

Aus dem Institut der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Clinical outcomes of partial and full-arch all-ceramic
implant-supported fixed dental prostheses.

A systematic review and meta-analysis

Erfolgs- und Überlebensraten von vollkeramischem implantatgetragendem

Zahnersatz zur Versorgung zahnloser und teilbezogener Kiefer.

Eine systematische Übersichtsarbeit und Meta-analyse

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Stefano Pieralli

aus Bozen (Italien)

Datum der Promotion: 18.12.2020

Widmung

Für Roberto

Inhaltverzeichnis

Abstract.....	1
Zusammenfassung.....	2
Manteltext.....	4
Einleitung/Fragestellung.....	4
Material und Methodik.....	8
Ergebnisse.....	15
Diskussion.....	18
Abbildungen und Tabellen.....	23
Referenzen.....	34
Eidesstattliche Versicherung.....	38
Anteilerklärung an der ausgewählten Publikation.....	40
Auszug aus der Journal Summary List.....	41
Druckexemplar der ausgewählten Publikation.....	42
Lebenslauf.....	55
Publikationsliste.....	61
Danksagung.....	63

Abstract

Objective:

Aim of this systematic review and meta-analysis was to determine both the survival and the technical complication rates of implant supported fixed dental prostheses made of all-ceramic materials.

Materials and methods:

Three electronic databases (MEDLINE/Pubmed, Cochrane Library, Embase) were screened for relevant articles. Eligibility criteria included clinical investigations, ≥ 15 participants, partial and full-arch all-ceramic implant-supported fixed dental prostheses (P-FDP, FA-FDP) and at least one year of follow up. Multiple variables at the implant and prosthetic levels, including materials, location in the mouth and retention mode were reported. Statistical analyses to assess both failure and complication rates were performed. Finally, 5-year survival and complication estimates were calculated.

Results:

A total of 12 studies were selected out of the 4214 records initially screened. Seven of the included investigations referred to FA-FDPs and five to P-FDPs. All the included studies evaluated solely reconstructions made of veneered zirconia and all the P-FDPs were located in the posterior regions. The overall survival rate of the reconstructions was estimated 98.3% (P-FDP) and 97.7% (FA-FDP) after a follow up of 60 months. Furthermore, the most frequent complication was the chipping of the veneering ceramic, which lead to 5-year complication rates of 22.8% (P-FDPs) and 34.8% (FA-FDPs). Survival rate estimates of the supporting implants resulted in 98.5% for P-FDPs and 99.4% for FA-FDPs after 5 years. None of the evaluated confounding variables had a significant influence on the main outcomes.

Conclusions:

High survival rates resulted for all-ceramic implant-supported P- and FA-FDPs at both the implant and reconstruction levels. However, technical complications (chipping) were frequent. Further long-term clinical investigations, which also evaluate additional all-ceramic materials, are needed.

Zusammenfassung

Ziele:

Die Bestimmung der Überlebens- und technischen Komplikationsrate vollkeramischer implantatgetragener Brücken zum partiellen (*engl.*: „*partial all-ceramic implant-supported fixed dental prostheses, P-FDP*“) und vollständigen Zahnersatz (*engl.*: „*full arch all-ceramic implant-supported fixed dental prostheses, FA-FDP*“). Darüber hinaus wurde die Überlebens- und Komplikationsrate der tragenden Implantate kalkuliert.

Materialien und Methoden:

Unter Zuhilfenahme dreier Datenbanken (MEDLINE/PubMed, Cochrane Library und Embase) wurde eine elektronische Suche durchgeführt. Es sollten relevante Studien mit einem durchschnittlichen Beobachtungszeitraum von mindestens einem Jahr und ≥ 15 Patienten identifiziert werden. Dabei wurden Daten zu folgenden Parametern erhoben: Überlebensraten von Implantaten und prothetischen Versorgung, technische Komplikationen und potentielle Einflussfaktoren (z. B. verarbeitete Werkstoffe, Befestigung des Zahnersatzes oder Implantatposition). Misserfolgs- und Komplikationsraten wurden mit Hilfe von Poisson-Regressionsmodellen analysiert, um 5-Jahres-Überlebens- und Komplikationsraten zu kalkulieren.

Ergebnisse:

Fünf Studien der P-FDP Gruppe sowie sieben Studien der FA-FDP Gruppe entsprachen den Einschlusskriterien und konnten für eine Metaanalyse herangezogen werden. Insgesamt wurden 540 Versorgung analysiert. Hierbei wurde in allen Studien Zahnersatz aus verblendetem Zirkoniumdioxid (ZrO_2) untersucht. Alle P-FDPs waren im Seitenzahnbereich lokalisiert. Im Rahmen der Metaanalyse konnte eine Überlebensrate der prothetischen Versorgung von jeweils 98,3 % (P-FDP) und 97,7 % (FA-FDP) errechnet werden. Dennoch führten regelmäßig auftretende Abplatzungen der Verblendkeramik (*engl.*: „*chipping*“) zu 5-Jahres-Komplikationsraten von 22,8 % (P-FDP) und 34,8 % (FA-FDP). Die mittlere Überlebensrate der Implantate lag nach 60 Monaten bei 98,5 % (P-FDP) und 99,4 % (FA-FDP). Es wurde von einer Schraubenlockerung sowie elf Dezementierungen der Brücken berichtet. Keine Variable hatte einen signifikanten Einfluss auf die Überlebens- oder Komplikationsraten.

Schlussfolgerungen:

Vollkeramische implantatgetragene P- und FA-FDPs aus verblendetem Zirkoniumdioxid zeigen hohe Überlebens-, jedoch inakzeptable technische Komplikationsraten des Verblendmaterials. Deshalb gilt es die klinische Eignung sowie den langfristigen Erfolg dieser Versorgungen kritisch zu bewerten.

Manteltext

Einleitung/Fragestellung

Diese Dissertationsschrift wurde im Rahmen einer Publikationspromotion erfasst und bezieht sich auf folgenden Artikel:

Pieralli S, Kohal R-J, Rabel K, von Stein-Lausnitz M, Vach K, Spies BC. Clinical outcomes of partial and full-arch all-ceramic implant-supported fixed dental prostheses. A systematic review and meta-analysis. Clinical Oral Implants Research. 2018;29(S18):224-36.

Verlorene Zähne reduzieren je nach Anzahl und Lokalisation das Maß der Kaufunktion (1) und die davon abhängige Ernährungsfähigkeit (2). Darüber hinaus entstehen bei Zahnverlust häufig sowohl phonetische als auch ästhetische Einschränkungen (3). PatientInnen, die den Verlust eines oder mehrerer Zähne erleben, stellen sich im Anschluss oft mit dem Wunsch nach einer funktionsfähigen und ästhetischen Versorgung beim Zahnarzt vor. Hierbei stehen sowohl festsitzende (z. B. Brücken) als auch herausnehmbare (z. B. Modellgussprothesen) und kombiniert festsitzend/ herausnehmbar (z. B. Teleskopprothesen) Therapieoptionen zur Verfügung, mit denen die entstandenen Lücken versorgt werden können. Oftmals bevorzugen PatientInnen ‚feste Zähne‘. Damit sind in der Regel prothetische Versorgungen gemeint, die durch einen Zement befestigt und nicht abnehmbar sind. Alternativ kann der Zahnersatz auch auf Implantaten verschraubt sein, wodurch dieser sich lediglich vom Zahnarzt abnehmen lässt (bedingt abnehmbarer Zahnersatz, ZE).

Bis zum Einsatz oraler Implantate beschränkte sich bei Zahnverlust die Möglichkeit von festsitzenden Versorgungen auf zahnetragene Brücken. Dafür müssen die Nachbarzähne, selbst ohne eigentlichen Therapiebedarf, aus prothetischen Gründen beschliffen werden, um als Brückenpfeiler (Verankerung) zu dienen. Bedingt durch das Beschleifen der klinischen Kronen kann es aber zur Irritation der Pulpa bzw. Pulpanekrose kommen, die meist mit Schmerzen einhergeht und Folgetherapien, beispielweise im Sinne einer Wurzelkanalbehandlung, benötigt. Weiterhin tritt speziell bei mehrgliedrigen Brücken häufig das Problem auf, dass bei hoffnungsloser Prognose

von strategischen Brückenpfeilern eine erneute festsitzende Versorgung nicht mehr infrage kommt.

Orale Implantate dienen als künstliche Wurzeln und können verlorengegangene Zähne ersetzen. Damit erlauben sie die Zahnhartsubstanz zu schonen, da kein Beschleifen der an die Lücke angrenzenden Nachbarzähne erforderlich ist. Nach der Insertion in den Kiefer geht das Implantat mit dem umliegenden Knochen einen enganliegenden, knöchernen Verbund ein (sog. Osseointegration), was der Stabilisation des Implantats dient. Darüber hinaus kann im Anschluss an die Einheilungsphase das Implantat mit Zahnersatz versorgt und anschließend mit voller Kaukraft belastet werden. Implantatgetragene festsitzende Rekonstruktionen können entweder in Form von Einzelkronen oder im Fall von zwei oder mehr Implantaten als mehrgliedrige Brücken gestaltet sein. Dabei bezieht sich der Begriff *festsitzend* auf die Befestigungsart der Rekonstruktionen, die hauptsächlich durch Verschrauben oder Zementieren erfolgt. Die prothetische Rekonstruktion zahnloser Bereiche ermöglicht die Wiederherstellung der mastikatorischen, phonetischen und ästhetischen Funktion und verhindert gleichzeitig sowohl eine Kippung der Nachbarzähne als auch die Elongation der Antagonisten. Seit etwa vier Jahrzehnten werden Implantate zur Unterstützung prothetischer Rekonstruktionen in Anspruch genommen (4). Dabei dient Titan als das am meisten untersuchte und verwendete Material zur Herstellung von oralen Implantaten. Dieses Material zeigte in einer Vielzahl präklinischer und klinischer Studien exzellente mechanische wie auch biologische Eigenschaften (5, 6).

Heute steht dem Kliniker eine große Auswahl an verschiedenen Implantatsystemen zur Verfügung, die sich z. B. durch das Design oder die Oberflächenbearbeitung unterscheiden. Darüber hinaus werden kontinuierlich neue Implantattypen auch aus einem anderen Materialien (z. B. Zirkoniumdioxid, ZrO_2) auf den Markt gebracht. Infolge präklinischer Untersuchungen dienen klinische Studien unter anderem dazu, potenzielle biologische Komplikationen frühzeitig und möglichst vor einer Markteinführung des Produkts zu erkennen. Dabei stellen z. B. das Implantatmaterial, das Implantatdesign sowie die periimplantäre Hart- und Weichgewebeintegration zentrale Parameter für die Bewertung einer bestimmten Therapie und deren Weiterentwicklung dar (7, 8). Zudem dienen die Dokumentation und die Auswertung der PatientInnenzufriedenheit (*engl.: patient reported outcome measures, PROMs*) einer verbesserten und objektiveren Beurteilung der Therapie (9).

In Bezug auf den heutigen Forschungsstand konnte anhand klinischer Daten gezeigt werden, dass orale Implantate, die mit Einzelkronen oder Brücken versorgt werden, eine erfolgreiche Behandlungsalternative darstellen (10, 11). Für die Herstellung prothetischer Rekonstruktionen wird klassischerweise Metallkeramik als Kombination von Werkstoffen verwendet. Dabei werden keramische Verblendmassen manuell auf ein metallisches Gerüst aufgeschichtet und es entsteht nach mehreren Sinterungszyklen im Ofen die zahnfarbene Krone bzw. Brücke. Im Anschluss wird die fertige Rekonstruktion mittels eines Verbindungselements, das als ‚Zahnstumpf‘ dient und häufig auch ‚Abutment‘ oder ‚Mesostruktur‘ genannt wird, auf dem Implantat fixiert. Den Goldstandard für die Versorgung dentaler Implantate stellt weiterhin die Metallkeramik dar, da diese das am besten untersuchte Restaurationsmaterial ist. Trotz der guten Datenlage können auch metallkeramische Restaurationen technische Komplikationen aufweisen, wie ein Absplittern der Verblendkeramik bei verblendeten Rekonstruktionen (*engl.*: „chipping“) (12). Darüber hinaus werden metallische Werkstoffe in der prothetischen Zahnheilkunde zunehmend durch Keramiken substituiert (13).

Ähnlich wie bei den Implantaten hat sich auch das Spektrum der prothetischen Versorgungsmöglichkeiten, speziell im Sinne der Werkstoffe, erweitert. Dabei hat das Einführen der CAD-/CAM-Technologie (*engl.*: *Computer-Aided-Design/Computer-Aided-Manufacturing*) die Zahnmedizin und die Zahntechnik revolutioniert. Eine digitale Fertigungsstrecke ermöglicht zum einen das virtuelle Design und zum anderen die maschinelle, computergestützte Fertigung prothetischer Komponenten durch subtraktive Techniken (Fräsen, Schleifen) oder additive Druckverfahren. Eine Vielzahl von Produkten für die Herstellung provisorischer und definitiver Einzelkronen sowie mehrgliedriger Brücken ist auf dem Markt verfügbar. Es handelt sich hierbei überwiegend um Keramiken und Kunststoffe. Das am häufigsten verwendete Material für die Herstellung von definitiven implantatgetragenen Kronen und Brücken ist Keramik. Hierbei kommt für die metallfreie Gestaltung definitiver mehrgliedriger Brücken hauptsächlich ZrO_2 infrage. ZrO_2 ist eine Oxidkeramik mit exzellenten mechanischen Eigenschaften, die abhängig von ihrem Ausgangszustand (teil- oder durchgesintert) subtraktiv durch Schleifen oder Fräsen bearbeitet werden kann. Ähnlich wie bei metallkeramischen Brücken bedürfen auch ZrO_2 -basierte Rekonstruktionen häufig einer

Verblendung, was die entsprechende Rekonstruktion anfälliger für technischen Komplikationen, wie z. B. das Absplittern der Verblendkeramik, macht.

Aufgrund der kompromissbehafteten Ästhetik des ursprünglich verwendeten ZrO_2 (sog. „erste Generation“) bedingt durch eine hohe Opazität, entsprach die vollanatomische (=monolithische; unter Verzicht auf eine Verblendkeramik) Herstellung implantatgetragener Brücken nicht den optischen Erwartungen der PatientInnen und es bedurfte einer Verblendung mit transluzenteren, aber fragilere, Glaskeramiken (14, 15). Mittlerweile sind jedoch ZrO_2 -Keramiken hinsichtlich ihrer optischen Eigenschaften weiterentwickelt worden, sodass der Einsatz von Verblendkeramiken langfristig gegebenenfalls als hinfällig zu erachten ist (16). Somit gilt es weiterhin, den potenziellen Einfluss dieser neuartigen und bis dato kaum wissenschaftlich untersuchten prothetischen Werkstoffe hinsichtlich ihrer Überlebens- und Erfolgsquote im Rahmen ihrer Indikation zur Fertigung von Zahnersatz oder Implantaten zu evaluieren (17). Um einen objektivierten Überblick der Forschungsergebnisse zu den prothetischen Werkstoffen und deren potenziellem Einfluss auf die tragenden Implantate zu ermöglichen, kommen systematische Übersichtsarbeiten (*engl.: systematic reviews*) infrage. Diese, nach den Kriterien der evidenzbasierten Medizin (EbM) erfassten Untersuchungen, unterscheiden sich von narrativen Übersichtsarbeiten in Bezug auf die non-selektive, objektivierete Literaturlauswahl auf der Basis von Suchbegriffen sowie vorab definierten Ein- und Ausschlusskriterien.

Die Europäische Gesellschaft für Osseointegration (*engl.: European Association for Osseointegration, EAO*) veranstaltet dreijährlich eine Konsensus-Konferenz, um den Stand des fachlichen Wissens im Bereich der oralen Implantologie festzustellen und weitere Fortschritte auf wissenschaftlicher Basis zu analysieren. Im Rahmen dieser Veranstaltung werden Leitlinien erstellt, die im Nachhinein von den jeweiligen nationalen Gesellschaften (z. B. Deutsche Gesellschaft für Implantologie, DGI) in Anspruch genommen werden. Ein internationales wissenschaftliches Komitee wählte die von vier Arbeitsgruppen zu überprüfenden Themen für die 5. Konsensus-Konferenz im Jahr 2018 in Pfäffikon (Schweiz) aus.

Diese Übersichtsarbeit mit dem Titel „Clinical outcomes of partial and full-arch all-ceramic implant-supported fixed dental prostheses. A systematic review and meta-analysis“ wurde für die Arbeitsgruppe Nummer 3 vorbereitet, die sich im Rahmen der

Konsensus-Konferenz mit dem Thema Rekonstruktionen (*engl.: reconstructions*) beschäftigte.

Die Fragestellung der vorliegenden Übersichtsarbeit befasste sich zum einen mit der Überlebensrate implantatgetragener vollkeramischer Brücken und zum anderen mit deren Komplikationsraten nach einer durchschnittlichen Tragezeit von 12 Monaten.

Ziel der vorgestellten Übersichtsarbeit war es, die in der Literatur verfügbaren klinischen Daten zu vollkeramischen, implantatgetragenen, mehrgliedrigen Versorgungungen in klinischen Studien zu analysieren. Darüber hinaus wurden weitere Parameter wie die Befestigung der prothetischen Rekonstruktionen, der Belastungszeitpunkt der Implantate, das Implantat- und Abutmentmaterial sowie die Position und Anzahl der Implantate herangezogen, um einen möglichen Einfluss auf den klinischen Erfolg des Zahnersatzes und der Implantate zu überprüfen.

Material und Methodik

Hochwertige systematische Reviews werden basierend auf einer klar formulierten Fragestellung und anhand strenger Richtlinien durchgeführt. Die Vorgaben des PRISMA Statements (*engl.: preferred reporting items for systematic reviews and metaanalyses*) wurden für die Durchführung dieser systematischen Übersichtsarbeit und Metaanalyse berücksichtigt. Das PRISMA Statement wurde im Jahr 2009 publiziert und enthält sowohl eine 27 Punkte lange Checkliste als auch ein Flowchart, die für eine methodische und transparente Gestaltung der Untersuchung gedacht sind. Weiterhin entspricht diese Studie den aktuellen EQUATOR-Richtlinien (<http://www.equator-network.org>) für die Erstellung eines leserfreundlichen, nachvollziehbaren und klinisch relevanten Manuskripts. Die sog. PICO-Fragestellung (*engl.: patient, intervention, comparison, outcomes*), welche die klinischen Zielparameter einer Studie erfasst, wurde bei der Konzeption dieser Übersichtsarbeit wie folgt formuliert: PatientIn (*patient*): ProbandInnen, die den Verlust mehrerer Zähne erlitten haben und deshalb zu Beginn der klinischen Studie teil- oder unbezahlt waren; Intervention (*intervention*): Ausschließlich rein implantatgetragene Teil- oder Full-Arch-Brücken (P oder FA-FDPs) aus vollkeramischen Materialien wurden berücksichtigt. Vergleichsintervention (*comparison*): Es bestand keine Kontrollgruppe, die als Vergleich verwendet wurde. Die

Prognose der Therapie diene als Kernfragestellung. Zielgröße (*outcomes*): Feststellung von Überlebens- und Komplikationsraten auf Implantat- und Zahnersatzniveau; im Anschluss wurde der potenzielle Einfluss mehrerer klinischer Parameter evaluiert.

Der Vollständigkeit halber wurden sowohl eine elektronische als auch eine manuelle Literaturrecherche durchgeführt. Drei elektronische Datenbanken wurden hinsichtlich relevanter Artikel gescreent, unter anderem die Suchmaske PubMed (www.pubmed.gov), mit Zugang zur Nationalbibliothek (NLM) für Medizin (MEDLINE). Diese beinhaltet über 12×10^6 bibliografische Referenzen von über 4600 fachspezifischen Journalen und dient somit als die bekannteste und größte medizinische Bibliothek der Welt. Die zweite Datenbank, Embase (www.embase.com), enthält mehr als 8.200 Zeitschriften und gilt seit 1947 als eine der bedeutsamsten elektronischen Datenbanken speziell für europäischen Zeitschriften im Bereich Biomedizin. Als dritte Datenbank wurde die Cochrane Library (www.cochranelibrary.com) gewählt, die als elektronische Datenbank für die im Jahr 1993 gegründete internationale Organisation Cochrane (Cochrane Collaboration) dient. Dieses nach dem englischen Arzt Sir Cochrane benanntes internationales Netzwerk besteht aus Fachleuten in unterschiedlichen Gesundheitsbereichen, die das Bestreben haben, medizinische Evidenz durch hochwertige Übersichtsarbeiten und Metaanalysen zu verbreiten. Darüber hinaus wurden zusätzlich die Referenzen der inkludierten Studien berücksichtigt, um eine gründliche Suche und den Einschluss aller relevanten Artikel zu gewährleisten. Für jede Datenbank wurden daraufhin spezifische Kombinationen von Wörtern (Freitext) und/oder definierten Fachtermini, die den Artikelinhalt samt Titel und Abstract beschreiben, verwendet. Die so gewonnenen Ergebnisse wurden in einer für das Literaturmanagement geeigneten Software gespeichert (EndNote X8.1; Thomas Reuters).

Um eine Untersuchung in die vorliegende Übersichtsarbeit einschließen zu können, mussten Kriterien berücksichtigt und erfüllt werden. Zum einen sollte es sich um klinische Studien mit einer Mindestanzahl von 15 Probandinnen und einem durchschnittlichen Beobachtungszeitraum ab Eingliederung der Brücken von mindestens einem Jahr handeln. Auf diese Weise sollten Studien mit einer niedrigen klinischen Evidenz wie Fallberichte oder Untersuchungen mit kurzem Beobachtungszeitraum ausgeschlossen werden. Studien mit unterschiedlichen Designs, sowohl prospektiv als auch retrospektiv, wurden berücksichtigt, wobei

retrospektive Untersuchungen, die eine Zielgröße rückwirkend analysieren, in der Regel eine niedrigere Wertigkeit als prospektive zeigen. Weiterhin beschränkte sich die Materialwahl ausschließlich auf implantatgetragene Versorgungen aus Keramik oder keramikähnlichen Materialien. So wurde z. B. jede Art von metallischem Gerüst oder acrylischer Verblendung ausgeschlossen. Auch Studien mit zahngestützten oder implantat- und zahngestützten Brücken (auch Verbundbrücken genannt) wurden ausgeschlossen. Im Gegensatz dazu wurden seitens des EAO-Komitees keine Vorgaben für das Material des Abutments definiert, somit konnten z. B. auch metallbasierte Abutments inkludiert werden.

Für eine korrekte Klassifizierung der in den Studien verwendeten Werkstoffe musste entweder der kommerzielle Name oder die chemische Zusammensetzung sowohl vom Gerüst als auch von der Verblendung dokumentiert sein. Darüber hinaus sollten detaillierte Daten zu den implantatgetragenen mehrgliedrigen Versorgungen bei teil- und unbezahnten PatientInnen zur Verfügung gestellt werden, z. B. die Angabe der Gesamtzahl der Rekonstruktionen, Implantate/Abutments und Brückenglieder zu Beginn und am Ende des Beobachtungszeitraums. Bei Studien, die verschiedene Restaurationstypen oder Materialien einschlossen (z. B. Verbundbrücken oder ein- und mehrgliedrige Versorgungen), wurden die AutorInnen per E-Mail kontaktiert und gebeten, die entsprechenden restaurationspezifischen Datensätze zur Verfügung zu stellen. In dem Bestreben, alle relevanten Artikel zu identifizieren und um einen Verlust durch Sprachbarrieren zu vermeiden, wurden neben englischen und deutschen auch italienische sowie spanische Artikel durchsucht und gegebenenfalls eingeschlossen. Artikel in weiteren Sprachen, z. B. Chinesisch, konnten aufgrund der begrenzten Sprachkenntnisse der AutorInnen dieses Reviews nicht selektiert werden. Die gesamte endgültige Literaturrecherche erfolgte an einem Tag (07.12.2017) an dem alle genannten Datenbanken zur Extraktion der Suchergebnisse verwendet wurden. Darüber hinaus wurden keine weiteren Ausschlusskriterien im Sinne von z. B. Zeitbegrenzungen berücksichtigt, um potenziell bedeutsame Artikel nicht aufgrund ihres Erscheinungsdatums auszuschließen.

Für jede der drei Datenbanken werden spezifische Suchkriterien benötigt, um möglichst umfangreiche Recherchen durchzuführen. Es wurden jeweils drei Blöcke von Schlagwörtern (Freitext) bzw. definierten Fachtermini (*engl.: controlled-indexed vocabulary; MEDLINE: MeSH terms=Medical Subject Headings, Embase: Emtree*

terms) verwendet und miteinander kombiniert („AND“). Um möglichst alle relevanten Artikel zu identifizieren, bestand jeder Block selbst ebenfalls aus Kombinationen von Schlagwörtern (Freitext) oder („OR“) Fachtermini. Dabei stand der erste Block für die Gestaltung bzw. Befestigungsart des Zahnersatzes (festsitzend), um z. B. abnehmbare prothetische Versorgungen auszuschließen. Der zweite Block beschränkte sich auf den Halt (implantatgetragen), um zahn-, implantat-zahn oder schleimhautgetragene Rekonstruktionen auszuschließen. Letztendlich kennzeichnete der dritte Block den zur Fertigung des Zahnersatzes verwendeten Werkstoff (begrenzt auf keramische Materialien), um metall- und kunststoffbasierte Versorgungen auszuschließen (Abb. 1). Um die Sensitivität der Suche zu optimieren, wurde zum Teil mit sog. *wildcards* gearbeitet. Der Begriff ‚Wildcard‘ stammt aus dem Kartenspiel und ist ein Terminus der Computersprache, der sich auf die flexible z. B. Wortendung mit einem oder mehreren unterschiedlichen Zeichen bezieht. Normalerweise werden dafür Asterisken verwendet, welche die die Funktion des Platzhalters einnehmen und als eine beliebige, an ein Suchwort angrenzende Zeichenkette interpretiert werden können. Dies wird häufig bei den elektronischen Recherchen verwendet (*engl.: partial phrase searching*), um alle möglichen Endungen eines Suchbegriffs mit einzubeziehen, ohne diesen mehrfach zu nennen (z. B. Ein- und Mehrzahl desselben Begriffs).

Anschließend wurden alle Artikel, die sowohl durch die elektronische als auch durch die manuelle Suche entstanden, identifiziert und überprüft. Der Datenerfassungsprozess erfolgte durch zwei Autoren dieser Übersichtsarbeit (S. P. und B. C. S.), die unabhängig voneinander die auf den oben genannten Begrifflichkeiten basierenden Suchergebnisse der drei eingeschlossenen Datenbanken sichteten und relevante Ergebnisse selektierten. Nach der Eliminierung von Duplikaten (überlappende Ergebnisse der unterschiedlichen Datenbanken) wurden zunächst alle Studien auf Basis ihres Titels und des Abstracts gescreent und bewertet. Lieferten diese keine ausreichende Information zu den Ein- und Ausschlusskriterien, wurde der komplette Artikel beschafft und gelesen. Anschließend wurden die relevanten Artikel in die Studie inkludiert. Bei abweichenden Bewertungen der beiden Autoren wurde ein dritter Autor (R.-J. K.) zur Diskussion hinzugezogen und eine finale Entscheidung im Konsens getroffen.

Folgende Schritte waren die Datenextraktion und -analyse aus den inkludierten Artikeln, wobei relevante Informationen aller eingeschlossenen Studien in einer Excel-Tabelle erfasst und kategorisiert wurden. Mehrere für diese Untersuchung relevante Daten

wurden dokumentiert, wie z. B. die Anzahl der untersuchten PatientInnen, ihr Alter sowie die Nachsorgeintervalle. Informationen über das Design (prospektiv randomisiert, prospektiv nicht randomisiert, retrospektiv) und das Setting (Universität, Privatpraxis) der Studien wurden ebenso erfasst. In Bezug auf die therapeutischen Eingriffe wurden relevante Auskünfte über mögliche Ausfälle (*engl.: drop outs*) vermerkt. Dabei wurde die Anzahl der Rekonstruktionen sowie der Implantate bzw. der ersetzten Zähne zum Zeitpunkt der definitiven Eingliederung (Baseline) und am Ende des Beobachtungszeitraums dokumentiert. Darüber hinaus wurden Frakturen des Gerüsts oder der Verblendung sowie Schraubenlockerungen und jede Art von Retentionsverlust (z. B. Dezementierung) als technische Komplikationen dokumentiert. Außerdem wurden der Werkstoff der Implantate und Abutments sowie die Befestigungsart der Rekonstruktionen (zementiert, verschraubt) und ihre Position in der Mundhöhle (Frontzahn- oder Seitenzahnbereich, Ober- oder Unterkiefer) vermerkt. Abschließend erfolgte die Erfassung des Belastungszeitpunkts (sofort nach der Implantation oder verzögert) und der Abbruchrate.

Verschiedene Studientypen können unterschiedliche potenzielle methodische Fehler beinhalten und eine der Hauptaufgaben einer systematischen Übersichtsarbeit ist es, die Qualität der Ergebnisse der Primärstudien und die möglichen Fehlerquellen (*engl.: sources of bias*) zu identifizieren. Deshalb ist bei der Erstellung einer systematischen Übersichtsarbeit die Evaluation der methodischen Qualität der relevanten Studien notwendig. Um die entstandenen Studienergebnisse standardisiert und möglichst hochqualitativ zu vergleichen und um eine mögliche Beeinflussung der Studienergebnisse zu bewerten, wurden die eingeschlossenen Studien anhand definierter Kriterien klassifiziert. Abhängig vom Studiendesign können spezifische Qualitätsskalen zur Sicherung und Kontrolle der entstandenen Primärdaten benutzt werden.

Hierbei wurden alle in diesem Review eingeschlossenen randomisierten kontrollierten klinischen Studien (*engl.: randomized controlled clinical trials, RCTs*) anhand des Risk-of-Bias(RoB)-Tool der Cochrane Collaboration analysiert. Dieses erlaubt eine detaillierte Evaluation bzw. Bewertung von RCTs anhand unterschiedlicher potenzieller Verzerrungsquellen. Dabei werden sowohl eine externe als auch eine interne Studienvalidität in Anspruch genommen. Die erste bezieht sich unter anderem auf das PatientInnenalter, Geschlecht, die Krankengeschichte, den Behandlungsplan sowie die

Erfahrung der Operateure. Die zweite unterscheidet sich in: „selection bias“, „performance bias“, „detection bias“, „attrition bias“ und „reporting bias“. Die sogenannte selection bias (Stichprobenverzerrung) bezieht sich auf die Auswahl und Zuteilung der Studienteilnehmer, dabei werden unter anderem sowohl die Technik der Randomisierung als auch deren Geheimhaltung evaluiert. Weiterhin kann es im Rahmen der Intervention (in diesem Fall: Versorgung mit vollkeramischen implantatgetragenen P- und FA-FDPs) zu unterschiedlichen Bedingungen für den PatientInnen kommen (*engl.: performance bias*). Mit „detection bias“ ist eine Beeinflussung bzw. Verzerrung des Endergebnisses gemeint. Dies kann z. B. durch Verblindung des Studienarztes (z. B. Geheimhaltung der Therapie) minimiert werden, obwohl das in klinischen Untersuchungen nicht immer realisierbar ist. Im Fall von PatientInnen-Drop-outs oder von Nichterscheinen zu den geplanten Nachuntersuchungen (*engl.: loss-to-follow-up*) kann unter Umständen der Effekt der Randomisierung entfallen (*engl.: attrition bias*). Letztendlich kann auch das selektive Berichten der Ergebnisse zu verzerrten Daten führen: In diesem Fall wird von „reporting bias“ gesprochen.

Für die qualitative Bewertung der restlichen inkludierten klinischen Studien, unabhängig davon, ob prospektiv oder retrospektiv, wurde die Newcastle-Ottawa-Skala (NOS) verwendet. Diese auch von der Cochrane Collaboration empfohlene Skala entstand aus einer Zusammenarbeit der Universitäten von Newcastle (Australien) und Ottawa (Canada) und dient der Evaluation im Rahmen systematischer Übersichtsarbeiten und Metaanalysen von nichtrandomisierten Studien, inklusive Fall-Kontroll- und Kohortenstudien. Damit werden grundsätzlich das Design, der Inhalt und der Schwierigkeitsgrad der Datenverarbeitung klassifiziert, um in Metaanalysen Aussagen zur Interpretation einzelner Studien objektiv zu treffen. Das Bewertungsprotokoll basiert auf der Vergabe von maximal neun Sternen (0 = niedrigste methodische Qualität; 9 = höchste methodische Qualität), die im Fall von hochqualitativen Kriterien vergeben werden können, und beinhaltet drei Kategorien: „selection“, „comparability“ und „outcome“. Zusammengefasst werden unter der Gruppe „selection“ die Kriterien zur Auswahl und Exposition der Interventions- und Kontrollgruppen evaluiert, sowie die Festlegung, dass das Endergebnis nicht bereits am Anfang der Studie bekannt war. Die Kategorie „comparability“ befasst sich mit dem Vergleich der evaluierten Kohorten und ermittelt, nach welchen Parametern dies stattfindet. Letztendlich bezieht sich die

Kategorie „outcome“ auf drei Fragestellungen, wobei sich die erste mit der Feststellung des Endergebnisses befasst, während die zwei weiteren sich mit der Länge und der Drop-out-Rate der ProbandInnen beschäftigen. Dabei können für die Kategorie „selection“ nicht mehr als vier Sterne vergeben werden, maximal zwei Sterne für die Kategorie „comparability“, während Kategorie „outcome“ mit einer maximalen Anzahl von drei Sternen bewertet werden kann.

Im Anschluss an die Bewertung der einzelnen Studien erfolgten das Addieren der vergebenen Sterne und somit eine transparente Feststellung der Qualität der Studienmethodik aller inkludierten Untersuchungen. In dieser Untersuchung wurde im Fall von insgesamt < 5 Sterne die Qualität der Studienmethodik als niedrig bewertet, zwischen 5 und 7 als mittel, während sie für > 7 Sterne als hochqualitativ galt. Zwei Autoren (S. P. und B. C. S.) evaluierten unabhängig voneinander die eingeschlossenen Studien und der Cohens Kappa-Test wurde anschließend verwendet, um die Übereinstimmung der Autoren bei der Bewertung festzustellen.

Die statistische Analyse dient als Zusammenfassung und Evaluation der Primärdaten der einzelnen eingeschlossenen Studien. Dabei werden die Daten auf deren Homogenität geprüft, um zu ermitteln, ob eine Metaanalyse als mittelwertige Berechnung der Ergebnisse infrage kommen kann. Nicht jede Übersichtsarbeit enthält eine Metaanalyse und bei heterogenen Daten limitiert sich die statistische Analyse auf eine qualitative Aussage. Im Rahmen dieser Untersuchung konnten sowohl eine qualitative als auch eine quantitative statistische Analyse durchgeführt werden. Dabei wurden bei der Auswertung alle Analysen mittels einer geeigneten Software, STATA 14.2 (StataCorp LP, College Station, TX, USA), arrangiert. Dies ermöglichte neben der Datenanalyse auch die Verwaltung der Daten und die Darstellung von Grafiken. Forest-Plots wurden im Anschluss als grafische Darstellung der Ergebnisse verwendet.

Aufgrund der unterschiedlichen Untersuchungszeiträume der eingeschlossenen Studien und um möglichst klinisch relevante Ergebnisse zu berechnen, wurde entschieden, eine nach fünf Jahren geschätzte Überlebensrate zu kalkulieren. Diese konnte anhand der Relation zwischen Ereignisrate und Überlebensfunktion ermittelt werden. Die Ereignisrate wurde mittels Dividierens von Ereignissen durch die Beobachtungszeit berechnet. Darüber hinaus konnte unter der Annahme konstanter Ereignisraten die Überlebensfunktion S für jeden Zeitpunkt T mit $S(T) = \exp(-T \cdot \text{Ereignisrate})$ ermittelt

werden. Zudem wurden Ausfall- und Komplikationsraten kalkuliert. Eine Regressionsanalyse im Sinne einer negativen Binomialverteilung wurde für weitere Analysen in Anspruch genommen, um unter anderem den Einfluss unterschiedlicher Faktoren (z. B. Abutmentmaterial, Befestigung, Kiefer, Position und Zementtyp) auf das Endergebnis (Überlebens- und Komplikationsrate) zu evaluieren. Um Assoziationen zwischen den Variablen auf Signifikanz festzustellen, wurde ein Signifikanzniveau (p-Wert) von 0,05 gesetzt und alle Paarvergleiche mit $p \leq 0,05$ als signifikant betrachtet.

Ergebnisse

Die initiale Suche ergab insgesamt 4214 Artikel, wobei 2364 auf Embase, 1698 auf MEDLINE/PubMed und 152 auf Cochrane Library identifiziert werden konnten. Nach Eliminierung der Duplikate und Evaluation der Ergebnisse anhand von Titel, Abstract und, wenn erforderlich, Full text konnten lediglich zwölf für diese Übersichtsarbeit relevante Artikel inkludiert werden (Abb. 2). Dabei zeigte sich eine Übereinstimmung der Autoren (Cohens Kappa-Koeffizient) für die P-FDP-Gruppe von 0,85 und für die FA-FDP-Gruppe von 0,93.

Die häufigsten Ausschlusskriterien (Tab. 1) waren die Verwendung metallischer oder kunststoffbasierter Gerüste sowie eine unzureichende Informationen bezüglich der Zusammensetzung der Prothesen. Weiterhin konnten nicht differenzierbar zusammengefasste Daten über mehrere Indikationen (z. B. Einzelkronen, mehrgliedrige Rekonstruktionen oder Verbundbrücken) in dieser Übersichtsarbeit nicht eingeschlossen werden.

Alle inkludierten Studien fanden im Zeitraum zwischen 2012 (18, 19) und 2017 (20) statt. Die meisten Studien wurden an Universitäten durchgeführt (18, 20-26), während lediglich vier Untersuchungen in Privatpraxen stattfanden (19, 27-29). Darüber hinaus zeigten zwei Studien ein randomisiertes prospektives Design (21, 23), drei ein prospektives, aber nichtrandomisiertes Design (18, 22, 24), und sieben waren retrospektive Untersuchungen (19, 20, 25-29) (Tab. 2).

Bis auf eine Studie, in der ZrO_2 -Implantate zur Verankerung vollkeramischer Brücken verwendet wurden (22), bezogen sich alle restlichen Untersuchungen auf Titanimplantate (18-21, 23-29). Für eine bessere Vergleichbarkeit wurden die Daten mit

ZrO₂-Implantaten nicht in die quantitative statistische Analyse miteingebunden. Andererseits wurden sowohl Titan (18-21, 23-29) als auch ZrO₂-Abutments (18, 22) eingeschlossen und evaluiert (Tab. 3).

Als keramisches Material für die Herstellung der Gerüste wurde ausschließlich ZrO₂ verwendet, allerdings zeigten sich unterschiedliche Verblendungstechniken. Die Verblendkeramik wurde entweder per Hand auf das Gerüst geschichtet (18-20, 22, 23, 25-29) oder aufgedrückt (21, 24). Bezüglich der Befestigungsart wurden alle P-FDPs zementiert, entweder mit Kunststoff (18, 21, 22), Zinkphosphatzement (23) oder Glasionomierzement (20). Die den gesamten Kiefer überspannenden Brücken (FA-FDPs) wurden meistens verschraubt (19, 25-29), und nur in einem Fall handelte es sich um eine sogenannte Hybrid-Zement-Retention, wobei Einzelkronen aus Glaskeramik intraoral auf die verschraubte Rekonstruktion zementiert wurden (24).

In Bezug auf die Lokalisierung lässt sich sagen, dass die meisten untersuchten P-FDPs sich im Seitenzahnbereichen befanden (18, 20-22) und nur eine Studie auch Frontzahnrekonstruktionen evaluierte (23). Weiterhin waren die Rekonstruktionen überwiegend in sowohl Ober- als auch Unterkiefer verteilt (20-23) und nur in einer Studie wurden lediglich Versorgungen im Oberkiefer beobachtet (18). Auch für die ganzkieferüberspannenden Brücken (FA-FDPs) beschränkte sich nur eine Studie auf den Unterkiefer (26), während die anderen Studien alle über Rekonstruktionen in beiden Kiefern (19, 24, 25, 27-29) berichteten.

Insgesamt wurden in der Gruppe der P-FDPs 588 Implantate und 267 prothetische Versorgungen von 231 ProbandInnen dokumentiert und evaluiert, mit einem durchschnittlichen Follow-up von 4,4 Jahren (18, 20-23). Darüber hinaus konnten insgesamt sieben Studien in die Full-Arch-Gruppe (FA-FDP) inkludiert werden (19, 24-29). In dieser Gruppe wurden die implantatprothetischen Versorgungen von 218 PatientInnen untersucht, dabei handelte es sich um 273 Brücken und 1402 Implantate, die nach einer durchschnittlichen Nachuntersuchung von 3,1 Jahren evaluiert wurden.

Überlebens- und Komplikationsrate sind zwei der am häufigsten verwendeten Parameter zur Einschätzung der klinischen Auskunft einer implantatprothetischen Therapie. Die Implantat-Überlebensrate ist einer der meistverwendeten Parameter, um den klinischen Erfolg der Behandlung zu bewerten. Ist ein Implantat bei einer Nachuntersuchung *in situ*, wird es zu den ‚überlebenden‘ Implantaten gezählt (30).

Daher beschreibt dieser Wert lediglich das Verweilen des Implantats in der Mundhöhle und liefert keine Informationen zum vorliegenden Zustand bzw. zu einem zu definierenden Erfolg (Tab. 4). Eine detailliertere Beschreibung stellt die Erfolgsrate dar. Hierbei werden Kriterien für den Erfolg des Implantats definiert, beispielsweise das Maß an periimplantärem Knochenabbau. Da es zahlreiche Klassifizierungen mit verschiedenen Abstufungen für den Implantaterfolg gibt, konnte dieser für die eingeschlossenen Artikel nicht standardisiert berechnet werden. Aus diesem Grund wurde in der vorliegenden Studie lediglich die Überlebensrate der Implantate berechnet, die bei allen eingeschlossenen klinischen Studien beschrieben wurde. Mit Ausnahme einer Studie (29) wurden in der FA-FDP-Gruppe keine Implantatverluste dokumentiert. Eine Verlustrate der Implantate zwischen 0 (21) und 4,2 (22) wurde über 100 Jahre in der P-FDP-Kohorte berechnet (Abb. 3).

Analog zur Überlebensrate der Implantate kann diese auch für die, zu einem bestimmten Untersuchungszeitpunkt *in situ* befindlichen, Rekonstruktionen ermittelt werden. In der vorliegenden Literaturübersicht konnte ein minimaler Verlust der Suprakonstruktionen in den eingeschlossenen Studien festgestellt werden. In der FA-FDP-Gruppe mussten von insgesamt 273 untersuchten Suprakonstruktionen lediglich vier nachbehandelt werden. Dabei konnte eine nach fünf Jahren geschätzte Überlebensrate von 97,7 % (95%-KI: 93,9–99,1 %) berechnet werden (Tab. 5). Im Gegensatz dazu gingen in der P-FDP-Kohorte zwischen 0,8 (18, 21) und 1,1 (20) Brücken verloren (pro 100 FDP-Jahre), woraus eine geschätzte Gesamtüberlebensrate von 98,3 % (95%-KI: 89,0–99,7 %) nach fünf Jahren resultierte.

Im Rahmen der Metaanalyse wurden alle aufgenommenen klinischen Parameter evaluiert. Es handelte sich dabei um die Position der Rekonstruktionen, das Befestigungsmaterial und die Verblendung bzw. Verblendtechnik. All diese Parameter zeigten keinen signifikanten Einfluss auf die Überlebensrate der prothetischen Versorgungen. Darüber hinaus ließen sich die technischen Komplikationen, die bei den untersuchten Studien auftraten, in zwei Hauptgruppen einteilen: Frakturen (des Gerüsts und/oder der Verblendkeramik) und Retentionsverluste (Dezementierungen und/oder Schraubenlockerungen). Gerüstfrakturen zählen zu den nicht reparierbaren Komplikationen und führen zu einer notwendigen Erneuerung der gesamten prothetischen Versorgung. Dabei traten alle beobachteten Gerüstfrakturen in der FA-FDP-Gruppe auf, während in der P-FDP-Gruppe keine derartigen Frakturen

dokumentiert wurden. Neben dem Gerüstversagen waren Frakturen der Verblendkeramik die am häufigsten beobachteten Komplikationen (Tab. 6). So wurde beispielsweise in der P-FDP-Gruppe eine Verblendfrakturnrate von 22,8 % (95%-KI: 17,9–28,6 %) während in der Full Arch-FDP-Gruppe hingegen von 34,8 % (95%-KI: 32,4–84,6 %), nach fünf Jahren berechnet (Abb. 4). Darüber hinaus hatte keine der ausgewerteten Variablen einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Chipping-Rate, die den prozentualen Anteil der Abplatzungen der Verblendkeramik beschreibt.

Die methodische Qualität der inkludierten RCTs war meist durch eine fehlende verdeckte Zuordnung (*engl.: allocation concealment*) sowie die fehlende Verblindung der Prüffärzte (*engl.: blinding*) beeinflusst (Tab. 7). Auch eine industrielle Projektfinanzierung stellte eine Beeinflussung und somit ein häufiges Bias-Risiko dar. Die Newcastle-Ottawa-Skala wurde für eine standardisierte Evaluation der restlichen Studien verwendet. Dabei wurde eine Studie mit acht Sternen (20), zwei mit sechs Sternen (24, 26), fünf mit fünf Sternen (18, 22, 25, 28, 29) und zwei mit vier Sternen (19, 27) bewertet (Tab. 8). Alle inkludierten Studien wurden bezüglich folgender Kriterien als hochqualitativ bewertet: Einschätzung des Ergebnisses (*engl.: assessment of outcome*), zeitlich ausreichendes Follow-up (*engl.: follow up long enough*) wie adäquate Nachbeobachtung (*engl.: adequacy of follow up*). Häufige Kritikpunkte an den eingeschlossenen Studien waren das retrospektive Design, das Fehlen einer Kontrollgruppe oder die hohen Abbruchquoten.

Diskussion

Diese systematische Übersichtsarbeit inklusive Metaanalyse lieferte bedeutsame Daten zum aktuellen Stand der Literatur hinsichtlich des Themas feststehende, mehrgliedrige, vollkeramische Versorgung oraler Implantate.

Das Ziel dieser Art von Untersuchung war es, die wissenschaftliche Evidenz nicht selektiv, sondern systematisch darzustellen, deshalb wurde diese Übersichtsarbeit anhand des PRISMA Statements und dessen Checkliste konzipiert und durchgeführt. Relevante Studien wurden aus drei bedeutsamen elektronischen Datenbanken mithilfe spezifischer Suchkriterien identifiziert und nach standardisierten sowie transparenten Kriterien selektiert. Die für diese Übersichtsarbeit relevanten Daten wurden aus den

inkludierten Studien dokumentiert und es erfolgten sowohl eine deskriptive als auch eine metaanalytische statistische Zusammenfassung. Weiterhin konnte die Fragestellung „Wie hoch sind die Überlebens- und Komplikationsraten implantatgetragener vollkeramischer Brücken nach einer durchschnittlichen Tragezeit von 12 Monaten?“ anhand der resultierenden Ergebnisse beantwortet werden.

Klinische Daten zu vollkeramischen FDPs auf Implantaten sind limitiert. Das bedeutet, dass viele der heute auf dem Markt befindlichen Materialien aus wissenschaftlicher Sicht nicht vollständig bewertet wurden. Zudem ist die Anzahl hochqualitativer Untersuchungen (RCTs) niedrig. Weiterhin ist das klinische Spektrum durch die ausschließliche Betrachtung von P-FDPs im Seitenzahnbereich eingeschränkt. Dennoch sind die Ergebnisse dieser Übersichtsarbeit für beide untersuchten Gruppen vielversprechend, da hohe Überlebensraten nach fünf Jahren sowohl für die Implantate als auch für die Suprakonstruktionen festgestellt wurden.

Der in der Literatur beschriebene Goldstandard für festsitzenden implantatgetragenen Zahnersatz ist die Metallkeramik, die sich durch ein mit Keramik verblendetes Metallgerüst auszeichnet (17). In einer aktuellen systematischen Literaturrecherche (31), welche die klinischen Ergebnisse implantatgetragener Metallkeramikbrücken evaluierte, lag die berechnete Überlebensrate bei 98,7 % (95 % KI: 96,8–99,5 %) nach fünf Jahren. Nach den gleichen Kriterien betrug die Überlebensrate verblendeter Brücken mit einem Gerüst aus ZrO_2 93,0 % (95 % KI: 90,6–94,8 %) mit einem signifikanten Unterschied zu den metallkeramischen Brücken ($p < 0,001$). Die Unterschiede bezüglich der Überlebensrate sind überwiegend auf Frakturen des Gerüsts und Abplatzungen der Verblendkeramik zurückzuführen. Vergleicht man die Ergebnisse dieser Literaturrecherche mit denen der vorliegenden Metaanalyse (98,3 % bzw. 97,7 % für P- und FA-FDPs), ist festzustellen, dass die geschätzte fünfjährige Überlebensrate von P- und FA-FDPs nur minimal niedriger ist. Dies ist möglicherweise auf die leicht unterschiedlichen Einschlusskriterien, wie die minimale Anzahl der untersuchten PatientInnen (10 vs. 15) oder die Beobachtungszeit (1 vs. 3 Jahre), zurückzuführen.

Der technologische Fortschritt (z. B. CAD-/CAM-Technologie) ermöglicht bzw. vereinfacht die Herstellung von vollkeramischem Zahnersatz (ohne Metallgerüst) in einem digitalen Workflow. Dabei gilt es noch zu evaluieren, ob das digitale Vorgehen

möglicherweise sowohl effizienter als auch effektiver im Vergleich zum konventionellen Vorgehen ist. Weitere Fragestellungen betreffen unter anderem die Genauigkeit der verschiedenen Scansysteme, insbesondere bei weitspannigen Restaurationen (32).

Die häufigste technische Komplikation stellt das Abplatzen der Verblendkeramik dar. Trotz der vergleichsweise hohen Chipping-Rate in der FA-FDP-Gruppe erforderte nicht jedes Chipping einen Austausch der Rekonstruktion. Unterschiedliche Bewertungskriterien dienen zur entsprechenden Klassifikation des Defekts wie z. B. die „Modified United States Public Health Service (USPHS)“ Kriterien oder die „Standards of quality of dental care von der California Dental Association (CDA)“. Die Mehrzahl der eingeschlossenen Studien zeigte aber keine objektive Bewertung der Rekonstruktionen. Aus diesem Grund ist nach Ansicht der Autoren dieser Übersichtsarbeit eine einheitliche Bewertungsskala der Verblendkeramikfrakturen notwendig, um festzustellen, inwieweit diese intraoral repariert werden können bzw. ob die gesamte Versorgung ersetzt und somit als Misserfolg bewertet werden sollte (33). Die größere Akzeptanz dieser Komplikationen in der FA-FDP-Gruppe könnte wohl auf einen höheren Zeit- und Kostenaufwand für Zahntechniker, Kliniker und PatientInnen im Vergleich zu Komplikationen der P-FDP-Gruppe zurückzuführen sein. Die Chipping-Frakturrate von Verblendkeramiken, insbesondere bei einem ZrO₂-Gerüst, kann jedoch unter Berücksichtigung einiger Faktoren reduziert werden. Hierzu zählen unter anderem eine anatomische Gestaltung des Gerüsts, was eine gleichmäßige Unterstützung der Verblendung erlaubt, sowie die Verwendung von Verblendkeramiken mit einem kristallinen Anteil. Weitere Maßnahmen stellen das verlängerte/langsame Abkühlen nach dem Sinterprozess und eine genaue Abstimmung der Wärmeausdehnungskoeffizienten (WAK, *eng. coefficient of thermal expansion, CTE*) beider Keramiken, des Gerüsts und der Verblendung dar. Gleichwohl lässt sich in der Literatur keine einheitliche Evidenz bezüglich der besten Verblendtechnik (CAD-on-Technik, Überpressen, manuelles Schichten) finden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Verblendung einen *locus minoris resistentiae* darstellt, womit weitere Schäden am Implantat-Restaurationskomplex vermieden werden. Dies hat den Vorteil, dass es auf diese Weise nicht zu einer Fraktur auf Implantatniveau kommt, die eine komplexere Komplikation darstellen würde. Andere technische Misserfolge wie Schraubenlockerungen und Dezementierungen der Brücken wurden nur selten dokumentiert.

Zahlreiche Autoren der potenziell einzuschließenden Studien wurden gebeten, fehlende Informationen zur Verfügung zu stellen. Trotz einer Rückmeldung fast aller angeschriebener Autoren war dies mit einem großen Zeitaufwand verbunden, der in Zukunft durch die Einhaltung standardisierter Kriterien für die Veröffentlichung klinischer Daten vermieden werden könnte. So gibt es beispielsweise eine Checkliste für randomisierte klinische Studien des Typs RCT von CONSORT (*engl.: Consolidated Standards of Reporting Trials*; <http://www.consort-statement.org>). Für nichtrandomisierte klinische Studien kann auf die sogenannte STROBE-Checkliste (Stärkung der Berichterstattung über Beobachtungsdaten epidemiologischer Studien; <http://www.strobe-statement.org>) zurückgegriffen werden. Nur fünf der in diesem Review analysierten klinischen Studien wurden, zumindest teilweise, nach diesen Standards konzipiert (21, 24-26, 29).

Eine Einschränkung des vorliegenden systematischen Reviews stellt die geringe Anzahl der inkludierten Studien dar. Darüber hinaus wurden fast ausschließlich Rekonstruktionen aus verblendetem ZrO₂ beschrieben und die Daten zu monolithischem Zahnersatz beschränkten sich auf wenige Restaurationen aus einer der inkludierten Publikationen (27). Weiterhin konnten die technischen Komplikationen nicht transparent klassifiziert werden, um eine reale Erfolgsquote der Restaurationen zu bestimmen. PatientInnenfeedback-Fragebögen wären für jede klinische Untersuchung von großer Bedeutung, um insgesamt eine Therapie aus PatientInnensicht zu bewerten, und sollten routinemäßig aufgenommen und evaluiert werden. Die Qualität einer klinischen Studie wird unter anderem maßgeblich durch den Beobachtungszeitraum und die Anzahl der PatientInnen (am Ende der Beobachtungszeit) beeinflusst. Ein kurzer Nachuntersuchungszeitraum (< 2 Jahre) (27) und eine verhältnismäßig große Abbruchquote (22) führen zu einer geringen Aussagekraft einer Studie. Zukünftige klinische Studien sollten detaillierte Informationen über die verwendeten Materialien und Herstellungsverfahren (z. B. Dimension des Gerüsts, Verblindungstechnik) zur Verfügung stellen. Zudem sollten präzise Daten auch über die Brückengestaltung (Gerüst und Verblendkeramik) angegeben werden.

Eine weitere Limitation dieser systematischen Übersichtsarbeit stellte die moderate methodische Qualität der inkludierten Studien dar. Mehrere methodikbezogene Kriterien wurden anhand der verwendeten Mess-Skalen als nicht hochwertig beurteilt und zahlreiche Studien zeigten potenzielle Bias-Quellen. Dies könnte unter

Berücksichtigung der Richtlinien zur Erstellung klinischer Studien minimiert werden. Auch der Vergleich klinischer Studien mit unterschiedlichen Designs (RCT, prospektive und retrospektive Kohortenstudien) liefert häufig nicht vergleichbare Daten und entsprechend moderat aussagekräftige Ergebnisse. Eine Übersichtsarbeit und eine Metaanalyse von ausschließlich RCTs hätten Daten von höherer Wertigkeit geliefert.

Hinsichtlich der zukünftigen Weiterentwicklung vollkeramischer implantatgetragener Restaurationen könnte eine valide Alternative die monolithische Gestaltung des Zahnersatzes aus keramischen Werkstoffen mit ausreichender mechanischer Stabilität und dennoch ästhetischen Eigenschaften sein (34). Material der Wahl scheint nach wie vor ZrO_2 zu bleiben, wobei die Datenlage jedoch noch als unzureichend zu erachten ist (35). Diese bis vor wenigen Jahren auf ZrO_2 -Basis nicht verwendbaren Materialien scheinen heute adäquate mechanische Eigenschaften sowie eine verbesserte Ästhetik zu bieten (16). Weiterhin bleibt die Verwendung anderer vollkeramischer Materialien wie Lithiumdisilikat auf einzelne Implantatkronen beschränkt (36). Gleichzeitig ist der Einsatz von innovativen Werkstoffkombinationen, z. B. Hybridkeramiken oder ZrO_2 -verstärkten Lithiumsilikat-Glaskeramiken, bis heute ausschließlich zur Herstellung von Einzelzahnversorgungen zugelassen und derzeit aufgrund ihrer Fraktur- und Überlebensrate für mehrgliedrigen Zahnersatz nicht geeignet (17, 37). In diesem Zusammenhang könnten neue ZrO_2 -Generationen erfolgreiche Alternativen für die Versorgung mehrerer Implantate darstellen (38). Allerdings sind noch klinische Studien erforderlich, um das Potenzial dieser neuen Materialien zu bestätigen (31). Standardisierte Mess-Skalen zur Bewertung der Erfolgsraten von Implantaten und Rekonstruktionen wären hilfreich, um mit anderen Studien vergleichbare Ergebnisse zu generieren. Weiterhin sollten Formulare mit PatientInnenfeedbacks in jeder klinischen Studie erfasst werden, um möglichst patientenorientierte Therapien zu bevorzugen.

Das Konsensus-Statement dieser systematischen Übersichtsarbeit und Metaanalyse (39) berichtete über hohe Überlebensraten implantatgetragener ZrO_2 -basierter verblendeter FDPs. Dennoch beeinflussen häufige technische Komplikationen den Erfolg dieser Therapie. Weiterhin können aufgrund der mangelnden Daten keine Aussagen zu anderen vollkeramischen Systemen getroffen werden. Trotz routinemäßiger Verwendung dieser Art von Rekonstruktionen sind die Anzahl hochwertiger klinischer Studien und die daraus resultierende evidenzbasierte Datenlage

noch begrenzt. Weitere hochqualitative Untersuchungen unter Berücksichtigung der entsprechenden Richtlinien sind erforderlich, um den Erfolg dieser Therapie zu bewerten.

Abbildungen und Tabellen

Folgende Abbildungen (1-4) und Tabellen (1-8) stammen aus der Publikation:

“Clinical outcomes of partial and full-arch all-ceramic implant-supported fixed dental prostheses. A systematic review and meta-analysis.” Pieralli S., Kohal R. J., Rabel K., von Stein-Lausnitz M., Vach K., Spies B.C. (2018) COIR 29 (Suppl 1):224-236; DOI: 10.1111/clr.13345

Block 1: Restoration type	„AND“	Block 2: Restoration support	„AND“	Block 3: Restoration material
„OR“		„OR“		„OR“
crowns / tooth crown		dental implant / tooth implant		ceramics
denture, partial, fixed / fixed partial denture	MeSH; Emtree	implant	MeSH / Emtree	aluminum oxide
dental restoration, permanent / dental restoration	MeSH; Emtree		All Fields	dental porcelain
dental restoration failure	MeSH only			zirc*
crown*	All Fields			y-tzp
fdp*	All Fields			ytzp
fpd*	All Fields			tzp
fixed dental prosth*	All Fields			ceramic*
fixed partial denture*	All Fields			all-ceramic*
bridge*	All Fields			lithium*
single-crown*	All Fields			hybrid*
				glass-infiltrated
				polymer-infiltrated
				composite

Abbildung 1: Suchstrategie als Kombination von Schlagwörtern und definierten Fachtermini.

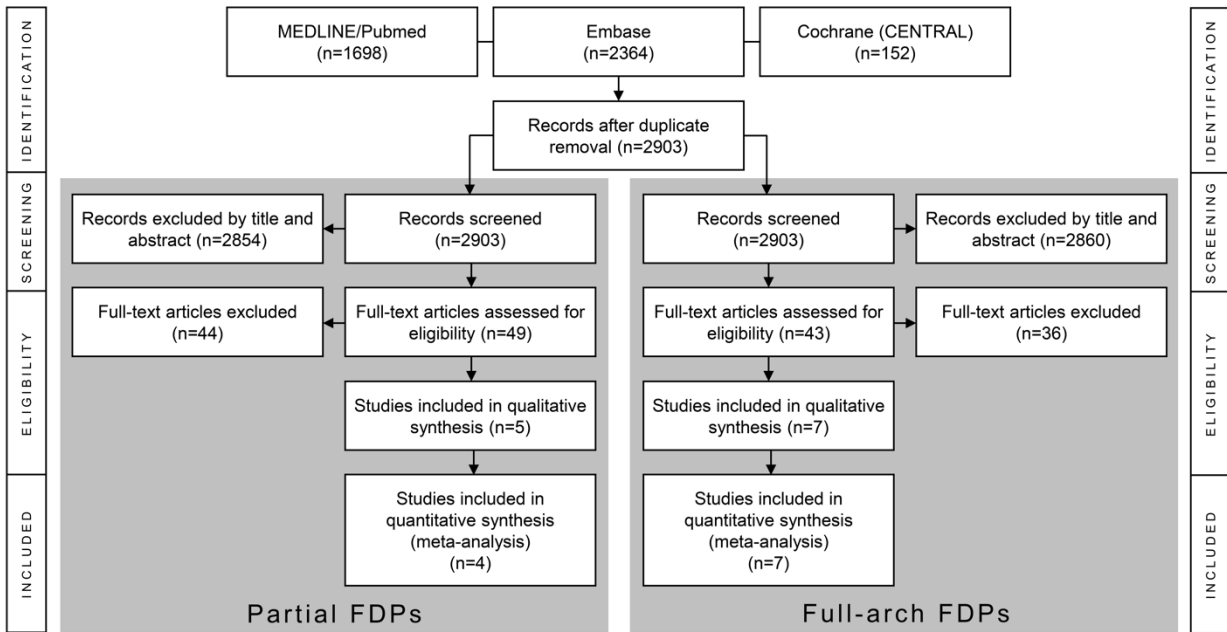


Abbildung 2: Flowchart zur Studienselektion nach den PRISMA Richtlinien.

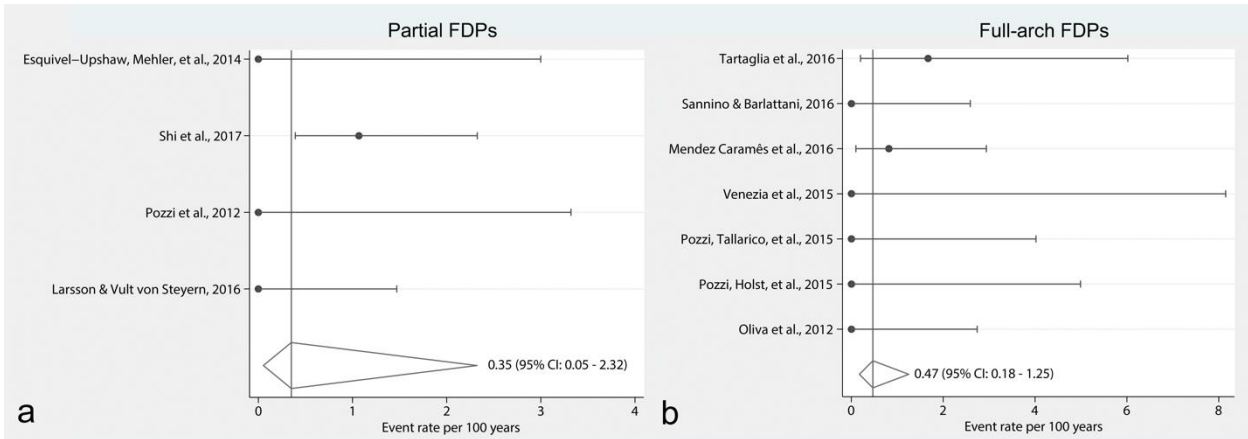


Abbildung 3: Grafische Darstellung der Implantatverlustrate pro Jahr in beiden Gruppen (P- und FA-FDP).

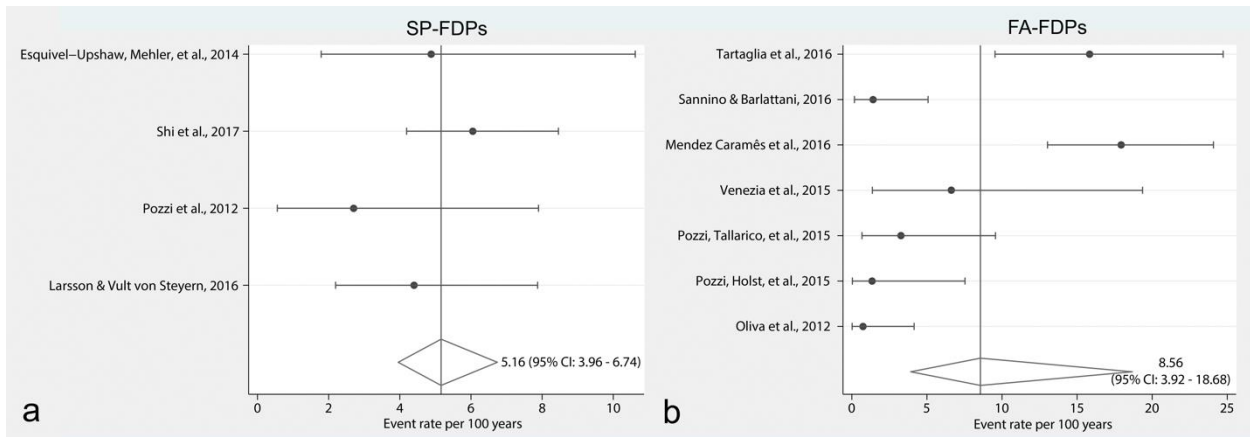


Abbildung 4: Grafische Darstellung der „Chipping“-Rate in beiden Gruppen (P- und FA-FDP).

Tabelle 1: Häufigsten Ausschlusskriterien der Studien anhand von Full text.

Autor (Jahr)	Ausschlussgründe
P-FDPs	
Teichmann et al. (2017)	Nicht implantatgetragene FDPs
Worni et al. (2017)	Gepoolte Daten (Brücken > 6 Einheiten)
Ferrari et al. (2016)	Gepoolte Daten (Metall/ZrO ₂ Gerüste), Fokus auf Abutments
Mikeli and Walter (2016)	Metallisches Gerüst
Han et al. (2016)	Metallisches Gerüst
Spies et al. (2016)	<15 PatientInnen/Brücken
Moscovitch (2015)	Gepoolte Daten (zahn-/implant-getragene Rekonstruktionen)
Monaco et al. (2015)	Gepoolte Daten (unterschiedliche Materialien)
Konstantinidis et al. (2015)	<15 FDPs mit restlichen Einschlusskriterien einstimmend
Tartaglia et al. (2015)	Gepoolte Daten (FDPs > 6 Einheiten)
Worni et al. (2015)	Gepoolte Daten (FDPs > 6 Einheiten)
Garcez-Filho et al. (2015)	Metallisches Gerüst
Mangano et al. (2014)	Metallisches Gerüst
Wittneben et al. (2014)	Metallisches Gerüst
Felice et al. (2014)	Gepoolte Daten (metallisches Gerüst)
Borg et al. (2014)	<15 FDPs mit restlichen Einschlusskriterien einstimmend
Broseghini et al. (2014)	Gepoolte Daten (FDPs > 6 Einheiten)
Kolgeci et al. (2014)	Gepoolte Daten (Einzelkronen / FDPs)
Gahlert et al. (2013)	Fehlende Informationen bezüglich des Gerüstmaterials
Kim et al. (2013)	Gepoolte Daten (Metall/ZrO ₂ Gerüste)
Koenig et al. (2013)	Gepoolte Daten (zahn-/implant-getragene Rekonstruktionen)
Rammelsberg et al. (2013)	<15 FDPs mit restlichen Einschlusskriterien einstimmend
Barter et al. (2012)	Metallisches Gerüst
Ormianer and Patel (2012)	Fehlende Informationen bezüglich des Gerüstmaterials
Felice et al. (2012)	Gepoolte Daten (Metall/ZrO ₂ Gerüste)
Sagirkaya et al. (2012)	<15 FDPs mit restlichen Einschlusskriterien einstimmend
Wolleb et al. (2012)	Metallisches Gerüst
Hu et al. (2011)	<15 PatientInnen mit restlichen Einschlusskriterien einstimmend
Froum et al. (2011)	Metallisches Gerüst
Arnetzl et al. (2010)	Fallbericht
Larsson and Vult von Steyern (2010)	Patientenkohorte wie Larsson 2016 (eingeschlossen)
Bilhan et al. (2010)	Metallisches Gerüst
Kollar et al. (2008)	Gepoolte Daten (zahn-/implant-getragene Rekonstruktionen)
FA-FDPs	
Amin et al. (2017)	Fallbericht
Atalay et al. (2017)	<15 PatientInnen
Gamper et al. (2017)	Fehlende Informationen bezüglich des Gerüstmaterials
Kumar (2017)	Full-text nicht vorhanden
Cardelli et al. (2016)	<15 PatientInnen
Larsson and Vult von Steyern (2016)	Keine full-arch Brücken
Maló et al. (2016)	Metallisches Gerüst
Monaco et al. (2015)	Zahngetragene Prothesen
Borg et al. (2014)	<15 PatientInnen
Crespi et al. (2014)	Metallisches Gerüst
Limmer et al. (2014)	Durchschnittliche Beobachtungszeit (<1 Jahr)
Maló et al. (2014)	Metallisches Gerüst
Mangano et al. (2014)	Metallisches Gerüst
Kanao et al. (2013)	Metallisches Gerüst
Larsson and Vult von Steyern (2013)	<15 PatientInnen
Parpaiola et al. (2013)	<15 PatientInnen mit vollkeramischen FDPs
Rammelsberg et al. (2013)	Keine full-arch Brücken
Ravald et al. (2013)	Metallisches Gerüst
Chiapasco et al. (2012)	<15 PatientInnen
Pozzi et al. (2012)	Keine full-arch Brücken
Real-Osuna et al. (2012)	Metallisches Gerüst
Wolleb et al. (2012)	<15 PatientInnen
Larsson (2011)	Keine full-arch Brücken
Larsson and Vult von Steyern (2010)	Keine full-arch Brücken
Larsson et al. (2010)	<15 PatientInnen
Lixin et al. (2010)	Metallisches Gerüst
Oliva et al. (2010)	Gepoolte Daten (zahn-/implant-getragene Rekonstruktionen)

Tabelle 2: Ergebnisse der inkludierten Studien.

Studie	Design	Setting	Patient*innen [n]			Alter [y]	FDPs [n]			Einheiten/ FDP [n]	Implantate/ Abutments [n]	Zwischen- glieder [n]
			Initial	Final	Drop- outs		Initial	Final	Drop-outs			
Partial FDPs												
Pozzi et al., 2012	Prospektiv	Universität	27	26	1	54.2	37	37	0	3-5	81	42
Esquivel-Upshaw et al., 2014	RCT	Universität	41	41	0	n. r.	41	41	0	3	82	41
Spies et al., 2015	Prospektiv	Universität	27	16	11	55.2	27	16	11	3	54	27
Larsson & Vult von Steyern, 2016	Prospektiv	Universität	18	17	1	n. r.	25	24	1	2-5	61	5
Shi et al., 2017	Retrospektiv	Universität	119	112	7	54.6	137	127	10	3	310	93
Full-arch FDPs												
Oliva et al., 2012	Retrospektiv	Privatpraxis	15	15	0	52.9	23	23	0	12-14	66	195
Pozzi, Tallarico, et al., 2015	Prospective	Universität	16	16	0	73.9	18	18	0	12-16	132	104
Pozzi, Holst, et al., 2015	Retrospektiv	Universität	22	22	0	68.3	26	26	0	10-14	170	178
Venezia et al., 2015	Retrospektiv	Privatpraxis	18	18	0	62.2	26	26	0	10-14	154	155
Mendez Caramês et al., 2016	Retrospektiv	Privatpraxis	75	75	0	59.6	92	90	2	10-14	528	577
Sannino & Barlattani, 2016	Retrospektiv	Universität	40	40	0	56.5	40	40	0	12	160	320
Tartaglia et al., 2016	Retrospektiv	Privatpraxis	32	32	0	60.9	48	46	2	12	192	384

nicht berichtet (engl.: *not reported, n. r.*); Alter (durchschnittliches Alter)

Tabelle 3: Zusätzliche Informationen aus den eingeschlossenen Studien.

Studie	Material				Position	Kiefer	Retention	Zement	Verblendungs- technik
	Gerüst	Verblendung	Abutment	Implantat					
P-FDPs									
Pozzi et al., 2012	Nobel Procera Zirconia	Noritake CZR	Gepoolt	Titan	Posterior	Oberkiefer	Zementiert	Kunststoff	Geschichtet
Esquivel-Upshaw, et al., 2014	IPS e.max ZirCAD	IPS e.max ZirPress	Titan	Titan	Posterior	Gepoolt	Zementiert	Kunststoff	Überpresst
Spies et al., 2015	Nobel Procera Zirconia	Nobel Rondo	ZrO ₂ ^a	ZrO ₂ ^a	Posterior	Gepoolt	Zementiert	Kunststoff	Geschichtet
Larsson & Vult von Steyern, 2016	Decim Denzir/ InCeram Zirconia	Esprident Triceram/ Vitadur Alpha	Titan	Titan	Gepoolt	Gepoolt	Zementiert	Zinkphosphat	Geschichtet
Shi et al., 2017	3M Espe Lava Plus	Vita VM9	Titan	Titan	Posterior	Gepoolt	Zementiert	Glasionomer	Geschichtet
FA-FDPs									
Oliva et al., 2012	CeraCrown	IPS e.max Ceram	Titan	Titan	n. a.	Gepoolt	Verschraubt	n. a.	Geschichtet
Pozzi, Tallarico, et al., 2015	Nobel Procera	IPS e.max Press	Titan	Titan	n. a.	Gepoolt	Hybrid	Kunststoff	Gepresst
Pozzi, Holst, et al., 2015	Nobel Procera	Noritake CZR	Titan	Titan	n. a.	Gepoolt	Verschraubt	n. a.	Geschichtet
Venezia et al., 2015	Sagemax Zr	IPS e.max Ceram	Titan	Titan	n. a.	Gepoolt	Verschraubt	n. a.	Geschichtet
Mendez Caramês et al., 2016	Zirkonzahn ICE Zirkon Translucent	Zirkonzahn ICE Zirkon	Titan	Titan	n. a.	Gepoolt	Verschraubt	n. a.	Geschichtet
Sannino & Barlattani, 2016	Nobel Procera	Noritake Cerabien	Titan	Titan	n. a.	Unterkiefer	Verschraubt	n. a.	Geschichtet
Tartaglia et al., 2016	Keramo Zirite	Noritake CZR	Titan	Titan	n. a.	Gepoolt	Verschraubt	n. a.	Geschichtet

a Einteilige Zirkoniumdioxidimplantate; nicht anwendbar (engl.: not applicable, n. a.)

Tabelle 4: Informationen über die Überlebensraten und Komplikationen der untersuchten Implantate und Restaurationen.

Studie	Durschnittlicher Follow-up [y]	Überlebensrate [%]		Verluste [n]		Frakturen [n of FDPs]		Dezementierung [n of FDPs]	Schraubenlockerung [n of FDPs]
		FDPs	Implantate	FDPs	Implantate	Gerüst	Verblendung		
P-FDPs									
Pozzi et al., 2012	3	100	96.3	0	3	0	11	0	0
Esquivel-Upshaw, et al., 2014	3	100	100	0	0	0	3	n. r.	n. r.
Spies et al., 2015	4.9	93.8	75.6	1	11	0	34	0	n. a.
Larsson & Vult von Steyern, 2016	10	100	100	0	0	0	6	n. r.	n. r.
Shi et al., 2017	4.1	95.3	99.3	6	2	0	10	11	0
FA-FDPs									
Oliva et al., 2012	5.6	100	100	0	0	0	1	0	1
Pozzi, Tallarico, et al., 2015	4.2	100	100	0	0	0	1	0	0
Pozzi, Holst, et al., 2015	3.5	100	100	0	0	0	3	0	0
Venezia et al., 2015	1.7	100	100	0	0	0	3	0	0
Mendez Caramês et al., 2016	2.6	83.4	100	2	0	2	44	0	0
Sannino & Barlattani, 2016	3.6	100	100	0	0	0	2	0	0
Tartaglia et al., 2016	2.5	88.9	97.9	2	4	2	19	0	0

Nicht berichtet (engl.: *not reported, n. r.*), nicht anwendbar (engl.: *not applicable, n. a.*)

Tabelle 5: Geschätzte Überlebens- und Ausfallraten von Implantaten und Restaurationen.

Studie	FDPs				Implantate			
	Geschätzte Ausfallrate pro 100 FDP-Jahre + 95% CI		Geschätzte Überlebensrate nach 5 Jahren [%] + 95% CI		Geschätzte Ausfallrate pro 100 Implantat-Jahre + 95% CI		Geschätzte Überlebensrate nach 5 Jahren [%] + 95% CI	
P-FDPs								
Pozzi et al., 2012	0	(0,3.32)	100	(84.7, 100)	1.24	(0.26, 3.61)	94.0	(83.5, 98.7)
Esquivel-Upshaw, Mehler, et al., 2014	0	(0,3.00)	100	(86.1, 100)	0	(0, 1.50)	100	(92.8, 100)
Spies et al., 2015	0.76	(0.02, 4.21)	96.3	(81.0, 99.9)	4.16	(2.08, 7.44)	81.2	(68.9, 90.1)
Larsson & Vult von Steyern, 2016	0	(0,1.47)	100	(92.9, 100)	0	(0, 0.61)	100	(97.0, 100)
Shi et al., 2017	1.07	(0.39, 2.33)	94.8	(89.0, 98.1)	0.16	(0.02, 0.57)	99.2	(97.2, 99.9)
Meta-analyse	0.35^a	(0.05, 2.32)	98.3	(89.0, 99.7)	0.30^b	(0.06, 1.58)	98.5	(92.4, 99.7)
FA- FDPs								
Oliva et al., 2012	0	(0, 2.74)	100	(87.2, 100)	0	(0, 0.92)	100	(95.5, 100)
Pozzi, Tallarico, et al., 2015	0	(0, 4.99)	100	(77.9, 100)	0	(0, 0.69)	100	(96.7, 100)
Pozzi, Holst, et al., 2015	0	(0, 4.02)	100	(81.8, 100)	0	(0, 0.62)	100	(97.0, 100)
Venezia et al., 2015	0	(0, 8.15)	100	(66.5, 100)	0	(0, 1.38)	100	(93.4, 100)
Mendez Caramês et al., 2016	0.82	(0.11, 2.94)	96.0	(86.3, 99.5)	0	(0, 0.23)	100	(98.7, 100)
Sannino & Barlattani, 2016	0	(0, 2.59)	100	(87.8, 100)	0	(0, 0.65)	100	(96.8, 100)
Tartaglia et al., 2016	1.67	(0.20, 6.02)	92.0	(74.0, 99.0)	0.83	(0.23, 2.13)	95.9	(89.9, 98.9)
Meta-analyse	0.47^c	(0.18, 1.25)	97.7	(93.9, 99.1)	0.12^d	(0.01, 2.41)	99.4	(88.7, 100)

^a Basierend auf der Standard-Poisson-Regression, Test auf Heterogenität (p=0.101)

^b Basierend auf der Standard-Poisson-Regression, Test auf Heterogenität (p=0.101)

^c Basierend auf der Standard-Poisson-Regression, Test auf Heterogenität (p=0.500)

^d Basierend auf der Standard-Poisson-Regression, Test auf Heterogenität (p=0.001)

*Diese Studie wurde aufgrund der Heterogenität des Implantatmaterials nicht für die Meta-Analyse berücksichtigt. (Einteilige Zirkoniumdioxidimplantate)

Tabelle 6: Geschätzte technische Komplikationsraten nach 5 Jahren.

Studie	Chipping der Verblendkeramik					
	Geschätzte Eventrate pro 100 FDP-Jahre + 95% CI		Geschätzte Erfolgsrate nach 5 Jahren[%] + 95% CI		Geschätzte Chipping-Rate nach 5 Jahren[%] + 95% CI	
P-FDPs						
Pozzi et al., 2012	2.70	(0.56, 7.90)	87.4	(67.3, 97.3)	12.6	(2.8, 32.7)
Esquivel-Upshaw, Mehler, et al., 2014	4.88	(1.79, 10.62)	78.4	(58.8, 91.4)	21.6	(8.6, 41.2)
Spies et al., 2015	7.56	(3.63, 13.90)	68.5	(49.9, 83.4)	31.5	(16.6, 50.1)
Larsson & Vult von Steyern, 2016	4.40	(2.20, 7.87)	80.3	(67.5, 89.6)	19.8	(10.4, 32.6)
Shi et al., 2017	6.05	(4.19, 8.46)	73.9	(65.5, 81.1)	26.1	(18.9, 34.5)
Meta-analyse	5.16^a	(3.96, 6.74)	77.2	(71.4, 82.6)	22.8	(17.9, 28.6)
FA-FDPs						
Oliva et al., 2012	0.74	(0.02, 4.15)	96.4	(81.3, 99.9)	3.7	(0.1, 18.7)
Pozzi, Tallarico, et al., 2015	1.35	(0.03, 7.53)	93.5	(68.6, 99.8)	6.5	(0.2, 31.4)
Pozzi, Holst, et al., 2015	3.28	(0.68, 9.57)	84.9	(62.0, 96.7)	15.1	(3.3, 62.0)
Venezia et al., 2015	6.63	(1.37, 19.36)	71.8	(38.0, 93.4)	28.2	(6.6, 62.0)
Mendez Caramês et al., 2016	17.94	(13.03, 24.10)	40.8	(30.0, 52.1)	59.2	(47.9, 70.0)
Sannino & Barlattani, 2016	1.41	(0.17, 5.08)	93.2	(77.6, 99.2)	6.8	(0.9, 22.4)
Tartaglia et al., 2016	15.84	(9.53, 24.73)	45.3	(29.1, 62.1)	54.7	(37.9, 71.0)
Meta-analyse	8.56^b	(3.92, 18.68)	65.2	(39.3, 82.2)	34.8	(32.4, 84.6)

^a Basierend auf der Standard-Poisson-Regression, Test auf Heterogenität (p=1.000)

^b Basierend auf der Standard-Poisson-Regression, Test auf Heterogenität (p<0.001)

*Diese Studie wurde aufgrund der Heterogenität des Implantatmaterials nicht für die Meta-analyse berücksichtigt. (Einteilige Zirkoniumdioxidimplantate)

Tabelle 7: Qualitative Bewertung der Studien anhand der “Cochrane Collaboration’s tool for assessing risk of bias in randomized trials”.

	Random sequence generation	Allocation concealment	Blinding of participants and personnel	Blinding of outcome assessment	Incomplete outcome data	Selective reporting	Free of other sources of bias
P-FDPs							
Esquivel-Upshaw et al. 2014	+	-	-	-	+	+	-
Larsson & Vult von Steyern 2016	+	-	-	-	+	+	-

Randomisierte Testsequenzgenerierung (*engl.: random sequence generation*); verdeckte Zuordnung (*engl.: allocation concealment*); Verblindung der ProbandInnen und des Personals (*engl.: blinding of participants and personnel*); verblindete Zielgrößenerhebung (*engl.: blinding of outcome assessment*); unvollständige Daten bezüglich der Zielgröße (*engl.: incomplete outcome data*); selektive Berichterstattung (*engl.: selective reporting*); keine weiteren Fehlerquellen (*engl.: free of other sources of bias*)

Tabelle 8: Qualitative Bewertung der Studien anhand der NOS (Newcastle-Ottawa-Skala).

	Selection			Comparability			Outcome		Ergebnis	
	Representativeness of cases	Selection of controls	Ascertainment of exposure	Demonstration of outcome of interest not present at start of study	Age/Sex	Jaw/Location/ Opposing dentition (2 of 3)	Assessment of outcome	Follow up long enough		Adequacy of follow up
P-FDPs										
Pozzi et al. 2012			*	*			*	*	*	5
Shi et al. 2017	*	*	*		*	*	*	*	*	8
Spies et al. 2015	*		*	*			*	*		5
FA-FDPs										
Oliva et al. 2012	*						*	*	*	4
Pozzi et al. 2015a	*		*	*			*	*	*	6
Pozzi et al. 2015b	*		*				*	*	*	5
Venezia et al. 2015			*				*	*	*	4
Mendez Carames et al. 2016	*		*				*	*	*	5
Sannino & Barlattani 2016	*	*	*				*	*	*	6
Tartaglia et al. 2016		*	*				*	*	*	5

Auswahl der Interventionsgruppe (engl.: *representativeness of cases*); Auswahl der Kontrollgruppe (engl. *selection of controls*); Messung der Exposition (engl.: *ascertainment of exposure*); Zielgröße nicht vor Beginn der Studie bekannt (engl.: *demonstration outcome of interest not present at start of study*); Alter/Geschlecht (engl.: *age/sex*); Kiefer/Position/Gegenbezahnung (2 von 3) (engl.: *Jaw/Location/Opposing dentition (2 of 3)*); Feststellung der Zielgröße (engl.: *Assessment of outcome*); zeitlich ausreichendes Follow up (engl.: *follow up long enough*), adäquates Follow up

(engl.: *adequacy of follow up*)

Referenzen

1. Bortoluzzi MC, Traebert J, Lasta R, Da Rosa TN, Capella DL, Presta AA. Tooth loss, chewing ability and quality of life. *Contemp Clin Dent*. 2012;3(4):393-7.
2. Zhu Y, Hollis JH. Tooth loss and its association with dietary intake and diet quality in American adults. *J Dent*. 2014;42(11):1428-35.
3. Larsson P, Bondemark L, Haggman-Henrikson B. The Impact of Orofacial Appearance on Oral Health Related Quality of Life: A Systematic Review. *J Oral Rehabil*. 2020.
4. Branemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindstrom J, Hallen O, Ohman A. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl*. 1977;16:1-132.
5. Salvi GE, Monje A, Tomasi C. Long-term biological complications of dental implants placed either in pristine or in augmented sites: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Implants Research*. 2018;29(S16):294-310.
6. Roehling S, Schlegel KA, Woelfler H, Gahlert M. Zirconia compared to titanium dental implants in preclinical studies—A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Implants Research*. 2019;30(5):365-95.
7. Chackartchi T, Romanos GE, Sculean A. Soft tissue-related complications and management around dental implants. *Periodontology 2000*. 2019;81(1):124-38.
8. Galindo-Moreno P, Leon-Cano A, Ortega-Oller I, Monje A, O'Valle F, Catena A. Marginal bone loss as success criterion in implant dentistry: beyond 2 mm. *Clin Oral Implan Res*. 2015;26(4):e28-e34.
9. Feine J, Abou-Ayash S, Al Mardini M, de Santana RB, Bjelke-Holtermann T, Bornstein MM, Braegger U, Cao O, Cordaro L, Eycken D, Fillion M, Gebran G, Huynh-Ba G, Joda T, Levine R, Mattheos N, Oates TW, Abd-UI-Salam H, Santosa R, Shahdad S, Storelli S, Sykaras N, Santos AT, Webersberger US, Williams MAH, Wilson TG, Wismeijer D, Wittneben JG, Yao CJ, Zubiria JP. Group 3 ITI Consensus Report: Patient-reported outcome measures associated with implant dentistry. *Clin Oral Implan Res*. 2018;29:270-5.
10. Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, Thoma DS. Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin Oral Implan Res*. 2012;23:2-21.

11. Pjetursson BE, Thoma D, Jung R, Zwahlen M, Zembic A. A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDPs) after a mean observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implan Res.* 2012;23:22-38.
12. Sailer I, Strasding M, Valente NA, Zwahlen M, Liu S, Pjetursson BE. A systematic review of the survival and complication rates of zirconia-ceramic and metal-ceramic multiple-unit fixed dental prostheses. *Clin Oral Implants Res.* 2018;29 Suppl 16:184-98.
13. Kelly JR, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Australian Dental Journal.* 2011;56:84-96.
14. Stawarczyk B, Keul C, Eichberger M, Figge D, Edelhoff D, Lumkemann N. Three generations of zirconia: From veneered to monolithic. Part I. *Quintessence Int.* 2017;48(5):369-80.
15. Miyazaki T, Nakamura T, Matsumura H, Ban SJ, Kobayashi T. Current status of zirconia restoration. *Journal of Prosthodontic Research.* 2013;57(4):236-61.
16. Zhang Y, Lawn BR. Novel Zirconia Materials in Dentistry. *Journal of Dental Research.* 2018;97(2):140-7.
17. Abou-Ayash S, Strasding M, Rucker G, Att W. Impact of prosthetic material on mid- and long-term outcome of dental implants supporting single crowns and fixed partial dentures: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Oral Implantology.* 2017;10:47-65.
18. Pozzi A, Sannino G, Barlattani A. Minimally invasive treatment of the atrophic posterior maxilla: a proof-of-concept prospective study with a follow-up of between 36 and 54 months. *J Prosthet Dent.* 2012;108(5):286-97.
19. Oliva J, Oliva X, Oliva JD. All-on-three delayed implant loading concept for the completely edentulous maxilla and mandible: a retrospective 5-year follow-up study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2012;27(6):1584-92.
20. Shi JY, Zhang XM, Qiao SC, Qian SJ, Mo JJ, Lai HC. Hardware complications and failure of three-unit zirconia-based and porcelain-fused-metal implant-supported fixed dental prostheses: a retrospective cohort study with up to 8 years. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28(5):571-5.
21. Esquivel-Upshaw JF, Mehler A, Clark AE, Neal D, Anusavice KJ. Fracture analysis of randomized implant-supported fixed dental prostheses. *J Dent.* 2014;42(10):1335-42.

22. Spies BC, Stampf S, Kohal RJ. Evaluation of Zirconia-Based All-Ceramic Single Crowns and Fixed Dental Prosthesis on Zirconia Implants: 5-Year Results of a Prospective Cohort Study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2015;17(5):1014-28.
23. Larsson C, Vult von Steyern P. Ten-Year Follow-Up of Implant-Supported All-Ceramic Fixed Dental Prostheses: A Randomized, Prospective Clinical Trial. *Int J Prosthodont*. 2016;29(1):31-4.
24. Pozzi A, Tallarico M, Barlattani A. Monolithic Lithium Disilicate Full-Contour Crowns Bonded on CAD/CAM Zirconia Complete-Arch Implant Bridges With 3 to 5 Years of Follow-Up. *J Oral Implantol*. 2015;41(4):450-8.
25. Pozzi A, Holst S, Fabbri G, Tallarico M. Clinical reliability of CAD/CAM cross-arch zirconia bridges on immediately loaded implants placed with computer-assisted/template-guided surgery: a retrospective study with a follow-up between 3 and 5 years. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2015;17 Suppl 1:e86-96.
26. Sannino G, Barlattani A. Straight Versus Angulated Abutments on Tilted Implants in Immediate Fixed Rehabilitation of the Edentulous Mandible: A 3-Year Retrospective Comparative Study. *Int J Prosthodont*. 2016;29(3):219-26.
27. Venezia P, Torsello F, Cavalcanti R, D'Amato S. Retrospective analysis of 26 complete-arch implant-supported monolithic zirconia prostheses with feldspathic porcelain veneering limited to the facial surface. *J Prosthet Dent*. 2015;114(4):506-12.
28. Mendez Caramês JM, Sola Pereira da Mata AD, da Silva Marques DN, de Oliveira Francisco HC. Ceramic-Veneered Zirconia Frameworks in Full-Arch Implant Rehabilitations: A 6-Month to 5-Year Retrospective Cohort Study. *The International journal of oral & maxillofacial implants*. 2016;31(6):1407-14.
29. Tartaglia GM, Maiorana C, Gallo M, Codari M, Sforza C. Implant-Supported Immediately Loaded Full-Arch Rehabilitations: Comparison of Resin and Zirconia Clinical Outcomes in a 5-Year Retrospective Follow-Up Study. *Implant Dent*. 2016;25(1):74-82.
30. Spies BC, Sperlich M, Fleiner J, Stampf S, Kohal RJ. Alumina reinforced zirconia implants: 1-year results from a prospective cohort investigation. *Clin Oral Implan Res*. 2016;27(4):481-90.
31. Sailer I, Strasing M, Valente NA, Zwahlen M, Liu SM, Pjetursson BE. A systematic review of the survival and complication rates of zirconia-ceramic and metal-ceramic multiple-unit fixed dental prostheses. *Clin Oral Implan Res*. 2018;29:184-98.
32. Osnes CA, Wu JH, Venezia P, Ferrari M, Keeling AJ. Full arch precision of six intraoral scanners in vitro. *J Prosthodont Res*. 2019.

33. Cvar JF, Ryge G. Reprint of Criteria for the clinical evaluation of dental restorative materials (Reprinted from US Department of Health, Education, and Welfare, US Public Health Service 790244, San Francisco Printing Office 1971 : 1-42). *Clin Oral Invest.* 2005;9(4):215-32.
34. Morton D, Gallucci G, Lin WS, Pjetursson B, Polido W, Roehling S, Sailer I, Aghaloo T, Albera H, Bohner L, Braut V, Buser D, Chen S, Dawson A, Eckert S, Gahlert M, Hamilton A, Jaffin R, Jarry C, Karayazgan B, Laine J, Martin W, Rahman L, Schlegel A, Shiota M, Stilwell C, Vorster C, Zembic A, Zhou WJ. Group 2 ITI Consensus Report: Prosthodontics and implant dentistry. *Clin Oral Implan Res.* 2018;29:215-23.
35. Worni A, Katsoulis J, Kolgeci L, Worni M, Mericske-Stern R. Monolithic zirconia reconstructions supported by teeth and implants: 1- to 3-year results of a case series. *Quintessence Int.* 2017;48(6):459-67.
36. Zhang F, Reveron H, Spies BC, Van Meerbeek B, Chevalier J. Trade-off between fracture resistance and translucency of zirconia and lithium-disilicate glass ceramics for monolithic restorations. *Acta Biomaterialia.* 2019;91:24-34.
37. Rabel K, Spies BC, Pieralli S, Vach K, Kohal RJ. The clinical performance of all-ceramic implant-supported single crowns: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implan Res.* 2018;29:196-223.
38. Zhang F, Spies BC, Vleugels J, Reveron H, Wesemann C, Muller WD, van Meerbeek B, Chevalier J. High-translucent yttria-stabilized zirconia ceramics are wear-resistant and antagonist-friendly. *Dental Materials.* 2019;35(12):1776-90.
39. Sailer I, Mühlemann S, Kohal RJ, Spies BC, Pjetursson BE, Lang NP, Gottfredsen KL, Ellingsen JE, Francisco H, Özcan M, Hassan B, Pardo GE, Bardaji JA, Kraus RD, Wennerberg A. Reconstructive aspects: Summary and consensus statements of group 3. The 5th EAO Consensus Conference 2018. *Clinical Oral Implants Research.* 2018;29(S18):237-42.

Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Stefano Pieralli, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: *„Erfolgs- und Überlebensraten von vollkeramischem implantatgetragendem Zahnersatz zur Versorgung zahnloser und teilbezogener Kiefer. Eine systematische Übersichtsarbeit und Meta-analyse“* (Eng.: *“Clinical outcomes of partial and full-arch all-ceramic implant-supported fixed dental prostheses. A systematic review and meta-analysis”*) selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren/innen beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) werden von mir verantwortet.

Ich versichere ferner, dass ich die in Zusammenarbeit mit anderen Personen generierten Daten, Datenauswertungen und Schlussfolgerungen korrekt gekennzeichnet und meinen eigenen Beitrag sowie die Beiträge anderer Personen korrekt kenntlich gemacht habe (siehe Anteilserklärung). Texte oder Textteile, die gemeinsam mit anderen erstellt oder verwendet wurden, habe ich korrekt kenntlich gemacht.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem/der Erstbetreuer/in, angegeben sind. Für sämtliche im Rahmen der Dissertation entstandenen Publikationen wurden die Richtlinien des ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors; www.icmje.org) zur Autorenschaft eingehalten. Ich erkläre ferner, dass ich mich zur Einhaltung der Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis verpflichte.

Weiterhin versichere ich, dass ich diese Dissertation weder in gleicher noch in ähnlicher Form bereits an einer anderen Fakultät eingereicht habe.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§§156, 161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum: Freiburg den 03.06.2020

Unterschrift:

Anteilserklärung an der ausgewählten Publikation

Stefano Pieralli hatte folgenden Anteil an der folgenden Publikation:

Pieralli, S., R. J. Kohal, K. Rabel, M. von Stein-Lausnitz, K. Vach and B. C. Spies

"Clinical outcomes of partial and full-arch all-ceramic implant-supported fixed dental prostheses. A systematic review and meta-analysis."

Clin Oral Implants Res (2018) 29 Suppl 18: 224-236. doi: 10.1111/clr.13345

- In Zusammenarbeit mit seinem Erstbetreuer B.S. und in Abstimmung mit R.J.-K. und Dr. Kerstin Rabel (K.R.) erstellte S.P. das Protokoll/Konzept dieser Publikation.
- Die Literaturrecherche (Datenerhebung) hat S.P. unter Supervision von B.S. durchgeführt. Darüber hinaus wurden die Abbildungen 1 und 2 durch S.P. erstellt. Weitere Abbildungen wurden durch Dipl.-Math. Kirstin Vach (K.V.) erstellt.
- Die Datengewinnung sowie die Erstellung aller Tabellen (Tab. 1-5) erfolgte durch S.P. unter Supervision von B.S.
- Die Datenanalyse erfolgte durch K.V. in Zusammenarbeit mit S.P. Der Beitrag von S.P. umfasste sowohl die fachliche Erläuterung als auch die Interpretation der Daten.
- Unter Supervision von B.S. hat S.P. den Erstentwurf des Textes erstellt. Dabei unterstützte ihn B.S. bei der Gliederung und Abschlusskorrektur.
- Die kritische Interpretation der Ergebnisse erfolgte durch S.P. und B.S.
- Die Ausformulierung erfolgte durch S.P.

Freiburg, den 03.06.2020

Unterschrift des Doktoranden

Auszug aus der Journal Summary List

Journal Data Filtered By: **Selected JCR Year: 2017**

Selected Editions: SCIE,SSCI Selected Categories:
“DENTISTRY, ORAL SURGERY and MEDICINE”

Selected Category Scheme: WoS **Gesamtanzahl: 91 Journale**

Rank	Full Journal Title	Total Cites	Journal Impact Factor	Eigenfactor Score
1	PERIODONTOLOGY 2000	4,308	6.220	0.004430
2	JOURNAL OF DENTAL RESEARCH	19,305	5.380	0.020950
3	ORAL ONCOLOGY	8,949	4.636	0.013760
4	CLINICAL ORAL IMPLANTS RESEARCH	14,065	4.305	0.016880
5	International Journal of Oral Science	918	4.138	0.002240
6	JOURNAL OF CLINICAL PERIODONTOLOGY	13,300	4.046	0.011660
7	DENTAL MATERIALS	12,466	4.039	0.012560
8	JOURNAL OF DENTISTRY	8,247	3.770	0.012020
9	JOURNAL OF PERIODONTOLOGY	15,619	3.392	0.011420
10	Journal of Prosthodontic Research	686	3.306	0.001650
11	Clinical Implant Dentistry and Related Research	3,633	3.097	0.008520
12	INTERNATIONAL ENDODONTIC JOURNAL	7,002	3.015	0.007330
13	JOURNAL OF ENDODONTICS	16,585	2.886	0.013050
14	JOURNAL OF PERIODONTAL RESEARCH	4,100	2.878	0.004100

Druckexemplar ausgewählten Publikation

Pieralli, S., R. J. Kohal, K. Rabel, M. von Stein-Lausnitz, K. Vach, and B. C. Spies. "Clinical Outcomes of Partial and Full-Arch All-Ceramic Implant-Supported Fixed Dental Prostheses. A Systematic Review and Meta-Analysis."

Clin Oral Implants Res 29 Suppl 18 (Oct 2018): 224-36.
<https://dx.doi.org/10.1111/clr.13345>.

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Publikationsliste

- 1. 3-D Printed Protective Equipment during COVID-19 Pandemic.**
Wesemann, C., Pieralli, S., Fretwurst, T., Nold, J., Nelson, K., Schmelzeisen, R., Hellwig, E., & Spies, B. C. (2020). *Materials (Basel)*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/ma13081997>
IF: 2.9
- 2. Digitization of One-Piece Oral Implants: A Feasibility Study.**
Pieralli, S., Spies, B. C., Kohnen, L. V., Beuer, F., & Wesemann, C. (2020). *Materials (Basel)*, 13(8). [Doi.org/10.3390/ma13081990](https://doi.org/10.3390/ma13081990)
IF: 2.9
- 3. Fracture Resistance of Zirconia Oral Implants in Vitro: A Systematic Review and Meta-Analysis.**
Bethke A., Pieralli S., Kohal, R-J, Burkhardt F., von Stein-Lausnitz M., Vach K., & Spies B.C. (2020). *Materials (Basel)*, 13(3). doi: 10.3390/ma13030562
IF: 2.9
- 4. Metallfrei liegt im Trend**
Burkhardt F, Pieralli S, Spies BC, Beuer F (2019) Teamwork
- 5. Keramikimplantate: Was wissen wir?**
Pieralli S, Kohal RJ, Bruhnke M, Spies BC (2018) *Zahnmedizin up2date* 12(05):379-390; doi: 10.1055/a-0647-0420
- 6. Digital and Orthodontically Driven Implant Planning: A Multidisciplinary Case History Report.**
Pieralli S, Gintaute A, Beuer F, Spies BC.
Int J Prosthodont. 2019 Mar/Apr;32(32):214-216.
doi: 10.11607/ijp.6126.
IF: 1.3
- 7. Clinical outcomes of partial and full-arch all-ceramic implant-supported fixed dental prostheses. A systematic review and meta-analysis.**
Pieralli S, Kohal RJ, Rabel K, von Stein-Lausnitz M, Vach K, Spies BC.
Clin Oral Implants Res. 2018 Oct;29 Suppl 18:224-236.
doi: 10.1111/clr.13345.
IF: 4.3

- 8. The clinical performance of all-ceramic implant-supported single crowns: A systematic review and meta-analysis.**
Rabel K, Spies BC, Pieralli S, Vach K, Kohal RJ.
Clin Oral Implants Res. 2018 Oct;29 Suppl 18:196-223.
doi: 10.1111/clr.13337.
IF: 4.3
- 9. Osseointegration of zirconia dental implants in animal investigations: A systematic review and meta-analysis.**
Pieralli S, Kohal RJ, Lopez Hernandez E, Doerken S, Spies BC.
Dent Mater. 2018 Feb;34(2):171-182.
doi: 10.1016/j.dental.2017.10.008. Epub 2017 Nov 6.
IF: 4.0
- 10. CAD/CAM-fabricated ceramic implant-supported single crowns made from lithium disilicate: Final results of a 5-year prospective cohort study.**
Spies BC, Pieralli S, Vach K, Kohal RJ.
Clin Implant Dent Relat Res. 2017 Oct;19(5):876-883.
doi: 10.1111/cid.12508. Epub 2017 Jun 13.
IF: 3.0
- 11. Clinical Outcomes of Zirconia Dental Implants: A Systematic Review**
Pieralli S, Kohal RJ, Jung RE, Vach K, Spies BC.
J Dent Res. 2017 Jan;96(1):38-46.
doi: 10.1177/0022034516664043. Epub 2016 Oct 1. Review.
IF: 5.4

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Herrn Professor Dr. Benedikt Spies für seine Betreuung und Unterstützung in der Erstellung dieses Projektes.

Darüber hinaus möchte ich mich bei Herrn Professor Dr. Florian Beuer, Direktor der Abteilung für Zahnärztliche Prothetik, Funktionslehre und Alterszahnmedizin der Charité, für die bereichernde Erfahrung in seiner Abteilung, ganz herzlich bedanken.

Mein Dank für die erfolgreiche Zusammenarbeit gilt den in diesem Projekt beteiligten Koautoren: Herr Professor Dr. Ralf-Joachim Kohal, Frau Dipl.-Math. Kirstin Vach, Frau Dr. Manja von Stein-Lausnitz und Frau Dr. Kerstin Rabel.

Abschließend möchte ich mich bei meiner Familie und meiner Freundin ganz herzlich bedanken: Eure Unterstützung und Motivation ist mir unendlich wichtig.