun, I.J.: Intrusion of Teeth in the Combination Implant- to- Natural- Tooth Fixed Partial Denture: A Review of the Theories. Int J Prosthodont 6, S. 268- 277 (1997)	nur Intrusion untersucht
Quirynen, M., Naert, I., van Steenberghe, D., Dekeyser C., Callens, A.: Periodontal aspects of osseointegrated	keine Unterscheidung zw einzelnen Versorgungsmöglichkeiten

<p>fixtures supporting a partial bridge. An up to 6- years retrospective study. J Clin Periodontol 19, S. 118- 126 (1992)</p>	
<p>Rieder, C.E., Parel, S.M.: Eine Beurteilung über die Intrusion natürlicher Pfeilerzähne mit implantatverbundenen festsitzenden Teilprothesen Int J Paro & rest Zahnheilk 13 (4), S. 323- 335 (1993)</p>	nur Intrusion untersucht
<p>Schlumberger, T.L., Bowley, J.F., Maze, G.I.: Intrusion phenomenon in combination tooth- implant restorations: A review of the literature. J Prosthet Dent 80, S. 199- 203 (1998)</p>	nur Intrusion untersucht
<p>Sheets, C.G., Earthman, J.C.: Tooth Intrusion in implant- assisted prostheses. J Prosthet Dent 77, S. 39- 45 (1997)</p>	nur Intrusion untersucht
<p>Sullivan, D.Y.: Prosthetic Considerations for the Utilization of Osseointegrated Fixtures in the Partially Edentulous Arch. Int J Oral Maxillofac Implants 1 (1), S. 39- 45 (1986)</p>	keine Ergebnisse
<p>Voitik, A.J.: The Small Bridge Case: Implant and tooth supported bridges open new vistas and create modern challenges. Trends & Techniques, S. 38- 43 (1989)</p>	keine Studie bzw Untersuchung
<p>Walther, W., Bühler, Ch., Heners, M.: Prothetischer Erhaltungsaufwand bei implantatgestütztem und kombiniert implantat- zahngetragendem Zahnersatz. Z Zahnärztl Impl 15, S. 92- 96 (1999)</p>	keine genauen Angaben über Pat- Anzahl
<p>Weinberg, L.A., Kruger, B.: Biomechanical considerations when combining tooth- supported and implant- supported Protheses. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 78, S. 22- 27 (1994)</p>	keine Ergebnisse

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus Gründen des Datenschutzes in der elektronischen Fassung meiner Arbeit nicht veröffentlicht.