

# HAT SICH VOLLKERAMIK BEWÄHRT?

## EINE POSITIONSPEILUNG IN DER KONS UND PROTHETIK

Karl-Heinz Kunzelmann, Peter Pospiech, Manfred Kern

Für die Behandlung defekter Zähne wurden bisher überwiegend metallische Werkstoffe eingesetzt, so für plastische Füllungen, Gussinlays, für Kronen- und Brückengerüste. Dabei ist Metall als artfremder Stoff im menschlichen Körper ein Reparaturmaterial, das zwar mechanisch stabil, aber ästhetisch unbefriedigend und in der Mundhöhle auch chemisch labil ist. Dagegen entspricht Keramik aufgrund ihrer Zusammensetzung eher den Zahnhartsubstanzen, besonders dem Schmelz, der zu über 90 Prozent aus anorganischem Material besteht.

Im Jahr 2006 wurden in Deutschland 2,3 Mio. vollkeramische Restaurationen eingegliedert (20 % Wachstum vs. Vorjahr). Dies entspricht 9,6 % des Gesamtvolumens an Füllungen (F3/F4), Kronen und Brücken. Der Anteil der CAD/CAM-gefertigten Restaurationen erreichte 62 %; Tendenz steigend.

>>> Im Mund ist Keramik nahezu unlöslich, sodass keine Interaktion mit dem Gewebe stattfindet. Die Biokompatibilität beruht auf der Tatsache, dass sich die Bestandteile der Keramik bereits auf einer hohen Oxidationsstufe befinden. Darum wird der Keramik von Zellbiologen und Dermatologen eine hohe Gewebeverträglichkeit attestiert. Patienten, die auf bestimmte Metalle sensibel reagieren, können in vielen Fällen alternativ mit Vollkeramik versorgt werden.



Abb. 1: Vollkeramik ist lichttransmittierend. Abb. Reichel

Unter dem Aspekt des natürlichen Aussehens und der Biokompatibilität ist Vollkeramik heute die erste Wahl (Abb. 1). Es lassen sich leichter ästhetisch hochwertige Lösungen erzielen, da die dem Zahn ähnliche Lichttransmission nicht durch ein Metallgerüst behindert wird. Hinzu gesellt sich der besonders Silikatkeramiken zugeschriebene Chamäleoneneffekt, der eine bessere Anpassung der künstlichen Krone und Brücke in die umgebende Zahnreihe bewirkt. Der Übergang von Zahnkrone zur Gingiva bleibt weitgehend unsichtbar, weil Farbidentität und Lichtbrechung keine Differenzierung ermöglichen. Dazu kommt, dass die geringe Wärmeleitfähigkeit der Keramik im Vergleich zu Metall den Zahnerv schont, der sonst auf Temperaturwechsel (heiße Getränke, Eis) schmerzhaft re-

agiert. Mangelnde Farbtiefe besonders am Kronenrand, Korrosionserscheinungen durch nicht entfernte Metalloxide oder schlechte Gussgefüge und Spaltkorrosion, Durchlichtblockaden, dunkelfarbene Kronenränder, oxiditiierte Gingivaentzündungen – alles Stolpersteine in der Metallkeramik – treten bei Keramik nicht auf. Waren bisher hochgoldhaltige Legierungen und Titan das einzige Mittel der Wahl, um Unverträglichkeitsreaktionen auszuweichen, so blieb damit der Wunsch des Patienten nach Ästhetik und Metallfreiheit oft unerfüllt. In den vergangenen Jahren stieg der Anteil vollkeramischer Restaurationen, hergestellt aus leuzitverstärkter Presskeramik, laborgeschichteter Sinterkeramik und industriell vorgefertigter Silikatkeramik für die CAD/CAM-Verarbeitung, deutlich an. Inlays, Onlays und Teilkronen aus Silikatkeramik gehören heute zu den ästhetisch hochwertigsten Versorgungsmöglichkeiten. In Kombination mit der Adhäsivtechnik ermöglicht dies eine dauerhafte Stabilisierung selbst stark geschwächter Höcker. Auf die mechanische Retention kann in der Kavitätengeometrie verzichtet werden, weil die adhäsive Befestigung einen innigen Verbund mit dem Restzahn gewährleistet. Dies ermöglicht eine defektorientierte, relativ substanzschonende Präparationsform (Abb. 2).

### Direkte oder indirekte Restauration?

Aufgrund des Entwicklungsstandes, den Komposite erreicht haben, lässt sich die Frage heute klar beantworten: Für kleine, minimalinvasive Kavitäten ist die mehrschichtig gelegte Kompositfüllung inzwischen eine bewährte Direktversorgung. Das niedrige E-Modul, die geringere Verschleißfestigkeit und Farbstabilität beschränkt den Einsatz jedoch auf kleine Kavitäten. In großen Kavitäten, besonders im kaulastragenden Seitenzahnbereich oder wenn ein okklusionstragender Höcker einbezogen wird, sind Keramikinlays oder -onlays angezeigt, weil sie dem Restzahn eine Abstützung bieten.<sup>1</sup> Industriell hergestellte Keramikkörper, die auf

CAD/CAM-Anlagen zu Restaurationen ausgeschliffen werden, haben aufgrund der homogeneren Kristallstruktur eine höhere Dauerbiegefestigkeit als die entsprechenden Sinterkeramiken, die im Labor verarbeitet werden.<sup>2</sup> Zusätzliche Festigkeit erhalten vollkeramische Restaurationen durch den Einsatz der Adhäsivtechnik bei der Eingliederung. Dies ist von elementarer Bedeutung für Inlays, Onlays, Veneers und Teilkronen aus Silikatkeramik, deren Biegefestigkeit unter 200 MPa liegt. Durch den kraftschlüssigen Verbund mit der Restzahnsubstanz stellt die Restorationsinnenseite keine mechanische Grenzfläche mehr dar, an der rissauslösende Zugspannungen wirksam werden können. Generell bergen extensive Kavitäten mit geschwächten Höckerwänden das Risiko einer Fraktur. Bei Metallrestaurationen ist in solchen Fällen eine Überkappung oder ein Höckerschutz notwendig. Durch die adhäsive Verklebung der Höckerwand mit der Keramikrestauration lässt sich eine Stabilisierung des Restzahns erreichen und somit der Substanzabtrag reduzieren.

### Vollkeramische Teilkronen schonen Zahnschubstanz

Aufgrund der geringen mechanischen Verwindung unter Kaudruckbelastung sowie des niedrigen thermischen Expansionskoeffizienten wird der Verbund zur Zahnhartsubstanz nur gering beansprucht. Dadurch hat die vollkeramische Einlagefüllung und Teilkrone mit Höckerersatz eine gute klinische Langzeitprognose erreicht (Abb. 3). Im Zusammenhang mit der adhäsiven Befestigung kann defektorientiert präpariert werden, das bedeutet, dass mit der Keramikteilkrone vielfach eine metallgestützte Krone vermieden werden kann, die zur Erzielung einer mechanischen Retention den zirkulären Abtrag und oftmals den Verlust selbst gesunder Zahnhartsubstanz erfordert. Beim Präparieren für Keramikinlays, -Onlays und -Teilkronen für Silikatkeramik ist eine Mindeststärke von 1,5 mm okklusal im tiefsten Punkt der Fissur und sonst 1,0 mm einzuplanen. Im Bereich des Kavitätenrandes müssen eine Nasenbildung, das Anlegen eines Federrandes, spitz und somit dünn auslaufende Inlayränder vermieden werden. Der Öffnungswinkel der Kavitätenwand kann bis 6° geweitet werden – nach okklusal divergierend. Approximal ist die Präparation soweit zu extendieren, dass die Approximalkontakte zu den Nachbarzähnen vollständig separiert und Kavitätenränder zum Entfernen von Kunststoffüberschüssen zugänglich sind. Der proximale Übergang vom Kavitätenrand zur äußeren Krümmung des Zahns soll einen Winkel von 60° nicht unterschreiten. Restorationsränder sind nicht im Bereich von statischen, okklusalen Kontaktpunkten anzusiedeln. Die Ausdehnung des Inlays sollte ein Drittel der Zahnbreite nicht unterschreiten, um eine ausreichende Schichtdicke zu erzielen. Eine evtl. notwendige Höckerüberkappung wird als horizontale



Abb. 2: Substanzschonende Keramikinlays, defektorientiert präpariert mit stabilisierten Höckern. Abb. Kunzelmann

Schulter mit abgerundeten Ecken angelegt. Schmelz begrenzte Kavitätenränder sind ideal, weil die Schmelzprismen den adhäsiven Verbund fördern.<sup>3</sup>

Die Keramik-Teilkrone im Seitenzahnbereich erfordert ebenfalls eine Materialstärke von mindestens 1,5 mm. Auf eine präventive Höckerüberkappung kann verzichtet werden. Lange, verzweigte Kavitätenränder sind zu vermeiden. Axiale Restwandstärken dürfen nicht unter 1 mm fallen, besonders bei Molaren und Prämolaren. Ferner ist eine Kastenpräparation mit 90°-Schulter anzustreben. Innenkanten müssen abgerundet werden. Eine Hohlkehlnpräparation und leicht abfallende Stufen sind akzeptabel. Bei avitalen Zähnen gelten die gleichen Bedingungen; grundsätzlich sollten hier dickere Materialstärken eingeplant werden durch Einbeziehen des koronalen Pulpenkamms. Die adhäsiv befestigte Keramik-Teilkrone ist zur unübertroffenen Option geworden, weil sie defektorientiert wertvolle Zahnhartsubstanz schont. Das hat die DGZMK in einer wissenschaftlichen Stellungnahme bestätigt.<sup>4</sup>

### Vollkeramik – fit für Kronen und Brücken?

In Anbetracht der unterschiedlich hohen Kaudruckbelastungen im Front- und Seitenzahn und den Anforderungen an die Ästhetik gilt folgende Faust-



Abb. 3: Presskeramische Teilkronen bei der Rohbrand-Einprobe. Abb. Kunzelmann

formel: Anterior bis zum zweiten Prämolaren dominieren die Ansprüche an Farbe und Ästhetik; dies erfordert Keramiken mit lichtleitenden, schmelzähnlichen Eigenschaften. Posterior hingegen entscheidet bei der Werkstoffwahl die Festigkeit und Bruchzähigkeit der Keramik; die Ästhetik tritt hier in den Hintergrund. Dafür stehen Oxidkeramiken zur Verfügung, die jedoch ein opakes Aussehen haben und kaum Licht reflektieren. Deshalb werden die Oxidkeramiken als Gerüstwerkstoffe eingesetzt, die glaskeramisch verblendet werden.



Abb. 4: Konnektoren müssen ausreichend dimensioniert sein, besonders vertikal. Abb. Pospiech

Für Frontzahnkronen haben sich adhäsiv befestigte Silikatkeramiken aus der Stoffklasse der leuzitverstärkten Glaskeramik oder Feldspatkeramik bewährt, weil sie über lichtleitende, transluzente Eigenschaften verfügen. Ebenfalls geeignet ist Aluminiumoxid als Gerüstkeramik für Kronenkappen, deren Biegefestigkeit im Infiltrationsverfahren auf 500 MPa gesteigert werden kann. Aufbrennkeramisch verblendet, kann die Oxidkeramik-Krone wahlweise konventionell zementiert werden. Entscheidend für die Kompensation von Druck- und Zugspannungen ist die ausreichende Dimensionierung der Konnektoren zu den Brückengliedern. Verbinder in vertikal maximierter Ausdehnung sollten eine Fläche von 16 mm<sup>2</sup> bei Silikatkeramik und 12 mm<sup>2</sup> bei Aluminiumoxid nicht unterschreiten.<sup>5</sup> Für Brücken ist Silikatkeramik nur bis zum zweiten Prämolaren geeignet.<sup>6,7</sup> Der Molarenbereich mit seinen Kaudrucklasten bis 800 Newton erfordert Hochleistungskeramiken für die Rekonstruktion. Hier bietet Zirkonoxidkeramik (ZrO<sub>2</sub>) aufgrund der hochverdichteten Kristallstruktur eine Biegefestigkeit von 1.100 MPa und dadurch eine ausreichende Belastbarkeit. ZrO<sub>2</sub> als Gerüstkeramik ist inzwischen eine ernst zu nehmende Alternative zu metallgestützten Kronen und mehrgliedrigen VMK-Brücken.

Die Verbreitung der ZrO<sub>2</sub>-Keramik wurde durch die computergestützte Mess- und Fertigungstechnik vorangetrieben, weil Hochleistungskeramik nicht konventionell bearbeitet werden kann. ZrO<sub>2</sub>-Kera-

mik, ob als Grünling oder im isostatisch verdichteten Zustand (HIP) subtraktiv ausgeschliffen, qualifiziert sich für hochbelastete Kronen, Brücken, Inlaybrücken, Suprastrukturen für Implantate und für Primärteile bei Teleskopkronen. Bei Einsatz als Gerüstkeramik kann der Substanzabtrag in gewissen Fällen zurückhaltender sein als für VMK. Patienten mit Bruxismus stellen noch ein Risiko dar; deshalb ist in diesen Fällen eine Schutzschiene für die Nacht angezeigt.

### Präp-Regeln für Kronen und Brücken

Wichtig für die klinische Haltbarkeit vollkeramischer Kronen und Brücken ist die keramikorientierte Präparation. Die antagonistischen Flächen sollten senkrecht aufeinandertreffen und somit maximal mögliche Drucklast tragen. Dadurch werden Zug- und Biegespannungen vermieden. Tangentialpräparationen sind grundsätzlich kontraindiziert. Je nach ausgewähltem Werkstoff sollte eine gleichmäßige Schulter-, Stufen- oder Hohlkehlpriparation ausgeführt werden. Silikat- bzw. Feldspatkeramiken erfordern eine Stufenpräparation oder die Stufe mit abgerundeter Innenkante. Für Keramik über 200 MPa Biegefestigkeit – wie Lithiumdisilikatkeramik, infiltrierte Oxidkeramik oder polykristalline Oxidkeramik (ZrO<sub>2</sub>) – kann die Hohlkehlpriparation gewählt werden. Als Mindestwandstärke sind für Silikat- und Feldspatkeramik 1,0 mm einzuhalten; Lithiumdisilikat erfordert 0,8 mm, bei Oxidkeramiken kann auf 0,6 mm reduziert werden. Okklusaldicken von 1,2 bis 1,5 mm sollten eingehalten werden, um die mechanische Stabilität der Keramik zu nutzen. Hohlkehle und die zirkulär abgerundete Stufe sollten einen 4- bis 5-Grad-Winkel aufweisen.<sup>3</sup> Das Platzangebot für Verbinder bei Brückengerüsten ist klinisch mit der PAR-Sonde zu ermitteln. Das Silikatkeramikgerüst ist im Konnektorbereich massiver zu gestalten als bei Oxidkeramik. Silikatkeramik benötigt 16 mm<sup>2</sup> Verbinderfläche, Oxidkeramik (infiltriert) 10–12 mm<sup>2</sup>, ZrO<sub>2</sub>-Keramik 9 mm<sup>2</sup> (Abb. 4). Die Schichtstärke der Aufbrennkeramik sollte gleichmäßig sein und 2,5 mm nicht übersteigen.

### Fettfrei, sauber und trocken

Die klinische Überlebenseaussicht hängt auch von der Befestigungstechnik ab. Der Gesamtverbund muss so ausgelegt werden, dass die positiven Eigenschaften der Keramik wie Härte, Biegefestigkeit, Formstabilität und Verschleißfestigkeit vollständig zum Tragen kommen, ohne dass Werkstoffnachteile wie Sprödigkeit oder geringe Zugfestigkeit versagenskritisch werden. Die Entscheidung für die Befestigungsmethode orientiert sich an der Zahnhartsubstanz, die die Keramikrestauration umgibt. Wenn genügend Schmelz zur Verfügung steht, ist das adhäsive Befestigen unübertroffen. Wenn wenig

oder kein Schmelz zur Verfügung steht, besteht die Gefahr, dass infolge der Polymerisationsschrumpfung des Befestigungskomposits Randspalten entstehen, die den klinischen Erfolg gefährden können.<sup>8</sup> Da Kronen und Brückenpfeiler mit zirkulärer Präparation am Dentin verankert werden, bringen hier Komposit-Klebeverbindungen keinen wissenschaftlich nachgewiesenen Vorteil. Hier kann und darf konventionell zementiert werden.

### Vollkeramik klinisch bewährt?

Inlays, Onlays, Teilkronen und Veneers aus Silikatkeramik weisen bei adhäsiver Befestigung und ausreichendem Schmelzangebot sehr gute klinische Erfolgsraten von über 90 Prozent nach zehn Jahren auf – haben somit den „Goldstandard“ von Gussfüllungen erreicht – und sind dadurch für die Praxis zu empfehlen.<sup>9</sup> Laborgesinterte Klasse II-Keramikinlays haben eine geringere Haltbarkeit; nach sechs Jahren zeigten 16 Prozent Frakturen, besonders in Molaren, und endodontischen Behandlungsbedarf.<sup>10</sup> Die hohe Dauerhaftigkeit CAD/CAM-gefertigter Inlays und Onlays aus industriell vorgefertigter Silikatkeramik bewies eine Studie mit 2.328 CAD/CAM-gefrästen, adhäsiv befestigten Restaurationen. Nach neun Jahren konnte ein Überlebensrate von 95,5 Prozent festgestellt werden.<sup>11</sup> Eine vergleichende Analyse aller relevanten Studien ergab, dass zwischen der



Abb. 6: ZrO<sub>2</sub>-Brücke (Lava), fünf Jahre in situ, ohne Gerüstfraktur. Abb. Pospiech

Überlebensrate von CAD/CAM-gefertigten Keramikinlays und Gussfüllungen kein signifikanter Unterschied besteht.<sup>12</sup> Für vollkeramische Kronen aus Silikatkeramik und infiltrierter Oxidkeramik liegen klinische Erfahrungen über zehn Jahre mit Überlebensraten von 85 Prozent vor, wobei die jüngeren Restaurationen aus modernen Press- und Oxidkeramiken weit höhere Überlebensraten zeigen.<sup>13</sup> Dies entspricht der Haltbarkeit von metallgestützten Restaurationen.<sup>14</sup> Klinische Untersuchungen zeigten nach zehn Jahren keine Zunahme der Frakturrate.<sup>15,16</sup> Für ZrO<sub>2</sub>-Keramik, eingesetzt für Kronen, mehrgliedrige Brücken (Abb. 5, 6) und Implantat-Kronen, liegen klinische Erfahrungen bis zu fünf Jahre vor. In allen universitären Studien zeigte sich, dass in dieser Zeit keine Gerüstfrakturen auftraten, sondern nur jene Zwischenfälle, die wir auch von der Me-



Abb. 5: 4-gliedrige ZrO<sub>2</sub>-Brücken wurden nach klinischer Bewährung für den Praxiseinsatz freigegeben. Abb. 3M ESPE, Bellmann

tallkeramik in ähnlicher prozentualer Größenordnung kennen:<sup>17</sup> Postoperativer Vitalitätsverlust und Abplatzungen der Verblendkeramik. Demzufolge scheint sich für die ZrO<sub>2</sub>-Keramik eine Perspektive anzudeuten, die es ermöglicht, dieses „weiße Gold“ anstelle von Seitenzahnkronen und -brücken aus Edelmetall einzusetzen.

### Gute Perspektiven

Der Einsatz vollkeramischer Restaurationen war bis zur Verfügbarkeit hochfester Keramiken und neuer Verfahrenstechniken vor allem auf Areale beschränkt, die geringen Kaudruckkräften ausgesetzt waren. Neue Silikat- und Oxidkeramiken haben die Indikationen deutlich ausgeweitet. Das Überlebensverhalten wird bestimmt von der Eigenfestigkeit der Keramik, vom Design der Kavitäten- und Kronenstumpfpräparation, von Mindestwandstärken, von der Passgenauigkeit und vom Verbund zum Restzahn. Durch die defektorientierte Präparation unter weitgehender Schonung gesunder Zahnhartsubstanz und mit der adhäsiven Befestigung kann vielfach mit der hiermit erzielten Stabilisierung des Restzahns selbst in großen Kavitäten eine Einbeziehung der Höcker in die Präparation vermieden werden. Dadurch kann auf eine Teilkrone oder gar eine Vollkrone verzichtet werden. Die klinischen Erfahrungen mit Kronen und Brücken aus Lithiumdisilikat, Oxid- und Zirkonoxidkeramik lassen erkennen, dass Therapielösungen mit der Dauerhaftigkeit metallgestützter Rekonstruktionen möglich sind. Grundsätzlich erfordern vollkeramische Restaurationen Sorgfalt in der zahnärztlichen Behandlung und in der zahntechnischen Herstellung. Die defektorientierte Indikation, die richtige Präparation, die belastungsorientierte Werkstoffauswahl, die fachmännische Bearbeitung im Labor, die sorgfältige Eingliederung – diese interdisziplinäre Aktion in Praxis und Labor muss von „keramischem Denken“ gesteuert sein. <<<

Das Literaturverzeichnis kann bei der Redaktion angefordert werden.

### ➔ KONTAKT

Prof. Dr. Karl-Heinz Kunzelmann,  
Universität München  
Prof. Dr. Peter Pospiech,  
Universitätskliniken des Saarlandes, Homburg  
Manfred Kern,  
Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e.V.  
E-Mail: info@ag-keramik.de