

Auf dem 7. Keramiksymposium der Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde (AG Keramik) gab Prof. Ralf Janda, Universität Düsseldorf, im Rahmen eines Überblicks über die aktuellen Vollkeramiksysteme und deren Praxiswert auch einen Einblick in die Frühzeit der Vollkeramiken. Der Diplom-Chemiker war schon an der Entwicklung der Gießkeramik in den 80er-Jahren beteiligt und konnte deshalb auch die Herausforderungen darstellen, die damals die Anfangsjahre der Vollkeramik begleiteten.

Neue Vollkeramiken für Kronen ohne Verblendung – Status wo?

DAS „OBEN-OHNE“- PRINZIP – EIN BEITRAG ZUR KOSTENSENKUNG

Erst die Einführung der Adhäsivtechnik qualifizierte die laborgepresste Silikatkeramik zur Herstellung dauerhafter Inlays und Onlays. Die nachfolgende, leuzitverstärkte Silikatkeramik ermöglichte im Pressverfahren hergestellte Kronen mit hoher Ästhetik für den Frontzahnbereich und für Prämolaren (*Empress*). Zur Verarbeitung in computergesteuerten Fräsaufmaschinen kamen in den 90-ern und danach schleifbare Silikatkeramik-Blanks, die aufgrund ihrer industriellen Herstellung über eine homogene Kornstruktur und über eine gesteigerte Festigkeit verfügten (*Mark I/II*, *ProCAD*, *TriLuxe*, *Multishade*). Damit wurde es möglich, Restaurationen nach reproduzierbaren Standards in hoher Qualität herzustellen. Klinische Studien belegen inzwischen, dass CAD/CAM-gefertigte Silikatkeramikversorgungen die Überlebensrate von laborgefertigten Inlays aus Sinterkeramik deutlich dominieren und hinsichtlich ihrer Langlebigkeit den „Goldstandard“ von Gussrestaurationen erreicht haben.

Die Einführung der Oxidkeramiken (Aluminiumoxid, Al_2O_3 und Zirkonoxid, ZrO_2) ermöglichten den Einsatz der Vollkeramik für Kronen und Brücken in kaulasttragenden Arealen. Aufgrund der hohen Strukturdichte sind sie eher opak; deshalb werden die Gerüste aus ästhetischen Gründen aufbrennkeramisch verblendet. Al_2O_3 , ob glasinfiltriert (*In-Ceram*) oder pressgesintert (*Procera*), hat transluzierende Eigenschaften und ist deshalb auch für die höheren Ästhetikanforderungen im Frontzahnbereich und für Prämolaren geeignet. *In-Ceram* nimmt hierbei eine Zwischen-

stellung zwischen den Silikatkeramiken und den polykristallinen Oxidkeramiken ein, denn sie verfügt durch das Infiltrationsverfahren über einen Glasanteil. Diese Glasmatrix macht zwar nur einen geringen Teil des Gefüges aus, prägt aber die optischen Eigenschaften. Infiltrationskeramiken differenzieren sich einerseits durch die Partikeldichte sowie Festigkeit und andererseits durch die Transparenz. Hierfür stehen indikationsspezifische Werkstoffe mit Biegefestigkeiten von 400 MPa (*Spinell*), 500 MPa (*Alumina*) und 600 MPa (*Zirconia*) zur Verfügung. Alle Infiltrationskeramiken haben den Vorteil, dass sie nach der Formgebung maßhaltig sind, also genau dem Modell entsprechen, und auch beim Infiltrieren keinen Schwindungsprozess durchlaufen. Dies erleichtert das Aufpassen des Gerüsts auf dem Meistermodell zur Prüfung der Passgenauigkeit vor der Weiterverarbeitung.

Substanzschonende Präparationstiefen

ZrO_2 – unabhängig, ob als Grünling (*Cercon*, *Everest ZS*, *inCoris*, *Lava*, *Vita In-Ceram YZ*, *Zeno*) oder dichtgesintert gefräst (*DCS*, *Everest ZH*) oder pressgesintert (*Procera Zirconia*) verarbeitet – hat sich für Kronen- und Brückengerüste im Seitenzahngebiet durchgesetzt. Mit der Formgebung durch die CAD/CAM-Konstruktion und das computergestützte Ausfräsen hat die ZrO_2 -Verwendung einen erheblichen Schub erfahren. Hinsichtlich der ästhetischen Gestaltung lässt sich die reinweiße Gerüstfarbe dentinfarben ohne Festigkeitseinbuße kolorieren und den

natürlichen Gesamteindruck vertiefen. Durch diese Vorgehensweise kann die Verblendschicht dünn gehalten werden. In der Konsequenz wird so, zusammen mit dünnen Kronenwandstärken, mehr Zahnschmelze am Kronenstumpf erhalten (**Abb. 1**). Literaturbelegt ist inzwischen, dass im Zusammenspiel von ZrO_2 , substanzschonenden Kronenkappen und dünnen Verblendungen die Präparationstiefe, die vergleichsweise für VMK-Kronen erforderlich ist, unterschritten werden kann.

Neue, wirtschaftlich interessante Verfahren wie die Überpresstechnik ermöglichen inzwischen, eine vorgeformte Verblendung aus Fluorapatitsinterglaskeramik aufzupressen (**Abb. 2**) oder subtraktiv ausgefräst auf das Gerüst aufzusintern. Verblendfrakturen, sogenannte Chippings, lassen sich vermeiden, wenn die Kronengerüste höckerunterstützend geformt und somit Zugkräfte in der Verblendung unterbunden werden.

Ob ZrO_2 -Keramik in nächster Zeit auch das Potenzial für einen routinemäßigen Einsatz hat, um den heute noch gültigen „Goldstandard“ abzulösen, hängt von einer Reihe von Faktoren ab. Im Vergleich zu metallbasierten Rekonstruktionen sind hier vor allem die Herstellkosten, die Anforderungen an Indikation, Präparation und Befestigung und die Langlebigkeit der Restauration zu nennen. Nicht zuletzt vor dem Hintergrund steigender Edelmetallpreise scheint die Möglichkeit realistisch, dass in Zukunft die metallbasierten Versorgungen zunehmend verdrängt werden.

Mehr Ästhetik und Wirtschaftlichkeit

Und die Entwicklung bleibt nicht stehen. Bei der neuen Lithiumdisilikatkeramik (LDS, *e.max CAD*, **Abb. 3**) stand im Fokus, die exzellente Ästhetik der Glaskeramik mit einer erhöhten Festigkeit zu kombinieren, die sie für hochwertige Kronen und Brücken im Frontzahnbereich und auf Prämolaren qualifiziert. Ferner sollten mit LDS Kronen und Brücken ermöglicht werden, die sowohl gerüstfrei ausgeschliffen als auch als Gerüst zur anschließenden keramischen Verblendung gefertigt werden sollten. Aus Sicht der optischen Qualität und der Biegefestigkeit nimmt der Werkstoff laut Janda einen Platz zwischen



Abb. 1: Dünnwandig (0,3 bis 0,5 mm) ausgeschliffene ZrO_2 -Kronenkappe (*Lava*) schont Zahnschubstanz. **Foto: Edelhoff**



Abb. 2: Überpresste Verblendung aus Fluorapatit-Sinterglaskeramik auf Lithiumdisilikatgerüst, Fissuren individualisiert **Foto: Ivoclar Vivadent**



Abb. 3: Implantatkronen aus Lithiumdisilikat, regio 36, gerüstfrei ausgeschliffen, bei der Eingliederung auf das Titanabutment **Foto: Wiedhahn**

Feldspat- und Oxidkeramik ein; bei wachsenden Wandstärken zeigt der Transluzenzgradient im Vergleich zur Glaskeramik eine rasch zunehmende Opazität. Die LDS-Blocks werden im vorkristallisierten Zustand mit einer Festigkeit von 150 MPa computergestützt ausgeschliffen. Nach dem Schleifen erfolgt eine 25-minütige Sinterung bei 840 Grad Celsius, bei der Lithiumdisilikatkristalle eine Gefügewandlung auslösen bei gleichzeitiger Steigerung der Festigkeit auf 360 MPa. Anders als bei anderen CAD/CAM-Keramiken ist der LDS-Körper weitgehend schwindungsfrei; die Restauration kann unmittelbar auf Passung geprüft werden. Die mit der Sinterung verbundene Verdichtung um 0,2 Prozent ist in der jeweiligen CAD-Software hinterlegt und wird beim Schleifprozess berücksichtigt.

Mit LDS wurde auch der Ansatz verfolgt, eine Glaskeramik mit hoher Festigkeit computergestützt in kurzer Zeit und werkzeugschonend auszuschleifen. Ferner sollte eine unkontrollierte Rissausbreitung durch eine nadelförmige und verfilzte Kristallstruktur verhindert beziehungsweise gestoppt werden. Für LDS ist ein Sinterverfahren entwickelt worden, das in einer zweistufigen Kristallisation Lithiummetasilikatkristalle (Li_2SiO_3) aus der Glasmatrix ausscheidet, in einem zweiten Schritt die Metasilikatphase auflöst und Lithiumdisilikat ($Li_2Si_2O_5$) kristallisiert. Neben diesem nahezu schrumpfungsfreien Prozess wird die Bruchzähigkeit deutlich erhöht. Vor der Sinterung hat das Metasilikatglas eine blaue Ausgangsfarbe (**Abb. 4**); bei der Sinterung stellt sich ein Farbwechsel durch farbgebende Ionen ein und erzielt exakt die zuvor ausgewählte Zahnfarbe (**Abb. 5**). LDS-Blocks gibt es als Typ LT mit hoher Transluzenz und Typ MO für semi-opake Gerüste. Die Blocks können auf den CAD/CAM-Systemen *Cerec*, *inLab* und *Everest* ausgeschliffen werden.

Oben mit oder ohne Verblendung

Den Trend nach mehr Wirtschaftlichkeit erfüllt LDS mit dem „Oben-ohne“-Prinzip. Damit können Kronen gerüstfrei, das heißt vollanatomisch ausgeschliffen werden, und benötigen keine weitere Verblendung – ein Beitrag zur Kostensenkung. Nach professioneller Politur oder Glasur erfüllt die Restauration hohe Ansprüche.



Abb. 4: CAD/CAM-ausgeschliffene Krone aus Lithiumdisilikat mit blauer Ausgangsfarbe vor der Sinterung **Foto: Brosch**



Abb. 5: LDS-Krone nach der Sinterung mit der endgültigen Zahnfarbe. Malfarben ermöglichen eine Individualisierung. **Foto: Brosch**



Abb. 6: Anatomisch reduzierte LDS-Gerüste für Frontzahnkronen **Foto: Ivoclar Vivadent**

Für sehr hohe Erwartungen hinsichtlich Ästhetik und Individualisierung lässt sich mit LDS das Cut-Back-Verfahren anwenden (**Abb. 6**): Nach dem vollanatomischen Formschleifen wird eine schmelzdicke Schicht wieder abgetragen und eine Verblendung aufbrennkeramisch aufgesintert. Hierbei kann die Restauration charakterisiert und besondere Wünsche des Patienten berücksichtigt werden (**Abb. 7 und 8**). Als Indikationen für LDS wurden vom Hersteller Veneers, Teilkronen, Kronen im Front- und Seitenzahngebiet sowie Frontzahnbrücken freigegeben. LDS-Restaurationen können aufgrund ihrer Festigkeit ▶

tigkeit konventionell, also mit Glasionomern befestigt werden (*Ketac, Vivaglass*). Bei klinisch kurzen Kronen beziehungsweise bei geringen Retentionsflächen ist eine adhäsive Befestigung angezeigt (*Syntac, Multi-link Automix*).

Als Produktvariante stehen LDS-Blocks für die Presstechnik (*e.max Press, System Empress*) zur Verfügung. Dadurch, dass sie massiv gegossen sind, verhindern sie eine Porenbildung bei der Verarbeitung (**Abb. 9**).

Reaktionsintern von schwarz auf zahnfarben

Für die auf der IDS 2005 vorgestellte Zirkoniumsilikatkeramik ($ZrSiO_4$) wurden nun klinische Daten für Seitenzahnkronen durch die Universitäten Freiburg und Hamburg vorgestellt. Der Werkstoff, der nach Formgebung beim Sintern im Ergebnis schwindungsfrei bleibt, besteht aus Zirkoniumdisilicid (nicht zu Verwechseln mit Zirkonoxid), das bei einer Oxidationsreaktion von $ZrSi_2$ zu $ZrSiO_4$ transformiert wird. Hierbei wird zunächst ein Bindemittel bei 600 Grad Celsius voll-

ständig verbrannt beziehungsweise zu SiO_2 umgesetzt – die Masse nimmt geringfügig ab. Überlagert wird die Massenabnahme durch die bei 450 Grad Celsius beginnende Oxidationsreaktion des $ZrSi_2$. Jenseits von 600 Grad Celsius beginnt eine starke Massenzunahme und Volumenausdehnung. Ab 1.100 Grad Celsius bildet sich $ZrSiO_4$ und der Sinterprozess setzt ein. Bei etwa 1.300 Grad Celsius ist die Oxidation abgeschlossen; bei weiterer Temperaturerhöhung und Haltezeit wird der Körper zu einer dichten, weißen Keramik mit den ursprünglichen Dimensionen des Ausgangsmodells gesintert.

Da die Sinterung eine schwindungsfreie, vollanatomische Krone produziert, kann die Anpassung am Modell unmittelbar nach dem Ausschleifen erfolgen. Die Zusammensetzung der Blanks ermöglicht eine kurze Schleifzeit. Damit verbindet das Zirkoniumsilikat die Vorteile der Weißbearbeitung und der Hartbearbeitung in einem Werkstoff. Die Kronen werden vollanatomisch ausgeschliffen, eine Verblendung entfällt. Die $ZrSiO_4$ -Keramik, vom Institut für Materialforschung im Forschungszentrum Karlsruhe entwickelt, kann vom Everest-System (*KaVo HPC*) verarbeitet werden (**Abb. 10**).

Vollanatomische HPC-Kronen im Fünf-Jahres-Vergleich

Die klinische Eignung von $ZrSiO_4$ (*HPC*) haben die Universitäten Freiburg und Hamburg in einer gemeinsamen Fünf-Jahres-Studie geprüft. 123 Patienten erhielten vollanatomische *HPC*-Kronen, 99 Patienten wurden mit VMK-Goldkronen versorgt – jeweils mit Glasionomern befestigt. Die Überlebensrate nach bisher 24 Monaten Beobachtungszeit betrug 89,8 Prozent für *HPC*-Kronen, 92,7 Prozent für VMK (nach Kaplan-Meier). Die Misserfolgsrate auf Jahresbasis betrug 4,9 Prozent (*HPC*) und 5,2 Prozent (VMK). Sie entstand durch Vitalitätsverlust, Sekundärkaries, Frakturen, Dezementierung der Kronen. Der Ergebnis-Unterschied zwischen beiden Gruppen ist nicht signifikant. Die Studienleiter resümierten, dass *HPC* für Kronen im Seitenzahnbereich geeignet ist – vorausgesetzt, eine Okklusallwandstärke von 1,5 mm wird eingehalten.

Mit den Werkstoffen Silikat-, Lithiumdisilikat- und Oxidkeramik stehen laut Janda der Zahnmedizin inzwischen geeignete Materia-



Abb. 9: LDS-Kronen, im Pressverfahren hergestellt, glasiert
Foto: Seeger



Abb. 10: Die schwindungsfreie Zirkoniumsilikatkeramik (*HPC*) wechselt beim Reaktionsintern die Eigenfarbe von schwarz auf zahnfarben. Die vollanatomisch gefrästen Kronen brauchen keine Verblendung.
Foto: KaVo



Abb. 7: Auftrag der Verblendung
Foto: Ivoclar Vivadent



Abb. 8: Gerüstfreie LDS-Krone, im Cutback-Verfahren um Schmelzdicke zurückgeschliffen, manuell verblendet und individualisiert
Foto: Seeger

lien zur Verfügung, um die vielfältigen Anforderungen bei konservierenden Behandlungen und in der Prothetik zu erfüllen. Waren Vollkeramikronen aus Kostensicht bisher eher im „Premiumsegment“ angesiedelt, können sie heute unter Nutzung der verschiedenen Verfahren und Veredlungstechniken zur Oberflächen- und Farbgestaltung (Polieren, Glasieren, Malfarben, Individual-Shadings, Cutback-Verfahren mit Verblenden, konventionelle Gerüstverblendung) den Wunsch „Ästhetik nach Maß“ differenziert und aus wirtschaftlicher Sicht in einem mehrstufigen Kostenrahmen befriedigen.

Manfred Kern, Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde e. V.,
E-Mail: info@ag-keramik.de ■

Für eilige
Inserenten telefonische
Anzeigenaufnahme unter
der Telefonnummer
(0 23 23) 59 31 32.