

Vollkeramik auf Implantaten – geht das?

Stabilität und Ästhetik implantologischer Prothetikkonzepte im Fokus des Keramiksymposiums

Anja Zembic, Vincent Fehmer, Manfred Kern

Vollkeramische Werkstoffe haben sich seit geraumer Zeit als adäquate Alternative für die Versorgung mit Kronen und Brücken qualifiziert. Dies unterstützt die DGZMK mit der „S3-Leitlinie Vollkeramische Kronen und Brücken“ mittels evidenzgestützter Studienergebnisse und testiert, dass die klinische Bewährung wesentlich vom Einsatzbereich, von den verwendeten Werkstoffen und von der Einhaltung material-spezifischer Anforderungen abhängt [1].

Metall oder Keramik?

Auf dem 17. Jahressymposium der AG Keramik wurde „Vollkeramik auf Implantaten aus zahnärztlicher und zahntechnischer Sicht“ und die damit verbundenen Herausforderungen bei vollkeramischen Rekonstruktionen von den Koreferenten Priv.-Doz. Dr. Anja Zembic, Universität Zürich, und ZTM Vincent Fehmer, Universität Genf, thematisiert.

Auf Basis der aktuellen Literatur zeigen Titanimplantate klinisch hohe Überlebensraten von 95% nach 10 Jahren [2]. Implantatgetragene Einzelkronen weisen Überlebensraten von 96% nach 5 Jahren und 89% nach 10 Jahren in Funktion auf [2]. Dabei werden die Überlebensraten der Rekonstruktionen entscheidend vom Auftreten von Komplikationen beeinflusst. Nach 5 Jahren konnten 9% technische Komplikationen, 7% biologische Komplikationen und 7% ästhetische Komplikationen bei Einzelkronen auf Implantaten verzeichnet werden [2].

Implantatgetragene Brücken bergen ein Komplikationsrisiko von ca. 40% im Vergleich zu 16% bei zahngetragenen Brücken nach 5 Jahren [3,4]. Interessanterweise ist eine Tendenz zu beobachten, dass biologische Komplikationen vermehrt bei zahngetragenen Brücken auftreten im Vergleich zu eher technischen Komplikationen bei implantatgetragenen Implantaten [3,4]. Die Zunahme von Komplikationen bei Implantaten lässt sich mit der fehlenden Eigenbeweglichkeit der Implantatpfeiler erklären. Implantate sind anklyotisch im Knochen verankert. Im Gegensatz zu den Zähnen fehlt ihnen eine Propriozeption und die Taktilität der Implantate; sie ist 10-fach geringer als die der natürlichen Zähne [5].

Technische Komplikationen umfassen Abutment- und Schraubenlockerungen, Verblendfrakturen sowie Reten-

tionsverlust der Rekonstruktion. Dabei machen Verblendfrakturen (sog. Chippings) den Hauptanteil der technischen Komplikationen aus. Bei implantatgetragenen Einzelkronen wurden 4% Chippings nach 5 Jahren gefunden [2]. Dabei gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen Metallkeramik- und Vollkeramikronen. Bei implantatgetragenen metallkeramischen Brücken betrug die Komplikationsrate 8% nach 5 Jahren. Insgesamt waren jedoch nur 66% der Patienten nach 5 Jahren komplikationsfrei. Neben Verblendfrakturen senkten Periimplantitis und Weichgewebekomplikationen (8,5%), Abutment- und Schraubenlockerung (5%) sowie Retentionsverlust von zementierten Brücken (6%) die Erfolgsrate [6].

Als Resümee gilt, dass die Auswahl verlässlicher Komponenten und Werkstoffe für Gerüste und Suprastrukturen, eine funktionelle Okklusion sowie eine adäquate Patientenhygiene und regelmäßige Nachsorge notwendig sind, um die Komplikationsrate zu minimieren.

Monolithische Rekonstruktionen als Lösung

Die schnelle Verbreitung von monolithischen, verblendfreien Kronen und Brücken aus Lithiumdisilikat und Zirkoniumdioxid in der niedergelassenen Praxis basiert vermutlich darauf, dass mit dem anatoformen Kronendesign und zahnfarbenen, CAM-fräsbaren Blanks das Risiko einer Verblendfraktur nach Eingliederung vermieden werden kann. Damit stellt sich die Frage, ob die manuelle, schichtweise Verblendtechnik noch eine Zukunft hat. Für ZTM Fehmer sind dem Einsatz industriell konfektionierter Keramikblanks immer noch Grenzen gesetzt, wenn man das Ziel, eine natürliche, individuelle Zahnfarbe und Lichttransmission von Dentin und Schmelz, erreichen möchte.



► **Abb. 1** Implantatgetragene Krone und Brücke aus monolithischem ZrO_2 mit Matrize-Patrize-Verbindung. Zahn 5 ist noch unpoliert, Zahn 6–7 poliert. Quelle: AG Keramik/Neumann



► **Abb. 2** Einteilige Implantate aus Zirkoniumdioxid-Keramik als Alternative zu Titanimplantaten. Quelle: Straumann

Damit sieht er den Einsatz der vorgefertigten Keramikblanks im Moment noch als kompromissbehaftet an. Keramische Malfarben, Oberflächenpigmente, Glasuren – alle diese Maßnahmen zur Steigerung der Ästhetik unterliegen der habituellen Abrasion und können nach 3 bis 5 Jahren abgetragen sein [7].

Eine Alternative zur monolithischen Rekonstruktion stellt das „Cut Back“-Verfahren dar, das den Vorteil einer dünnen, ästhetischen Verblendschicht mit einer ausreichenden

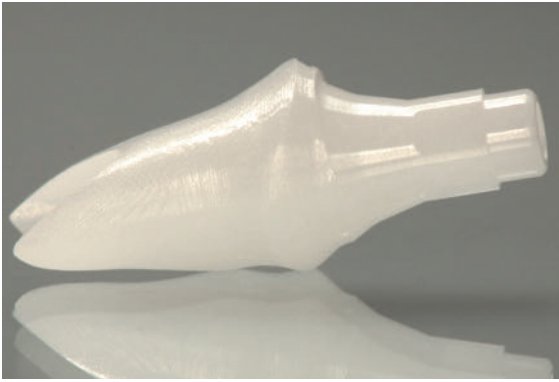
den Stabilität kombiniert. Hierbei wird das CAD/CAM-gefertigte Gerüst um Schmelzschichtdicke anatoform reduziert und mit einer gleichmäßigen Schicht Aufbrennkeramik verblendet. Die der Kaubelastung ausgesetzten Okklusalfächen können dabei monolithisch, d.h. unverblendet gestaltet werden, um das Risiko für ein Chipping im kritischen Bereich zu umgehen. Die bukkale Verblendung hilft, ein ästhetisch zufriedenstellendes Ergebnis zu erzielen.

Im weniger kritischen ästhetischen Seitenzahnbereich haben sich monolithische, verblendfreie Kronen und Brücken aus Zirkoniumdioxid (ZrO_2) durchgesetzt. Die hohe Biegebruchfestigkeit und Oberflächenhärte scheinen keinen signifikanten Substanzabtrag am Antagonisten auszulösen (► **Abb. 1**). Voraussetzung ist, dass die ZrO_2 -Oberfläche gründlich poliert wird. Eine In-vitro-Studie verglich die Menge des volumetrischen Schmelzabtrages des Antagonisten bei polierter Feldspatkeramik, rein poliertem ZrO_2 und poliertem ZrO_2 mit Glasur [8]. Das rein polierte ZrO_2 zeigte den geringsten Abtrag und war am schonungsvollsten in Bezug auf die Abrasion des Antagonisten. Die polierte Feldspatkeramik und das polierte, glasierte ZrO_2 erzeugten ungefähr gleich viel Substanzabtrag am Antagonisten. Eine weitere Studie bestätigt, dass Antagonisten im Kontakt zur Feldspatkeramik abrasionsanfälliger sind als im Kontakt zu poliertem ZrO_2 [9]. Eine klinische Studie belegte, dass die Schmelzabrasion der Antagonisten durch monolithische ZrO_2 -Kronen nach 6 Monaten geringer war als durch andere Keramiken [10]. Damit ist der Einsatz von monolithischem ZrO_2 nach gründlicher Politur klinisch gerechtfertigt. Deshalb gilt: Je glatter und runder die ZrO_2 -Oberflächen sind, desto länger halten Restauration und Antagonist.

Zur klinischen Bewährung von implantatgetragenen Kronen aus monolithischem ZrO_2 liegen noch keine längerfristigen Ergebnisse vor. Eine systematische Übersichtsarbeit, die Daten von bogenumfassenden ZrO_2 -Brücken (complete arch) auf Enossalpfeilern nach 1-jähriger Beobachtung auswertete, kam zu einer günstigen Prognose für diese Versorgungsart [11].

Zirkoniumdioxid im Knochen?

Der „Warenkorb“ für die vollkeramische Restauration und für die Implantologie wird ständig mit neuen Produkten ergänzt. So bieten Implantatpfeiler aus ZrO_2 (Y-TZP = Yttrium-teilstabilisiertes tetragonales Zirkonoxidpolykristall, ATZ = Alumina Toughened Zirconia) möglicherweise eine Alternative zu Titanimplantaten (► **Abb. 2**). Damit soll ein Durchschimmern des graufarbenen Titans, besonders bei dünnem Weichgewebe, dünnwandigem Knochenlager im Frontzahnbereich, Atrophien des Kieferkammes oder Rezessionen des periimplantären Weichgewebes, vermieden werden.



► **Abb. 3** Abutment aus ZrO_2 mit individualisiertem Emergenzprofil für den Frontzahnbereich. Quelle: Straumann



► **Abb. 4** Individualisiertes ZrO_2 -Abutment stützt das periimplantäre Weichgewebe. Quelle: Zembic

Einteilige Implantate aus aluminiumoxidverstärktem Zirkonoxid (ATZ) wurden mit Provisorien sofortbelastet und nach 6 Wochen im Unterkiefer und 14 Wochen im Oberkiefer mit monolithischen Lithiumdisilikat-Einzelkronen und 3-gliedrigen Brücken versorgt [12]. Die Überlebensrate der Implantate betrug 94,2% nach 3 Jahren und ist damit vergleichbar mit jener von Titanimplantaten nach Sofortimplantation. Der marginale Knochenverlust betrug total im Durchschnitt 0,79 mm, an Einzelkronen 0,47 mm und an Brückenpfeilern 1,07 mm.

Eine systematische Übersichtsarbeit beleuchtete 398 einteilige Implantate aus ZrO_2 (teilweise im Verbund mit Knochenaugmentation), die mit Einzelkronen sowie 3-gliedrigen Brücken versorgt wurden [13]. Implantatverluste traten vor allem im 1. Jahr während der Einheilphase auf und senkten die Überlebensrate auf 95,6% nach 12 Monaten. Danach blieb die Überlebensrate der ZrO_2 -Implantate stabil und zeigte eine günstige Prognose bis 5 Jahre. Eine größere Anzahl randomisierter klinischer Studien ist allerdings notwendig, um die Voraussagbarkeit von ZrO_2 -Implantaten auch längerfristig in der Praxis zu rechtfertigen.

Das klinische Verhalten einer aufgedruckten Fluorapatitglaskeramik-Verblendung auf 3-gliedrigen ZrO_2 -Brückengerüsten, getragen von einteiligen ZrO_2 -Implantaten im Seitenzahnggebiet, ergab nach 3 Jahren eine Überlebensrate von 100% [14]. Allerdings betrug die Erfolgsrate lediglich 53,8% aufgrund einer hohen Anzahl von Verblendfrakturen, okklusalen Rauigkeiten und kleineren Mängeln wie Kontur und Farbe. Dies belegt, dass das Überpressen von ZrO_2 -Gerüsten mit Glaskeramik das Chipping-Problem nicht lösen kann und Verblendungen jeglicher Art von implantatgetragenen Kronen und Brücken dem Risiko der Verblendfraktur ausgesetzt sind im Gegensatz zu monolithischen Implantatrekonstruktionen.

Abutments stützen Weichgewebe

Zwischen dem osseointegrierten Implantat und der prophetischen Versorgung nimmt das Abutment einen zentralen Platz als Schnittstelle ein. Als transgingivale Verbindung stützt es das periimplantäre Weichgewebe und ist für die mechanische Stabilität der Suprakonstruktion verantwortlich. Besonders in schwierigen Situationen müssen Anforderungen an die Ästhetik sowie an die Stabilität differenziert beantwortet werden, die manchmal nur mit Kompromissen gelöst werden können. Lange Zeit standen für Mesostrukturen lediglich konfektionierte Abutments aus Titan zur Verfügung. Herausforderungen ergaben sich hierbei aus der kreisrunden Form, die nicht dem Durchmesser eines aus dem Zahnfleisch austretenden Zahnes entspricht, aus der eingeschränkten Ästhetik, besonders bei dünner Gingiva, aus der unzureichenden Positionierbarkeit der Zementfuge und aus Einschränkungen bei der Angulation.

Mit dem Einzug der CAD/CAM-Technik zur Fertigung von individuellen Abutments eröffnete sich die Möglichkeit, speziell für die klinische Situation und Restauration geeignete Mesostrukturen herzustellen. Damit können heute spezifische Anforderungen an Abutments erfüllt werden, die von der Lokalisation im Kiefer beeinflusst werden: hohe Stabilität und Dauerfestigkeit, chemische Beständigkeit, sehr gute Biokompatibilität, Möglichkeit der individuellen Formgebung und Achsausrichtung. Vor allem im Frontzahnbereich gelten ein individualisierbares Austrittsprofil sowie eine zahnähnliche Farbe und Transluzenz beim dünnen gingivalen Biotyp als wichtige Faktoren zur Erzielung einer zufriedenstellenden Ästhetik [15]. Obwohl Titan immer noch der gängigste Werkstoff für Abutments ist, wird in vielen Fällen ZrO_2 eingesetzt (► **Abb. 3** und **4**). Besonders im ästhetisch sensiblen Bereich werden mit ZrO_2 -Abutments bessere Ergebnisse erzielt.



► **Abb. 5** Hybrid-Abutment-Krone von basal, mit Titanbasis zur Stabilisierung der prothetischen Suprastruktur und zur spannungsfreien Verbindung von Implantat, Abutment und Krone. Quelle: Fehmer

Technisch wird der transgingivale Übergang unterschiedlich gelöst und hängt primär von der Implantatform ab. Bei einteiligen Implantaten ist er integrierter Bestandteil und als zylindrischer oder taillierter Bereich gestaltet. Bei zweiteiligen Implantaten werden der Übergang, die Kraftübertragung und die Lagesicherung, Gewebeformung, Emergenzprofil und die Ästhetik durch das Abutment bewerkstelligt.

Vollkeramische Abutments, konfektioniert oder individualisiert, sind derzeit in 2 Varianten verfügbar. Die vollkeramische, einteilige Variante wird mittels Verschraubung direkt im Implantat fixiert – d. h. die ZrO_2 -Keramik ist in direktem Kontakt mit dem Implantatinnengewinde und somit dem Risiko einer Fraktur im Implantat aus-

gesetzt. Die Variante „Hybrid-Abutment“ besteht aus einer konfektionierten Metallbasis (z. B. Variobase, Straumann). Diese wird vom Zahntechniker mit dem individuell gestalteten ZrO_2 -Abutment verklebt. Diese Metallbasis wird in das Implantat geschraubt, d. h. es kommt nur zu einem intermetallischen Kontakt im Implantatinnenraum. Dies senkt das Frakturrisiko für Abutments (► **Abb. 5** und **6**). Laboruntersuchungen zeigten vergleichbare mechanische Eigenschaften des Hybrid-Abutments gegenüber dem Titan-Abutment [16]. Da der koronale Teil des Hybrid-Abutments aus ZrO_2 besteht, wird eine optimale Ästhetik des Weichgewebes erzielt bei guter Stabilität durch die Metallbasis. Allerdings bleibt aufgrund der fehlenden Evidenz für dieses Verfahren zu diesem Zeitpunkt noch unklar, wie sich die Zementfuge über die Zeit biologisch verhalten wird. Hybrid-Abutments können für Einzelkronen, Brücken und teleskopierende Restaurationen eingesetzt werden [17].

Individualisierte Abutments

In den Fällen, in denen ausgeprägte Implantat-Angulationen vorhanden sind und/oder die Form des konfektionierten Abutments stark vom ausgeformten Durchtrittsprofil des Implantates abweicht, ist das individuell gestaltete Abutment angezeigt [18,19]. Speziell gefertigte Abutments, die bereits die Geometrie eines beschliffenen Prämolaren oder Molaren nachbilden, sind für eine anatomisch korrekte Gerüstgestaltung auch aus mechanischen Gründen vorteilhafter (► **Abb. 7**). Die Geometrie des individuellen Abutments mit einem Abschlussrand der Krone auf Gingiva-Niveau oder darüber erleichtert die Eingliederung von zementierten Rekonstruktionen. Individualisierte ZrO_2 -Abutments sollten im gesinterten Zustand, d. h. vor dem Einsetzen, nicht mehr beschliffen werden, um eine eventuelle Werkstoffschädigung auszuschließen.



► **Abb. 6** Implantatkrone aus Lithiumdisilikat-Keramik auf individualisiertem ZrO_2 -Abutment mit palatinaler Verschraubung. Quelle: Zembic



► **Abb. 7** Molaren-Abutment aus ZrO_2 mit individualisiertem Emergenzprofil und Krone aus Lithiumdisilikat. Quelle: Fehmer

Die Hybrid-Abutment-Krone, z. B. aus Lithiumdisilikat oder ZrO_2 , ist eine verschraubte Implantatrekonstruktion und vereint das Abutment und die verblendfreie Krone in einem Bauteil. Die monolithisch ausgeschliffene Implantatkrone wird mit der Titanbasis verklebt und direkt in das Implantat geschraubt. Der Schraubenkanal wird mit Komposit verschlossen. Besonders im Molarenbereich bieten Hybrid-Abutment-Kronen eine wirtschaftliche Alternative zur klassischen Implantatversorgung, da in dieser Region die Ästhetik nicht im Vordergrund steht und ein komfortables klinisches Handling vorteilhaft ist.

Die Gestaltung eines individuellen Emergenzprofils kann mit einem Wax-up oder mit spezieller CAD/CAM-Software unterstützt werden. Als Parameter eines individualisierten Abutments gelten das Weichgewebe-Durchtrittsprofil, die Lage des Kronenrandes, gemessen vom Zahnfleischsaum oder von der Implantatschulter, die Ausformung der Abutment-Präparation (Stufe oder Hohlkehle), Retentionsflächen beim Titan-Abutment und die Einschubrichtung der Abutments.

Verschraubte Suprastrukturen

Im Sulcus verbleibende Zementreste können iatrogene Entzündungen im periimplantären Gewebe auslösen und zum Implantatverlust führen. Zur Vermeidung dieses Risikos sollte die Abutment-Schulter bei zementierten Rekonstruktionen, wenn immer möglich, epi- oder supragingival und nur in Einzelfällen leicht subgingival gelegt werden. Alternativ können implantatgetragene Einzelkronen verschraubt werden. Dies ist allerdings nur möglich bei einer prothetisch ausgerichteten Implantatposition, damit der Schraubenkanal okklusal zu liegen kommt. Bei nicht prothetisch ausgerichteter Implantatposition würde der Schraubenkanal labial zu liegen kommen. Dies würde im Frontzahnbereich die Ästhetik kompromittieren.

Bei einer verschraubten Implantatkrone, die nicht in einem Stück angefertigt wird, repräsentiert das Abutment das Gerüst der Krone. Es sollte anatomisch konstruiert werden, um eine gleichmäßige Unterstützung der Verblendkeramik zu gewährleisten. Um das Chipping-Risiko zu minimieren, wird eine höckerunterstützende Verblendkeramik-Schichtstärke von maximal 1,5 mm empfohlen. Wenn es die ästhetischen Voraussetzungen erlauben, sollte eine monolithische Rekonstruktion bevorzugt werden, um Chippings zu vermeiden. Die verschraubte Suprastruktur erleichtert den Austausch im Reparaturfall und ist einer zementierten Krone aus biologischer Sicht vorzuziehen.

Klinische Bewährung

Kontrollen des klinischen Überlebens von vollkeramischen Abutments reichen bis zu 12 Jahre [15, 18]. Bei den mittelfristigen Überlebensraten wurde kein Unterschied zwischen Abutments aus Metall und Keramik gefunden [20–22]. Eine Übersichtsarbeit sowohl für Abutments aus ZrO_2 als auch aus Titan zeigte Überlebensraten von 98% nach 5 Jahren [20]. Einen Einfluss auf den klinischen Erfolg von ZrO_2 -Abutments scheint die Art des verwendeten Implantatsystems zu haben, d. h. speziell die Verbindung zwischen Implantat und Abutment. Einteilige, intern verankerte ZrO_2 -Abutments zeigen dabei ein höheres Frakturrisiko als extern verankerte ZrO_2 -Abutments [15]. Auch eine zu geringe Dimensionierung und Wandstärke des Abutments, eine forcierte Abkühlphase im Sinterprozess sowie eine extensive Nachbearbeitung des ZrO_2 -Gerüsts durch Beschleifen erhöht das Risiko für Frakturen und Misserfolge [23]. In-vitro-Studien zu Hybrid-Abutments, d. h. ZrO_2 mit einer Titanbasis verklebt, zeigten eine höhere Frakturfestigkeit gegenüber einteiligen ZrO_2 -Abutments und scheinen somit für den hochbelasteten Molarenbereich geeignet zu sein [24].

Implantatgetragene Vollkeramikronen waren in einer retrospektiven Studie nach 10 Jahren komplikationsfrei, d. h. ohne Frakturen [25]. Eine systematische Übersichtsarbeit zeigte keinen Unterschied der Überlebensraten von vollkeramischen Kronen im Vergleich zu metallkeramischen Kronen (beide 96%) auf Implantaten nach 5 Jahren [22]. Während Gerüstfrakturen selten sind, zählt das Chipping von verblendeten ZrO_2 -Kronen nach wie vor zu den häufigsten Komplikationen [26].

Das mittlerweile für implantatgetragene Kronen häufig zum Einsatz kommende monolithische ZrO_2 zeigte mittelfristig erfolgreiche klinische Ergebnisse nach 3 Jahren [27]. Für eine Verbesserung der Ästhetik können mehrfarbig geschichtete ZrO_2 -Blöcke verwendet und zusätzlich bukkal bemalt werden. Andererseits kann auch eine partielle bukkale Verblendung angebracht werden, um eine optimale Ästhetik zu erzielen. Dabei sollte die Okklusalfäche unverblendet bleiben. Aufgrund der sehr guten Ästhetik und ausreichender mechanischer Eigenschaften kann in ausgewählten Situationen und unter Voraussetzung eines erfahrenen Zahntechnikers monolithisches Lithiumdisilikat für Implantatkronen im Frontzahngebiet verwendet werden [28].

Während sowohl verschraubte als auch zementierte vollkeramische Versorgungen auf Implantaten gute Prognosen aufweisen [29], ist – wo immer möglich – verschraubten Lösungen der Vorzug zu geben [22, 30]

► **Abb. 8.**



► **Abb. 8** Viergliedrige Implantatbrücke aus monolithischem ZrO_2 , farblich individualisiert. Die enossale Verschraubung erfolgt durch Schraubenkanäle, die nach Eingliederung mit Komposit verschlossen werden. Die Verschraubung erlaubt spätere Revisionen, falls erforderlich. Quelle: Fehmer

Weitspannige implantatgetragene Brückenrekonstruktionen weisen höhere Komplikationsraten auf als 3-gliedrige Implantatbrücken [31]. Mit zunehmender Spannweite steigt das Frakturrisiko für Vollkeramik; das betrifft besonders Verblendfrakturen [29]. Hingegen wurden Gerüstfrakturen bei Implantatbrücken aus ZrO_2 selten beobachtet [32, 33].

Auf einen Blick

Auf Basis der vorliegenden Erkenntnisse können vollkeramische Werkstoffe für implantatgetragene Suprastrukturen in den meisten Fällen empfohlen werden. Abutments aus Vollkeramik (ZrO_2) haben kein höheres Komplikationsrisiko als Titan-Abutments, wenn sie extern verankert oder mit einer Metallbasis im Implantat verschraubt sind. Die Individualisierung des Abutments zur Erzielung eines idealen Emergenzprofils ist in der ästhetischen Zone zu bevorzugen. Zur Erfüllung ästhetischer Anforderungen im Frontzahnbereich ist die Vollkeramik unabdingbar. Im Seitenzahngebiet haben sich Hybrid-Abutments mit verklebter Titanbasis bewährt. Vollkeramische, implantatgetragene Einzelkronen haben klinisch eine sehr gute Prognose. Weitspannige Implantatbrücken haben eine höhere Komplikationsrate, unter anderem durch das Chipping-Risiko. Unverblendete, gut polierte Okklusalfächen sind deshalb zu bevorzugen. Verschraubte wie auch zementierte Implantatrekonstruktionen weisen bei korrekter Gestaltung klinisch gleichermaßen gute Prognosen auf, wobei verschraubten Lösungen aus biologischer Sicht der Vorzug zu geben ist.

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des Internationalen Komitees der Herausgeber medizinischer Fachzeitschriften (ICMJE) besteht.

Autorinnen/Autoren



Priv.-Doz. Dr. Anja Zembic

Fachzahnärztin für Rekonstruktive Zahnmedizin SSO/SSRD, Anerkannte Spezialistin Europäische Gesellschaft für Prothetik EPA, Klinik für Kronen- und Brückenprothetik, Teilprothetik und zahnärztliche Materialkunde, Universität Zürich



ZTM Vincent Fehmer

Klinik für festsitzende Prothetik und Biomaterialien, Zentrum für Zahnmedizin, Universität Genf



Manfred Kern

Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e.V., Schriftführung

Korrespondenzadresse

AG Keramik Schriftführung

Postfach 1160
76308 Malsch
info@ag-keramik.de

Literatur

- [1] Meyer G, Ahsbahs S, Kern M et al. Vollkeramische Kronen und Brücken, S3-Leitlinie, AWMF Reg.Nr. 083-012, Ergebnisse der DGPro Konsensus-Konferenzen. DGZMK 2013/2014. Zahnärztl Mitteil 2015; 7: 50–55
- [2] Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE et al. Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. Clin Oral Implants Res 2012; 23 (Suppl. 6): 2–21
- [3] Brägger U, Aeschlimann S, Bürgin W et al. Biological and technical complications and failures with fixed partial dentures (FDP) on implants and teeth after four to five years of function. Clin Oral Implant Res 2001; 12: 26–34
- [4] Pjetursson BE, Brägger U, Lang NP et al. Comparison of survival and complication rates of tooth-supported fixed dental prostheses (FDP) and implant-supported FDPs and single crowns (SCs). Clin Oral Implants Res 2007; 18 (Suppl. 3): 97–113
- [5] Hämmerle CH, Wagner D, Brägger U et al. Threshold of tactile sensitivity perceived with dental endosseous implants and natural teeth. Clin Oral Implants Res 1995; 6: 83–90
- [6] Pjetursson BE, Thoma D, Jung RE et al. A systematic review of the survival rate and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDPs) after a mean observation period of at least 5 years. Clin Oral Implants Res 2012; 23 (Suppl. 6): 22–38
- [7] Lambrechts P, Braem M, Vuylsteke-Wauters M et al. Quantitative in vivo wear of human enamel. J Dent Res 1989; 68: 1752–1754

- [8] Jung YS, Lee JW, Choi Y] et al. A study on the in-vitro wear of the natural tooth structure by opposing zirconia or dental porcelain. *J Adv Prosthodont* 2010; 2: 111–115
- [9] Stawarczyk B, Özcan M, Schmutz F et al. Two-body wear of monolithic, veneered and glazed zirconia and their corresponding enamel antagonists. *Acta Odontol Scand* 2013; 71: 102–112
- [10] Stober T, Bermejo JL, Rammelsberg P et al. Enamel wear caused by monolithic zirconia crowns after 6 months of clinical use. *J Oral Rehabil* 2014; 41: 314–322
- [11] Abdulmajeed AA, Lim KG, Närhi TO et al. Complete-arch implant-supported monolithic zirconia fixed dental prostheses: A systematic review. *J Prosthet Den* 2016; 115: 672–677
- [12] Spies BC, Balmer M, Patzelt SB et al. Clinical and patient-reported outcomes of a zirconia oral implant: Three-year results of a prospective cohort investigation. *J Dent Res* 2015; 94: 1385–1391
- [13] Pieralli S, Kohal RJ, Jung RE et al. Clinical outcomes of zirconia dental implants: A systematic review. *J Dent Res* 2017; 96: 38–46
- [14] Spies BC, Witkowski S, Butz F et al. Bi-layered zirconia/fluorapatite bridges supported by ceramic dental implants: A prospective case series after thirty months of observation. *Clin Oral Implants Res* 2016; 27: 1265–1273
- [15] Passos SP, Linke B, Larjava H et al. Performance of zirconia abutments for implant-supported single-tooth crowns in esthetic areas: A retrospective study up to 12-year follow-up. *Clin Oral Implants Res* 2016; 27: 47–54
- [16] Stimmelmayer M, Heiß P, Erdelt K et al. Fracture resistance of different implant abutments supporting all-ceramic single crowns after aging. *Int J Compu Dent* 2017; 20: 53–64
- [17] Hopp M, Moss C. Hybrid-Abutments – Möglichkeiten der Herstellung. *Zahn Prax* 2011; 14: 200–207
- [18] Zembic A, Philipp AO, Hämmerle CH et al. Eleven-year follow-up of a prospective study of zirconia implant abutments supporting single all-ceramic crowns in anterior and premolar regions. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015; 17 (Suppl. 2): 417–626
- [19] Zembic A, Sailer I, Jung RE et al. Randomized controlled clinical trial of customized zirconia and titanium implant abutments for single-tooth implants in canine and posterior regions – 3-year results. *Clin Oral Implants Res* 2009; 20: 802–808
- [20] Zembic A, Kim S, Zwahlen M et al. Systematic review of the survival rate and incidence of biologic, technical, and esthetic complications of single implant abutments supporting fixed prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014; 29 (Suppl.): 99–116
- [21] Sailer I, Philipp A, Zembic A et al. A systematic review of the performance of ceramic and metal implant abutments supporting fixed implant reconstructions. *Clin Oral Implants Res* 2009; 20 (Suppl. 4): 4–31
- [22] Sailer I, Zembic A, Jung RE et al. Single-tooth implant reconstructions: Esthetic factors influencing the decision between titanium and zirconia abutments in anterior regions. *Eur J Esthet Dent* 2007; 2: 296–310
- [23] Rinke S. Anterior all-ceramic superstructures – chance or risk? *Quintessence Int* 2015; 46: 289–302
- [24] Gehrke P, Johansson D, Fischer C et al. In-vitro fatigue and fracture resistance of one- and two-piece CAD/CAM zirconia implant abutments. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2015; 30: 546–554
- [25] Ekfeldt A, Fürst B, Carlsson GE. Zirconia abutments for single-tooth implant restorations: a 10 to 11-year follow-up study. *Clin Oral Implants Res* 2017; 28: 1303–1308
- [26] Güncü MB, Cakan U, Aktas G et al. Comparison of implant vs. tooth-supported zirconia-based single crowns in a split-mouth design: a 4-year clinical follow-up study. *Clin Oral Investig* 2016; 20: 2467–2473
- [27] Bömicke W, Rammelsberg P, Stöber T et al. Short-term prospective clinical evaluation of monolithic and partly veneered zirconia single crowns. *J Esthet Restor Dent* 2016; 29: 22–30
- [28] Rinke S, Lattke A, Eickholz P et al. Practice-based clinical evaluation of zirconia abutments for anterior single-tooth restorations. *Quintessence Int* 2015; 46: 19–29
- [29] Wittneben JG, Millen C, Brägger U. Clinical performance of screw vs. cement-retained fixed implant-supported reconstructions – a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014; 39 (Suppl.): 84–98
- [30] Wang JH, Judge R, Bailey D. Five-year retrospective assay of implant treatments and complications in private practice. Restorative treatment profiles of single and short-span implant-supported fixed prostheses. *Int J Prosthodont* 2016; 29: 372–380
- [31] Hahnel S. Vollkeramische implantat-gegragene Versorgung – State of the Art? *Wissen Kompakt* 2017; 11: 55–61
- [32] Larsson C, Vult von Steyern P. Five-year follow-up of implant-supported Y-TZP and ZTA fixed dental prostheses. A randomized, prospective clinical trial comparing two different material systems. *Int J Prosthodont* 2010; 23: 555–561
- [33] Zembic A, Bösch A, Jung RE et al. Five-year results of a randomized controlled clinical trial comparing zirconia and titanium abutments supporting single-implant crowns in canine and posterior regions. *Clin Oral Implants Res* 2013; 24: 384–390

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0736-6466>
 ZWR – Das Deutsche Zahnärzteblatt 2018; 127: 495–501
 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
 ISSN 0044-166X