

12. Keramik-Symposium auf dem Deutschen Zahnärztetag 2012 in Frankfurt/ Main

Vorstellung des Referats von PD Dr.-Ing. Martin Rosentritt, Univ. Regensburg



Priv.-Doz. Dr.-Ing. Martin Rosentritt, Universität Regensburg

Quelle: Rosentritt

Ideale Keramik – mein Werkstoff?

Werkstoff-Wissenschaftler differenziert Materialien für Prothetik.

Das alljährlich stattfindende Keramiksymposium der Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde (AG Keramik) hat sich in der Vergangenheit zu einer viel beachteten Informationsplattform für die vollkeramische Restauration entwickelt. Anlässlich des 12. Keramiksymposiums in Frankfurt/Main am 9. November 2012 wird *PD Dr. Dipl.-Ing.(FH) Martin Rosentritt*, Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik am Universitätsklinikum Regensburg, im Rahmen des Deutschen Zahnärztetages zu den Unterschieden von Metall und Vollkeramik referieren. Hierbei werden die Eigenschaften dieser Werkstoffe beleuchtet und ihre Eignung für prothetische Versorgungen einer differenzierten Betrachtung unterzogen. Dr. Rosentritt verfügt über internationale Kontakte und arbeitet mit universitären Teams z.B. in Amsterdam, Bologna, Sheffield oder Birmingham zusammen.

Metall vs. Vollkeramik

Die Anforderungen an prothetische Restaurationswerkstoffe in der Zahnheilkunde sind weit gefächert. Um dem hohen Kaudruck zu widerstehen, ist gute mechanische Eigenschaften wie z.B. eine hohe Festigkeit und Risszähigkeit erforderlich. Da bei persönlichen Begegnungen nach dem Augenkontakt das Lächeln und damit die Zähne recht schnell in den Wahrnehmungsbereich kommen, stellt dies bei einer therapeutischen Rekonstruktion auch Ansprüche an Farbe und Ästhetik. Hinzu kommt, dass die Werkstoffe im Mund stabil, keine Sensibilisierungen auslösen und somit biologisch verträglich sein sollen. Bei der Auswahl des Materials ist die anatomische

Situation und die Platzverhältnisse im Gebiss des Patienten zu berücksichtigen, ebenso funktionelle Eigenheiten des Kauorgans, die Ausdehnung der geplanten Versorgung sowie das individuelle, habituelle Hygieneverhalten.

Keramisch verblendete Metalllegierungen (VMK) halten einen Anteil von ca. 65 Prozent bei der prothetischen Rekonstruktion mit Kronen und Brücken. Die Festigkeit und Duktilität des Metalls ermöglicht verhältnismäßig dünne Wandstärken und grazile Konnektoren; bruchlast-provozierende Biegewechsel sowie Zug- und Druckspannungen werden weitgehend kompensiert. Gerüstfrakturen durch Überlastung treten nicht ein. Allerdings erfordert die Befestigung mit Zement (Zinkoxidphosphat) eine zirkuläre Umfassung des Kronenstumpfs (Zylinderform). Dies verhindert in angezeigten Fällen eine defektorientierte Präparation; unter Umständen muss gesunde Zahnschubstanz geopfert werden, um eine Retention für das Metallgerüst sicher zu stellen. Um die metallische Oberfläche zahnfarben zu gestalten, ist die keramische Verblendung erforderlich. Hierbei muss auf minimalem Raum (0,5-2,0 mm) ein Haftgrund für die Keramik erzeugt (Oxyd), eine deckende Maskierung (Opaquer) gelegt und keramische Dentin- sowie Schmelzschichten aufgebrannt werden. Dadurch ist eine zahnähnliche Farbtiefe und Transparenz nur mit Einschränkung zu erzielen. Auf der biologischen Seite wird der VMK angelastet, dass Metallionen im sauren Milieu in Lösung gehen, Spannungspotenziale durch elektrolytische Prozesse und somit Gingivaentzündungen und Sensibilisierungen gegen Metall auslösen können.

Vollkeramiken hingegen sind spröde und empfindlich gegen Zugspannungen. Den prothetischen Nutzen zieht diese Werkstoffgruppe aus der Zahnfarbigkeit und Ästhetik, aus der Option der adhäsiven Befestigung am Restzahn sowie aus der biologischen Verträglichkeit mit Zahn und Schleimhaut, weil Keramik auf hoher Oxidationsstufe chemisch inert ist. Dadurch, dass z.B. Silikatkeramik adhäsiv mit Schmelz und Dentin verbunden werden kann, kann defektorientiert und oftmals auch substanzschonend präpariert werden. In gewissen Situationen reicht eine schmelzverklebte Keramikteilkrone aus, wo nach den Kautelen der VMK-Technik evtl. eine substanzverzehrende, zervikale Metallkrone erforderlich wäre. Die Gestaltung der Versorgung ist dem Werkstoff anzupassen. Kronenwandstärken mit 0,5 mm sind möglich (Zirkoniumdioxid, ZrO_2); Brückenverbinder benötigen eine vertikal extendierte Dimension. Keramiken mit einer Glasphase (Feldspat, Lithiumdisilikat) sind lichtleitend und bieten eine zahnähnliche Farbtiefe. Die Reflektionswirkung erleichtert die farbliche Adaptation der Restauration zum Lateralzahn (Chamäleoneffekt).

Schwachstelle Verblendung?

Aus klinischer Sicht haben vollkeramische Inlays, Onlays, Teilkronen und Kronen die Überlebensrate (nach Kaplan-Meier) von metallgestützten Versorgung und somit den „Goldstandard“ erreicht. Die Verlustrate während der 20jährigen Beobachtungszeit (13 Prozent kumuliert) liegt unter 1 Prozent p.a. und somit auf dem Risikoniveau, der auch Metallversorgungen zugeschrieben wird [15]. Mehrgliedrige Brücken aus ZrO_2 wiesen nach 10jähriger Beobachtung kaum Gerüstfrakturen auf. Dadurch hat sich ZrO_2 zu einem bevorzugten Werkstoff für festsitzenden Zahnersatz in der niedergelassenen Praxis entwickelt. In klinischen Studien fällt auf, dass die manuell geschichteten Verblendungen auf den Gerüsten zu Abplatzungen (Chipping) neigen, zumindest eingetreten in der Frühphase des klinischen Einsatzes von ZrO_2 [9, 10]. Grund für die Verblendfrakturen waren anfänglich sicherlich ein nicht angepaßtes Design sowie die wenig abgestimmte Wärmeausdehnung (WAK) zwischen Gerüst-

und Verblendwerkstoff. Ferner hatten sehr dünne Wandstärken dazu geführt, dass die Verblendschichten 2 mm und mehr mit wechselnden, Zugspannung-auslösenden Schichtstärken aufgetragen wurden [4]. Zwischenzeitlich wurde erkannt, dass eine höckerunterstützende Gerüstgestaltung, der Verzicht auf mesiale und distale Okklusionskontakte [11], Verblendstärken bis maximal 1,5 mm und eine Verlängerung der Abkühlungsphase nach jedem Sinterbrand zur Vermeidung von Strukturspannungen das Chipping-Risiko wesentlich reduziert. Wichtig erscheint auch in diesem Zusammenhang, dass das okklusale Funktionskonzept den Bedingungen der Keramik angepasst und eine ausreichende Abstützung der Kontakte mit Gleitflächen zum Antagonisten eingeplant wird.

Jüngere Studien zeigen, dass unter Berücksichtigung dieser Rahmenbedingungen die Verblendfrakturrate ZrO₂-getragener Kronen und Brücken deutlich gesunken ist und ein Niveau erreicht hat, das auch den Zwischenfällen von VMK-Versorgungen entspricht [6]. Lediglich implantatgetragene Verblendkronen auf ZrO₂-Gerüsten scheinen ein höheres Chipping-Risiko zu haben [12]. Die fehlende Eigenbeweglichkeit der Enossalpfeiler nach ossärer Einheilung sowie ein taktiles Defizit reproduziert eine Verblendfrakturrate, die noch über jener von Kronen auf natürlichen Zähnen liegt [2, 3].

„Vollzirkon“ für Kronen

Ist es die Sorge vor Verblendfrakturen, der Einsatz einer besonders substanzschonenden Präparation durch den Verzicht für die raumverzehrende Verblendschicht oder die Absicht, das Verblenden von ZrO₂ als kalkulatorisches Einsparpotenzial zu nutzen? Aus den USA kommend, hat auch in Europa der Trend zu monolithischen, vollanatomisch geformten ZrO₂-Kronen eingesetzt, die keine Verblendung benötigen. Dafür müssen jedoch einige Parameter werkstofflicher und klinischer Art verändert werden, um ZrO₂ für monolithische Kronen zu qualifizieren. Dies betrifft die Eigenfarbe und Opazität, die Oberflächenbeschaffenheit der Restauration sowie die Kontaktpunktdurchdringung zum Antagonisten.

Um die Opazität zugunsten einer Semi-Transparenz zu vermindern, wurde der Anteil von Aluminiumoxid (Al₂O₃) im ZrO₂ reduziert. Messungen mit dem Spectrophotometer an 0,6 mm dicken Proben haben gezeigt, dass die Lichttransmission gegenüber dem konventionellen ZrO₂ mit der Al₂O₃-Absenkung verbessert werden konnte [8]. Die Al₂O₃-Dotierung ist prinzipiell für die Stabilisierung der Keramikstruktur gegen Feuchtigkeit (Mundspeichel) verantwortlich. Demzufolge kann dieser Anteil nicht unbegrenzt gesenkt werden, ohne die klinische Haltbarkeit zu riskieren. Die weiße Eigenfarbe des Werkstoffs kann dadurch auf die Zahnfarbe getrimmt werden, in dem industriell bereits eingefärbte Blocks gemäß den bekannten Farb-Guides (VITA Classical, 3D-Master u.a.) Verwendung finden. Alternativ können die Gerüste im Grünzustand nach dem Ausfräsen mit Colourliquids im Tauchverfahren eingefärbt und dann festigkeitssteigernd schrumpfgesintert werden. Bisher limitiert das farbliche Ergebnis den Einsatz der monolithischen ZrO₂-Krone auf den Seitenzahnbereich. Durch die Laborsinterung wird zwar eine hohe Biegebruchfestigkeit (1200-1400 MPa) sowie eine harte Oberfläche erreicht, aber die beim Ausfräsen entstandenen Werkzeugspuren bleiben jedoch sichtbar. Der Abtrag dieser Rauigkeit erfordert eine professionelle Politur, um eine glatte, hochglänzende Oberfläche zu erzielen [5]. In der industriellen Technik werden beispielsweise Kugellager mit Zirkonoxid-Käfig oder -Kugeln eingesetzt, die besonders verschleißfest, widerstands-

fähig und leichtlaufend sind. Dass das Gleitprinzip auch in der Zahnmedizin funktioniert, zeigen teleskopierende Primärkronen aus ZrO_2 zusammen mit Galvano-Sekundärstrukturen in der Doppelkronentechnik. Auch hier zeigt sich, dass nicht primär der Werkstoff erfolgsentscheidend ist, sondern die Bearbeitung der Oberfläche.

Es stellt sich jedoch die Frage, wie der Antagonist auf die hochfeste ZrO_2 -Kronenoberfläche reagiert. Hierfür liegen bisher nur in-vitro Studien aus Kausimulationen vor – so z.B. von den Universitäten Regensburg, Birmingham, Indianapolis, Memphis, Zürich vor. In den Studien wurden monolithische ZrO_2 -Kronen gegen

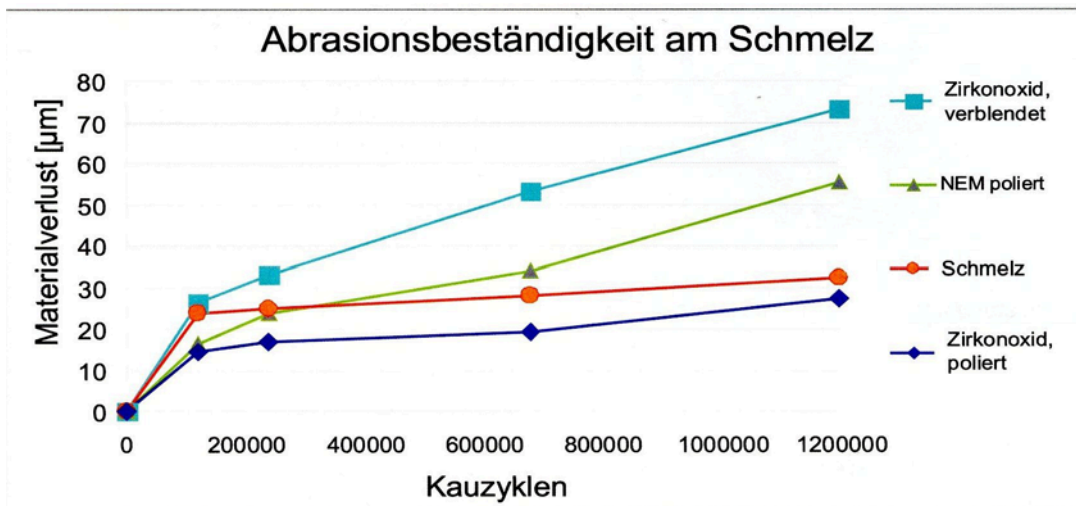


Keramikkugellager – auf Verschleißfreiheit angelegtes tribologisches System. Quelle: AG Keramik

Schmelz, Lithiumdisilikat und Feldspat-Verblendungen (VMK) geprüft. Die Resultate zeigten, dass nicht die Härte des Werkstoffs, sondern eine mangelnde Oberflächenqualität einen schädigenden Einfluss auf seinen tribologischen Partner hat. Dies setzt voraus, dass die Oberfläche der ZrO_2 -Krone professionell poliert werden muss, um Präzipitate und maschinerte Schleifriefen zu entfernen, und eine glatt-glänzende Oberfläche erzielt werden muss.

Die Oberfläche entscheidet

Die Kausimulation zeigte, dass Zahnschmelz und poliertes ZrO_2 nach 1,2 Millionen Kauzyklen mit Temperaturwechseln ein ähnliches Abrasionsverhalten zeigen [13, 14]. Stärkere Abradierungen zeigten Feldspat-Verblendungen und poliertes NEM. Neueste Ergebnisse aus in-vitro Testungen - auf dem AADR-Kongress 2012 in den USA vorgetragen – ergaben, dass unter der Voraussetzung einer professionellen Politur „vollanatomisch geformte, verblendfreie ZrO_2 -Kronen und -Brücken für Zahnersatz geeignet sind“ [7, 8]. Eine Studie aus Alabama mit gealtertem ZrO_2 bestätigte dieses Ergebnis. Dass die Oberflächenrauigkeit von ZrO_2 keinen Einfluss auf Kauflächen aus Lithiumdisilikat (e.max CAD) hat, wurde in Indianapolis festgestellt. Die Bedeutung der Politur auf monolithischem ZrO_2 wurde in Memphis in-vitro ausgetestet [1], ebenso den Einfluss der Glasur, die jedoch nur eine kurzfristige Wirkung zeigt und den Abrasionskräften frühzeitig zum Opfer fällt.



Abrasionsverhalten verschiedener Werkstoffe am Schmelz. Quelle: Stawarczyk et al

Die Bereitstellung glatter, hochglänzender ZrO_2 -Oberflächen ist laborseitig sicherlich zu gewährleisten. Sollte sich jedoch bei der intraoralen Eingliederung die Notwendigkeit des Einschleifens zeigen, wird dies zu einem Problem. Selbst feinstkörnige Diamantschleifer und diamantkorn-gefüllte Polierer – andere Medien werden keinen Abtrag auf dem harten ZrO_2 erzielen – rauhen die Oberfläche auf. Dadurch steigt die Abrasionsfähigkeit der Krone erheblich an und können den Antagonisten schädigen. Deshalb sollte die Anprobe mit okklusalen Schleifkorrekturen dergestalt durchgeführt werden, dass die Restauration für die erneute Politur wieder ausgegliedert werden kann. Auf dem AADR-Kongress wurde von Klinikern auch empfohlen, die Durchdringung der Okklusalkontakte zu reduzieren. Also – Abstützung durch flächige, reduzierte Kontaktpunkte.



Vollanatomische, unverblendete ZrO_2 -Brücke. Quelle: AG Keramik/Wiedhahn

Wenn nun das monolithische ZrO_2 verschleißarm ist und kaum abradert, was passiert mit den Lateralzähnen, die noch Schmelz oder möglicherweise weniger belastbare Restaurationswerkstoffe tragen? Werden die Abrasionskräfte langfristig Höhendifferenzen auslösen und die Kiefergelenkmechanik beeinflussen? Es gibt Vermutungen, dass sich ZrO_2 im Aufbissverhalten nicht anders verhält als eine VMK-Krone. Klinische Studien zum Langzeitverhalten monolithischer ZrO_2 -Kronen und -Brücken liegen noch nicht vor. Deshalb sollte in der niedergelassenen Praxis die vollanatomische Restauration 1-2mal jährlich kontrolliert und poliert werden.

Ist die Vollzirkon-Krone für Knirscher geeignet? Die Antworten aus den Praxen sind ambivalent. Die hohe Biegebruchfestigkeit des Werkstoffs spricht für die Anwendung bei Bruxismus, obwohl bei Dysfunktionen des Kiefergelenks punktuell extreme Presskräfte auftreten können, ohne dass der Patient sich dessen bewusst ist. Vielfach wird aus Sicherheitsgründen dem Patienten gleich eine Knirscherschiene für die Nacht verabreicht – sicherlich eine geeignete, präventive Maßnahme, die das gesamte Gebiss schont.



Komplette ZrO_2 -Versorgung mit Matrize-Patrize-Verbindung. Zahn 5 ist noch unpoliert, Zahn 6-7 poliert. Quelle: AG Keramik/Neumann.

Noch keine Regelversorgung

Abschließend ist festzuhalten, dass monolithische ZrO_2 -Kronen und -Brücken sich aus ästhetischen Gründen bisher nur für den weniger einsehbaren Molarenbereich eignen. Es fehlt die Fluoreszenz, die Lichtdurchlässigkeit der Glaskeramik und der Chamäleon-Effekt. Eine Semi-Transparenz wird mit der Absenkung des Al_2O_3 -Anteils erreicht; das könnte die klinische Haltbarkeit auf Dauer beeinflussen. Monolithische ZrO_2 -Restaurationen stellen einen Ersatz für Vollgusskronen und -Brücken dar und haben im Vergleich zu diesen einen ästhetischen Vorteil. Die okklusale Adjustierung muss sehr sorgfältig vorgenommen werden, damit keine Suprakontakte als Auslöser für Parafunktionen wirksam werden. Für die Anwendung vollanatomischer ZrO_2 -

Kronen auf Implantaten liegen noch keine klinischen Daten vor. Verblendfrakturen sind zwar ausgeschlossen; wegen der fehlenden Propriozeption der Implantate und deren starrer Verankerung im Knochen kann andererseits das Schadensrisiko, z.B. für die Verschraubung, für den Implantathals, für Antagonisten, ansteigen.

Zum Schluss die Frage: Metall oder Vollkeramik? Metall hat sich für prothetische Restaurationen bewährt und wird sicherlich überall dort noch angewandt, wo es auf hohe Stabilität bei engen Raumverhältnissen ankommt und Bissanomalien anzutreffen sind. Schwierigkeiten kann die Ästhetik bereiten, ebenso die Biokompatibilität im Zusammenleben mit anderen Legierungen aufgrund korrosiver Prozesse. Vollkeramik ist korrosionsresistent und verfärbungssicher, kann hohe ästhetische Ansprüche erfüllen, ist metallfrei und damit biologisch sehr verträglich. Zusammen mit der adhäsiven Befestigung kann sie bei Teilkronen einen wertvollen Beitrag zum Substanzerhalt leisten.

Priv.-Doz. Dr. Rosentritt referiert auf dem 12. Keramiksymposium der AG Keramik im Rahmen des Deutschen Zahnärztetages der DGZMK. Das Symposium findet statt am 9. November 2012 in Frankfurt/Main, 9:00 bis 15:30 Uhr, Messe Congress Center. Anmeldungen unter Fax Nr. 069 427275194 oder www.dtzt.de – Info unter www.ag-keramik.eu und Tel. 0721 945 2929.

Schriftführung Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde

Literatur:

[1] Clark S, Simon J, Darnell L: Effects of polishing on zirconia crowns. AADR poster, March 22, 2012

[2] Harder S, Kern M: Survival and complications of computer aided-designed and computer aided-manufacturing vs. conventionally fabricated implant-supported reconstructions: a systematic review. Clin Oral Implants Res 20, Suppl 4, 48-54 (2009)

[3] Nothdurft FP, Merker S, Pospiech PR: Fracture behavior of implant-implant als implant-tooth supported all-ceramic fixed dental prostheses utilising zirconium dioxide implant abutments. Clin Oral Investig 15, 89-97 (2011)

[4] Pospiech P: Chipping – systemimmanente oder verarbeitungsbedingte Probleme? Quintessenz 61(2), 173-181 (2010)

[5] Pospiech P: Klinische Bewährung von Zirkoniumdioxid – ist die Praxisreife erlangt? Quintessenz Zahntechnik 37(2), 162-164 (2011)

[6] Pospiech P, Kunzelmann KH, Kern M: Hat sich Vollkeramik bewährt? ZWP Oemus 4, 16-20 (2008)

[7] Preis V, Behr M, Handel G, Schneider-Feyrer S, Hahnel S, Rosentritt M: Wear performance of dental ceramics after grinding and polishing treatments. J Mech Behav Biomed Mater 10, 13-22 (2012)

- [8] Rosentritt M, Preis V, Behr M, Hahnel S, Handel G, Kolbeck G: Two-body wear of dental porcelain and substructure oxide ceramics. *Clin Oral Incestig* 8 (2011).
- [9] Sailer I, Pjetursson, BE, Zwahlen M, Hämmerle CHF: A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part II: fixed dental prostheses. *Clin Oral Impl Res* 18 (Suppl. 3), 86-96 (2007)
- [10] Sailer, I., Fehér, A., Filser, F., Gauckler, L.J., Lüthy, H., Hämmerle, C.H: Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 20 (4), 383-388 (2007)
- [11] Scherrer SS, Cattani-Lorente M, Vittecoq E, de Mestral F, Griggs JA, Wiskott HW: Fatigue behaviour in water of Y-TZP zirconia ceramics after abrasion with 30 micron silica-coated alumina particles. *Dent Mater* (2010) (accepted, epub)
- [12] Schwarz S, Schröder C, Bömicke W, Hassel AJ, Rammelsberg P: Zum Chippingverhalten zirkoniumdioxid-basierter und metallkeramischer Einzelkronen und Kronenblöcke auf Implantaten – eine retrospektive Untersuchung. *Z Zahnärztl Implantologie* 2, 138-147 (2012)
- [13] Stawarczyk B, Özcan M: Abrasionsuntersuchungen mit verschiedenen Dentalwerkstoffen. Dental Materials Unit, Universität Zürich (2010). Publikation in Vorbereitung.
- [14] Stawarczyk B, Ozcan M, Schmutz F, Trottmann A, Roos M, Hämmerle CH: Two-body wear of monolithic, veneered and glazed zirconia and their corresponding enamel antagonists. *Acta Odontol Scand*, Feb 27 (2012) Epub ahead of print
- [15] Walton TR: An up to 15-year longitudinal study of 515 metal-ceramic FPDs. *Int J Prosthodont* 15, 439-445 (2002)