

Compound-Werkstoffe auf dem Cerec Masters Symposium

Quo vadis – Komposit und Hybride?

Moderne Restaurationsmaterialien haben eine gemeinsame Wurzel – sie werden fast ausschließlich im CAD/CAM-Verfahren verarbeitet, das heißt, die Restaurationen werden softwaregestützt konstruiert und aus industriell gefertigten Blocks oder Ronden subtraktiv ausgefräst.

Die Protagonisten der computergestützten Restauration hatten unterschiedliche Vorstellungen: Während Duret als Vordenker der CAD/CAM-Technik Materialien aus faserverstärktem Komposit favorisierte, entschied sich Mörmann als Cerec-Initiator vor drei Dekaden für keramische Werkstoffe. Seitdem dominiert die Keramikgruppe die prothetische Versorgung; Feldspat- und Leuzitkeramik, Lithiumdisilikat und Zirkoniumdioxid setzten die restaurativen Standards in Klinik, Praxis und Labor.

Neben der guten Ästhetik, der Abrasionsresistenz und der biologischen Verträglichkeit verfügen Vollkeramiken jedoch über einen relativ hohen Elastizitätsmodul (E-Modul), haben eine Neigung zu Chippings oder zur Abrasion am Antagonisten. In der vergangenen Dekade entwickelte sich die Biegebruchfestigkeit der Keramik zum entscheidenden Qualitätsmaßstab mit dem Ergebnis, dass die Keramiken immer härter wurden.

Der Mensch ist von Natur aus mit Zähnen ausgestattet, die unter dem Aspekt der Biegezugfestigkeit bescheidene physikalische Werte aufweisen. So erreicht das Dentin eine Biegezugfestigkeit von 200 bis 350 MPa (Megapascal), der Zahnschmelz 300 bis 400 MPa. Der E-Modul, der als Kenngröße den Zusammenhang von Spannung und Dehnung eines festen Körpers, zum Beispiel unter Kaudruckbelastung, erfasst, liegt für das Dentin bei 15 GPa (Gigapascal), für den Schmelz bei 85 GPa. Dadurch unterscheiden sich diese E-Moduln erheblich von jenen der Keramiken. Demzufolge erfüllt das biologische System Zahn und Zahnhalteapparat zwar nicht die Kriterien moderner Keramiken, verfügt jedoch durch die resiliente Verankerung mittels Sharpeyscher Fasern und der biologischen Verbundmatrix (Schmelz, Dentin) über eine biomimetische Struktur. Damit sprechen die biologischen und mechanischen Eigenschaften für ein Verbundsystem als Restaurationskonzept, das auf Elastizität und Festigkeit aufbaut.

Kontakt zum Cerec Masters Club

Dr. Andreas Kurbad
Viersener Straße 15
41751 Viersen-Dülken
www.cerec.de

Neue Perspektiven

Eine Wegscheide in der Materialentwicklung entstand durch die „Compounds“, die die biologischen Prinzipien des Zahns in einen neuen Verbundwerkstoff durch das Verschmelzen von Polymeren und Keramik übertrugen (**Abb. 1**). Beim frühesten Vertreter dieser Materialgruppe, der Hybridkeramik, wurde ein gitterähnliches Keramiknetzwerk mit Polymer infiltriert. Der E-Modul mit 31 GPa positionierte sich zwischen Dentin und Schmelz, die Biegebruchfestigkeit von 160 MPa entsprach einer Leuzitsilikatkeramik und kann damit hohe Kaukräfte kompensieren. Andere Protagonisten dieser Bewegung dotierten Komposit, bestehend aus einer Matrix von polymerisierten Methacrylaten, mit Füllpartikeln aus Glaskeramik, Bariumglas, Siliziumoxid, Zirkonoxid und Füllstoffgehalten bis zu 86 Gewichtsprozent – verfügbar als industriell lunkerfrei durchgehärtete, weitgehend monomerfreie Fräsblocks. Die E-Modul dieser kunststoffbasierten Hybridmaterialien liegen im Korridor von 9 bis 18 GPa, die Biegebruchfestigkeit bei 120 bis 330 MPa und damit im Bereich von Feldspatkeramik und leuzithaltiger Silikate.

Erstes Hybridsymposium der Cerec Masters

Zur Bewertung der Hybridkeramik und der Hybridwerkstoffe auf Kompositbasis für die konservierende und prothetische Restauration rief der Cerec Masters Club zum „Symposium Hybridmaterialien“ auf. Ziel dieser erstmaligen Aussprache zu dieser Werkstoffgruppe war es, Erfahrungen aus Klinik, Praxis und Labor zu sammeln, sowie die Restaurationskonzepte in den zahnärztlichen Therapiekanon einzuordnen und zu diskutieren.

Unter der Leitung von **Dr. Andreas Kurbad**, Viersen, referierten niedergelassene Zahnärzte, Naturwissenschaftler und Werkstoffentwickler von Dentalunternehmen über die mechanischen und klinischen Eigenschaften der Hybridmaterialien; Zahntechniker demonstrierten deren Verarbeitung sowohl chairside als auch im zahntechnischen Labor (**Abb. 2 bis 5**).

Die wesentlichen Eigenschaften der kompositbasierten Hybridmaterialien zeichnete **Dr. rer. nat. Ralf Böhner**, Altstätten, Schweiz, nach. Der E-Modul dieser Werkstoffe ist dem Dentin sehr ähnlich. Senkrecht auf die Schmelzprismen ausgerichtet, verhindert ein geringer E-Modulwert ein Brechen der Schmelzprismen unter Verformung durch Kaudruckbelastung. Beim Komposit wird diese Eigenschaft von der polymerisierten Matrix über-



Abb. 2: Ineffiziente, mehrflächige Edelmetallteilkrone, regio 36, zur Substitution aufgrund von Sekundärkaries



Abb. 3: Kronenstumpf nach zirkulärer Präparation mit supragingival gelegter, abgerundeter Stufe für eine Vollkrone aus Hybridkomposit

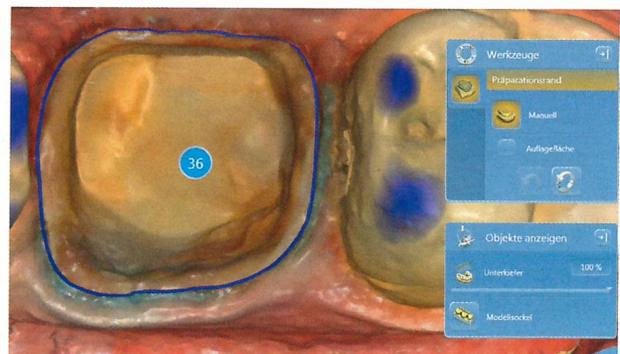


Abb. 4: Konstruktionsphase mit Cerec Omnicam – Einzeichnen der Präparationsgrenze, definierte Kronenwandstärke zervikal 0,6 mm, okklusale 1,2 mm



Abb. 5: Vollkrone, gefertigt aus dem Hybridkomposit Brilliant Crios (Coltène), ausgefräst mit Cerec MC XL, nach Politur und Eingliederung



Web-Tipp:

Gerade bei Bruxismus stellt der Einsatz moderner CAD/CAM-Komposite einen Therapieansatz mit guter Prognose dar. Einen Fallbericht dazu finden Sie auf dzw.de unter bit.ly/2GRBxZ



nommen. Für die Längsrichtung der Schmelzprismen ist der E-Modul des Zahnschmelzes anisotrop ausgelegt, das heißt mit ansteigenden Werten zur Erhöhung der Widerstandskraft. Diese Eigenschaft wird bei den Kompositmaterialien von den keramischen Füllstoffen generiert. Dadurch weisen generell die Hybridkomposite im Vergleich zur Keramik und zur polymerinfiltrierten Hybridkeramik einen niedrigeren E-Modul auf und dämpfen mit der Verformungsfähigkeit den Kaudruck besser. Damit werden Restzahn, Parodont und Knochenlager geschont, die Restauration wird vom Patienten weniger als Fremdkörper empfunden.

Die Mechanik der Hybridkomposite erfüllt dadurch anspruchsvolle Werte, dass bei der industriellen Polymerisation mit hoher Temperatur mehr difunktionelle Methacrylatgruppen umgesetzt werden und dadurch die Netzwerkdicke gesteigert wird. Resultat ist, dass der Anteil nicht polymerisierter Doppelbindungen aufgrund der hohen Konversionsrate sehr gering ist. Ferner wird eine Inhibitionsschicht vermieden, die Neigung zur Wasseraufnahme (im Mund) weitgehend unterdrückt und Verfärbungen ausgeschlossen.

**Hybridmaterialien
abradieren weniger**

Wie verhalten sich Hybridkomposite unter Kaudruckbelastung? Der hohe Feststoffgehalt an Füllkörpern verbessert besonders die Abrasionsresistenz. Eine Studie zur Abrasion von CAD/CAM-Komposit und Silikatkeramik gegenüber schmelztragenden Antagonisten belegt, dass die Hybridmaterialien weniger abradieren (Stawarczyk et al. 2015).

Als entscheidenden Faktor für den Langzeiterfolg der Restauration aus Hybridkomposit nannte **Dr. Jens Träger**, Hamburg, die Befestigungsstrategie. So wie glashaltige Keramiken sind polymerhal-

Abb. 6: Teilkronen aus Nano-Resin-Verbundwerkstoff (Lava Ultimate)



Abb. 7: Geeignet für implantatgetragene Kronen – Enamic-Hybridkeramik

tige Werkstoffe stets adhäsiv zu befestigen, um den Stress in der Klebezone, besonders am Kronenrand, zu kompensieren. Nach dem Formfräsen der Restauration wird die zu klebende Fläche sandgestrahlt (Al_2O_3 25 bis 50 μm , 1,5 bar), um die Oberfläche zu vergrößern und mechanische Retention zu schaffen. Je nach Zusammensetzung der Komposite werden von Herstellern unterschiedliche, harzbasierte Befestigungsmaterialien empfohlen. Für die Adhäsion zu den Füllkörpern hat sich Silan (Si-OH) für eine polymerisierbare Doppelbindung in einem Molekül bewährt. Für oxidkeramische Füllkörper (ZrO_2) ist Silan jedoch ungeeignet.

Für den adhäsiven Verbund zur Polymermatrix sind lichthärtende, stopfbare oder fließfähige Komposite angezeigt. Die Schichtdicke der Restauration sollte 3 mm nicht übersteigen, andernfalls kommen dualhärtende, harzbasierte Präparate zum Einsatz. Um den Verbund zur Zahnhartsubstanz sicherzustellen, ist ein geeigneter Primer oder ein Bonding notwendig. Universalbonds scheinen geeignet, weil sie sowohl saure Monomere (Verbund zum anorganischen Füller) als auch difunktionelle Methacrylate (Verbund zur Harzmatrix) enthalten.

Die Vielfalt der Befestigungsprodukte aufgrund der unterschiedlichen Matrixkompositionen macht erforderlich, die jeweilige Herstellervorschrift zu beachten. Hohe Haftverbundwerte am Zahn, zu Stumpfaufbauten und Implantatabutments zeigen Kleber aus polymethacrylierter Polyacrylsäure und MDP (methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate – zum Beispiel *One Coat Universal*, Coltène). Laut Träger zeigten Farbstoff-Penetrationstests, dass mit lichthärtenden und dualhärtenden Befestigungskompositen unter Verwendung von Primern für den harzseitigen Verbund die Randspaltdichtigkeit, auch bei reduzierten Schichtstärken (okklusal 1,2 mm, zervikal 0,6 mm), belegt werden konnte (Wöstmann et al. 2017).



Abb. 8: Molarenkronen aus Enamic

Zahnarzt **Klaus Peter Hoffmann**, Cuxhaven, erläuterte das geeignete Präparationsdesign für Kronen aus Hybridkomposit. Als Konvergenzwinkel mit zirkulärer Hohlkehle oder zirkulär abgerundeter Schulter eignen sich 6 bis 8 Grad und Stumpfhöhen von 6 bis 8 mm. Flachere Winkel und höhere Stümpfe provozieren eine Verformung der Kronenwände unter Kaudruckbelastung und sind deshalb ungeeignet. In universitären Studien wurden Kronen aus Hybridkomposit in vitro unter Kausimulation untersucht und tolerierbare, marginale Randspalten bis 100 µm registriert (Geis-Gerstorfer et al. 2016; Rosentritt et al. 2017).

Hybridmaterialien auf Implantaten

Die Eignung von Kronen aus Hybridmaterialien bescheinigte **Dr. Jörg Weiler**, Köln, mit Erfah-

rungen aus eigener Praxis. Gestartet mit Teilkronen und Kronen aus keramikdotiertem Nano-Resin-Verbundwerkstoff (*Lava Ultimate*, 3M, **Abb. 6**), dehnte er den Einsatz der Hybridkomposite auf implantatgetragene Kronen aus. Dadurch, dass sich der Kronenkörper unter Druck linear verformt, ohne Stabilität zu verlieren, scheint das Material für Molarenrestorationen geeignet zu sein. Die Resilienz des keramikverstärkten Werkstoffs kompensiert den Kaudruck auf die Mesostruktur sowie auf den inserierten Enossalpfeiler und das Knochenlager (Magne et al. 2013; Menini et al. 2013) (**Abb. 7**). E-Moduln und Abrasivität liegen im Korridor von Schmelz und Dentin. Damit kann die Attrition der Abutmentkronen „parallel“ zur natürlichen Zahnhartsubstanz einhergehen. Diese Eigenschaften bewogen Weiler, Hybridmaterialien auch für Restaurationen bei Bruxismus-Patienten einzusetzen. Hierbei werden auch experimentell aus Hybridkomposit ausgefräste Verblendungen

Abb. 9: Hybridmaterialien erfordern geringen Polieraufwand.



(CeraSmart, GC), auf Kronen und Brücken mit Zirkoniumdioxidkeramikgerüsten aufgeklebt.

Verfügen die Hybridkomposite immer noch über kurzfristige, klinische Erfahrungen, kann die Hybridkeramik (Enamic, Vita Zahnfabrik) als einzige mit einer dualen Keramik-Polymer-Struktur auf längerfristige Prognosen zurückgreifen, obwohl auch hier noch keine langfristigen klinischen Daten vorliegen (Abb. 8). Dr.-Ing. Michael Tholey, Bad Säckingen, konnte mit einer Vielzahl von Testungen und Fallstudien belegen, dass mit diesem Werkstoff der Brückenschlag der Antipoden Elastizität und Festigkeit gelungen ist – somit die Verformbarkeit unter Druck mit der mechanischen Stabilität vereinbar ist, ohne risikobehaftete Kompromisse eingehen zu müssen. Tholey bestätigte, dass die Hybridmaterialien mit ihren biomimetischen Eigenschaften in der Lage sind, Zahn und Zahnhalteapparat zu entlasten und zu schonen.

Restaurationen aus Hybridmaterialien können sehr dünnwandig mit scharfen, marginalen Rändern ausgefräst werden. ZTM Bernd Egger, Kempten, zeigte anhand praktischer Fälle die sehr gute Verarbeit- und Polierbarkeit der kompositbasierten Restaurationen (Abb. 9). Für die Ausarbeitung verwendet Egger keramisch gebundene Steine – kein Diamantinstrument, um eine Kontamination durch Metallabrieb zu vermeiden. Neue Kompositvarianten bieten mehrschichtige Blocks, um Dentin und Schmelz mit abgestimmten Zahnfarben und Transparenzen zu differenzieren. Falls erforderlich lassen sich oberflächliche Frakturen oder Höckerdefekte leicht reparieren – auch intraoral.

Das Symposium wurde durch einen Workshop mit Anwendungstechniken für Hybridmaterialien erweitert, durch Hersteller wie Coltène (Brilliant Crios), DMG (LuxaCam Composite), GC (CeraSmart), Shofu (Block HC), Vita Zahnfabrik (Ena-



Abb. 10: Die Referenten des Hybridmaterialien-Symposiums (von links): Dr. Jörg Weiler, Dr. Ralf Böhner, Dr. Andreas Kurbad, Klaus Peter Hoffmann, Dr. Michael Tholey (nicht im Bild: Dr. Jens Träger und ZTM Bernd Egger)

Foto: Cerec Masters Club

mic) und Voco (Grandio) unterstützt. Kurbad resümierte, dass die Hybridmaterialien interessante Perspektiven für die Restaurationstherapie bieten, deren Prognosen noch durch längerfristige klinische Studien unterlegt werden müssen. Im Schlusswort kündigte er an, dass die Entwicklung der Hybridmaterialien weiterhin im Fokus der Cerec Masters bleiben (Abb. 10).

**Cerec Masters Club,
Manfred Kern, Wiesbaden**

Das Literaturverzeichnis kann unter leserservice@dzw.de angefordert oder im ePaper unter dzw.de heruntergeladen werden.

Anzeige

ZAHNTECHNIK ROADSHOW 2018

noitsmroiznosIT in der Zahntechnik

WORKFLOW # 3D-DRUCK

TERMINE 2018

#DIGITALER WORKFLOW
12.4. BERLIN
15.5. MANNHEIM
16.5. DORTMUND
5.9. BREMEN
19.9. DÜSSELDORF
17.10. AUGSBURG
8.11. LÜBECK

**CAD
SPEED**

#WORKFLOW 3D-DRUCK
17.5. ESSEN
18.9. HANNOVER
16.10. STUTTGART
7.11. HAMBURG
Teilnahmegebühr: € 39,-
2 Fortbildungspunkte

JETZT ANMELDEN UNTER:
roadshow.cad-speed.de



roadshow.cad-speed.de

