

Unübertroffene physikalische und chemische Eigenschaften: Hochleistungs-Oxidkeramiken für festsitzenden Zahnersatz

Hält die Physik ihr Versprechen? Zirkonoxid in der Prothetik

Durch die Einführung der CAD/CAM-Technologie in der Zahnmedizin wurde die Bearbeitung von neuen Werkstoffen möglich, deren subtraktive Formgebung mit konventionellen Techniken nicht durchführbar war. Somit wurden Oxidkeramiken eingeführt, deren klinisches Langzeitverhalten inzwischen auch gute Prognosen ermöglichen. Ein Beitrag von Dr.-Ing. M.Sc. Daniel Suttor & Manfred Kern.

Die Festigkeit bei dem z. B. im Lava-System verwendeten yttriumdotierten tetragonalen polykristallinen Zirkonoxid (TZP) liegt initial bei >1.100 Megapascal (MPa) und der für die Langzeitstabilität wichtige Bisswachstumsparameter (n) bei über 407.¹ Zudem besitzt Zirkonoxidkeramik (ZrO₂) die Fähigkeit, entstehende Risse im Gefüge „zuzuklemmen“. Diese Umwandlungsverstärkung basiert auf der Tatsache, dass mit dem Rissfortschritt im Spannungsfeld eine Volumenzunahme einhergeht, was vergleichbar zu der Funktion des Airbags ist. Diese Volumenzunahme übt auf die Risspitze eine Druckspannung aus, welche für den weiteren Fortschritt zunächst überwunden werden muss. Es wird also zusätzliche Energie benötigt, um den Riss zu verlängern.² Dies beeinflusst besonders günstig die klinische Langzeitstabilität von ZrO₂-Kronen und -Brücken. Nun zeigt jeder Werkstoff, so auch die Keramik, unter Dauerbelastung eine Ermüdung, wobei Defekte im Laufe der Zeit größer werden und eine Festigkeitsreduktion aufweisen. Bei glashaltigen, keramischen Werkstoffen kommt zusätzlich eine Spannungsrissskorrosion hinzu, die auf einer Reaktion von Wasser (hier im Speichel) mit der Glasphase basiert. Auch Zirkonoxid unterliegt einer gewissen Ermüdung, jedoch keiner Spannungsrissskorrosion, da es glasfrei ist. In Testungen im Wechselbelast-Thermocycling-Verfahren (Wasserbad, 5°C/55°C) und in mechanischen Kausimulationen nach 1,2 Millionen Zyklen zeigte sich, dass der Dauerfestigkeitswert von ZrO₂ trotzdem doppelt so hoch blieb wie bei Vergleichskeramiken und die bei Seitenzahnbrücken auftretenden Belastungswerte erheblich übertraf.³

Grünling ist wirtschaftlich

ZrO₂-Keramik zählt zu den polykristallinen Oxidkeramiken und besteht aus einem Gefüge, das sich chemisch einphasig aus einer Vielzahl kleiner Kristallite zusam-

menetzt. Die Rohstoffe werden über Pressverfahren zu einem sogenannten Grünling aufbereitet. Der poröse

near um 15–25 Prozent mit einer entsprechenden Erhöhung der Dichte. Das entspricht einem Volumen-

Zwischenglieder zu einer deutlichen Reduzierung der Festigkeit führen kann. Letztendlich spricht auch

des Werkstücks aus. Abhängig ist die Schwindung von der Porositätsverteilung im Grünling und damit von der

bei 30–50 µm.

Für ZrO₂-Keramik ist eine Gerüstwandstärke bis 0,3 mm möglich

Weitspannige ZrO₂-Brücken verfügen über den Vorteil, dass sich die Gerüste beim Aufbrennen der Verblendkeramik nicht verziehen. Während des Aufsinterns werden die kritischen Temperaturen, die zu einem Verzug der Gerüste führen könnten, nicht einmal annäherungsweise erreicht. Bei der VMK-Technik ist häufig zu beobachten, dass die Gerüste bei der Einprobe zwar passen, aber sich bei den multiplen Brennzyklen Passungsdifferenzen ergeben. ZrO₂-Gerüste haben vor der Verblendung einen weißen Grundton. Die Lichttransmission entspricht jener von Aluminiumoxid. Das von Natur aus weiße Zirkonoxid kann zusätzlich eingefärbt werden. Eine Schwächung der Festigkeitswerte ist damit nicht verbunden. Für Lava stehen sieben Farbtöne zur Verfügung, die dem VITA Classic-System entsprechen. Eingefärbte Gerüste bieten den Vorteil, dass am dünn geschliffenen Kronenrand eine sehr hohe Ästhetik realisiert werden kann. Zirkonoxid ist die einzige Keramik, die für Frontzahn-Kronenkappen eine Gerüstwandstärke bis 0,3 mm ermöglicht. Damit kann bei minimalinvasiver Präparation ein substanzschonendes Gerüst für eine anatomisch reduzierte Krone oder bei konventionell-moderater Präparation der verfügbare Raum für mehrere Verblendschichten genutzt werden.

Für die Konnektorstärke bei Brückengliedern werden von den Herstellern unterschiedliche Werte angegeben.

Fortsetzung auf Seite 14 zt



Vollkeramikbrücke mit Anhänger. Die stabilen Verbinder sind vertikal-oval ausgerichtet. Gerüst: Lava-Zirkonoxidkeramik. (Foto: Bellmann)



Brückengerüst aus Lava-Zirkonoxid für Brücke mit zwei unterspülbaren Gliedern. (Foto: Dr. Groten)



Lava-Brückengerüst für verengte Lücke Regio 46, Hohlkehle an 45 und 47, Verbinderquerschnitt 12 mm, Spannungsausdehnung drei Glieder. (Foto: Prof. Lauer, Lee)



Viergliedrige Lava-Brücke (Zahn 24–27), verblendet. (Foto: Dr. Groten)



Deiugliedrige Lava-Brücke 45–47, seit zwei Jahren in situ, befestigt mit RelyX Unicem. (Foto: Prof. Lauer)



Viergliedrige Lava-Brücke, vier Jahre frakturfrei in situ. (Foto: Dr. Groten)

Grünkörper wird bei einer intermediaten Temperatur festigkeitssteigernd auf 55–70 Prozent Dichte vorgesintert und kann dadurch maschinell leichter gefräst werden als bereits dichtgesintertes oder heißgepresstes Material (HIP). Die Endfestigkeit des Grünlings wird nach der subtraktiven Fräsbearbeitung der Restauration durch Dichtsintern bei 1.350 °C bis 1.550 °C erreicht. Dabei schrumpft das Werkstück li-

schwind von 40–50 Prozent. Die Grünkörper-Verarbeitung bietet den Vorteil, dass die Gefahr einer Schädigung des Gefüges geringer ist als bei dichtgesintertem Material. Hier sind die durch Schleifinstrumente verursachten Oberflächenschädigungen wie z. B. Mikrorisse auf der Keramikoberfläche von großer Bedeutung für die Reduzierung der initialen Festigkeit.^{4,5} Solche Risse, vor allem im okklusalen inneren Bereich vollkeramischer Kronen, können zu klinischen Misserfolgen führen.⁶ Dies spielt eine besonders wichtige Rolle bei Brückengerüsten, bei denen Defekte im zugspannungskritischen Bereich der Konnektoren und in der maximal belasteten Basalzone der

die Wirtschaftlichkeit für die Grünling-Verarbeitung: Die Fräszeit ist kürzer und der Werkzeugverschleiß geringer. Bei modernen CAD/CAM-Systemen werden die Konstruktionsvorschläge für Kronen und Brücken aus einer Zahndatenbank abgerufen. Gegenüber der konventionellen Wax-up-Technik ist ein Einscannen des Vollmodells nicht erforderlich. Bei der frei positionierbaren CAD-Konstruktion wird das Design der Restauration automatisch überdimensioniert; dadurch wird die Volumenschwindung bei der Endsinterung kompensiert. Der kontrollierte Sinterprozess im Labor, der ca. sieben Stunden dauert, löst eine lineare Schrumpfung

Größe und der Geometrie unabhängig. Die Passgenauigkeit am Kronenrandspalt liegt bei Brücken und Kronen

zt Buchtipp

„Vollkeramik auf einen Blick“

Eine weitere Hilfe für die Anwendung von Vollkeramik bietet das Keramik-Handbuch „Vollkeramik auf einen Blick“. Es macht Zahnärzte und Laborleiter mit der vollkeramischen Restauration vertraut oder führt sie an neue Anwendungsfelder heran.²⁴ Informationen erhalten Sie bei:



Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e.V.
Tel.: 07 21/9 45 29 29
Fax: 07 21/9 45 29 30
E-Mail: info@ag-keramik.de

zt Anmerkung der Redaktion

Die hochgestellten Zahlen im Text beziehen sich auf Literaturangaben. Die entsprechende Literaturliste zum Artikel „Hält die Physik ihr Versprechen? Zirkonoxid in der Prothetik“ ist auf Anfrage bei der Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e.V. unter folgender E-Mail-Adresse erhältlich: info@ag-keramik.de

ZT Fortsetzung von Seite 13

Querschnittsflächen sind in vertikal-ovaler Form zu wählen. Für Lava z.B. empfehlen sich Querschnittsflächen von 7 mm² bei dreigliedrigen Brücken mit einem Zwischenglied im Frontzahnbereich und 9 mm² im Seitenzahnbereich. Bei viergliedrigen Brücken im Seitenzahn (zwei Zwischenglieder) sind hintereinander 9–12–9 mm² erforderlich. In anderen Publikationen werden z. B. eine Konnektorfläche von 11 mm² bei fünfgliedrigen Brücken (drei Zwischenglieder) genannt. Diese Werte wurden in Belastungstests mit ovalgeformten Verbindern, bei Wasserlagerung und 880 Newton Kaudruckbelastung ermittelt.⁷

Medizinisch gute Prognosen für das „weiße Gold“

ZrO₂-Keramik hat sich seit den 80er-Jahren in der reha-

lenkprothesen eingesetzt. In den 90ern hat die Zahnmedizin die Vorteile der metallfreien Restauration entdeckt, und seit 1997 laufen klinische Prüfungen mit Kronen und

mittlerweile mehrfach bestätigt wurde.^{9–11} Es empfiehlt sich deshalb als Gerüstwerkstoff für Kronen- und Brücken-Rekonstruktionen. Dank zahnähnlicher, opti-

nachgebildet werden. Darüber hinaus gibt es keine ästhetisch störende Grauverfärbung der Gingiva bzw. des periimplantären Weichgewebes durch ein dunkles Gerüst

hindert oder zumindest deutlich abgeschwächt werden. Und, wie steht es mit der Bewahrung von Brücken aus ZrO₂ mit vier und mehr Gliedern, mit zwei Zwischengliedern und Anhängern?

Das Gros der bisherigen klinischen Untersuchungen beinhaltet ZrO₂-Brücken mit einem Zwischenglied, die auch 79 Prozent aller vollkeramischen Brückenversorgungen abdecken. An Betracht der Tatsache, dass in den vergangenen Jahren ca. 7.000 ZrO₂-Brücken mit vier Gliedern eingesetzt²⁰ und von Schleifzentren kaum Gerüstfrakturen gemeldet worden sind, kann davon ausgegangen werden, dass sich



Viergliedrige Lava-Brücke mit einem unterspülbaren Zwischenglied.

(Foto: Bellmann)



Zirkonoxid-Gerüste können zur Unterstützung der Dentinfarbe und der Gesamtästhetik eingefärbt werden. (Foto: 3M ESPE)

Newton ermittelnden Orthopädie bewährt.⁸ Weltweit wurden damit ca. zwei Millionen Hüftge-

Brücken aus ZrO₂. Zirkonoxid zeigt eine optimale biologische Verträglichkeit, die

schwerer Eigenschaften kann das komplexe Lichtspiel des natürlichen Zahns einfacher

oder gar sichtbare Metallränder. Und schließlich müssen Kronen-Brücken-Arbeiten mit Zirkonoxidgerüsten nicht adhäsiv, sondern können konventionell mit Glasionomer oder Zinkoxidphosphatzement befestigt werden.¹² Neuerdings hat sich auch ein dualhärtender, selbstadhäsiver universaler Komposit-Befestigungszement (RelyX Unicem) mit über 10 MPa Scherfestigkeit für ZrO₂ bewährt, bei dem die Schritte Ätzen, Primern und Bonden entfallen.¹³ Aufgrund seiner Festigkeitswerte sichert sich das ZrO₂ als Alternative zu Metallgerüsten immer mehr Marktanteile bei Kronen und Brücken. Bei der Zuverlässigkeit (Weibull-Moduli) zeigen sich stets nur geringe Streuungen, was für die Homogenität des polykristallinen Gefüges spricht.¹⁴ Einzelkronen mit ZrO₂-Gerüst sind heute bezüglich ihrer Festigkeit so stabil wie metallkeramische Kronen.¹⁵ In klinischen Langzeitstudien, die an verschiedenen Universitäten laufen, stehen mehrgliedrige Brücken seit sechs Jahren unter Beobachtung mit guten Prognosen.^{16–18} In allen bislang durchgeführten Studien zeigte sich, dass in dieser Zeit keine Gerüstfrakturen auftraten, sondern nur jene Zwischenfälle, die auch von der Metallkeramik in ähnlicher prozentualer Größenordnung bekannt sind:¹⁹ Postoperativer Vitalitätsverlust und Abplatzungen der Verblendkeramik. Demzufolge scheint sich für die ZrO₂-Keramik eine Perspektive anzudeuten, die es ermöglicht, dieses „weiße Gold“ an Stelle von Seitenzahnkronen und -brücken aus Edelmetall einzusetzen. Zu diesen Feststellungen kommt hinzu, dass viele metallkeramische Kronen nach langer Tragedauer nicht wegen einer Fraktur, sondern deshalb ersetzt werden, weil sich ein störender Metallrand mit einer dunklen Wurzel zeigt. Dieser ästhetisch ungünstige Aspekt kann mit einer Vollkeramikkrone ver-

Zirkonoxid auch für diese Rekonstruktionen qualifiziert hat. Universitär beobachtet werden viergliedrige ZrO₂-Brücken u.a. auch an der RWTH Aachen.^{21,22} Speziell für Lava-Brücken mit drei und vier Gliedern laufen „One-Center-Studien“ bei J. Sorensen, Universität Portland/USA, bei R. Perry, G. Kugel an der Tufts Universität Boston/ USA, Multi-Center-Studien an den Universitäten von Birmingham, Mailand und Neapel. Im April 2005 wurde die Anwender-Freigabe für viergliedrige Lava-Brücken in nun allen Kombinationen, auch Anhänger, durch das Herstellerwerk erteilt. Grundlage hierfür war neben den guten klinischen Prognosen eine In-vitro-Studie, in deren Testungen mit vorgegebenen Kriterien für Verbinderdesign und Wandstärke Belastungswerte von

ANZEIGE

SELBSTÄNDIGE ZAHNTECHNIKER ZAHNTECHNIKER- MEISTER

Unser schnell wachsendes, internationales Unternehmen sucht für 80 deutsche Labore selbständige Zahntechniker oder Zahntechniker-Meister, mit und ohne eigenem Betrieb, die die Labore mit Komptertz und der uns eigenen Serviceorientierung aufbauen und leiten.

Für den Ausbau unseres Teams in Heiligenhaus suchen wir ebenfalls Zahntechniker und Zahntechniker-Meister.

Da wir unsere Werte HÖCHSTE QUALITÄT, HÖCHSTE SORGFALT und HÖCHSTE ZUVERLÄSSIGKEIT auch leben, sollten Sie diese Werte mittragen können. Ihre Bewerbung schicken Sie bitte an:

Ingo Perpet, Mc ZAHN PERPET DENTAL, Selbecker Str. 11, 42579 Heiligenhaus
Fax: 02056 - 58 57 0, Info@zahntechnik-perpet.de, www.zahntechnik-perpet.de



McZAHN PERPET
McZAHN PERPET DENTAL



Dr.-Ing. M. Sc. Daniel Suttro

1.500 Newton erzielt werden konnten, also weit über den physiologischen Kaukräften liegend.²³ ZT

Dieser Artikel erschien bereits in der ZWL – Zahntechnik Wirtschaft Labor, Ausgabe 5/2006, im Rahmen des Schwerpunktes „Vollkeramik bietet mehr“.

ZT Adresse

Dr.-Ing. M.Sc. Daniel Suttro
Manfred Kern
Arbeitsgemeinschaft für Keramik
in der Zahnheilkunde e.V.
Postfach 10 01 17
76255 Ettlingen
E-Mail: info@ag-keramik.de
www.ag-keramik.de

Dr.-Ing. M. Sc. Daniel Suttro