

Der Natur auf der Spur mit CAD/CAM

Bei der Auswahl des indikationsgerechten Materials zur prothetischen Versorgung herrscht viel Unsicherheit. Das biomimetische Konzept stellt bei der Betrachtung moderner CAD/CAM-Werkstoffe nicht nur die Härte eines Materials in den Vordergrund, sondern bezieht sich vor allem auf eine den natürlichen Zahn wiederherstellende Versorgung durch ein Verbundsystem. Die neue Gruppe der Hybridwerkstoffe verfügt über zahnähnliche Eigenschaften, E-Moduli und Abrasivität liegen nahe am natürlichen Schmelz und Dentin und eignen sich deshalb auch für die Versorgung bei Bruxismus.

Zahnmedizinische Restaurationswerkstoffe haben ein umfangreiches Anforderungsprofil zu erfüllen: Abriebfestigkeit, mechanische Festigkeit auf Druck, chemische Resistenz, Oberflächendichte, optimale Farb- und Lichtwirkung, Biokompatibilität, Langzeitbeständigkeit, einfache Herstellung und Verarbeitung zu vertretbaren Kosten. Auf einen Nenner gebracht, muss das Material mechanisch stabil, ästhetisch anspruchsvoll, korrosionsresistent, biologisch verträglich und wirtschaftlich sein [1]. Außerdem haben Restaurationswerkstoffe als Zahnersatzmaterial einen biomimetischen Auftrag: Sie sollen biologische Strukturen nachbilden und dadurch Dentin und Schmelz ersetzen, das heißt Eigenschaften der Natur auf die Technik übertragen. Hierbei müssen die Bauprinzipien natürlicher Organismen – wie Pulpa, Dentintubuli, Hydroxylapatit, Odontoblasten, Gingiva, Alveolarknochen – weitgehend geschont beziehungsweise erhalten werden. Um den Zahn möglichst exakt zu reproduzieren, müssen neben dem Aufbau eines natürlichen Zahns auch dessen Biomechanik, Funktion und Ästhetik in ihrem Zusammenspiel bekannt sein [2].

Ein elementarer Aspekt ist die Relation zwischen Festigkeit und Elastizität. Es zeigte sich in Bruchfestigkeits-Untersuchungen [3], dass Zähne mit festen und widerstandsfähigen, natürlichen Kronen in Relation zu plastischen oder kerami-

schen Restaurationen sehr hoch belastbar sind. Aufgrund der mangelnden Elastizität bei Versagen der Restauration kommt es häufig zu Wurzelfrakturen, die eine sehr aufwendige Versorgung nach sich ziehen. Es ist zu hinterfragen, ob das Erreichen einer maximalen Festigkeit wirklich sinnvoll ist. Die Elastizität eines natürlichen Zahns bietet durch die Absorption von einwirkenden Kräften einen relativen Schutz [4]. Diese Eigenschaft ist auf den Dentinkern zurückzuführen. Eine zunehmende Elastizität bedingt allerdings ab einem bestimmten Punkt eine Einschränkung in der Funktion, wenn die Struktur zu flexibel wird. Folglich ist ein festes Stützgerüst nötig, das die erforderliche Stabilität besitzt. Der natürliche Schmelzmantel erfüllt diese Anforderung aufgrund seiner Härte und Festigkeit optimal. Ziel einer Restauration muss folglich das Erreichen des von der Natur vorgegebenen Kompromisses sein, der dem natürlichen Zahn sowohl Festigkeit als auch Elastizität verleiht.

Biomimetische Eigenschaften gefordert

Alle in der Zahnheilkunde verwendeten Materialien für konservierende und prothetische Restaurationen weisen materialspezifische Eigenschaften auf, die bisweilen auch Kompromisse erfordern. Eine Vereinigung aller Anforderungen in einem einzigen Werkstoff gibt es bisher

nicht, aber es gibt Perspektiven [5]. Unverblendete Metalle scheiden für Restaurationen in ästhetisch anspruchsvollen Regionen aus; Kunststoffe verfügen in der Regel bei hohen Kaukräften nicht über die erforderliche Biegezugfestigkeit und Abrasionsbeständigkeit, außer für temporäre Versorgungen. Deshalb ist Keramik häufig die erste Wahl in Praxis und Dentallabor. Zu den Herausforderungen zählt die Neigung zur Sprödigkeit. Moderne, industriell gefertigte Dentalkeramiken weisen ein äußerst homogenes Gefüge auf und sind der manuell geschichteten Sinterkeramik mechanisch überlegen. So können leuzitverstärkte Glas-, Silikat- und kristalline Lithium-Disilikat-Keramiken im Pressverfahren verarbeitet oder wahlweise auch computergestützt ausgeschliffen werden; hierbei werden die ursprünglichen Materialeigenschaften erhalten. Die hochfesten Oxidkeramiken (Zirkonoxid, Aluminiumoxid) und die neuen Hybridbeziehungsweise Verbundwerkstoffe erfordern die CAD/CAM-Bearbeitung mit NC-gesteuerten Fräsaufbauten.

Die Wertigkeit keramischer Werkstoffe wird weitgehend über die Biegezugfestigkeit bestimmt. Je höher die Biegezugfestigkeit, desto geeigneter für kauddruckbelastete Restaurationen oder bei Bruxismus – so die landläufige Meinung. Es sollte uns jedoch zu denken geben, dass der Mensch von Natur aus mit

Zähnen ausgestattet ist, die unter dem Aspekt der Biegezugfestigkeit bescheidene physikalische Werte aufweisen. So erreicht das Dentin eine Biegezugfestigkeit von 200 bis 350 MPa, der Zahnschmelz 300 bis 400 MPa. Diese Werte lassen sich mit konventionellen Silikatkeramiken und Adhäsivtechnik leicht erreichen (Tabelle 1). Die Belastbarkeit und die klinische Langzeitverlässlichkeit einer Keramik wird im wesentlichen vom Weibull-Modul und von der Spannungsintensität (K_2 -Wert) vertreten. Der Weibull bestimmt die Materialermüdung und der K_2 -Wert die Bruchzähigkeit. Eine weitere, entscheidende Kenngröße ist der Zusammenhang von Spannung und Dehnung eines festen Körpers, zum Beispiel unter Kaudruckbelastung – beschrieben durch das Elastizitäts-Modul (E-Modul). Damit ist das E-Modul ein Materialwert, der die Verformung bei linear elastischem Verhalten erfasst. Das E-Modul ist umso größer, je mehr Widerstand ein Material seiner elastischen Verformung entgegensetzt. Spannungen im Werkstoff hängen von der Last (einwirkende Kraft) und von der Geometrie der Restauration ab (Kraft pro Fläche). Werkstoffe mit niedrigem E-Modul können dazu führen, dass Spannungen im Bauteil reduziert werden [5,6].

Demzufolge erfüllt das biologische System Zahn und Zahnhalteapparat zwar nicht die Kriterien einer hohen Biegezugfestigkeit, hat jedoch durch die resiliente Verankerung mittels Sharpeyscher Fasern und der biologischen Verbundmatrix (Schmelz, Dentin) ein niedriges E-Modul. Damit sprechen die biologischen und mechanischen Kriterien für ein Verbundsystem als Restaurationskonzept [7].

Oberflächenhart oder stoßdämpfend?

Grundsätzlich stehen uns im nichtmetallischen Bereich für die konservierende und prothetische Restauration sehr unterschiedliche Werkstoffe zur Verfügung: Polymere, ungefülltes und verstärktes PEEK (Polyetheretherketon), leuzitverstärkte Silikatkeramik, Lithium-Disilikat-Keramik, Aluminiumoxid-Keramik, Zirkonoxid-Keramik. Die Kriterien wie

Härte, Biegezugfestigkeit, Weibull-Verteilung, Risszähigkeit, Elastizität und Resilienz zeigen jeweils unterschiedliche Werte. Entscheidend ist, wie wir diese Eigenschaften vom physikalischen Standpunkt aus bewerten. Trotz guter klinischer Erfahrungen beim differenzierten, indikationsbezogenen Einsatz dieser Werkstoffe stellt sich die Frage, ob es nicht angebracht ist, Resilienz in Form von Materialien mit niedrigeren E-Moduli in das starre Rekonstruktionssystem einzubringen, um Überlastungen im Zahn und in der Restauration zu vermeiden. Auch die Erkenntnis, dass immer

mehr Patienten mit Bruxismus in klinischen Untersuchungen und in der Praxis identifiziert werden, fordert zu neuen Überlegungen heraus [8]. So zeigen neue Studien, dass Materialien mit niedrigem E-Modul (polymerhaltige Keramik) für implantatgetragene Abutments und Kronen die gleiche klinische Haltbarkeit aufweisen wie Zirkonoxid [9].

Das biomimetische Konzept steht somit nicht für das Anstreben des starren beziehungsweise härtesten Zahnersatzes, sondern für eine den natürlichen Zahn wiederherstellende Versorgung durch ein Verbundsystem.

Werkstoffeigenschaften

	E-MODUL GPA	BIEGEZUGFESTIGKEIT MPA
Keramikwerkstoffe:		
Feldspatkeramik Vita Mark II	45	96–112
Leuzit-Silikat Empress CAD	62	160
ZLS Celtra Duo	70	420
ZLS Suprinity	70	420
Lithium-Disilikat e.max CAD	96	360
Aluminiumoxidkeramik	225	500
Zirkonoxid-Keramik	257	1100–1200
Hybridmaterialien:		
Coltene Brilliant Crios	12	190
DMG LuxaCam Composite	10	200
GC CeraSmart	12	238
3M Lava Ultimate	15	204
Shofu Block	9	120
Voco Grandio	18	330
Vita Enamic Hybridkeramik	31	160
Provisorien-Polymere:		
Vita CAD Temp	2,8	80
Ivoclar Telio CAD	3,2	130
Biomechanik:		
Dentin	15	200–350
Schmelz	86	300–400

Tabelle 1 Werkstoff-Elastizität und Biegezugfestigkeit. Quellen: Zimmermann [25]; Böhner (IADR 2015); Spintzyk, Geis-Gerstorfer (EuroBioMat 2017)



01



02



03



04



05



06

1 Fall 1 Veneer und Frontzahnkrone aus Hybridkeramik: proximale Karies und Fraktur am Zahn 11, ineffiziente metallkeramische Krone regio 21

2 Präparation für Veneer 11 und Vollkrone 21. Aufgrund der schwierigen Bissverhältnisse ist der Einsatz von Hybridkeramik geplant

3 Einzeichnen der Präparationsgrenzen im virtuellen Modell

4 Konstruktion von Veneer und Krone

5 Konstruktionsvorschlag bukkal. Zahnformen werden harmonisch angeglichen

6 Ergebnisse mit individualisierter Textur und natürlicher Transparenz. Das Diastema wurde geschlossen

Fotos 1 bis 6: Devigus

Keramische Werkstoffe definieren sich über die Biegezugfestigkeit. Je höher dieser Wert, desto geeigneter ist die Keramik für kaudruckbelastete Restaurationen. Zu den Einschränkungen zählt die Sprödigkeit, die Empfindlichkeit gegen Zugspannungen und die Neigung zu Chippings, besonders bei funktionellen Störungen. Das biologische System Zahn und Zahnhalteapparat erfüllt zwar nicht die Kriterien hoher Biegezugfestigkeit, hat jedoch durch eine resiliente Verankerung ein niedriges E-Modul. Werden nun die Werkstoffe Keramik und Kunststoff miteinander kombiniert, werden die jeweiligen Eigenschaften zu einem Hybridwerkstoff verschmolzen. Das Ergebnis bewirkt, dass das E-Modul

sinkt und die Abrasivität in den Korridor zwischen Schmelz und Dentin wandert und damit der natürlichen Biomechanik entspricht.

„Multitalent“ mit biomechanischem Verhalten

Den Vorteilen vieler Keramikwerkstoffe mit ihrem hohen ästhetischen Potenzial, der hohen Druckfestigkeit und der langjährigen klinischen Bewährung stehen typische Eigenschaften wie Sprödigkeit, Empfindlichkeit gegen Zugspannungen und Anfälligkeit gegen Oberflächenbeschädigungen gegenüber. Dies geht einher mit E-Modulwerten über 50 GPa. Keramikdotierte Polymere weisen hin-

gegen ein niedriges E-Modul aus, meist unter 20 GPa – sind also elastischer und absorbieren Kaukräfte aufgrund der elastischen Verformung. Mit der Entwicklung von Hybridwerkstoffen wurden die Vorteile der beiden Materialklassen Keramik und Kunststoff zu einem „Multitalent“ verschmolzen. Im Mittelpunkt stand das Ziel, unter weitgehender Beibehaltung der Vorteile keramischer Materialien die E-Moduli in den Korridor von Dentin und Schmelz zu verlegen. Damit sollte die Attrition „parallel“ mit der natürlichen Zahnhartsubstanz einhergehen [10]. Andererseits sollte die Biegezugfestigkeit im höherwertigen Belastungsbereich liegen, um auch für Seitenzahnrestaurationen qualifiziert zu sein. Eine neue Erfahrung

bot die Resilienzfähigkeit der keramikdotierten Polymere. Die Tatsache, dass sich der Körper unter Druck linear verformt, ohne Stabilität zu verlieren, lässt vermuten, dass der Werkstoff für Molarenrestorationen geeignet zu sein scheint, um hohe Kaukräfte zu absorbieren. Waren bisher verblendete, implantatgetragene Kronen auf ZrO_2 -Gerüst einem erheblichen Chippingrisiko ausgesetzt – ausgelöst durch die fehlende Eigenbeweglichkeit und die verminderte Taktilität der osseointegrierten Implantatpfiler – zeigen In-vitro-Tests mit keramikdotierten Polymeren eine „stoßdämpfende“ Wirkung und sind wahrscheinlich geeignet für diese Indikation [9,11].

Ein spezieller Entwicklungsansatz wurde bei einem anderen Restaurationswerkstoff verfolgt. Ausgangspunkt war ein hochvernetztes Hochleistungspolymer, das zu zirka 80 Prozent (Massenanteil) mit Keramikpartikeln mit Korngrößen im Nanometerbereich aufgefüllt wurde. Die Füllkörper bestanden aus einer Kombination aus nicht agglomerierten beziehungsweise nicht aggregierten Siliziumoxid-Füllern (Korngröße 20 nm), nichtagglomerierten beziehungsweise nichtaggregierten Zirkonoxid-Füllern (Korngröße 4 bis 11 nm) und aggregierten Zirkonoxid-Siliziumoxid-Clustern (SiO_2 20 nm und ZrO_2 -Partikel 4 bis 11 nm). Die Nanopartikel wurden mit Silan vorbehandelt; damit knüpfen die funktionellen Silanmoleküle chemisch sowohl an die Füllkörper als auch an die organische Polymermatrix an. Der hochgefüllte Nano-Resin-Verbundwerkstoff wurde thermisch ausgehärtet. Das so verfestig-

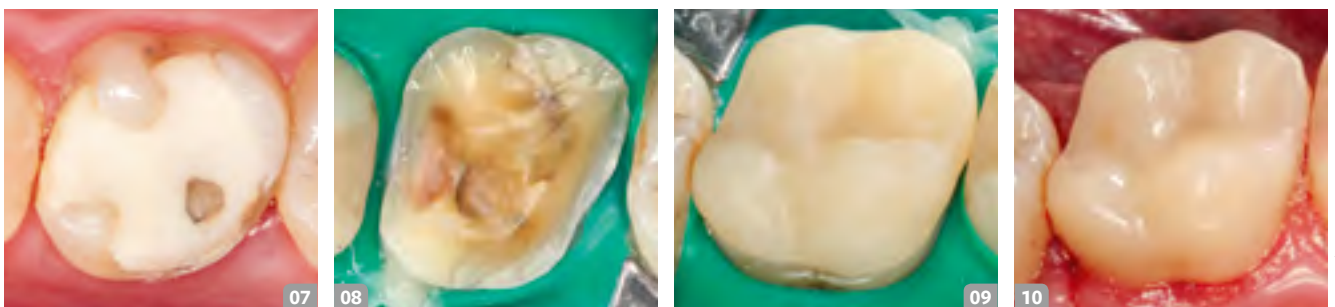
te Material zeigte schmelzähnliche Abstrationswerte bei deutlich ausgeprägter Antagonistenschonung im Vergleich zur Keramik [12]. Das E-Modul entsprach mit 15 GPa dem Dentin; die Biegefestigkeit mit 204 MPa war doppelt so hoch wie bei der klassischen Feldspatkeramik. Die Resilienz von -1,7 MPa zeigte, dass eingeleitete Kaukräfte vom E-Modul absorbiert werden [13]. Aus Untersuchungen ging hervor, dass Restaurationswände feiner und ohne das Risiko von Kantenausbrüchen ausgeschliffen werden können als dies mit Glaskeramik möglich ist [14]. Die Konditionierung erfordert das Abstrahlen der Restauration mit Korund (Al_2O_3), Silanisierung und die adhäsive Befestigung [15].

Materialkennndaten und Indikationen

Die Hybridkeramik hingegen enthält als einzige eine duale Keramik-Polymerstruktur, die zu 86 Gewichts-Prozent aus einem gitterähnlichen Keramiknetzwerk aus Feldspatkeramik besteht (Enamic, Vita Zahnfabrik). In diese poröse Keramikstruktur wird werkseitig ein Polymernetzwerk mit 14 Gewichts-Prozent infiltriert, das thermisch vollständig ausgehärtet wird. Das Polymernetzwerk bildet mit der silanisierten Keramik einen adhäsiven, interpenetrierenden Verbund. Das Elastizitätsmodul von 30 GPa liegt zwischen Dentin und Schmelz. Mit 160 MPa Biegezugfestigkeit kann der Werkstoff hohe Kaukräfte kompensieren [16]. Die Schichtstärke kann okklusale auf 1,0 mm, approximal auf 0,8 mm

reduziert werden [17]. Kronenränder können sehr fein ausgeschliffen werden. Herstellerseitig indiziert für Inlays, Onlays, Veneers, Teilkronen (Abb. 1 bis 6), monolithische Kronen, verblendete Kronen (Verblendkomposit) und Implantat-Suprastrukturen (Vita Implant Solutions), belegten Kausimulationen ein dem Zahnschmelz ähnliches Abstrationsverhalten [16]. Für die Befestigung wird Schmelz und Dentin geätzt (Phosphorsäure-Gel), Dentinprimer aufgetragen, der Adhäsivvorstrich einmassiert. Die Keramik wird mit Flusssäure (5%ig) geätzt, Silan und Adhäsiv aufgetragen; die Befestigung erfolgt mit licht- oder dualhärtendem Komposit [18].

Der Nano-Resin-Verbundwerkstoff enthält neben Siliziumoxid auch Zirkonoxid-Nanopartikel sowie zu Clustern versinteres Siliziumoxid und Zirkonoxid in einer hochvernetzten Polymermatrix (Lava Ultimate, 3M). Mit dem dentinähnlichen E-Modul liegt die initiale Biegefestigkeit bei >200 MPa. Die Abrasion ist schmelzähnlich [19]. Eine keramikseitige Ätzung mit Flusssäure ist nicht erforderlich. Befestigungsflächen müssen mit Aluminiumoxidpulver abgestrahlt ($\leq 50 \mu m$ -Korn, 2,0 bar Strahldruck, zum Beispiel Cojet) und adhäsiv (Scotchbond Universal) vorbehandelt werden; Schmelz und Dentin 15 Sek. mit Phosphorsäure anätzen, Adhäsiv einmassieren, verblasen und 10 Sek. lichterhärten, Befestigung mit RelyX Ultimate. Indikationen sind: Inlays, Onlays, Teilkronen, Veneers (Abb. 7 bis 10). Die mechanische Eignung des Werkstoffs für Implantatkronen erlaubte nach Kausimulation eine günstige Prognose [20].



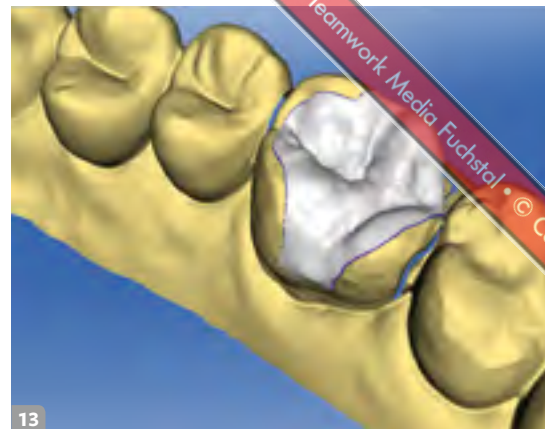
7 Fall 2 Teilkrone regio 16 aus polymerbasiertem Verbundmaterial. Glasionomermertfüllung, für die aufgrund mechanischer Defekte eine adhäsive Teilkrone indiziert war | **8** Nach Füllungsentfernung: Die sehr dünnen, verbliebenen Höcker wurden in die Präparation einbezogen | **9** Einprobe der unbehandelten Teilkrone: Die Cerec-typische, gute Primärpassung ist beachtenswert | **10** Mit RelyX Ultimate in Kombination mit Scotchbond Universal (3M) befestigte Teilkrone, Farbe A3, niedrige Transluzenzstufe LT, nach der Politur



11



12



13



14



15

11 Fall 3 Onlay-Fall aus zirkonoxidverstärktem Lithiumsilikat (Celtra Duo): insuffiziente Kompositrestaurationen 26 und 27
12 Onlay-Präparation regio 26: Die reduzierte Restzahnstärke machte eine selektive Höckerüberkuppelung disto-vestibulär erforderlich
13 Virtuelle Konstruktion mit Cerec-Software 4.2 (Dentsply-Sirona) | **14** Anätzen des Onlays mit Flusssäure als Vorstufe der adhäsiven Befestigung mit Etch&Rinse und dualhärtendem Bonding (Prime&Bond XP + SCA, Dentsply) | **15** Okklusale Adjustierungen nach der Eingliederung mit Finierdiamant

Fotos 11 bis 15: Rinke

Die Befestigungstechnik für Kronen wird zur Zeit reevaluiert [21]. Die Politur der Verbundkeramik erreicht eine Oberflächengüte, vergleichbar mit einem Glanzbrand [22].

Auf der Basis keramikdotierter Polymere sind neuerdings CAM-fräsbar Komposit-Blocks erhältlich. Diese Hybridwerkstoffe bieten eine sehr geringe Monomer-Konversion, weisen eine hohe Netzwerkdicke auf und unterbinden damit eine Wassereinlagerung. Die E-Moduli sind dentinähnlich (9 bis 18 GPa), die Biegebruchfestigkeit liegt über jener von Feldspatkeramik (siehe Tabelle 1). Aufgrund der geringen Abrasion und des geringen Bruchrisikos scheinen diese Materialien laut Herstellerangaben zur restaurativen Versorgung von Bruxismus-Patienten geeignet zu sein. Klinische Fälle aus der Praxis belegen

die Eignung für Bisshebungen sowie für Non-Prep-Overlays und aufgrund der stoßdämpfenden Wirkung den Einsatz für Implantatkronen.

Glaskeramik mit erhöhter Festigkeit

Neben der Entwicklung von Hybridbeziehungswise Verbundwerkstoffen wurden Silikatkeramiken optimiert. Es war beabsichtigt, deren unbestrittene Eignung für besonders ästhetisch anspruchsvolle Restaurationen wie Inlays, Onlays, Veneers, Teilkronen und Kronen auf Prämolaren mit einem Zuwachs an Biegezugfestigkeit für den Einsatz im Seitenzahngebiet zu qualifizieren. Den Herstellern ist es gelungen, Derivate mit Glaskeramik zu entwickeln, die Festigkeiten über 400 MPa erreichen, ohne

Kompromisse in der Transluzenz und Ästhetik eingehen zu müssen. Dafür wurde Lithiumsilikat mit 10 Prozent dispers verteilten Zirkonoxid-Partikeln dotiert. Die sehr feine Kristallstruktur mit durchschnittlicher Korngröße von 0,5 µm löste ohne eine Trübung der Keramik eine Stabilisierung der Glasmatrix aus. Die ausgebildeten Kristalle sind vier bis achtmal kleiner als Lithium-Disilikat-Kristalle [23,24]. Das Resultat ist eine gute Biegezugfestigkeit (420 MPa) bei gleichzeitig hohem Glasanteil. Das E-Modul mit 70 GPa liegt etwa auf Schmelz-Niveau. Die lichteoptische Eigenschaft mit 500 bis 700 nm Wellenlänge entspricht dem natürlichen Licht, das für die Opaleszenz verantwortlich ist. Die Lichtleitfähigkeit sorgt im Zusammenspiel mit dem natürlichen Restzahnbestand für einen Chamäleon-Effekt.

Die zirkonoxidverstärkten Lithium-silikat-Keramiken (ZLS) sind unter den Marken Suprinity (Vita Zahnfabrik), Celtra Duo, Celtra Press (Dentsply) verfügbar. Celtra Duo ist ein zahnfarbener, auskristallisierter und mit dem Cerec-System (Dentsply Sirona) kompatibler Keramikblock, der nach dem Chairside-Ausschleifen hochglanzpoliert werden kann. Der Biegezugfestigkeit beträgt nach dem Schleifprozess 210 MPa; dies reicht für Inlays und Onlays aus (Abb. 11 bis 15). Durch einen Glasurbrand kann der Wert auf 370 MPa angehoben werden. Der Vorteil liegt in der Kombination kurzer Prozesszeiten und einer höheren Festigkeit im Vergleich zu Werkstoffen, die final noch kristallisiert werden müssen. Die Pressvariante hat im 3-Punkt-Biegetest 420 MPa Festigkeit erreicht. Das feinkristalline Lithiumsilikat-Gefüge von Suprinity (Vita Zahnfabrik) hat eine Kristallgröße von zirka 0,5 µm und ebenfalls einen ZrO₂-Anteil von etwa 10 Gewichts-Prozent. Der Block wird im vorkristallisierten Zustand mit 120 MPa Biegezugfestigkeit in Form geschliffen. Nach der Kristallisation steigt die Festigkeit

auf 420 MPa an. Indikationen sind: Inlays, Onlays, Teilkronen, Veneers, Frontzahn- und Seitenzahn-Kronen und laut Herstellerangaben auch Implantat-Suprakonstruktionen.

Auf einen Blick

Die neue Gruppe der Hybrid- und Verbundwerkstoffe hat es verstanden, den Brückenschlag der Antipoden Elastizität und Festigkeit zu schaffen, die Verformbarkeit unter Druck mit der mechanischen Stabilität zu vereinen, ohne risikobehaftete Kompromisse eingehen zu müssen. E-Moduli und Abrasivität liegen im Korridor von Schmelz und Dentin. Damit kann die Attrition „parallel“ mit der natürlichen Zahnhartsubstanz einhergehen. Die Resilienz der Restaurationen verhindert, dass hohe Kaukräfte ungepuffert auf die Zahnwurzel und ins Knochenlager einwirken und somit nach dem Vorbild der Natur biomimetische Bedingungen erfüllen. Die keramikt-dotierten Komposit-Blocks scheinen sich für den Einsatz bei Bruxismus und für Kauflächen-Veneers zu qualifizieren. Die zirkonoxidverstärkte Lithiumsilikat-Keramik bietet eine erhöhte Festigkeit; diese konnte ohne ästhetische Kompromisse erreicht werden. Somit ist der Werkstoff eine Option für den Seitenzahneinsatz. E-Modul und Biegezug-Eigenschaft entsprechen der Zahnhartsubstanz. Obwohl für die neuen Werkstoffe noch keine universitären Langzeitstudien vorliegen, erlauben klinische Ergebnisse aus der Praxis gute Prognosen für den Dauereinsatz. Die Qualitätssicherungs-Feldstudie der Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde, die seit 20 Jahren kontinuierlich klinische Daten von Restaurationen aus zirka 250 niedergelassenen Praxen auswertet (Ceramic Success Analysis), wird in Zukunft auch über dokumentierte Behandlungserfahrungen mit diesen Materialien berichten. ■


Der Autor



Manfred Kern
Schriftführer AG Keramik

Kontakt

Postfach 11 60
76308 Malsch
info@ag-keramik.de
www.ag-keramik.de

 **Literaturverzeichnis** unter
www.teamwork-media.de/literatur

Coming soon.
Die neue Polyether-Generation.

Der Natur auf der Spur mit CAD/CAM

Teamwork No 1/2018

Literatur:

[1] Fischer J: Für jede Indikation das richtige Material. Quintessenz ZT 2014; 40(11): 1430-1432

[2] Magne P, Belser UC: Adhäsiv befestigte Keramikrestorationen. Quintessenz Verlag Berlin 2002; 23-52.

[3] Stokes AN, Hood JA: Impact fracture patterns of intact and restored human maxillary central incisors. Int J Prosthodont 1988; 1(2): 208-210

[4] Gordon J: Structures - Why things don't fall down. Strain energy and modern fracture mechanics. Da Capo Press, New York 1978; 70-109

[5] Arnetzl G: Neue Materialien, neue Perspektiven. Zahntech Mag 2015; 19(1): 18-25

[6] Koller M, Arnetzl GV, Holly L, Arnetzl G: Lava ultimate resin nano ceramic for CAD/CAM: customization case study. Int J Comp Dent 2012; 15: 159-164

[7] Kern M, Beuer F, Frankenberger R, Kohal RJ, Kunzelmann KH, Mehl A, Pospiech P, Reiss B: Neue Werkstoffe und Verarbeitungssysteme – aus: Vollkeramik auf einen Blick, 6. Auflage 2015; ISBN 978-3-9817012-0-3: p 100-107

[8] Beier US, Kapferer I, Dumfahrt H: Clinical long-term evaluation and failure characteristics of 1,335 all-ceramic restorations. Int J Prosthodont 2012; 25: 70-78

[9] Magne P, Silva M, Oderich E, Boff LL, Enciso R: Damping behavior of implant-supported Restorations. Clin Oral Implants Res 2013; 24: 143-148

[10] Mörmann W: Ein neuer Keramik-Polymer-Hybridwerkstoff für CAD/CAM. Zahntech Mag 2013; 17: 130-131

[11] Menini M, Conserva E, Tealdo T, Bevilacqua M, Pera F, Signori A, Pera P: Shock absorption capacity of restorative materials for dental implant prostheses – an in vitro study. Int J Prosthodont 2013; 26: 549-556

[12] Ernst CP: Adhäsive Teilkronen im erosiv-parafunktional geschädigtem Gebiss. ZMK 2013; 29(1): 50-53

[13] Awada A, Nathanson D: Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. J Prosthet Dent 2015; pii S0022-3919, Epub ahead of print

[14] Fasbinder DJ: Treatment concept with CAD/CAM-fabricated high-density polymer temporary restorations. J Esthet Restor Dent 2012; 24: 319-320

- [15] Spitznagel FA, Horvath SD, Guess PC, Blatz MB: Resin bond to indirect composite and new ceramic-polymer materials: a review of the literature. *J Esthet Restor Dent* 2014; 26(6): 382-393
- [16] Mörmann WH, Stawarczyk B, Ender A, Sener B, Attin T, Mehl A: Wear characteristics of current aesthetic dental restoratives CAD/CAM Materials – two-body, gloss retention, roughness and martens hardness: *J Behav Biomed Mater* 2013; 20: 113-125
- [17] Awad D, Stawarczyk B, Liebermann A, Ilie N: Translucency of esthetic dental restorative CAD/CAM materials and composite resins with respect to thickness and surface roughness. *J Prosthet Dent* 2015; 113(6): 534-540
- [18] Frankenberger R, Hartmann VE, Krech M, Krämer N, Reich S, Braun A, Roggendorf M: Adhesive luting of new CAD/CAM materials. *Int J Comp Dent* 2015; 18(1): 9-20
- [19] Rusin RP, Rolf C, Boehmer RA, Christen WE, Russel VA, Normann CF: Schlagfestigkeit eines neuen Resin-Nanokeramik CAD/CAM-Materials. *Dent Mater* 2012; 28 Suppl 1
- [20] Bonfante EA, Suzuki M, Lorenzoni FC, Sena LA, Hirate R, Bonfante G, Coelho PG: Probability of survival of implant-supported metal ceramic and CAD/CAM resin nano-ceramic crowns. *Dent Mater* 2015; 31(8): 168-177
- [21] Fasbinder DJ, Neiva GF, Dennison JB, Heys D, Heys R: One year evaluation of CAD/CAM nano-ceramic and leucite-reinforced onlays. Referat IADR convention March 20, 2014
- [22] Lawson NC, Burgess JO: Gloss und stain resistance of ceramic-polymer CAD/CAM restoratives. *J Esthet Restor Dent* 2015; doi 10.1111, Epub ahead of print
- [23] Rinke S, Schäfer S, Schmidt AK: Einsatzmöglichkeiten zirkonoxidverstärkter Lithiumsilikat-Keramiken. *Quintessenz Zahntech* 2014; 40(5): 536-546
- [24] Rinke S, Schäfer S: Zirkonoxidverstärkte Silikatkeramik in der Anwendung. *Digital Dentistry* 2014; 2: 22-27
- [25] Zimmermann M: Perfektion im Umgang mit neuen Materialien. Referat auf dem Masterkurs der DGCZ am 18.06.2015 in München