

DENTISTA FOKUS

MODERNE KERAMIKEN

Liebe Leserinnen,

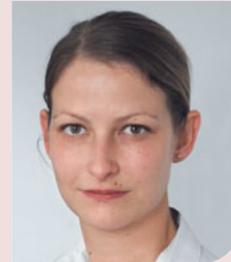
in der vierten Dentista-Ausgabe in diesem Jahr beschäftigen wir uns mit modernen Keramiken und der Ästhetik. Beide Gebiete sind eng miteinander verbunden und wir möchten deshalb einige unterschiedliche Aspekte näher betrachten.

Wir beginnen mit einem allgemeinem Überblick zu den Keramik-Leitlinien und wenden uns dann konkret den

Keramikimplantaten und den Keramikveneers zu.

Dem Gebiet der Ästhetik nähern wir uns mit einer Betrachtung zur ästhetischen und kulturellen Einordnung der Zahn-lücke. Schließlich wenden wir uns noch den Rahmenbedingungen der Alignertherapie zu.

Wir hoffen, Ihnen auch mit dieser Ausgabe der Dentista wieder Interessantes und Wissenswertes vorlegen zu können.



Ihre
Susann Lochthofen

Leitlinien Keramiken Was ist State of the Art?

In meiner Praxistätigkeit in Berlin steht der Wunsch der Patienten nach unsichtbarem Zahnersatz – im Speziellen: Vollkeramik – seit Jahren an vorderster Stelle. Zum einen wünschen die Patienten aus ästhetischen Gründen keine metallfarbenen Kronenränder. Zum anderen genießt Metall als gefühlter „Fremdkörper“ im Mund keinen guten Ruf mehr. Diese Erfahrung, die vielerorts als Trend spürbar ist, gilt sowohl für junge als auch immer mehr Patienten mittleren Alters. Tatsächlich gibt es aus Behandlersicht gute Gründe für Vollkeramik. Dazu gehören Ästhetik, Biokompatibilität, thermisches Ausdehnungsverhalten sowie nur geringfügige Plaqueanlagerungen und oftmals geringere Substanzabtragungen beim Beschleifen. Wenn nun Keramik sowohl aus Patienten- als

auch aus Behandlersicht als attraktive Lösung erscheint, stellt sich die Frage: Ist Vollkeramik auch nachhaltig vergleichbar mit Metallkeramik? Und: Welches vollkeramische System ist für meine Indikation das richtige?

Dieser Beitrag wird nach einer Einführung in die Grundzüge der Vollkeramik die Handlungsempfehlungen der maßgeblichen Leitlinie vorstellen.

Grundlagen und Vorteile der Vollkeramik

Vollkeramische Werkstoffe werden am häufigsten zur zahnärztlichen Versorgung mit Veneers, Inlays, Onlays, (Teil-)Kronen, Primärteilen und Abutments eingesetzt.

Auch der Einsatz in Form von Implantaten und kieferorthopädischen Brackets ist dank hochfester Keramiken möglich. Ausgangspunkt ist meist ein großflächiger Verlust von Zahnhartsubstanz. Im Gegensatz zu Metall ist bei der Anwendung adhäsiv eingesetzter Keramik eine defektbezogene Arbeit möglich. In der Regel kann mehr gesunde Zahnhartsubstanz erhalten werden, da das eingriffintensive Beschleifen des Zahns oftmals auf ein Minimum reduziert wird. Ebenso kennzeichnet Keramik eine hervorragende Materialverträglichkeit (Biokompatibilität) und eine geringe Plaqueanlagerung, die sogar geringer als am natürlichen Zahn ausfallen kann.

Des Weiteren können wir mithilfe ausgewählter Keramik dem „biomimetischen Prinzip“, d. h. einer klinischen Vorgehensweise, die biologische Strukturen



Abb. 1 Beispiel einer vollverblendeten Zirkonoxidbrücke.

„imitiert“, besser nachkommen¹: Struktur und Funktion des Zahns können in spezifischen Konstellationen durch Vollkeramiklösungen nachgebildet werden. Insbesondere Silikatkeramiken weisen bezüglich der Härte hohe Ähnlichkeiten zum natürlichen Zahnschmelz auf; ein Dentin-ähnliches Elastizitätsmodul wird bestenfalls durch Einsatz eines adhäsiven Einsetzkomposits imitiert.

Entsprechend Abbildung 2 wird das Thema Vollkeramik anhand der 3 Aspekte Basis, Verarbeitung und Anwendung erläutert:

Basis/Material

Silikatkeramik besteht aus einer Glasmatrix, die abhängig von ihrer Zusammensetzung verschiedene Kristalle ein-

lagert. Durch ihre Glasphase erscheint sie transluzent, zeigt hervorragende ästhetische Eigenschaften. Zu unterscheiden sind Feldspat-, Leuzit- und die mit Lithium verstärkten Keramiken (Lithiumsilikat, Zirkonoxid-verstärktes Lithiumsilikat, Lithiumdisilikat sowie Lithiumalumosilikat). Während die ersten beiden Keramiken mit Festigkeiten < 160 MPa primär für ästhetische Veneers und Verblendungen eingesetzt werden, dienen die verstärkten Keramiken (bspw. Lithiumdisilikat mit einer Festigkeit von ca. 400 MPa) als Material für ästhetische Einzelzahnkronen, Teilkronen, Inlays, Onlays oder sogar für kleine Brücken bis zum Ersatz des ersten Prämolaren^{2,3}.

Oxidkeramiken sind glasfrei und bekannt für ihre hohe Härte, die jene des natürlichen Zahnschmelzes weit übertrifft. Die populärste unter ihnen ist das Zirkonoxid. Sie bietet dank unterschiedlicher Festigkeiten (500–1.200 MPa) und Transluzenzen ein breites Indikationsspektrum. Dieses reicht von Frontzahnkronen, mehrspannigen Brücken (auch im Seitenzahnbereich) bis hin zum Einsatz als Implantatwerkstoff oder kieferorthopädisches Bracket. Aktuell unterscheiden wir 4 Generationen. Die ersten beiden Generationen (3 Mol-% Yttriumoxid dotiertes tetragonales polykristallines Zirkonoxid, kurz 3Y-TZP) werden aufgrund ihrer hohen Festigkeiten und ihres weiß-opaken Aussehens bevor-

zugt als Gerüstwerkstoff eingesetzt und müssen verblendet werden. Zirkonoxidkeramiken der 3. (5Y-TZP) und 4. Generation (4Y-TZP) werden dank verbesserter Ästhetik durch höhere Transluzenz für monolithische Restaurationen verwendet. Es gilt die Regel: Je transluzenter die Zirkonoxidkeramik ist, desto geringer ist die Biegefestigkeit. Zirkonoxidkeramiken verschleifen sehr wenig. Um funktionelle Probleme (Verschleiß des Antagonisten, Überbelastung Kiefergelenk usw.) zu vermeiden, müssen sie glattpoliert werden und sollten eine entsprechende Funktion und Okklusion gewährleisten⁴.

Neben den klassischen Keramiken sind auch Verbundwerkstoffe zu nennen. Anders als Namensgebungen wie z.B. Hybridkeramik vermuten lassen, handelt es sich hierbei im Grunde um industriell hergestellte Hochleistungskomposite, die einen höheren Füllkörperanteil bzw. ein Keramikgerüst aufweisen und dadurch ähnlich hohe Festigkeiten wie Feldspat-/Leuzitkeramiken zeigen, ohne deren Sprödigkeit zu teilen. Innerhalb der Verbundwerkstoffe sind CAD/CAM-Komposite („Computer-aided design/Computer-aided manufacturing“, s. u.) und die polymerinfiltrierten Keramiken („Hybridkeramik“) zu unterscheiden. Der Grundgedanke hinter diesem Material ist die Verbindung des Dentin-ähnlichen E-Moduls von Komposit mit der Festig-



Abb. 2 Einteilung Dentalkeramiken.



keit von Keramik. Da beide Materialien keinem keramischen Brennvorgang unterzogen werden und organische Anteile enthalten, können sie nicht der Keramik im klassischen Sinne zugeordnet werden⁵. Obwohl vonseiten der Hersteller teilweise nicht dafür freigegeben, können polymerbasierte CAD/CAM-Werkstoffe potenziell günstige Eigenschaften für die Versorgung von Patienten mit Parafunktionen (z. B. Bruxismus) aufweisen. Insbesondere die geringere Sprödigkeit gegenüber den keramischen Werkstoffen sowie ein geringeres Elastizitätsmodul lassen diese Annahme zu.

Verarbeitung

Keramiken lassen sich auf unterschiedliche Weisen verarbeiten und einteilen in Schicht-, Press- und CAD/CAM-Keramik. Während erstere auf manuellen Schichtungsverfahren beruht, werden Press- und CAD/CAM-Keramiken aus industriell gefertigten Rohlingen hergestellt (mit der Folge hoher Materialreinheit und -homogenität). Klassische Vertreter der Schichttechnik sind Feldspat- und Leuzitkeramik: Vorteil ist die individuelle Farbgebung; sie findet Anwendung bei hochästhetischen keramischen Restaurationen (z. B. Veneers) oder beim Verblenden fester Keramiken. Bezüglich der Presskeramik ist u. a. die exakte Wiedergabe der Modellation (insbesondere der Restaurationsränder) hervorzuheben; häufig findet diese Technik bei der Lithiumdisilikatkeramik Anwendung. Die CAD/CAM-Technik zeichnet sich im Gegensatz zur Presstechnik durch Modellation mithilfe von Software und maschinengesteuertem Fräsen aus. Dieses Verfahren ermöglicht erst die Herstellung hochfester Keramikrestaurationen wie Zirkonoxid, auch Silikatkeramiken können mit diesem Verfahren verarbeitet werden. Die Keramikblöcke gibt es mit unterschiedlichen Farb- und Transluzenzstufen innerhalb eines Roh-

lings. Dadurch wird der natürliche Farbverlauf des Zahns nachgebildet, was den Einsatz auch in ästhetischen Zonen ermöglicht.

Anwendung

Keramiken können als Gerüst, als Verblendung, monolithisch (vollanatomisch aus einem Stück) oder als Formteil (Implantate, Abutments) angewandt und danach eingeteilt werden. Gerüstwerkstoffe bilden in der Regel hochfeste Oxidkeramiken oder auch verstärkte Silikatkeramiken (wie Lithiumdisilikat), die gepresst oder gefräst werden. Verblendkeramiken können in allen 3 Fertigungstechniken (Schichten, Pressen, CAD/CAM) erstellt werden. Durch Einsatz der beiden letztgenannten Techniken können hohe Festigkeiten generiert und das Risiko der häufigen Verblendfrakturen reduziert werden. Monolithische Restaurationen werden gepresst oder mit CAD/CAM-Verfahren erstellt. Durch den Verzicht auf Verblendung haben sie eine hohe Festigkeit und ermöglichen dünnere Schichtstärken und somit zahnschonendere Präparationen.

Weiterführend: Einsatzprotokolle und Vorbehandlungen

Bei der Auswahl der „richtigen“ Keramik ist zu beachten, dass abhängig von Material und Biegefestigkeit unterschiedliche Einsatzprotokolle und Vorbehandlungen notwendig sind: Niedrig feste Keramiken (Biegefestigkeit < 350 MPa) wie bspw. Leuzitkeramik müssen zwingend adhäsiv eingegliedert werden. Keramiken mit hoher Biegefestigkeit (> 350 MPa) können sowohl mit Zinkoxidphosphatzement oder Glasionomerelement als auch mit selbstadhäsiven oder adhäsiven Befestigungszementen eingesetzt werden. Adhäsive, alternativ selbstadhäsive Einsetzzemente sollten

präferiert werden, da sie einen kraftschlüssigen Verbund erzeugen. Besonders bei Zirkonoxidbrücken wird eine adhäsive Eingliederung angeraten, um eine Dezentementierung bei unzureichender Präparation zu vermeiden. Keramiken zeigen eine schlechte Benetzbarkeit, die zwingend verbessert werden muss. Während glasbasierte Keramiken mit Flusssäure angeätzt werden, erreichen wir bei Oxidkeramiken durch Strahlen bzw. Silikatisieren eine vergrößerte Oberfläche und damit bessere Benetzbarkeit³.

S3-Leitlinie für vollkeramische Kronen und Brücken

Die S3-Leitlinie für vollkeramische Kronen und Brücken (DGPro, DGZMK)⁶ gibt evidenz- und konsensbasierte Empfehlungen für festsitzende, zahnetragene Versorgungsmöglichkeiten mit vollkeramischen Restaurationswerkstoffen. Teilkronen, Inlays und Onlays sind nicht Gegenstand der aktuellen Leitlinie. Im Zuge der letzten Aktualisierung (2021) wurden alle indikations- und lokalisationsbezogenen Empfehlungen an neue Forschungsergebnisse angepasst. Erstmals findet der Einsatz von Endokronen Beachtung in der Leitlinie.

Wie sehen nun die Langzeitergebnisse der Vollkeramik im Vergleich zu metallkeramischen Restaurationen aus? Dazu stellen sich 3 Fragen:

- Sind die klinischen Langzeitdaten zahnetragener vollkeramischer Kronen und Brücken vergleichbar mit denen der metallkeramischen Restaurationen?
- Wie verhalten sich die Ergebnisse hinsichtlich Bruxismuspatienten?
- Welche werkstoffspezifischen Fertigungsempfehlungen können evidenzbasiert gegeben werden?



Vorab: Zur Datenlage

Die Empfehlungen der Leitlinien basieren auf Studien mit mindestens 5-jährigem Beobachtungszeitraum. Entsprechend können verbindliche Aussagen weitgehend für Feldspat-, Leuzit- und Lithiumdisilikatkeramik sowie Zirkonoxidkeramik (3Y-TZP) getroffen werden. Keine verbindlichen Aussagen können aufgrund unzureichender Daten zu 4Y- und 5Y-TZP-Zirkonoxidkeramik, monolithischen keramischen Verbundwerkstoffen und zur zirkonoxidhaltigen Lithiumsilikatkeramik getroffen werden.

Zu Frage 1: Langzeitdaten und Werkstoffempfehlungen

Einzelkronen im Frontzahnbereich

Verblendete Lithiumdisilikat- und Zirkonoxidkeramik (3Y-TZP) erhalten den höchsten Empfehlungsgrad, gefolgt von monolithischer Silikatkeramik (leuzitverstärkt). Für die Verwendung von monolithischer Feldspat- und Lithiumdisilikatkeramik spricht sich aufgrund des erfolgreichen Einsatzes im Seitenzahngebiet (s. u.) ein starker Expertenkonsens aus. Ebenso erhält der Einsatz monolithischer Zirkonoxidkeramik (3Y-TZP) wegen vielversprechender Kurzzeitdaten eine offene Empfehlung.

Einzelkronen im Seitenzahnbereich

Den höchsten Empfehlungsgrad erhalten monolithische und verblendete Lithiumdisilikatkeramiken, gefolgt von monolithischer Silikatkeramik (leuzitverstärkt) und verblendeter Zirkonoxidkeramik (3Y-TZP). Aufgrund der unzureichenden Datenlage bei gleichzeitig vielversprechenden Ergebnissen erhält die Verwen-

dung monolithischer Feldspatkeramik und monolithischer Zirkonoxidkeramik (3Y-TZP) eine offene Empfehlung.

Vollkeramische Endokronen

Für die Verwendung monolithischer Feldspat- und Lithiumdisilikatkeramik besteht eine offene Empfehlung. Zu Zirkonoxidkeramik, monolithischen keramischen Verbundwerkstoffen und zur zirkonoxidhaltigen Lithiumsilikatkeramik kann aufgrund fehlender Datenlage keine Aussage getroffen werden.

Vollkeramische dreigliedrige Brücken im Frontzahnbereich

Für die Herstellung von vollkeramischen Brücken im Frontzahnbereich wird verblendete Zirkonoxidkeramik (3Y-TZP) empfohlen. Rein vestibulär verblendete und monolithische Zirkonoxidkeramik (3Y-TZP) sowie monolithische und verblendete Lithiumdisilikatkeramik erhalten aufgrund der geringen Datenlage nur eine offene Empfehlung.

Vollkeramische dreigliedrige Brücken im Seitenzahnbereich

Den höchsten Empfehlungsgrad erhält verblendete Zirkonoxidkeramik (3Y-TZP). Rein vestibulär verblendete und monolithische Brücken aus Zirkonoxidkeramik (3Y-TZP) zeigen vielversprechende Ergebnisse, erhalten wegen unzureichender Datenlage aber nur eine offene Empfehlung. Ebenso erhält Lithiumdisilikatkeramik (monolithisch und verblendet) eine offene Empfehlung für Brücken zum Ersatz bis zum ersten Prämolaren.

Vollkeramische mehrgliedrige/-spannige Brücken

Die klinische Datenlage für mehrgliedrige/-spannige Brücken ist bisher für eine Empfehlung unzureichend.

Vollkeramische einflügelige Adhäsivbrücken im Frontzahnbereich

Für die Herstellung vollkeramischer einflügeliger Adhäsivbrücken im Frontzahnbereich wird verblendete Zirkonoxidkeramik empfohlen. Sie zeigt bei einer zehnjährigen Beobachtungszeit eine Überlebensrate von 98,2 % und ist damit den metallkeramischen überlegen.

Vollkeramische Adhäsiv- und Inlaybrücken im Seitenzahnbereich

Wegen fehlender klinischer Daten kann keine Empfehlung zu vollkeramischen Adhäsiv- und Inlaybrücken im Seitenzahnbereich gegeben werden.

Zu Frage 2: Bruxismus und Vollkeramik

Aufgrund der aktuellen klinischen Studienlage lässt sich die Frage nach der Vergleichbarkeit des langfristigen Überlebens voll- und metallkeramischer Versorgungen bei Bruxismuspatienten nicht abschließend bewerten, da diese aus den meisten Studien ausgeschlossen werden. Zudem ist die klinische Diagnose Bruxismus schwierig und wurde erst in den letzten Jahren systematisiert.

Grundsätzlich ist die erhöhte mechanische Belastung bei Patienten mit Bruxismus ein Risikofaktor für alle dentalen Restaurationen. Daher sollte geprüft werden, ob alternativ eine Behandlung mit Restaurationen aus Metall möglich und akzeptabel ist. Ist dies nicht der Fall, sollten monolithischen Restaurationen bevorzugt werden. Weiterhin sollte der Patient über das erhöhte Verlustrisiko und über eventuelle Einschränkungen der Indikationen vonseiten des Herstellers aufgeklärt wer-



den. Strikte Behandlungsprotokolle, genaue Beachtung der Funktion sowie die Einbeziehung einer Aufbiss-/Stabilisierungsschiene können einen Schutz bei dentalem Bruxismus vor mechanischem Versagen darstellen.

Zu Frage 3: Werkstoff-spezifische Empfehlungen

Bei der Präparation für vollkeramische Kronen und Brücken wird empfohlen, sich bezüglich Retentions- und Widerstandsformen an den Richtlinien zu orientieren, die grundsätzlich für vollkeramische Kronen gelten. Für minimalinvasive Präparationsformen (1 mm okklusale Reduktion) kann bisher keine fundierte Aussage getroffen werden. Für einen Langzeiterfolg mit Vollkeramik sollten folgende Punkte beachtet werden:

- Präparationsanforderungen,
- Mindestschichtstärken,
- Verbinderquerschnitte,
- Gerüstdesign,
- Verarbeitung,
- Materialbehandlung und
- Befestigungsart.

Mehrheitlich konnten Misserfolge auf unzureichende Materialdimensionierung oder Materialversagen wie bspw. Chipping (insbesondere bei Verblendfaktoren) und vollständige Keramikfrakturen zurückgeführt werden. Helfen können hierbei der Einsatz monolithischer Keramiken oder Teil- statt Vollverblendungen. Eine ausreichende Kenntnis über Funktion und Okklusalgestaltung ist notwendig.

Gesamtfazit

Die zentralen Ergebnisse der Leitlinie lassen sich wie folgt zusammenfassen: Vollkeramische Kronen und Brücken zeigen bei richtiger Indikationsstellung, entsprechender Materialauswahl und korrekter Verarbeitung gute Langzeitergebnisse hinsichtlich Überlebensrate und Komplikationsfreiheit und haben den Goldstandard der Metallkeramik nahezu erreicht.

Hervorzuheben ist, dass die Langzeitergebnisse vollkeramischer einflügeliger Adhäsivbrücken jene der Metallkeramik sogar übersteigen und daher zu präferieren sind.

Bei der Versorgung von Seitenzahnbrücken können metallkeramische Versorgungen noch teilweise vollkeramische Restaurationen übertreffen.

Bruxismus ist immer noch ein limitierender Faktor auf die Überlebensraten von Keramik. Darüber hinaus sind auch die folgenden Punkte zu beachten:

- Neue Materialentwicklungen wie die Verbundwerkstoffe zeigen vielversprechende Materialeigenschaften bei Bruxismus.
- Neue Verblendtechniken (CAD/CAM-Verfahren) und der Einsatz monolithischer Zirkonoxidkeramiken reduzieren das Risiko für Verblendungsfrakturen und stellen einen erfolgsversprechenden Ansatz dar, benötigen allerdings klinische Langzeitstudien.

Literatur

1. Magne P, Behlser U. Biomimetic restorative dentistry. Band 1. Chicago: Quintessence Publishing, 2. Aufl. 2022:36–41.
2. Kern M, Ahlers MO, Beuer F et al. Vollkeramische Therapiekonzepte. Malsch: AG Keramik in der Zahnheilkunde e. V., 2023.
3. Rosentritt M, Kieschnick A, Hahnel S, Stawarczyk B. Werkstoffkunde-Kompodium „Dentale Keramiken“. Moderne dentale Materialien im praktischen Arbeitsalltag. Berlin: Quintessence Publishing, 2018.
4. Rosentritt M, Kieschnick A, Hahnel S, Stawarczyk B. Werkstoffkunde-Kompodium „Zirkonoxid“. Moderne dentale Materialien im praktischen Arbeitsalltag. Berlin: Quintessence Publishing, 2017.
5. Rosentritt M, Kieschnick A, Stawarczyk B. Werkstoffkunde-Kompodium „Polymerbasierte CAD/CAM-Werkstoffe“. Moderne dentale Materialien im praktischen Arbeitsalltag. Berlin: Quintessence Publishing, 2018.
6. DGPro, DGZMK: S3-Leitlinie „Vollkeramische Kronen und Brücken“, AWMF-Reg.-Nr. 083-012, 2021.



Dr. Charlotte Schwarz

MEINDENTIST-Praxis Mitte

Anklamer Straße 26

10115 Berlin

E-Mail: dr.charlotte.schwarz@gmx.de