

Zirkoniumdioxid-Monolithen – ein Faszinosum?

Ein Trend geht zu vollanatomischen Oxidkeramikkkronen

Die Einführung computergestützter Verfahren mit zahntechnischer Konstruktionssoftware und NC-gesteuerten Fräsautomaten hat die Verarbeitung von polykristallinen Oxidkeramiken unter Verwendung industriell gefertigter, teilgesinterter Keramikblocks erst möglich gemacht. In den 70ern des vorigen Jahrhunderts von Garvie [1 bis 3] in Großbritannien entwickelt, erwies sich besonders das mit Yttrium stabilisierte Zirkoniumdioxid als geeigneter Gerüstwerkstoff für Kronen und Brücken im kaulastragenden 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 Zirkoniumdioxid 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 dünne Wandstärken und somit substanzschonende Präparationstiefen möglich. Für die Haftung der Verblendung

auf dem Gerüst ist im Vergleich zur 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 schlechthin unlöslich, enthalten keine Allergene und sind somit biologisch sehr verträglich [4 bis 6].

Zirkoniumdioxid 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 zirkoniumdioxidgetragene Rekonstruktionen bei geeigneten Indikationen zu bewährten Therapielösungen entwickelt. Universitär geführte, klinische Langzeitstudien mit Kronen und Brücken überblicken literaturbelegt inzwischen Zeiträume von bis zu zehn Jahren (Tabelle).

Auffallend ist, dass Frakturen von Zirkoniumdioxidgerüsten mit zunehmender Verbreitung kaum beobachtet worden sind. Die Überlebenswahrscheinlichkeit liegt im Korridor von 90 bis 100 Prozent (nach Kaplan-Meier) und damit auf dem Niveau, das auch metallgetragenen Rekonstruktionen zugeschrieben wird [7]. Dadurch hat sich Zirkoniumdioxid zu einem bevorzugten Werkstoff für festsitzenden Zahnersatz in der niedergelassenen Praxis entwickelt [8]. Es fällt in den Studien aber auch auf, dass die manuell geschichteten Verblendungen auf den Gerüsten zu Abplatzungen (Chipping) neigen, zumindest eingetreten in der Frühphase des klinischen Einsatzes von Zirkoniumdioxid [9 und 10]. Grund für die Verblendfrakturen waren anfänglich sicherlich die wenig abgestimmte Wärmeausdehnung (WAK) zwischen Gerüst- und Verblendwerkstoff. Ferner hatten sehr dünne Wandstärken dazu geführt (Abb. 1), dass die Verblendschichten 2 Millimeter (mm) und mehr mit wechselnden, zugspannungsauslösenden Schichtstärken aufgetragen wurden [11].

Klinische Überlebensraten von Kronen und Brücken mit ZrO₂-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 3-4gl, Cantilever	4	92		34	Wolfart
Brücke 4 gl.	3	100		22	Sturzenegger
Kronen, Brücken	3	98,5		68	Beuer
Brücken 3-6gl.	3	90,5	10 Chipp.	21	Edelhoff
Brücken 4-7gl.	2	96,6	3 Chipp.	30	Schmitter

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

Tabelle: Studien zu Zirkoniumdioxid



Abb. 1: Dünnwandige, formreduzierte Kronengerüste bieten keine Höckerunterstützung. Foto: Edelhoff



Abb. 2: Idealf orm der Höckerunterstützung schützt vor Verblendfrakturen Foto: Scherrer

Zwischenzeitlich wurde erkannt, dass eine höckerunterstützende Gerüstgestaltung (Abb. 2), der Verzicht auf mesiale und distale Okklusionskontakte [12], Verblendstärken bis maximal 1,5 mm und eine Verlängerung der Abkühlungsphase nach jedem Sinterbrand zur Vermeidung von Strukturspannungen das Chippingrisiko wesentlich reduziert. Wichtig erscheint in diesem Zusammenhang auch, dass das okklusale Funktionskonzept den Bedingungen der Keramik angepasst und eine ausreichende Abstützung der Kontakte mit Gleitflächen zum Antagonisten eingeplant werden.

Jüngere Studien zeigen, dass unter Berücksichtigung dieser Rahmenbedingungen die Verblendfrakturrate zirkoniumdioxidgetragener Kronen und Brücken deutlich gesunken ist und ein Niveau erreicht hat, das den Zwischenfällen von VMK-Versorgungen entspricht [13]. Lediglich implantatgetragene Verblendkronen auf Zirkoniumdioxidgerüsten scheinen ein höheres Chippingrisiko zu haben. Die fehlende Eigenbeweglichkeit der Enossalpfeiler nach ossärer Einheilung sowie ein taktiles Defizit reproduziert eine Verblend-

frakturnrate, die noch über jener von Kronen auf natürlichen Zähnen liegt [14 und 15].

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 Zirkoniumdioxid als kalkulatorisches Einsparpotenzial zu nutzen? Aus den USA kommend, hat auch in Europa der Trend zu monolithischen, vollanatomisch geformten Zirkoniumdioxidkronen eingesetzt, die keine Verblendung benötigen. Dafür müssen jedoch einige Parameter werkstofflicher und klinischer Art verändert werden, um Zirkoniumdioxid 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 Semitransparenz zu vermindern, wurde der Anteil von Aluminiumoxid im Zirkoniumdioxid reduziert. Messungen mit dem Spektrophotometer an 0,6 mm dicken Proben haben gezeigt, dass die Lichttransmission gegenüber dem konventionellen Zirkoniumdioxid mit der Aluminiumoxidabsenkung verbessert werden konnte [16]. Die Aluminiumoxidotterung 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 Farbguides (zum Beispiel *Vita Classical* oder *3D-Master*) Verwendung finden. Alternativ können die Gerüste im Grünzustand nach dem Ausfräsen mit Colourliquids im Tauchverfahren eingefärbt und festigkeitssteigernd schrumpfgesintert werden. Bisher limitiert das farbliche Ergebnis den Einsatz der monolithischen Zirkoniumdioxidkrone auf den Seitenzahnbereich.

Durch die Laborsinterung werden zwar eine hohe Biegebruchfestigkeit (1.200 bis 1.400 MPa) sowie eine harte Oberfläche erreicht, aber die beim Ausfräsen entstandenen Werkzeugspuren bleiben sichtbar. Der Abtrag dieser Rauigkeit erfordert eine professionelle Politur, um eine glatte, hochglänzende Oberfläche zu erzielen. In der industriellen Technik

werden beispielsweise Kugellager mit Zirkoniumdioxidkäfig oder -kugeln eingesetzt, die besonders verschleißfest, widerstandsfähig und leichtlaufend sind (Abb. 3). Dass das Gleitprinzip auch in der Zahnmedizin funktioniert, zeigen teleskopierende Primärkronen aus Zirkoniumdioxid zusammen mit Galvanosekondärstrukturen in der Doppelkrontechnik. Hier wird deutlich, dass nicht primär der Werkstoff erfolgsentscheidend ist, sondern die Bearbeitung der Oberfläche.

Es stellt sich jedoch die Frage, wie der Antagonist auf die hochfeste Zirkoniumdioxidkronenoberfläche reagiert. Hierfür liegen bisher nur In-vitro-Studien aus Kausimulationen vor – so zum Beispiel von den Universitäten Regensburg, Birmingham, Indianapolis, Memphis, Zürich vor. In den Studien wurden monolithische Zirkoniumdioxidkronen gegen Schmelz, Lithiumdisilikat und Feldspatverblendungen (VMK) geprüft. Die Resultate zeigten, dass nicht die Härte des Werkstoffs, sondern eine mangelnde Oberflächengüte einen schädigenden Einfluss auf seinen tribologischen Partner hat [17]. Dies setzt voraus, dass die Oberfläche der Zirkoniumdioxidkrone 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 Zirkoniumdioxid nach 1,2 Millionen Kauzyklen mit Temperaturwechseln ein ähnliches Abrasionsverhalten zeigen (Abb. 4). Stärkere Abradierungen zeigten Feldspatverblendungen und poliertes Nichtedelmetall [18 und 19]. Neueste Ergebnisse aus In-vitro-Testungen – auf dem Kongress der American Association for Den- ▶



Abb. 3: Keramikugellager – auf Verschleißfreiheit angelegtes tribologisches System Foto: AG Keramik

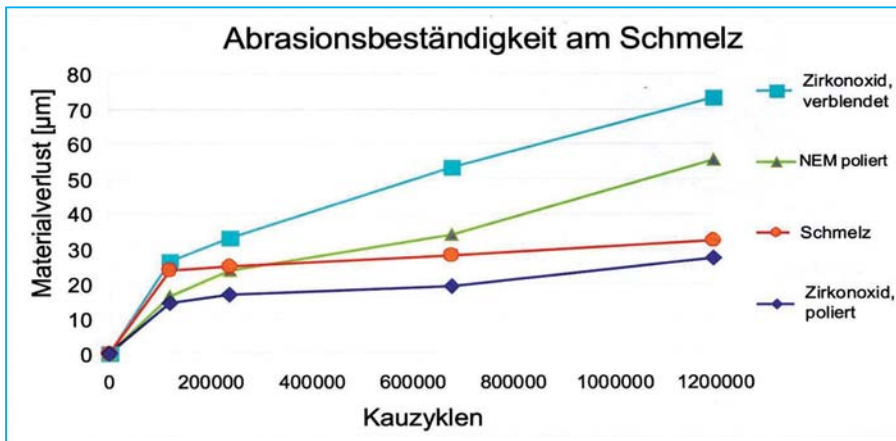


Abb. 4: Abrasionsverhalten verschiedener Werkstoffe am Schmelz

Quelle: Stawarczyk et al.

▶ tal Research (AADR) 2012 in den USA vorgetragen – ergaben, dass unter der Voraussetzung einer professionellen Politur „vollanatomisch geformte, verblendfreie Zirkoniumdioxidkronen und -brücken für Zahnersatz geeignet sind“ [16 und 20]. Eine Studie aus Alabama mit gealtertem Zirkoniumdioxid bestätigte dieses Ergebnis [21]. Dass die Oberflächenrauigkeit von Zirkoniumdioxid keinen Einfluss auf Kauflächen aus Lithiumdisilikat (*IPS e.max CAD*) hat, wurde in Indianapolis festgestellt [22]. Die Bedeutung der Politur auf monolithischem Zirkoniumdioxid wurde in Memphis in vitro ausgetestet [23], ebenso der Einfluss der Glasur, die jedoch nur eine kurzfristige Wirkung zeigt und den Abrasionskräften frühzeitig zum Opfer fällt.

Die Bereitstellung glatter, hochglänzender Zirkoniumdioxidoberflächen 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 Zirkoniumdioxid erzielen – rauhen die Oberfläche auf. Dadurch steigt die Abrasionsfähigkeit der Krone erheblich an und könnte 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



Abb. 5: Dreigliedrige „Vollzirkonbrücke“ nach der Eingliederung Foto: Wiedhahn

auch empfohlen, die Durchdringung der Okklusalkontakte zu reduzieren. Also – Abstützung durch flächige, reduzierte Kontaktpunkte (Abb. 5).

Wenn nun das monolithische Zirkoniumdioxid verschleißarm ist und kaum abradert, was passiert mit den Lateralzähnen, die noch Schmelz oder möglicherweise weniger belastbare Restorationswerkstoffe tragen? Werden die Abrasionskräfte langfristig Höhendifferenzen auslösen und die Kiefergelenkmechanik beeinflussen? Es gibt Vermutungen, dass sich Zirkoniumdioxid im Aufbissverhalten nicht anders verhält als eine VMK-Krone. Klinische Studien zum Langzeitverhalten monolithischer Zirkoniumdioxidkronen 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 Vollzirkonkrone 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 Zirkoniumdioxidkronen und -brücken sich aus ästhetischen Gründen bisher nur für den Molarenbereich eignen. Es fehlt die Fluoreszenz, die Lichtbrechung der Glaskeramik, der Chamäleon-Effekt. Die Semitransparenz wird mit der Senkung des Aluminiumoxidanteils erreicht; das kann die klinische Haltbarkeit auf Dauer beeinflussen. Mehrgliedriger Zahnersatz aus Zirkoniumdioxid im Oberkiefer kann bei nicht einwandfreien Bissverhältnissen Parafunktionen und Kiefergelenkbeschwerden auslösen. Aufgrund dieser Limitationen ist die Vollzirkonprothetik noch keine Regelversorgung. Gute Aussichten bestehen allerdings für vollanatomische Zirkoniumdioxidkronen in der Implantatprothetik; hier kann wegen der fehlenden ossären Eigenbeweglichkeit des Enossalpfeilers und des taktilen Defizits das erhöhte Risiko der Verblendfraktur ausgeschlossen werden.

Manfred Kern, AG Keramik in der Zahnheilkunde, Ettlingen, www.ag-keramik.eu

Das Literaturverzeichnis kann bei der DZW-Redaktion unter leserservice@dzw.de angefordert werden.