

## Klebt er – oder zementiert mein Zahnarzt?

Die Befestigung hat hohen Einfluss auf die Überlebensrate der Vollkeramik.

Wir haben uns daran gewöhnt, dass neue Werkstoffe die Rolle eines Tausendsassa in der Technik übernehmen haben. So werden beim Heckleitwerk und in den Tragflächen des neuesten Airbus auf viele tausend Nieten verzichtet; die Verbindung zwischen Aluminium, Titan, Kunststoff und Kohlefaserverbundwerkstoff wird durch Verkleben erzielt und dabei erheblich an Gewicht eingespart. Das verdeutlicht, dass die Gesamtfestigkeit und die Belastbarkeit aus der Summe der Materialeigenschaften und der Verbundtechnik resultiert.

Prof. Dr. H.F. Kappert, international renommierter Werkstoffwissenschaftler, wies auf dem Keramik-Symposium 2003 der Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e.V. darauf hin, dass die Gesamtfestigkeit vollkeramischer Restaurationen nicht allein von den Werkstoffeigenschaften abhängt. Entscheidend für eine dauerhafte klinische Bewährung ist die zahnärztliche Präparationstechnik am Restzahn, die laborseitige Konstruktion und Dimensionierung der Restauration sowie die Technik der Befestigung. Der Verbund muss so ausgelegt werden, dass die positiven Eigenschaften der Keramik wie Härte, Festigkeit, Formstabilität und Verschleißfestigkeit vollständig zum Tragen kommen, ohne dass die Nachteile wie Sprödigkeit, geringe Zugfestigkeit versagenskritisch werden. Deshalb müssen die Interfaces wie Schmelz und Dentin keramikgerecht ausgelegt werden. Bei sorgfältiger Indikationsstellung, Präparation und Befestigung bestehen gute Aussichten, dass vollkeramische Restaurationen die Überlebensrate von metallischen Versorgungsgen erreichen.

### Festigkeit und Verbund entscheiden

Keramiken mit Biegefestigkeiten bis zu 200 MPa (Me-

gaPascal) sind laut Prof. Kappert hinsichtlich ihrer Festigkeit und Indikation vergleichbar mit Dentallegerungen vom Typ 1 oder 2, d.h. sie sind für kleinere Restaurationen wie Inlays und Einzelzahnkronen geeignet.

Mit einer guten adhäsiven Befestigung besitzen sie eine vergleichbare Qualität wie natürliche Zähne. Die Mundhöhle liefert uns allerdings kein Vorbild für die Überbrückung von Zahn-lücken. Hier müssen Hochleistungskeramiken eingesetzt werden. Keramiken mit Biegefestigkeiten von 300 bis 400 MPa, z.B. In-Ceram oder Empress 2, können wie Dentallegerungen vom Typ 3 für kleine Brücken verwendet werden. Zirkoniumoxid ist mit einem Elastizitätsmodul von 210 GPa (GigaPascal) und einer Biegefestigkeit von 1.000 MPa (entspricht einer Belastbarkeit von 10 Tonnen pro cm<sup>2</sup>) vergleichbar mit CoCr-Legerungen. Diese Analogie-betrachtungen erlauben, die Erfahrungen mit Dentallegerungen auf die Verwendung von Dentalkeramiken zu übertragen und können hilfreich für die Dimensionierung von Wandstärken, Verbindern und Brückenlängen sein. Prinzipiell sinkt mit zunehmender Biegefestigkeit der Keramik das Risiko des Bruchversagens.

Natürliche Zahnschmelz hat weit geringere Festigkeiten. So besitzt Schmelz zwar eine hohe Oberflächenhärte und Abriebfestigkeit, liegt aber mit der Biegefestigkeit von 20 MPa deutlich unter dem Wert für das Dentin, das 80 MPa erreicht. Das System „Zahn“ ist nur deshalb so belastbar, weil Dentin und Schmelz ein ausgezeichnetes Verbundsystem darstellen.

Um die Eignung eines keramischen Systems für den vorgesehenen Indikationsbereich abzuschätzen, sollte die Biegefestigkeit verglichen werden. Keramiken mit Biegefestigkeiten unter 200 MPa brauchen den

adhäsiven Verbund mit dem tragenden Restzahn. Liegt die Biegefestigkeit unter 200 MPa, so sind die Restaurationen adhäsiv zu befestigen.

Konventionelle Befestigung ist dann kontraindiziert (Tabelle 1). Bei Veneers, Inlays und Teilkronen haben sich Adhäsivrestaurationen aus Glas/Silikatkeramik (unter 200 MPa) klinisch sehr gut bewährt. Für vollkeramische Kronen und Brücken sind Festigkeiten von 400 bis 600 MPa oder höher notwendig. Kronen aus Keramik bis 200 MPa weisen, wenn nicht adhäsiv befestigt, unakzeptable Überlebensraten auf.

### Kleben oder Zementieren – ein Streit?

Den „Streit der Weisen“ beantwortete Prof. Dr. Peter Pospiech (Universität Homburg/Saar) auf der DGZMK-Jahrestagung 2002 mit dem Leitsatz, dass sich die Entscheidung für die eine oder

– und damit meist Oxidkeramiken – können konventionell zementiert werden und decken damit den Bereich der Kronen- und Brückenprothetik ab. Keramiken geringerer Festigkeit (Silikatkeramik) mit sehr guten optisch-ästhetischen Eigenschaften müssen adhäsiv befestigt werden. Sie bieten sich also für den Indikationsbereich des adhäsiven Inlays bis zur Teilkrone und für das Veneer an. Silikatkeramik ist auch der Werkstoff für die aufbrennkeramische Verblendung von Kronen- und Brückengerüsten aus Metall und Keramik.

Konventionell zementierbare Restaurationen werden mechanisch-retentiv durch Erhöhung der Reibung zwischen Restauration und präpariertem Zahn befestigt (Friktionsverbund).

Da kein kraft- und spannungsschlüssiger Verbund hierbei entsteht, hängt die Belastbarkeit von der Eigenfestigkeit der Restaura-

tion ab. Diese wird bestimmt von den physikalischen Eigenschaften der Keramik und von der Geometrie der Restauration. Konventionell zementierte Restaurationen müssen deshalb nach den Prinzipien der optimalen Widerstands- und Retentionsform folgende Anforderungen erfüllen:

Möglichst hohe Festigkeitseigenschaften des keramischen Werkstoffs und eine materialadäquate Präparation. Adhäsivrestaurationen sind dadurch gekennzeichnet, dass sie durch einen kraftschlüssigen, reproduzierbaren und dauerhaften Verbund an der Zahnhartsubstanz verankert werden. Dadurch stellt die Restaurationeninnenseite keine mechanische Grenzfläche mehr dar, an der rissauslösende Zugspannungen wirksam werden können. Dies führt zu einer erheblichen Belastbarkeit, sodass hier Silikatkeramiken mit relativ geringer Festigkeit,

aber besten optischen Eigenschaften, Verwendung finden. Die Klebetechnik führt zu einer deutlichen Stabilisierung des restaurierten Zahns. „Fettfrei, sauber und trocken“ sind die Voraussetzungen für den sicheren Verbund. Dies erfordert den Einsatz von Kofferdam zur Schaffung trockener Verhältnisse im Mund, die Säure-Ätz-Technik am Zahnschmelz, die Konditionierung der keramischen Fügefläche (Ätzung mit Flusssäure, Silanisierung) und die Verwendung eines Komposits als Befestigungswerkstoff.

Dentinkonditionierer sind bei eröffnetem Dentin für den Verschluss der Dentintubuli zwingend notwendig, um postoperative Beschwerden zu verhindern; sie tragen auch zur Stabilität des Fügeverbundes bei.

Bei sorgfältiger Vorbereitung des Oberflächensubstrats ist der Zahnarzt in der Lage, die Polymerisations-

material dauerhaft mit der Zahnschmelz zu verbinden.

Hierbei stehen als Konzepte „etch & rinse“ und „self etch“ mit verschiedenen Verarbeitungsstufen oder alternativ Glasionomerzemente zur Wahl. Auf der Keramikseite gewährleisten Silanisieren einen mikro-mechanischen und chemischen Verbund. Die teilweise kontrovers diskutierten Auffassungen, ob so genannte 1-Schritt-Systeme bessere oder gleiche Haftwerte erzielen als die älteren 3-Schritt-Adhäsive, wurden vom Referenten konkret beantwortet: Mit One-Bottles werden Verbundhaftwerte im Schmelz und Dentin zwischen 16–39 MPa (MegaPascal) erzielt, die 3-Flaschen-Systeme erfordern im Schmelz Abzugskräfte von 42 MPa und im Dentin bis zu 54 MPa, besonders im Zusammenhang mit der „etch & rinse“-Methode. „Und 3-Bottles vermeiden Applikationsfehler“, so Prof. Meerbeek.

Obwohl Glasionomerzement nur eine Haftkraft von 25 MPa im Dentin erreicht, können gesinterte Gerüstkeramiken (In-Ceram, Zirkoniumoxid) mit mehr als 200 MPa Biegefestigkeit für Kronen und Brücken auf Grund der hohen Eigenstabilität des Werkstoffs konventionell zementiert werden. Ätzung und Silanisierung der Keramik erhöht zusätzlich den Verbund zum Restzahn.

### Kleben oder zementieren – ein Streit?

Die Praxis hat bewiesen, dass der Zahnarzt aus dieser Frage längst Nutzen gezogen hat.

Über 1,1 Millionen Keramikrestaurationen wurden im vergangenen Jahr adhäsiv eingegliedert. Die übrigen 700.000 vollkeramischen Restaurationen wurden weitgehend konventionell befestigt. Dies zeigt auch, dass Zahnärzte zu differenzieren verstehen; die adhäsive Befestigung von Front- und Prämolaren-Restaurationen wird in zunehmenden Masse ergänzt durch den Einsatz von hochfesten Keramiken, die konventionell zementiert werden können. ■

### ZT Einteilung nach klinischer Anwendung und Befestigungsmodus

Kronen und Brücken	Inlays, Teilkronen, Veneers
Konventionelle Befestigung (Zement)	Adhäsive Befestigung
Empress 2	Empress 1, alle Presskeramiken
In-Ceram Alumina, Spinell, Zirconia	Celay Feldspatkeramik
Procera All-Ceram	Cerec Mark II, ProCad
DCS Zirkoniumoxid	Cerapress
Cercon	Finesse
Lava	Cergogold
VITA YZ Cubes for Cerec	u.v.a.

Tab. 2  
Quelle: Kern M., Probst L.: Vollkeramik für ästhetische und dauerhafte Restaurationen, Dental-Praxis, 269–276, 9–10/2002

andere Methode an der Zahnschmelz orientiert, die die Keramikrestauration umgibt. Steht genügend Schmelz zur Verfügung, ist das adhäsive Verkleben unübertroffen. Die Adhäsion verbindet den Restzahn mit der Restauration zu einer stabilen Einheit. Steht zu wenig Schmelz zur Verfügung, droht die Gefahr, dass infolge der Polymerisations-schrumpfung des Befestigungskomposits Randspalten entstehen, die den klinischen Erfolg gefährden. Da Kronen und Brückenpfeiler mit zirkulärer Präparation am Dentin verankert werden, bringt die Verwendung von Komposit klinisch keine Vorteile. Deshalb kann Glasionomerzement oder Zinkoxid-Phosphatzement verwendet werden.

Werden die Keramiksyste-me nach klinischer Anwendung und Befestigungsmodus eingeteilt (Tabelle 2), lässt sich eine Materialspezifität feststellen: Hochfeste

schrumpfung zu kompensieren und eine dauerhaft wandständige Verbindung zu erreichen. Anzustreben sind möglichst große Fügeflächen im Zahnschmelz und eine Filmstärke von 50 Mikron für die Fugesubstanz. Wird die Silikat-Restauration bei der Einprobe mit Blut, Speichel oder Abdrucksilikon kontaminiert, muss die Oberfläche mit Phosphorsäure gereinigt werden.

Ein, zwei oder drei Schritte?

### Ein, zwei oder drei Schritte?

Auf die Frage der Wirkungsmechanismen, die zu einem Verbund der völlig unterschiedlichen Adhäsions-substrate Schmelz und Dentin einerseits und Keramik andererseits führen, ging Prof. Dr. Bart van Meerbeek, Universität Leuven (Belgien), auf dem Keramik-Symposium ein. Auf der Zahnseite werden moderne Adhäsiv-Prozeduren benötigt, um das Befestigungs-

### ZT Materialspezifische Indikationen und klinische Konsequenzen

Festigkeit bis 200 MPa:*	Festigkeit über 200 MPa:
Silikat/Glaskeramiken	Oxidkeramiken, Lithiumdisilikat (Empress 2)
Adhäsive Befestigung	Konventionelle Befestigung
Inlays, Onlays, Teilkronen, Veneers	Kronen, mehrgliedrige Brücken

\* 200 MPa entsprechen einer Belastung von 2 Tonnen pro cm<sup>2</sup>

Tab. 1

### ZT Fazit

Manfred Kern  
Arbeitsgemeinschaft für  
Keramik in der Zahnheilkunde e.V.  
Postfach 10 01 17  
76255 Ettligen  
Tel.: 07 21/9 45 29 29  
Fax: 07 21/9 45 29 30  
E-Mail: info@ag-keramik.de  
www.ag-keramik.de