



Keramik – Werkstoff mit Perspektiven?

Werkstoff-Wissenschaftler differenziert Materialien für die 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 wird PD Dipl.-Ing. (FH) Dr. Martin Rosentritt, Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik am Universitätsklinikum Regensburg, 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.

Metall versus Vollkeramik

Die Anforderungen an prothetische Restaurationswerkstoffe in der Zahnheilkunde sind weit gefächert. Um dem hohen Kaudruck zu widerstehen, sind 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 sind 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.

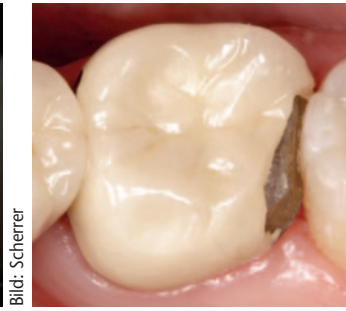
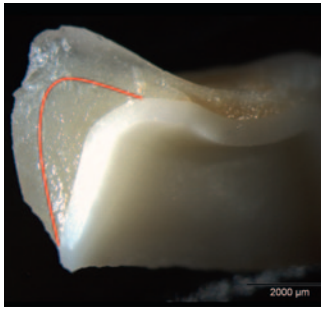


Abb. 1 Die Idealform der Höckerunterstützung schützt vor Verblendfrakturen.

Abb. 2 Approximale Verblendfraktur einer VMK-Krone.

Abb. 3 Chippings durch Überlastung aufgrund eines nicht balancierten Okklusionskonzepts.

Abb. 4 Neues Verfahren: monolithisch gefertigte, verblendfreie Molarenkrone aus „Voll-Zirkon“.

Keramisch verblendete Metalllegierungen (VMK) halten einen Anteil von ca. 65 % 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 sicherzustellen. Um die metallische Oberfläche zahnfarben zu gestalten, ist die keramische Verblendung erforderlich. Hierbei müssen auf minimalem Raum (0,5 bis 2,0 mm) ein Haftgrund für die Keramik erzeugt (Oxyd), eine deckende Maskierung (Opaker) 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 Mund in Lösung gehen, Spannungspotenziale durch elektrolytische Prozesse aufbauen 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 ad-

häsiv mit Schmelz und Dentin verbunden werden kann, kann defektorientiert und oftmals auch substanzschonend präpariert werden. In gewissen Situationen reicht eine schmelzverklebte Keramikeilkrone aus, wo nach den Kautelen der VMK-Technik evtl. eine substanzverzehrende, zervikale Metallkrone erforderlich wäre. Kronenwandstärken mit 0,5 mm sind möglich (z. B. mit 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 Versorgungen und somit den „Goldstandard“ erreicht. Die Verlustrate während der 20-jährigen Beobachtungszeit (13 % kumuliert) liegt unter 1 % p. a. und somit auf dem Risikoniveau, das auch Metallversorgungen zugeschrieben wird. Mehrgliedrige Brücken aus ZrO_2 wiesen nach zehnjähriger Beobachtung kaum Gerüstfrakturen auf. Dadurch hat sich ZrO_2 zu einem akzeptierten Werkstoff für festsitzenden Zahnersatz in der niedergelassenen Praxis entwickelt. In klinischen Studien fällt auf, dass die manuell geschichteten Verblendungen auf den ZrO_2 -Gerüsten zu Abplatzungen (Chipping) neigen, zumindest eingetreten in der Frühphase des klinischen Einsatzes von ZrO_2 . Grund für die Verblendfrakturen waren anfänglich sicherlich ein nicht angepasstes Design sowie die wenig abgestimmte Wärmeausdehnung (WAK) zwischen Gerüst- und Verblend-

Bild: Wiedhahn



Abb. 5 Dreigliedrige „Voll-Zirkon“-Brücke noch unpoliert, bei der Anprobe.

werkstoff. Ferner hatten sehr dünne Wandstärken dazu geführt, dass die Verblendschichten 2 mm und mehr mit wechselnden, Zugspannung auslösenden Schichtstärken aufgetragen wurden (Abb. 1). Zwischenzeitlich wurde erkannt, dass eine höckerunterstützende Gerüstgestaltung, der Verzicht auf mesiale und distale Okklusionskontakte, Verblendstärken bis maximal 1,5 mm und eine Verlängerung der Abkühlungsphase nach jedem Sinterbrand zur Vermeidung von Strukturspannungen das Chipping-Risiko wesentlich reduzieren. Wichtig erscheint auch in diesem Zusammenhang, dass das okklusale Funktionskonzept den Bedingungen der Keramik angepasst und eine suffiziente Front-Eckzahn-Führung etabliert wird, um Schleifkontakte bei exzentrischen Unterkieferbewegungen zu vermeiden.

Jüngere Studien zeigen, dass unter Berücksichtigung dieser Rahmenbedingungen die Verblendfrakturrate ZrO_2 -basierter Kronen und Brücken deutlich gesunken ist und ein Niveau erreicht hat, das auch den Zwischenfällen von VMK-Versorgungen entspricht (Abb. 2 und 3). Lediglich implantatgetragene Verblendkronen auf ZrO_2 -Gerüsten scheinen ein höheres Chipping-Risiko zu haben. Die fehlende Eigenbeweglichkeit der Enossalpfeiler nach ossärer Einheilung sowie fehlende Propriozeptoren verursachen eine Verblendfrakturrate, die signifikant über jener von Kronen auf natürlichen Zähnen liegt.

„Vollzirkon“ für Kronen

Ist es die Sorge vor Verblendfrakturen, der Einsatz einer besonders substanzschonenden Präparation durch den Verzicht auf die raumverzehrende Verblendschicht oder die Absicht, das Verblenden von ZrO_2 als kalkulatorisches Einsparpotenzial zu nutzen? Aus den USA kommend, hat



auch in Europa der Trend zu monolithischen, vullanatomisch geformten ZrO₂-Kronen eingesetzt, die keine Verblendung benötigen (Abb. 4 und 5). 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 Spektrofotometer an 0,6 mm dicken Proben haben gezeigt, dass die Lichttransmission gegenüber dem konventionellen ZrO₂ mit der Al₂O₃-Absenkung verbessert werden konnte. 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 an die Zahnfarbe angenähert 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 werden zwar eine hohe Biegebruchfestigkeit (1.200 bis 1.400 MPa) sowie eine harte Oberfläche erreicht, die beim Ausfräsen entstandenen Werkzeugspuren bleiben jedoch sichtbar. Der Abtrag dieser Rauigkeit erfordert eine professionelle Politur, um eine glatte, hochglänzende Oberfläche zu erzielen (Abb. 6).

Es stellt sich jedoch die Frage, wie der Antagonist auf die hochfeste ZrO₂-Kronenoberfläche reagiert. Hierfür liegen bisher nur In-vitro-Studien aus Kausimulationen vor – so z. B. von den Universitäten Birmingham, Indianapolis, Memphis, Regensburg, Tübingen, Zürich (Abb. 7). In den Studien wurden monolithische ZrO₂-Kronen gegen Schmelz, Lithiumdisilikat und Feldspat-Verblendungen (VMK) geprüft. Die Resultate zeigten, dass nicht die Härte des Werkstoffs, sondern die Oberflächenrauigkeit in Verbindung mit der Härte einen schädigenden Einfluss auf seinen tribologischen Partner hat. Dies erfordert, dass die Oberfläche der „Vollzirkon-Krone“ professionell poliert werden

muss, um die verbliebene Rauigkeit des Schleifprozesses zu entfernen und eine hochglänzende Oberfläche zu erhalten.

Die Oberfläche entscheidet

Die Bereitstellung glatter, hochglänzender ZrO₂-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 diamantkorngefüllte Polierer – andere Medien werden keinen Abtrag auf dem harten ZrO₂ 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.

Wenn nun das monolithische ZrO₂ verschleißarm ist und nicht abradert, stellt sich die Frage nach dem Verhalten der Nachbarzähne, die aus natürlicher Zahnhartsubstanz oder weniger abrasionsresistenten Werkstoffen bestehen und der natürlichen Abrasion unterliegen. Werden langfristig Höhendifferenzen und Störkontakte entstehen? Es gibt Hoffnungen, dass sich ZrO₂-Kronen okklusal nicht anders verhalten als VMK-Kronen. Klinische Studien zum Langzeitverhalten monolithischer ZrO₂-Kronen und -Brücken liegen allerdings noch nicht vor. Deshalb sollten vullanatomische ZrO₂-Restaurationen ein- bis zweimal jährlich nachkontrolliert werden.

Ist die Vollzirkon-Krone für Knirscher geeignet? Diese Frage ist noch nicht geklärt. Die hohe Biegebruchfestigkeit des Werkstoffs spricht für die Anwendung bei Bruxismus, obwohl bei kranio-mandibulären Dysfunktionen punktuell extreme Kräfte auftreten können, ohne dass der Patient sich dessen bewusst ist. Aufgrund der Materialeigenschaften der ZrO₂-Keramik findet eine Anpassung von Okklusionsstörungen im Sinne von Eigenabrasion nicht statt, sodass von nicht exakt okklusal adjustierten Vollzirkon-Restaurationen Parafunktionen ausgelöst werden können. Vielfach wird in der Praxis aus Sicherheitsgründen dem Patienten gleich eine Knirscherschiene als präventive Maßnahme für die Nacht verordnet.

Noch keine Regelversorgung

Abschließend ist festzuhalten, dass monolithische ZrO₂-Kronen und -Brücken sich aus ästhetischen Gründen bis-



Bild: Neumann

Abb. 6 Komplett-ZrO₂-Versorgung mit Matrize-Patrize-Verbindung. Zahn 5 ist noch unpoliert, Zahn 6-7 poliert.

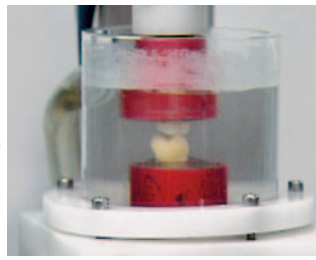


Bild: Rosenritt/Behr

Abb. 7 Neue Werkstoffe und Verfahren durchlaufen vor der klinischen Phase zuerst eine Kausimulation zur Gewinnung von Langfristdaten.

her nur für den weniger einsehbaren Molarenbereich eignen. Es fehlen die Fluoreszenz, die Lichtdurchlässigkeit der Glaskeramik und der Chamäleon-Effekt. Eine Semi-Transparenz wird mit der Absenkung des Al₂O₃-Anteils erreicht; das könnte die klinische Haltbarkeit auf Dauer beeinflussen. Monolithische ZrO₂-Restorationen stellen einen Ersatz für Vollgusskronen sowie -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 ZrO₂-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 einen wertvollen Beitrag zum Substanzerhalt leisten.

Das 12. Keramiksymposium der AG Keramik im Rahmen des Deutschen Zahnärztetages der DGZMK findet statt am 9. November 2012 in Frankfurt/Main, 9:00 bis 15:30 Uhr, Messe Congress Center. Anmeldungen unter Fax-Nr.: 069/42727-5194 oder www.dzt.de; Informationen unter www.ag-keramik.eu und Tel.: 0721/945-2929.

Manfred Kern
Schriftführung Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde