



Prof. Dr. Dipl. Ing. (FH) Bogna Stawarczyk, M.Sc. studierte nach ihrer Zahntechnikausbildung Dentaltechnologie an der Fachhochschule Osnabrück. Dieses schloss sie 2006 mit ihrer Diplomarbeit an der Klinik für Zahnärztliche Prothetik der Universität Bern ab. Später besuchte sie das postgraduelle Studium Master of Science Dental Technik an der Donauuniversität Krems, dass sie mit Erfolg abschloss. Von 2008 bis 2009 war sie an der Universität Zürich am Zentrum für Zahnmedizin in der Materialforschung der Klinik für Kronen- und Brückenprothetik, Teilprothetik und Materialkunde als Leiterin der Abteilung Materialforschung tätig. Frau Stawarczyk promovierte 2013 und habilitierte 2015 an der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) in München, wo sie im selben Jahr die Leitung der Werkstoffkundeforschung an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik übernahm und 2020 zur apl. Professorin benannt wurde. Derzeit ist sie Vizepräsidentin der European Association of Dental Technology (EADT), hält zahlreiche Vorträge über moderne Dentalmaterialien und unterrichtet Werkstoffkunde an mehreren Zahntechnik-Meisterschulen. Frau Stawarczyk veröffentlichte bislang mehr als 350 Beiträge in nationalen und internationalen Fachmagazinen. In Ihrer Forschungsarbeit fokussiert sie sich auf zahnfarbene Materialien, deren Verarbeitungstechniken und Befestigung. Neben der angewandten Forschung legt sie großen Wert auf die Grundlagenforschung sowie die Optimierung und Neuentwicklung innovativer Technologien zur Herstellung zahnmedizinischer und zahntechnischer Materialien.

Werkstoffkunde von hochfesten CAD/CAM- Keramiken im Fokus

Vollkristallisierte Lithiumdisilikat- Keramik in Blockform

Interview mit

Prof. Dr. Bogna Stawarczyk, Deutschland

Bei der Vielzahl von CAD/CAM-Keramiken erschließen sich die Unterschiede zwischen einzelnen Werkstoffklassen nicht auf den ersten Blick. Es bedarf des werkstoffkundlichen Wissens, um die Keramiken entsprechend einzuordnen, sie indikationsgerecht einzusetzen und korrekt zu verarbeiten. Im Interview spricht Annett Kieschnick mit Prof. Dr. Bogna Stawarczyk (Werkstoffkundeforschung an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, LMU München), die mit ihrem Team insbesondere im Bereich der CAD/CAM-Keramiken forscht. Unter anderem für die wegweisenden Arbeiten im Bereich Zirkonoxid und Silikatkeramiken ist das Münchner Team national und international bekannt. Der Fokus des Interviews liegt auf der Lithiumdisilikat-Keramik. Seit einigen Monaten gibt es ein neues Produkt (Initial™ LiSi Block, GC), welches einige Besonderheiten aufweist.

Können Sie bitte einordnen, zu welcher Werkstoffklasse Lithiumdisilikat-Keramik zählt?

Bogna Stawarczyk: Generell lassen sich dentale Keramiken in zwei Arten unterscheiden – Oxidkeramik (z. B. Zirkonoxid) und Silikatkeramik. Mit Lithiumdisilikat-Keramik befinden wir uns bei einer Silikatkeramik, die zusätzlich mit Lithiumdisilikat-Kristallen verstärkt ist. Durch die Verstärkungskristalle ergeben sich im Vergleich zur unverstärkten Silikatkeramik wie Feldspat bzw. Leuzitkeramik höhere mechanische Eigenschaften (z. B. Biegefestigkeit oder Bruchzähigkeit). Die Obergruppe von Lithiumdisilikat-Keramik ist also Lithiumsilikat. Hier gibt es insgesamt drei Untergruppen. Schon länger am Markt verfügbar ist Lithiumdisilikat-Keramik. Zudem gibt es seit einigen Jahren Lithiummetasilikat- und Lithiumaluminosilikat-Keramiken. Die Hauptbestandteile dieser Keramiken sind Lithiumoxid und Siliziumoxid.

Es gibt also verschiedene Lithiumsilikat-Keramiken und zudem verschiedenste Produkte diverser Hersteller. Wie lassen sich die Keramiken werkstoffkundlich unterscheiden?

Bogna Stawarczyk: Aus Sicht der Werkstoffkunde sind die Zusammensetzung der Keramiken sowie der Herstellungsprozess interessant und letztlich entscheidend für die Eigenschaften des Werkstoffs. Die Glasphase aller drei Lithiumsilikat-Keramiken ist Siliziumoxid; die kristalline Phase ist Lithiumoxid. Lithiumdisilikat- und Lithiummetasilikat-Keramiken entstehen durch eine Kristallisation aus Lithiumoxid und Siliziumoxid. Das molare Verhältnis zwischen Lithiumoxid und Siliziumoxid in der Glasphase bestimmt die Entstehung der Lithiummetasilikat- oder Lithiumdisilikat-Kristalle. Bei Lithiumaluminosilikat-Keramik findet eine Co-Kristallisation von Lithiumdisilikat und Lithiumaluminosilikat statt.

Das klingt sehr technisch. Was sind denn die konkreten Unterschiede bei der Verarbeitung in Praxis und Labor?

Bogna Stawarczyk: Auch hier heißt es, der industrielle Herstellungsprozess und die Zusammensetzung der Keramiken bestimmen die Anwendungseigenschaften. Da die Keramiken unterschiedlich verstärkt sind, gibt es durchaus Abweichungen in bestimmten Eigenschaften. So sind beispielsweise alle drei Lithiumsilikat-Keramiken für das CAD/CAM-Schleifen geeignet, allerdings gibt es im Moment für die Presstechnik nur Lithiumdisilikat-Keramik. Des Weiteren sind einige Keramiken vorkristallisiert und andere durchkristallisiert, was sich auf den Verarbeitungsprozess auswirkt. Zudem kann eine Lithiumaluminosilikat-Keramik aufgrund des niedrigen Wärmeausdehnungskoeffizienten (WAK) nicht über einen Ofenbrand individualisiert werden. Im Gegensatz dazu lässt sich beispielsweise Lithiumdisilikat-Keramik mit keramikbasierten



CAD/CAM-geschliffene Veneers aus Lithiumdisilikat-Keramik, Initial LiSi Block (Bild: ZTM C. v. Bukowski, München)



CAD/CAM-geschliffenes Veneer für einen Frontzahn aus der Lithiumdisilikat-Keramik Initial LiSi Block nach dem Schleifprozess (Bild: ZTM C. v. Bukowski, München)



Auch diese Seitenzahnkrone ist aus dem vollkristallisierten Lithiumdisilikat geschliffen. Das Bild verdeutlicht die hohe Kantenstabilität, die auf eine leicht reduzierte Martenshärte zurückzuführen ist. (Bild: ZTM C. v. Bukowski, München)



*Anmerkung

Die vollkristallisierte Lithiumdisilikat-Keramik Initial LiSi Block basiert auf einer herstellereigenen HDM-Technologie von GC, die sich bereits bei der Presskeramik Initial™ LiSi Press bewährt hat. Zur Individualisierung der geschliffenen Restaurationen dient beispielsweise das malbare Farb- und Micro-Layering-Keramiksystem GC Initial™ IQ ONE SQIN-Konzept.

Malfarben charakterisieren. Generell haben Lithiumdisilikat-Keramiken einen mit Zirkonoxid vergleichbaren WAK-Wert. Also kann man sich hier gut merken: Ist eine Keramik vom WAK-Wert auf Zirkonoxid abgestimmt, bindet sie auch an einer Lithiumdisilikat-Keramik. Es gibt also Unterschiede zwischen den Lithiumdisilikat-Keramiken, die dem Anwendenden bewusst sein sollten.

Nun kommen immer wieder neue, optimierte Keramiken auf den Markt. Seit einigen Monaten gibt es einen vollkristallisierten CAD/CAM-Block von GC (Initial LiSi Block). Was ist das Besondere daran?

Bogna Stawarczyk: Grundsätzlich handelt es sich bei Initial LiSi Block* um eine Lithiumdisilikat-Keramik. Besonderheit ist, dass sich das Material bereits im definitiv auskristallisierten Zustand befindet und die maximale Dichte und Endfestigkeit hat. Daher muss die Keramik nach dem Schleifprozess nicht im Ofen nachkristallisiert werden. Positiv zu beurteilen ist zudem, dass die Martenshärte-Parameter (Martenshärte und Eindringmodulus) im Vergleich zu anderen Lithiumdisilikat-

Keramiken etwas geringer sind, wodurch die Kantenstabilität sehr hoch ist. Die Keramik ist gut schleifbar. Die Gefahr von Kantenausbrüchen bzw. Sprödigkeit ist aufgrund der Martenshärte-Parameter reduziert. Auch die lichtoptischen Eigenschaften erscheinen sehr gut. Aus Sicht der Verarbeitung ist als Besonderheit auch die schnelle Fertigungszeit zu erwähnen; der zusätzliche Kristallisierungsbrand entfällt. Trotzdem ist ein Individualisieren auf Wunsch möglich. Innerhalb kurzer Zeit lassen sich mit keramikbasierten Malfarben die Restaurationen aus dem monochromatischen Block individualisieren*.

Sie haben die Keramik für Vorversuche einigen Labortests unterzogen. Wie sind die ersten Ergebnisse?

Bogna Stawarczyk: Im Vergleich zu anderen schleifbaren Lithiumdisilikat-Keramiken zeigt sich eine geringere Martenshärte, was mit der guten Kantenstabilität von Initial LiSi Block korreliert. Zudem ist der Eindringmodulus (E-Modul) etwas tiefer als bei vergleichbaren Lithiumdisilikat-Keramiken. So lassen sich selbst fein auslaufende

Ränder präzise umsetzen. Geprüft haben wir verschiedene mechanische Eigenschaften und festgestellt, dass die Zuverlässigkeit (Weibull-Modul) von Initial LiSi Block hoch ist. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass der Werkstoff nicht spontan und unerwartet frakturiert. Zusammenfassend kann aus unseren ersten Vorversuchen eine klare Tendenz gezogen werden: Das Material hat positiv zu beurteilende Martenshärte-Parameter, was darauf hindeutet, dass die Kantenstabilität der geschliffenen Restauration hoch ist.

An der LMU forschen Sie viel zu CAD/CAM-Materialien und haben zudem ein offenes Ohr für die ganz praktischen Fragen aus Praxis und Labor. Gibt es Fragen, die immer wieder an Sie herangetragen werden?

Bogna Stawarczyk: CAD/CAM-Materialien spielen bei uns in der Forschung eine tragende Rolle, denn sie sind die Zukunft. Die Materialqualität ist durch die industrielle Herstellung hoch und standardisiert. Fragen aus der Praxis und dem Labor betreffen in der Regel die Verarbeitung. Wie lassen sich die Materialien schleifen und polieren?

Wie viel Nacharbeit ist notwendig? Sind die Materialien kombinierbar (z. B. mit Malfarben)? Sehr oft stehen auch Fragen rund um die intraorale Befestigung im Fokus. Hier komme ich nochmal auf die Lithiumdisilikat-Keramik Initial LiSi-Block zurück. Aus meiner Sicht sollten Restaurationen aus dieser Keramik adhäsiv eingegliedert werden. Die geschliffene Restauration wird für 20 bis 30 Sekunden geätzt und nach der Konditionierung (silanhaltiges Adhäsivsystem) mit konventionellen Befestigungs-Compositen oder nach Herstellerangaben mit selbstadhäsiven Befestigungs-Compositen (z. B. G-CEM ONE, GC) entsprechend dem Protokoll eingegliedert. Gerade bei dem sensiblen Schritt der Befestigung ist werkstoffkundliches Wissen wichtig. Alles zu

diesem wichtigen Thema kann im interaktiven Werkstoffkunde-Kompodium „Dentale Befestigungsmaterialien“ nachgelesen und erlebt werden.

Welche Werkstofftrends siehst Du für die prothetische Zahnmedizin – in naher und in ferner Zukunft?

Bogna Stawarczyk: Generell versuchen wir mit den Eigenschaften dentaler Werkstoffe die Eigenschaften natürlicher Zahnhartsubstanz zu „kopieren“. Das ist mit den aktuell verfügbaren Werkstoffen nicht möglich. So ist beispielsweise bei keramischen Werkstoffen das E-Modul zu hoch und bei polymerbasierten Werkstoffen zu niedrig. Kompromisse führen wieder zu anderen Nachteilen. Es ist also immer ein Balanceakt. Vorstellbar ist, dass

Thermoplaste zukünftig einen höheren Stellenwert gewinnen wird; derzeit limitieren die ästhetischen Eigenschaften. Was die Ästhetik betrifft, überzeugen keramische Werkstoffe und das wird die kommenden Jahre so bleiben. Wenn sich diese keramischen Werkstoffe dann irgendwann im 3D-Druckverfahren umsetzen lassen könnten, arbeiten wir deutlich sparsamer im Materialverbrauch und gelangen schnell zur langlebigen Restauration. Der 3-D-Druck von dentalen Keramiken ist sicherlich nicht die nahe Zukunft in der prothetischen Zahnmedizin, aber ein durchaus denkbare Szenario.

Vielen Dank für das Gespräch,
Annett Kieschnick, Berlin