

Funktionsdauer metallkeramischer Kronen und Brücken

Literaturübersicht und drei klassische Fallbeispiele

SVEN RINKE



Einleitung

Seit Einführung der Metall-Keramik-Verbundtechnologie vor mehr als 50 Jahren hat sich dieses Herstellungsverfahren als Standardverfahren für Kronen und Brücken etabliert. Die anfänglich ausschließlich eingesetzten hochgoldhaltigen Legierungen wurden im Wesentlichen aufgrund wirtschaftlicher Erwägungen infolge stark gestiegener Rohstoffpreise durch Alternativlegierungen mit reduziertem Edelmetallgehalt bzw. auch auf Nichtedelmetallbasis ersetzt.^{4,7} Während Edelmetall in den 90er Jahren zumindest im deutschsprachigen Raum der dominierende Kronen- und Brückenwerkstoff waren, ist der Anteil entsprechender Restaurationen in den letzten zwei Jahrzehnten kontinuierlich gesunken. Gleichzeitig werden immer häufiger Alternativlegierungen und vollkeramische Werkstoffe verwendet.

Insbesondere die edelmetallbasierten Kronen und Brücken werden hinsichtlich ihrer Haltbarkeit und klinischen Zuverlässigkeit immer noch als Referenz für neue Werkstoffe und Technologien angesehen.^{4,7} Vor diesem Hintergrund interessiert die Frage, welche Daten aktuell zur klinischen Bewährung metallkeramischer Brücken vorliegen. Systematische Reviews und Metaanalysen sind die Informationsquellen mit dem höchsten Evidenzgrad. Neben aktuellen systematischen Reviews sind jedoch gerade in den Jahren 2017 und 2018 Ergebnisse aus klinischen Studien mit deutlich verlängerten Beobachtungszeiten zwischen 20 und 50 Jahren publiziert worden. Daher erscheint eine Bewertung metallkeramischer Brücken unter besonderer Berücksichtigung der erwähnten aktuellen klinischen Studien im Rahmen einer Literaturübersicht sinnvoll. In diesem Beitrag sollen diese Erkenntnisse durch die klinischen Erfahrungen aus drei exem-

plarischen Fallberichten mit einer Beobachtungsdauer von jeweils 20 Jahren ergänzt werden.

Literaturübersicht

Systematische Übersichtsarbeiten zur klinischen Bewährung zahngestützter metall- und vollkeramischer Brücken wurden zuletzt von Sailer et al. (2015) und Pjetursson et al. (2015) publiziert.^{4,7}

Für metallkeramische Einzelkronen wurde auf der Basis von 17 eingeschlossenen Studien mit insgesamt 4663 Kronen eine Fünf-Jahres-Überlebensrate von 95,7 % (95 % Konfidenzintervall [95 % KI] 94,1–96,9) ermittelt.⁷ Innerhalb des Fünf-Jahres-Zeitraums gingen 0,3 % der Metallkeramikbrücken durch eine ausgedehnte Fraktur der Verblendkeramik und 0,03 % durch eine Fraktur des Metallgerüsts verloren. Kleinere und mittelgroße Verblendkeramikfrakturen traten mit einer Fünf-Jahres-Ereignishäufigkeit von 2,6 % [95 % KI: 1,3–5,2] auf. Für den Verlust der metallkeramischen Kronen waren überwiegend biologische Komplikationen (Sekundärkaries, Pfeilerfrakturen oder endodontische Komplikationen) verantwortlich. Die jährliche Fehlerrate metallkeramischer Einzelkronen wurde mit 0,88 % berechnet.⁷ Diese Daten liefern sehr klare Aussagen zu den zu erwartenden technischen und biologischen Komplikationen während der ersten fünf Jahre.

Limitierend ist jedoch die Tatsache, dass die durchschnittliche Beobachtungsdauer der 17 eingeschlossenen Studien lediglich 7,3 Jahre beträgt. Lediglich eine Studie von Napankangas und Raustia (2008) mit 100 Einzelkronen weist eine deutlich längere mittlere Beobachtungszeit (18,2 Jahre) auf. Somit sind Aussagen zur Zehn-Jahres-Prognose von Einzelkronen auf der Basis dieser Daten nur durch Hochrechnung der jährli-

Zusammenfassung

Aktuelle Publikationen zur klinischen Bewährung edelmetallbasierter metallkeramischer Kronen und Brücken bestätigen die geringe technische Komplikationsrate derartiger Versorgungen auch bei deutlich verlängerten Beobachtungszeiten von mehr als zehn Jahren. Auf der Basis der vorliegenden klinischen Daten beträgt die jährliche Fehlerrate aufgrund technischer Komplikationen (Gerüstfrakturen oder ausgedehnte Verblendkeramikfrakturen) weniger als 0,1 Prozent.

Indizes

Metallkeramik, Vollkeramik, Edelmetalllegierung, Golden Gate-System, Literaturübersicht



chen Fehlerrate möglich. Legt man die von Sailer et al. (2015) ermittelte Fehlerrate von 0,88 % zugrunde, dann sind Zehn-Jahres-Überlebensraten von ca. 90 bis 91 % und 20-Jahres-Überlebensraten von ca. 80 bis 82 % zu erwarten. Dies liegt im Bereich der einzigen Langzeitstudie, in der eine Überlebensrate von 78 % nach einer mittleren Beobachtungsdauer von 18 Jahren ermittelt wurde.²

Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Kalkulation der Langzeitbewährung auf der Basis jährlicher Fehlerraten mit einem hohen Fehlerrisiko behaftet ist, da vorausgesetzt wird, dass die jährliche Fehlerrate konstant bleibt. Effekte wie eine Materialermüdung oder Verschleiß in der Funktionsphase können aber insbesondere bei technisch bedingten Fehlerursachen potenziell dazu führen, dass sich die Fehlerraten erhöht. Eine Schätzung mit konstanten Fehlerraten beinhaltet daher das Risiko, dass die Überlebens- und Erfolgsraten überschätzt werden.^{4,6,7} Prospektive Studien mit Beobachtungszeiten von 15 bis 20 Jahren sind daher wünschenswert, um die klinische Bewährung abschätzen zu können.

Gleiches gilt für die Daten zur klinischen Bewährung metallkeramischer Brücken. Pjetursson et al. (2015) konnten in einer systematischen Übersichtsarbeit 15 Studien mit insgesamt 1796 Metallkeramikbrücken auswerten und ermittelten eine Fünf-Jahres-Überlebensrate von 94,4 % [95 % KI: 91,2–96,5].⁴ Die mittlere Beobachtungsdauer der Studien betrug 7,0 Jahre, lediglich zwei Studien wiesen mit 11,4 bzw. 12,1 Jahren Beobachtungszeiten von mehr als zehn Jahren auf. Die jährliche Fehlerrate betrug 1,15 %.

Technisch bedingte Verluste waren wie bei den metallkeramischen Einzelkronen ein seltenes Ereignis. Die Fünf-Jahres-Ereigniswahrscheinlichkeit für eine Gerüstfraktur betrug 0,6 % [95 % KI: 0,2–2,0 %]. Polierbare Keramikfrakturen

traten innerhalb von fünf Jahren mit einer Häufigkeit von 8,6 % [95 % KI: 4,0–18,0 %] auf. Vor allem biologische Komplikationen führten zum Verlust einer Brücke. Sekundärkaries war mit einer Fünf-Jahres-Ereignisrate von 2,7 % [95 % KI: 1,2–5,69] die häufigste Verlustursache.⁴

Trotz der umfangreichen Daten zu metallkeramischen Brücken sind Aussagen über Langzeitprognosen zur Funktionsdauer von mehr als zehn Jahren nur durch Hochrechnung der jährlichen Fehlerraten möglich. Dies würde bedeuten, dass für metallkeramische Brücken nach einer Funktionsdauer von zehn bzw. 15 Jahren Überlebensraten von 88 bis 90 bzw. 83 bis 80 % zu erwarten wären, wenn man die im Review von Pjetursson et al. ermittelte Fehlerrate von 1,15 % zugrunde legt.⁴ Dies deckt sich zwar mit den ermittelten Daten aus einer retrospektiven Studie mit 57 Patienten und 82 metallkeramischen Brücken, in der eine Überlebensrate von 78 % nach einer mittleren Beobachtungsdauer von 18 Jahren ermittelt wurde.¹ Aufgrund der wenigen Daten aus prospektiven Langzeitbeobachtungen und methodischen Unsicherheiten beim Schätzen von Überlebens- und Erfolgsraten auf der Basis jährlicher Fehlerraten, die aus Studien mit begrenzten Beobachtungszeiten gewonnen wurden, besteht jedoch weiterhin ein hoher Bedarf an klinischen Studien mit Beobachtungszeiten von mehr als zehn Jahren. Daher sind insbesondere mehrere im Jahr 2018 publizierte Studien interessant, da sie allesamt Daten zur klinischen Bewährung metallkeramischer Kronen und Brücken bei Beobachtungszeiten von mehr als zehn Jahren liefern.

Ergebnisse der Studien

Reitemeier et al. (2018) untersuchten in einer prospektiven praxisbasierten klinischen Studie, wie sich metallkerami-

sche Kronen bewähren, die aus Edelmetalllegierungen gusstechnisch gefertigt und mit hochschmelzenden feldspatischen Keramiken verblendet wurden.⁵ Die Eingliederung erfolgte zwischen 1996 und 1997 in zehn privaten Zahnarztpraxen. Nach einer Beobachtungszeit von 20 Jahren zeigte sich eine Überlebensrate von 78,8 %. Keramikfrakturen traten bei 25,8 % der Einzelkronen auf, die Verblendkeramikfrakturen waren jedoch überwiegend kleinflächig und beeinträchtigten die Funktionsfähigkeit der Kronen nicht. Lediglich 1,4 % der Kronen mussten aufgrund einer ausgedehnten Verblendkeramikfraktur ersetzt werden.⁵ Diese praxisbasierte Langzeitbeobachtung bestätigt noch einmal die Ergebnisse der bereits diskutierten systematischen Übersichtsarbeiten, aus denen hervorgeht, dass Verluste bei metallkeramischen Restaurationen vor allem durch biologische Komplikationen bedingt sind.

In einer weiteren, ebenfalls 2018 publizierten Studie wird die klinische Bewährung von 154 metallkeramischen Kronen (101 posterior/53 anterior) retrospektiv über einen Beobachtungszeitraum von bis zu 50 Jahren nachverfolgt.³ Die 50 %-Überlebensdauer der metallkeramischen Kronen wurde mit 47,53 Jahren [95 % KI: 45,59–49,47] kalkuliert. Die beobachteten sechs Verluste bei den metallkeramischen Kronen waren ausschließlich durch biologische Ursachen bedingt.³

Fasst man die vorliegenden Daten zu metallkeramischen Kronen zusammen, kann man feststellen, dass die aktuell publizierten Daten für metallkeramische Kronen auch bei deutlich verlängerten Beobachtungszeiten von 20 bis 50 Jahren jährliche Verlustraten von ca. 1 % bestätigen, wobei die Verluste primär durch biologische Ursachen bedingt sind.^{3,5,7} Die häufigsten technischen Komplikationen

sind mit einer jährlichen Komplikationsrate von ebenfalls 1 % Verblendkeramikfrakturen. Diese führen jedoch, wie in den vorliegenden systematischen Reviews gezeigt, nur in einem sehr geringen Prozentsatz zu einem Verlust der Restauration; hier scheinen sich jährliche Fehlerraten von weniger als 0,1 % zu bestätigen.

Eine randomisierte klinische Studie⁶ liefert Ergebnisse zur zehnjährigen klinischen Bewährung von 36 drei- bis fünfgliedrigen metallkeramischen Brücken aus einer hochgoldhaltigen Legierung (DeguDent H, DeguDent, Hanau). Über den gesamten Beobachtungszeitraum traten keine Gerüstfrakturen auf. Bei 33,3 % der Brücken wurden kleinflächige Verblendkeramikfrakturen beobachtet. Bei keiner Versorgung musste die Restauration aufgrund einer ausgedehnten Verblendkeramikfraktur erneuert werden. Die Zehn-Jahres-Überlebensrate der metallkeramischen Brücken betrug 100 %.⁶

Wie bereits bei den Kronen, sind bei metallkeramischen Brücken technische Komplikationen vor allem in Form kleinflächiger Verblendkeramikfrakturen zu erwarten. Diese führen jedoch nur sehr selten dazu, dass eine Restauration erneuert werden muss. Die vorliegenden Langzeitdaten für Brücken sind hinsichtlich der Beobachtungszeit immer noch sehr begrenzt, sodass weitere Untersuchungen mit Beobachtungszeiten von 15 bis 20 Jahren dringend erforderlich sind.

Zusammenfassend lässt sich aus den vorliegenden klinischen Daten folgern, dass metallkeramische Kronen und Brücken auch bei Beobachtungszeiten von mehr als zehn Jahren technisch sehr zuverlässig sind. Technische Komplikationen sind nur in seltenen Fällen ein Grund dafür, dass eine Restauration erneuert werden muss. Dies zeigt, wie wichtig diese Restaurationstechnik vor allem aus zahntechnischer Sicht ist.

Klinische Falldarstellungen

Nachfolgend wird an drei klinischen Falldarstellungen die Anwendung metallkeramischer Restaurationen in unterschiedlichen Indikationen über einen Beobachtungszeitraum von 19 bis 20 Jahren dargestellt. Diese Fälle repräsentieren das typische Versorgungskonzept der Praxis des Autors, das routinemäßig Ende der 90er Jahre in dieser Form durchgeführt wurde.

Fallbeispiel 1

Ein zum Behandlungsbeginn 35jähriger Patient stellte sich 1999 mit dem Wunsch nach der Erneuerung von vier insuffizienten kunststoffverblendeten Edelme-

tallkronen vor. Nach eigenen Angaben waren diese Restaurationen seit mehr als 15 Jahren in Funktion, zeigten jetzt aber deutliche Verschleißerscheinungen und Verfärbungen, sodass sie ästhetisch nicht mehr akzeptabel waren (Abb. 1).

Nachdem die insuffizienten Kronen und Karies entfernt worden waren, wurden Stumpfaufbauten mit adhäsiv verankerten Kompositaufbauten hergestellt. Die zirkuläre Präparation erfolgte mit einer Schnitttiefe von 1,0 mm in Form einer Stufe mit innen gerundeter Kante. Um sichtbare Metallränder zu vermeiden, wurden die Restaurationen aus einer hochgoldhaltigen Legierung (Degunorm, DeguDent) mit einem zervikal reduzierten Gerüst und einer zirkulären Keramikstufe angefertigt (Abb. 2).

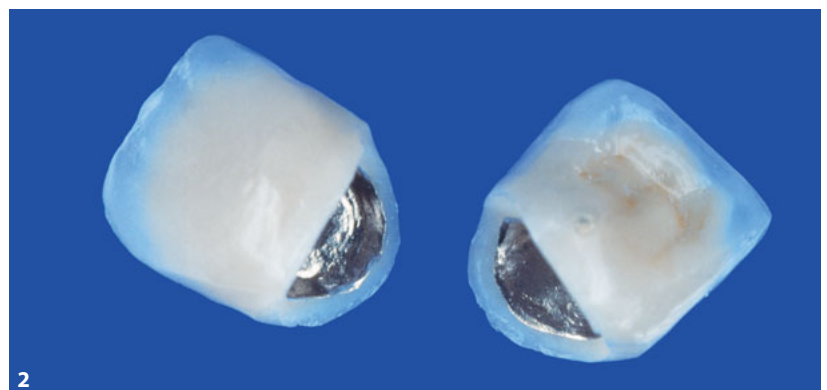
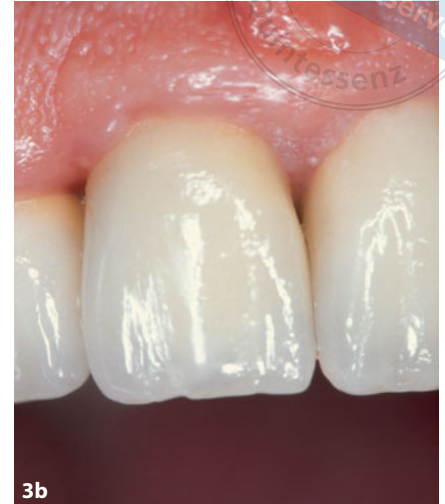


Abb. 1 Insuffiziente kunststoffverblendete Frontzahnkronen bei Behandlungsbeginn im Jahr 1999. **Abb. 2** Um sichtbare Metallränder zu vermeiden, erhielten die Restaurationen eine zirkuläre Keramikstufe und ein zervikal reduziertes Metallgerüst.



3a



3b



4

Abb. 3a und b Klinische Situation bei der Ein-Jahres-Kontrolle der konventionell zementierten Metallkeramikkronen (Golden Gate-System). **Abb. 4** Behandlungsergebnis nach einer klinischen Funktionsdauer von 20 Jahren im Januar 2019.

Verblendet wurde mit einer niedrigschmelzenden Keramik (Duceragold, DeguDent). Alle Kronen wurden nach einer einwöchigen provisorischen Tragedauer definitiv mit einem Zinkphosphatzement befestigt (Abb. 3). Der Patient wurde seitdem über einen Zeitraum von 20 Jahren kontinuierlich in derselben Praxis zahnmedizinisch betreut. In Intervallen von sechs bis zwölf Monaten wurden die Zähne professionell gereinigt.

Nach einer Funktionsdauer von 20 Jahren zeigte sich aufgrund eines moderaten Attachmentverlusts eine Exposition der Restaurationsränder. Aufgrund

der keramischen Stufen führte dies jedoch nicht dazu, dass der Patient ästhetisch beeinträchtigt wurde (Abb. 4). Technische oder biologische Komplikationen traten nicht auf.

Fallbeispiel 2

Ein bei Behandlungsbeginn im April 1999 49jähriger Patient stellte sich mit Beschwerden an den insuffizient versorgten Molaren 36,37 vor. Bei der präprothetischen radiologischen Kontrolle zeigte sich zudem eine insuffiziente Passung der Brücke 33 bis 35 mit Sekundärkariesbildung.

Der Behandler schlug vor, den 3. Quadranten mit metallkeramischen Restaurationen zu versorgen. Für die Restaurationen wurde eine Kombination aus hochgoldhaltiger Legierung (Degunorm) und niedrigschmelzender hydrothermaler Keramik (Duceragold) genutzt. Diese Materialkombination, die unter der Bezeichnung „Golden Gate-System“ vertrieben wird, war zum Zeitpunkt der Restauration auf dem Markt stark verbreitet und ist bis heute in nahezu identischer Zusammensetzung verfügbar. Die Brückenkonstruktion und die Einzelkronen erhielten vestibuläre Keramikstufen (Abb. 6), um sichtbare Metallränder zu

vermeiden. Auch dieser Patient wurde kontinuierlich zahnmedizinisch betreut und in regelmäßigen Intervallen wurden professionelle Zahnreinigungen durchgeführt.

Nach einer Beobachtungszeit von 19 Jahren wurden keine biologischen Komplikationen festgestellt. Technische Komplikationen traten lediglich in Form kleinflächiger Verblendkeramikfrakturen an den Restaurationen der Zähne 35,37 auf. Der Patient bemerkt diese jedoch nicht, weshalb es nicht erforderlich war zu intervenieren (Abb. 7).

Fallbeispiel 3

Eine 52jährige Patientin stellte sich im Juni 1999 mit pulpitischen Beschwerden am Zahn 47 vor. Eine Wurzelkanalbehandlung konnte aufgrund einer starken Obliteration der Wurzelkanäle nicht erfolgreich durchgeführt werden, sodass der Zahn entfernt werden musste (Abb. 8). Die Prämolaren wurden mit adhäsiv befestigten Kronen aus einer leuzitverstärkten Glaskeramik (Cergo Press, DeguDent) neu versorgt, Zahn 46 mit einer vollverblendeten metallkeramischen Krone (Golden Gate-System). Um die Versorgung ästhetisch zu optimieren, erhielt sie wiederum eine vestibuläre Keramikstufe (Abb. 9).

Bis zur letzten Nachkontrolle im Januar 2019 ereignete sich lediglich eine technische Komplikation. Nach einer Funktionsdauer von neun Jahren kam es zur Fraktur der Glaskeramikkrone am Zahn 44. Der Zahn wurde mit einer vollverblendeten Zirkonoxidkeramikkrone (Cercon Base und Cercon Ceram) versorgt. Die Metallkeramikrestauration verblieb interventionsfrei in Funktion. Die aufgetretene bukkale Verblendkeramikfraktur erforderte keine klinische Intervention und wurde von der Patientin nicht bemerkt (Abb. 10a und b).



Abb. 5 Ausgangssituation im April 1999 mit insuffizienten Amalgamrestorationen an den 1. und 2. Molaren sowie einer erneuerungsbedürftigen Brücke von 33 bis 35. **Abb. 6** Klinische Situation der konventionell befestigten metallkeramischen Brücke von 33 bis 35 und der vollverblendeten Metallkeramikkronen nach vierjähriger Funktionsdauer (März 2003). **Abb. 7** Zustand der Restauration nach einer Funktionsdauer von 19,5 Jahren im Januar 2019. Lediglich an der Einzelkrone (Zahn 37) und der Ankerkrone (Zahn 35) zeigen sich mehrere kleinflächige Keramikfrakturen, die allerdings keine Intervention erforderlich machten.



Abb. 8 Klinische Situation bei Behandlungsbeginn (Juni 1999). Der Zahn 47 ist nicht erhaltungswürdig, da aufgrund einer starken Obliteration der Wurzelkanäle keine Wurzelkanalbehandlung durchgeführt werden konnte. **Abb. 9** Ein-Jahres-Kontrolle nach abgeschlossener Quadrantensanierung. Der 1. Molar ist mit einer vollverblendeten edelmetallbasierten Metallkeramikkrone versorgt (Golden Gate-System), die Prämolaren mit adhäsiv befestigten glaskeramischen Kronen. **Abb. 10a und b** Zustand bei der Kontrolluntersuchung 19 Jahre nach Eingliederung. Die Glaskeramikkrone (Zahn 44) wurde nach einer Funktionsdauer von neun Jahren aufgrund einer Fraktur durch eine vollverblendete Zirkonoxidkeramikkrone ersetzt. Aufgrund der vestibulären Keramikstufe kommt es trotz der aufgetretenen Rezession nur zu begrenzten ästhetischen Einbußen an der metallkeramischen Restauration. Die Bukkalfläche der Metallkeramikkrone zeigte eine Verblendkeramikfraktur ohne Gerüstexposition oder Beeinträchtigung der anatomischen Form, sodass keine Intervention erforderlich war.

Schlussfolgerungen

Auf der Basis der vorliegenden klinischen Daten aus systematischen Übersichtsarbeiten sind für metallkeramische Kronen und Brücken jährliche Verlustquoten von ca. 1 % zu erwarten.^{4,7} Erste Studien mit deutlich verlängerten Beobachtungszeiten scheinen diese Raten bei Einzelkronen auch für Beobachtungszeiten von 20 bis 50 Jahren zu bestätigen^{3,5}, während diese Absicherung für metallkeramische Brücken bislang nur für Funktionsperio-

den von ca. zehn Jahren vorliegt^{6,7}. Bei beiden Versorgungsformen gibt es nur selten technische Verluste in Form von Gerüstfrakturen oder ausgedehnten Verblendkeramikfrakturen. Insgesamt ist von einer jährlichen technischen Fehlerrate von < 0,1 % auszugehen³⁻⁷. Die häufigste technische Komplikation metallkeramischer Kronen und Brücken sind kleinflächige Verblendkeramikfrakturen mit einer jährlichen Ereigniswahrscheinlichkeit von ca. 1 %.³⁻⁷ Derartige Komplikationen führen jedoch nicht notwendi-

gerweise dazu, dass die Restauration erneuert werden muss, sondern erfordern meist nur eine Politur.

Die Ergebnisse der Literatur bestätigen sich in den Erfahrungen aus der täglichen Praxis. Die routinemäßig seit Ende der 90er Jahre angewendete Versorgung mit vollverblendeten Kronen und Brücken, bei denen eine hochgoldhaltige Legierung und eine niedrigschmelzende Verblendkeramik kombiniert wurden, reflektiert gut die geringe technisch bedingte Verlustrate. Aus diesem Grund

bildet sie auch heute noch die Referenz für ein zahntechnisch zuverlässiges Versorgungskonzept in der Kronen- und Brückenprothetik.

Literatur

1. Napankangas R, Raustia A. An 18-year retrospective analysis of treatment outcomes with metal-ceramic fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 2011;24:314–319.
2. Napankangas R, Raustia A. Twenty-year follow-up of metal-ceramic single crowns: a retrospective study. *Int J Prosthodont* 2008;21:307–311.
3. Olley RC, Andiappan M, Frost PM. An up to 50-year follow-up of crown and veneer survival in a dental practice. *J Prosthet Dent* 2018;119:935–941.
4. Pjetursson BE, Sailer I, Makarov NA, Zwahlen M, Thoma DS. All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part II: Multiple-unit FDPs. *Dent Mater* 2015;31:624–639.
5. Reitemeier B, Hänsel K, Range U, Walter MH. Prospective study on metal ceramic crowns in private practice settings: 20-year results. *Clin Oral Investig* 2019;23:1823–1828.
6. Sailer I, Balmer M, Hüsler J, Hämmerle CHF, Känel S, Thoma DS. 10-year randomized trial (RCT) of zirconia-ceramic and metal-ceramic fixed dental prostheses. *J Dent* 2018;76:32–39.
7. Sailer I, Makarov NA, Thoma DS, Zwahlen M, Pjetursson BE. All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part I: Single crowns (SCs). *Dent Mater* 2015;31:603–623.



PD Dr. Sven Rinke, M. Sc., M. Sc.

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
 Universitätsmedizin Göttingen
 Robert-Koch-Straße 40
 37075 Göttingen
 E-Mail: sven.rinke@med.uni-goettingen.de

Summary

Recent publications on the clinical reliability of precious metal-based metal-ceramic crowns and bridges confirm the low technical complication rate of such restorations even with significantly extended observation times of more than ten years. Based on the available clinical data, the annual error rate due to technical complications (framework fractures or extensive veneering ceramic fractures) is less than 0.1 percent.