

Oxidkeramik-Kronen

# ZrO<sub>2</sub>-Monolithen – Lösung mit Zukunft?

| Manfred Kern

Die Einführung computergestützter Verfahren mit zahntechnischer Konstruktionssoftware und NC-gesteuerten Fräsaufautomaten hat die Verarbeitung von polykristallinen Oxidkeramiken unter Verwendung industriell gefertigter, teilesinterter Keramikblocks erst möglich gemacht.

In den 70ern des vorigen Jahrhunderts von Garvie in Großbritannien entwickelt, erwies sich besonders das mit Yttrium stabilisierte Zirkoniumdioxid (ZrO<sub>2</sub>) als geeigneter Gerüstwerkstoff für Kronen und Brücken im kaulasttragenden Molarenbereich. Die weiß-opake Keramikstruktur macht trotz der Option, die Dentinfarbe und damit die Farbtiefe der Zahnhartsubstanz durch Kolorieren des Gerüsts zu imitieren, eine aufbrennkeramische Verblendung für eine perfekte Ästhetik erforderlich. Gegenüber der Metallkeramik (VMK) zeichnet sich ZrO<sub>2</sub> dadurch aus, dass die weiß-opake Eigenfarbe dünne,

manuell geschichtete Verblendungen aus Feldspatkeramik ermöglicht. Zusammen mit der hohen Biegefestigkeit des Gerüstwerkstoffs von 1.200 bis 1.400 Megapascal (MPa) sind dadurch auch dünne Wandstärken und somit substanzschonende Präparationstiefen möglich. Für die Haftung der Verblendung auf dem Gerüst ist im Vergleich zu VMK keine dunkelfarbige Metalloxidschicht notwendig, deren potenziell toxisch wirkende Ionen bei metallsensiblen Patienten zu gingivalen Entzündungen führen können.

Keramiken sind prinzipiell chemisch inert, im sauren Mundmilieu schlecht-

hin unlöslich, enthalten keine Allergene und sind somit biologisch sehr verträglich. ZrO<sub>2</sub> ermöglicht zusammen mit einer aufgebrannten Schulter aus Feldspatkeramik aufgrund der lichtbrechenden Eigenschaften und der Farbadaptation isogingivale oder supragingivale Kronenränder, ohne dass der Randverlauf vom unbewaffneten Auge erkannt wird. Subgingivale Kronenränder bieten auch bei einer Gingivarezession kein ästhetisches Problem wie vergleichsweise die „Trauerränder“ bei freigelegten VMK-Oxidrändern. Mit dieser Qualifikation haben sich ZrO<sub>2</sub>-getragene Rekonstruktionen bei geeigneten Indikationen zu bewährten Therapielösungen entwickelt. Universitär geführte, klinische Langzeitstudien mit Kronen und Brücken überblicken literaturbelegt inzwischen Zeiträume bis zu zehn Jahren (Abb. 1).

Auffallend ist, dass Frakturen von ZrO<sub>2</sub>-Gerüsten mit zunehmender Verbreitung kaum beobachtet worden sind. Die Überlebenswahrscheinlichkeit liegt im Korridor von 90 bis 100 Prozent und damit auf dem Niveau, das auch metallgetragenen Rekonstruktionen zugeschrieben wird. Dadurch hat sich ZrO<sub>2</sub> zu einem bevorzugten Werkstoff für festsitzenden Zahnersatz in der niedergelassenen Praxis entwickelt. Es fällt in den Studien aber auch auf, dass die manuell geschichteten Verblendungen auf den Gerüsten zu Abplatzungen (Chipping) neigen, zumindest eingetreten in

Klinische Überlebensraten von Kronen und Brücken mit ZrO <sub>2</sub> -Gerüsten					
Versorgung	Liegedauer [Jahre]	Überlebensrate [%]	Komplikation [%]	Observ. Einheiten	Autoren Publikationen
Brücke 3 gl. SZ	5	96,8		65	Eschbach, Kern
Brücke 3-5 gl.	3	100	4 Chipp.	65	Tinschert
Brücke 3-5 gl.	5	98,4	4 Chipp.	65	Tinschert
Brücke 3-5 gl.	10	67		57	Sax et al.
Brücke 3 gl.	5	100		35	Pospiech
Brücke 3 gl.	3	100	9 Chipp.	21	Edelhoff
Brücken 3gl.	3	90,5		21	Beuer
Brücken 3-4 gl.	4	94	12 Chipp.	99	Rödiger
Brücken 3-4 gl.	4	96	13 Chipp.	24	Wolfart
Brücken 3-4 gl., Cantilever	4	92		34	Wolfart
Brücke 4 gl.	3	100		22	Sturzenegger
Kronen, Brücken	3	98,5		68	Beuer
Brücken 3-6 gl.	3	90,5	10 Chipp.	21	Edelhoff
Brücken 4-7 gl.	2	96,6	3 Chipp.	30	Schmitter

Quelle: AG Keramik. Aus: „Vollkeramik auf einen Blick“.

Abb. 1

Abb. 1: ZrO<sub>2</sub>-Studien.



Abb. 2

Abb. 2: Dünnwandige, formreduzierte Kronengerüste bieten keine Höckerunterstützung (© Edelhoff).

der Frühphase des klinischen Einsatzes von  $ZrO_2$ . Grund für die Verblendfrakturen waren anfänglich sicherlich die wenig abgestimmte Wärmeausdehnung (WAK) zwischen Gerüst- und Verblendwerkstoff. Ferner hatten sehr dünne Wandstärken dazu geführt (Abb. 2), dass die Verblendschichten 2 mm und mehr mit wechselnden, Zugspannung auslösenden Schichtstärken aufgetragen wurden. Interessanterweise ereigneten sich Verblendfrakturen am häufigsten in den ersten beiden Jahren in situ (Abb. 3). Zwischenzeitlich wurde erkannt, dass eine höckerunterstützende Gerüstgestaltung (Abb. 4), der Verzicht auf mesiale und distale Okklusionskontakte, Verblendstärken bis maximal 1,5 mm und eine Verlängerung der Abkühlungsphase nach jedem Sinterbrand zur Vermeidung von Struk-

turspannungen das Chipping-Risiko wesentlich reduziert. Wichtig erscheint auch in diesem Zusammenhang, dass das okklusale Funktionskonzept den und eine ausreichende Abstützung der Kontakte mit Gleitflächen zum Antagonisten eingeplant wird.

Jüngere Studien zeigen, dass unter Berücksichtigung dieser Rahmenbedingungen die Verblendfrakturnrate  $ZrO_2$ -getragener Kronen und Brücken deutlich gesunken ist und ein Niveau erreicht hat, das auch den Zwischenfällen von VMK-Versorgungen entspricht. Lediglich implantatgetragene Verblendkronen auf  $ZrO_2$ -Gerüsten scheinen ein höheres Chipping-Risiko zu haben. Die fehlende Eigenbeweglichkeit der Enossalpeiler nach ossärer Einheilung sowie ein taktiles Defizit reproduziert eine Verblendfrakturnrate,

die noch über jener von Kronen auf natürlichen Zähnen liegt.

### Ist verblendfrei die Lösung?

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  $ZrO_2$  als kalkulatorisches Einsparpotenzial zu nutzen? Aus den USA kommend, hat auch in Europa der Trend zu monolithischen, vollanatomisch geformten  $ZrO_2$ -Kronen eingesetzt, die keine Verblendung benötigen. Dafür müssen jedoch einige Parameter werkstofflicher und klinischer Art verändert werden, um  $ZrO_2$  für monolithische Kronen zu qualifizieren. Dies betrifft die Eigenfarbe und Opazität, die Oberflächenbeschaffenheit der Restauration sowie die Kontaktpunkt-durchdringung zum Antagonisten.

Um die Opazität zugunsten einer Semi-Transparenz zu vermindern, wurde der Anteil von Aluminiumoxid ( $Al_2O_3$ ) im  $ZrO_2$  reduziert. Messungen mit dem Spectrophotometer an 0,6 mm dicken Proben haben gezeigt, dass die Lichttransmission gegenüber dem konventionellen  $ZrO_2$  mit der  $Al_2O_3$ -Absenkung verbessert werden konnte. Die  $Al_2O_3$ -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, indem 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  $ZrO_2$ -Krone auf den Seitenzahnbereich. Durch die Laborsinterung wird zwar eine hohe Biegebruchfestigkeit (1.200–1.400 MPa) sowie eine harte Oberfläche erreicht, aber die beim Ausfräsen entstandenen Werkzeugspuren bleiben sichtbar. Der Abtrag dieser Rauigkeit erfordert eine professionelle

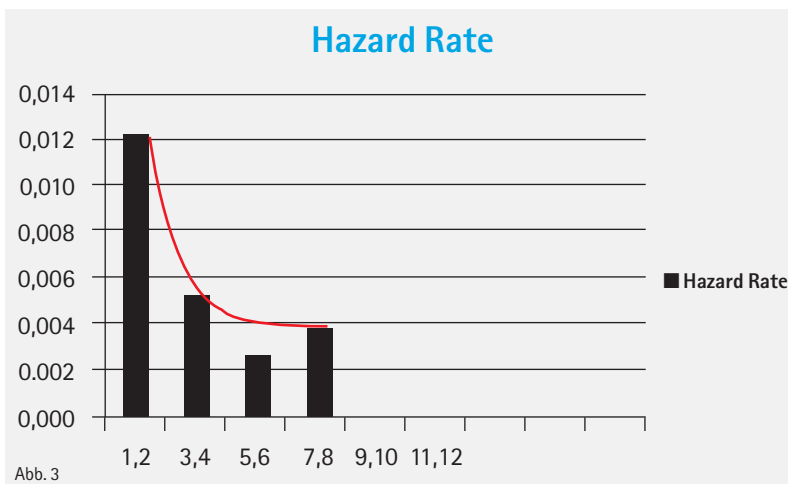


Abb. 3

Abb. 3: Hazard Rate von „Chippings“ auf zweijähriger Basis für metallkeramische Brücken (EM) berechnet. Die Hazard Rate betrug z.B. im ersten Jahr 0,012, das bedeutet, dass 1,2 Chipping-Fälle auf 100 Personenjahre Beobachtungszeit auftraten (© Behr).



Abb. 4

Abb. 4: Idealform der Höckerunterstützung schützt vor Verblendfrakturen (© Scherrer).

Politur, um eine glatte, hochglänzende Oberfläche zu erzielen. In der industriellen Technik werden beispielsweise Kugellager mit Zirkonoxid-Käfig oder -Kugeln eingesetzt, die besonders verschleißfest, widerstandsfähig und leichtlaufend sind (Abb. 5). 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 entscheidend 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. In den Studien wurden monolithische  $ZrO_2$ -Kronen gegen Schmelz, Lithiumdisilikat und Feldspat-Verblendungen (VMK) geprüft. Die Resultate zeigten, dass nicht die Härte des Werkstoffs, sondern eine mangelnde Oberflächengüte 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

Eine Kausimulation in Zürich zeigte, dass Zahnschmelz und poliertes  $ZrO_2$  nach 1,2 Millionen Kauzyklen mit Temperaturwechseln ein ähnliches Abrasionsverhalten zeigen (Abb. 6). 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 „voll-anatomisch geformte, verblendfreie  $ZrO_2$ -Kronen und -Brücken für Zahnersatz geeignet sind“. 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



NATÜRLICH  
GUT BERATEN



FACHDENTAL  
IN SACHSEN

# FACH DENTAL

## LEIPZIG 2014

Über 200 Aussteller präsentieren ihr umfangreiches Produkt- und Dienstleistungsportfolio für Zahntechnik und Zahnmedizin. Sammeln Sie bis zu zehn Fortbildungspunkte auf dem Symposium des Dental Tribune Study Clubs und informieren Sie sich über die Top-Themen:

- > **Prophylaxe – gesunde Zähne durch gute Vorsorge.**
- > **Ästhetische Zahnheilkunde – das i-Tüpfelchen hochwertiger Zahnmedizin.**
- > **Kinderzahnheilkunde – so macht der Zahnarztbesuch Kindern Spaß!**

**26. – 27. SEPTEMBER**  
**LEIPZIGER MESSE**

[www.fachdental-leipzig.de](http://www.fachdental-leipzig.de)

Veranstalter: Die Dental-Depots in der Region Sachsen, Sachsen-Anhalt Süd, Thüringen Ost



Abb. 5

Abb. 5: Keramikugellager – auf Verschleißfreiheit angelegtes tribologisches System (© AG Keramik).

Politur auf monolithischem  $ZrO_2$  wurde in Memphis in vitro ausgetestet, ebenso den Einfluss der Glasur, die jedoch nur eine kurzfristige Wirkung zeigt und den Abrasionskräften frühzeitig zum Opfer fällt.

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 diamantkorngefüllte 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 kann 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 (2012) wurde von Klinikern auch empfohlen, die Durchdringung der Okklusalkontakte zu reduzieren. Also – Abstützung durch flächige, reduzierte Kontaktpunkte (Abb. 7).

Wenn nun das monolithische  $ZrO_2$  verschleißbar ist und kaum abradert, was passiert mit den Lateralzähnen, die noch Schmelz oder möglicherweise weniger belastbare Restauraionswerkstoffe 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 ein- bis zweimal 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.

### Noch keine Regelversorgung

Abschließend ist festzuhalten, dass monolithische  $ZrO_2$ -Kronen und -Brücken sich aus ästhetischen Gründen bisher nur für den Molarenbereich eignen. Es fehlt die Fluoreszenz, die Lichtbrechung der Glaskeramik, der Chamäleon-Effekt. Die Semi-Transparenz wird mit der Senkung des  $Al_2O_3$ -Anteils erreicht; das kann die klinische Haltbarkeit auf Dauer beeinflussen. Mehrgliedriger Zahnersatz aus  $ZrO_2$  im Oberkiefer kann bei nicht einwandfreien Bissverhältnissen Parafunktionen und Kiefergelenksbeschwerden auslösen. Aufgrund dieser Limitationen ist die Vollzirkon-Prothetik noch keine Regelversorgung. Gute Aussichten bestehen allerdings für vollanatomische  $ZrO_2$ -Kronen in der Implantatprothetik; hier kann wegen der fehlenden ossären Eigenbeweglichkeit des Enossalpfeilers und des taktilen Defizits das erhöhte Risiko der Verblendfraktur ausgeschlossen werden.

### Abrasionsbeständigkeit am Schmelz

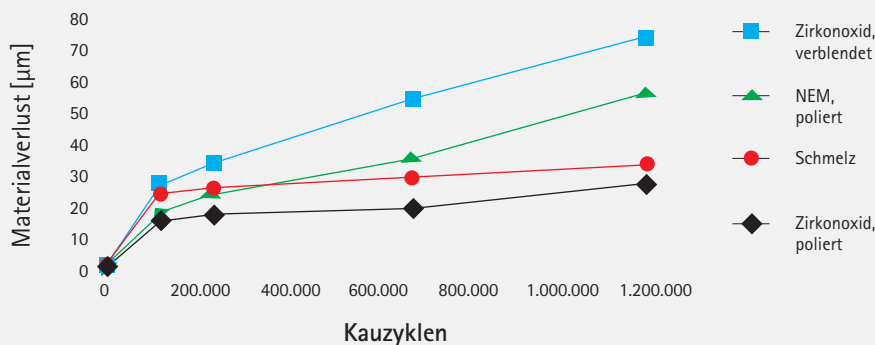


Abb. 6



Abb. 7

Abb. 6: Abrasionsverhalten verschiedener Werkstoffe am Schmelz (© Stawarczyk et al.). – Abb. 7:  $ZrO_2$ -Versorgung mit Matrize-Patrize-Verbindung. Zahn 5 ist noch unpoliert, Zahn 6 und 7 poliert (© Neumann).

## kontakt.

### Manfred Kern

AG Keramik – Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e.V.  
 Postfach 10 01 17  
 76255 Ettlingen  
 Tel.: 0721 9452929  
 info@ag-keramik.de  
 www.ag-keramik.de

NEU

# Programat<sup>®</sup>

Die Press- und Brennöfen der nächsten Generation

Perfekt abgestimmt  
auf IPS e.max Press.



## Technische Fortschritte, die begeistern.

- **Einfache Bedienung** dank ausgeklügelter Kombination aus farbigem Touchscreen und bewährter Folientastatur
- **Neue QTK2-Muffeltechnologie** mit SiC-Bodenreflektor sorgt für optimale Pressmuffel-Durchwärmung und ausgezeichnete Pressresultate
- **Programat-Infrarot-Technologie\*** zur Pressmuffel-Temperatur- und Grössenerkennung sowie für bis zu 20 % schnellere Vortrocknungsprozesse

\* Nur beim Programat EP 5010 erhältlich



GEPRÜFT FÜR  
IPS e.max<sup>®</sup>

[www.ivoclarvivadent.de](http://www.ivoclarvivadent.de)

Ivoclar Vivadent GmbH

Dr. Adolf-Schneider-Str. 2 | D-73479 Ellwangen, Jagst | Tel. +49 7961 889 0 | Fax +49 7961 6326

ivoclar  
vivadent<sup>®</sup>  
passion vision innovation