

Focus op de materiaalwetenschappen voor versterkte silicaatkeramiek voor CAD/CAM



Prof. Dr Dipl. Ing. (FH) Bogna Stawarczyk, M.Sc. Ze studeerde tandtechnologie (B.Sc.) aan de University of Applied Sciences van Osnabrück, na haar opleiding als tandtechnicus. In 2006 voltooide ze haar studies met haar bachelorthesis aan de Kliniek voor Tandprothetiek aan de Universiteit van Bern. Daarna voltooide ze haar postgraduaat Master of Science Tandtechniek aan de Donau-Universiteit in Krems (Oostenrijk). Van 2008 tot 2009 was ze hoofd materiaalwetenschappelijk onderzoek van de Kliniek voor vaste en uitneembare tandprothetiek en tandheelkundige materiaalwetenschappen van de Universiteit van Zürich (Zwitserland). Mevrouw Stawarczyk voltooide in 2013 haar doctoraat en in 2015 haar habilitatie aan de Ludwig-Maximilians-Universiteit in München, waar ze in 2015 werd benoemd tot hoofd van het materiaalwetenschappelijk onderzoek en in 2020 tot extracurriculair hoogleraar. Momenteel is ze ook vice-voorzitter van de European Association of Dental Technology (EADT), geeft ze talrijke lezingen over moderne tandheelkundige materialen en doceert ze materiaalwetenschappen aan verschillende masteropleidingen tandheelkundige technologie. Ze is ook de auteur van meer dan 350 nationale en internationale publicaties. Haar onderzoek is gericht op tandkleurmaterialen, de verwerkings-technieken ervan en cementeren. Naast toegepast onderzoek hecht ze groot belang aan fundamenteel onderzoek, de optimalisering en nieuwe ontwikkeling van innovatieve tandheelkundige materialen en hun fabricagetechnologieën.

Volledig gekristalliseerde keramische lithiumdisilicaatblokken

Een interview met Prof. Dr. Bogna Stawarczyk, Duitsland

Door het grote aantal CAD/CAM-keramieken zijn de verschillen binnen de materiaalklassen op het eerste gezicht niet duidelijk. Om de keramiek goed in te delen, om ze volgens de aanwijzingen te gebruiken en om ze op de juiste manier te verwerken, is kennis van de materiaalkunde nodig. In dit interview sprak Annett Kieschnick met Prof. Dr. Bogna Stawarczyk (materiaalwetenschappelijk onderzoek aan de afdeling prothetische tandheelkunde, LMU München), die samen met haar team het onderzoek heeft toegespitst op CAD/CAM-materialen. Het team uit München is onder meer nationaal en internationaal bekend om hun baanbrekende werk op het gebied van zirkoniumoxide- en silicaatkeramiek. De focus van het interview ligt vooral op lithiumdisilicaat. Initial LiSi Block (GC), een recent gelanceerd product met enkele speciale kenmerken zal aan bod komen.

Zou u kunnen omschrijven tot welke materiaalklasse lithiumdisilicaatkeramiek behoort?

Prof. Stawarczyk : Tandheelkundige keramiek kan in het algemeen in twee groepen worden onderverdeeld – oxidekeramiek (b.v. zirkonium) en silicaatkeramiek. Lithiumdisilicaat is een silicaatkeramiek die extra wordt verstevigd met lithiumdisilicaatkristallen. De versterkingskristallen zorgen voor betere mechanische eigenschappen (b.v. buigsterkte of breukweerstand) in vergelijking met niet-versterkte silicaatkeramiek (veldspaat- of leucietkeramiek). De overkoepelende groep van lithiumdisilicaatkeramiek is daarom lithiumsilaat. Er zijn drie subgroepen. Lithiumdisilicaatkeramiek is al een tijdje op de markt verkrijgbaar. Daarnaast bestaan er al enkele jaren lithium-metasilicaat- en lithium-aluminosilicaatkeramieken. De hoofdbestanddelen van deze keramieken zijn lithiumoxide en siliciumoxide.

Kortom, er bestaan verschillende lithiumsilaatkeramieken en verschillende producten van allerlei fabrikanten. Hoe kunnen deze vanuit materiaalkundig oogpunt worden onderscheiden?

Prof. Stawarczyk : Voor ons zijn de samenstelling van de keramiek en het productieproces interessant en uiteindelijk beslissend voor de eigenschappen van het materiaal. De glasachtige fase van alle drie de lithiumsilaatkeramieken is siliciumoxide; de kristallijne fase is lithiumoxide. Lithiumdisilicaat- en lithiummetasilicaat-keramiek worden gevormd door de kristallisatie van lithiumoxide en siliciumoxide. De molaire verhouding tussen lithiumoxide en siliciumoxide in de glasachtige fase bepaalt de vorming van lithiummetasilicaat- of lithiumdisilicaatkristallen. In lithiumaluminosilicaat-keramiek gebeurt een co-kristallisatie van lithiumdisilicaat en lithium-aluminosilicaat.

Dat klinkt heel technisch. Wat zijn de verschillen binnen de verwerking in de praktijk en in het laboratorium?

Prof. Stawarczyk : Ook hier wordt gezegd dat het industriële productieproces en de keramieksamenstelling de toepassingseigenschappen bepalen. Aangezien de keramiek op verschillende wijzen wordt versterkt, zijn er zeker afwijkingen in bepaalde eigenschappen. Zo zijn de drie lithiumsilaatkeramieken geschikt voor CAD/CAM-frezen, maar is er op dit moment alleen lithiumdisilicaatkeramiek voor de perstechniek. Bovendien zijn sommige keramieken voorgekristalliseerd en andere volledig gekristalliseerd, wat het productieproces beïnvloedt. Bovendien kan lithiumaluminosilicaat-keramiek niet worden geïndividualiseerd door glazuurbakken in de oven met gewone keramiek vanwege de lage thermische uitzettingscoëfficiënt (CTE). Lithiumdisilicaatkeramiek daarentegen kan bijvoorbeeld worden gekarakteriseerd met keramische verven. Doorgaans hebben lithiumdisilicaatkeramieken een



***Noot van de redactie**

De volledig gekristalliseerde lithiumdisilicaatkeramiek Initial LiSi Block is gebaseerd op GC's eigen HDM-technologie, die zich reeds heeft bewezen in de perskeramiek Initial LiSi Press. Om de gefreesde restauraties te individualiseren, kan bijvoorbeeld het overschilderbare kleur-en-vorm keramiekconcept Initial IQ ONE SQIN (GC) worden gebruikt.

vergelijkbare CTE-waarde als zirkonium. Dus, als geheugensteuntje: als de CTE-waarde van een keramiek vergelijkbaar is met die van zirkonium, bindt het ook met een lithiumdisilicaatkeramiek. Vandaar dat er grote verschillen zijn tussen de lithium-silicaatkeramieken waarvan de beoefenaar zich bewust moet zijn.

Tegenwoordig komen er voortdurend nieuwe geoptimaliseerde keramische producten op de markt. GC heeft een tijdje geleden een volledig gekristalliseerd CAD/CAM-blok uitgebracht (Initial LiSi Block). Wat is daar zo speciaal aan?

Prof. Stawarczyk : Initial LiSi Block is in principe een lithiumdisilicaatkeramiek. Het bijzondere eraan is dat het materiaal al definitief is gekristalliseerd en daardoor al de maximale dichtheid en de uiteindelijke buigsterkte heeft. Daarom moet de keramiek niet worden gekristalliseerd in de oven na het slijpproces. Een ander voordeel eraan is dat de hardheidsparameters van Martens (de hardheids- en penetratiemodulus van Martens) iets lager zijn dan die van andere lithiumsilaatkeramieken. Dat wil zeggen dat de randstabiliteit heel goed is. De keramiek

laat zich gemakkelijk frezen. Het risico op randbreuk of broosheid wordt gereduceerd door deze hardheidsparameters van Martens. De lichtoptische eigenschappen komen er ook goed uit. Vanuit een verwerkingsstandpunt, zou de snelle productietijd moeten worden vermeld als een speciale eigenschap; het extra kristalliseren wordt weggelaten. Toch is individualisering op aanvraag nog steeds mogelijk. Op korte termijn kunnen keramiek-gebaseerde inkleurmateriaal worden gebruikt om restauraties van het monochromatische blok te onderscheiden.*

U heeft de keramiek aan enkele laboratoriumtesten onderworpen voor voorlopig onderzoek. Wat waren uw eerste bevindingen?

Prof. Stawarczyk : Een vergelijking met andere lithiumsilaatkeramieken voor frezen, was er een lagere Martens-hardheid, die samengaat met de goede randstabiliteit van Initial LiSi Block. Daarnaast, ligt de penetratiemodulus (inkepingmodulus/ elasticiteitsmodulus) iets lager dan die van de vergelijkbare lithiumsilaatkeramiek. Daarom kunnen zelfs fijn toelopende, scherpe randen nauwkeurig worden toegepast. We hebben verschillende mechanische eigenschappen getest en

daaruit is gebleken dat Initial LiSi Block heel betrouwbaar is (Weibull-module). Hieruit kan worden geconcludeerd dat het materiaal niet vanzelf en onverwacht breekt. Kort samengevat, tekent zich uit onze eerste voorlopige testen een duidelijke trend af: het materiaal heeft positieve Martens hardheidsparameters, die aangeven dat de randstabiliteit van de gefreesde restauratie hoogkwalitatief is.

Aan de LMU voert u heel wat onderzoek rond CAD/CAM-materialen en besteedt u veel aandacht aan praktische vragen vanuit de praktijk en laboratoria. Zijn er vragen die herhaaldelijk bij u onder de aandacht worden gebracht?

Prof. Stawarczyk : CAD/CAM-materialen spelen een grote rol in ons onderzoek, omdat deze materialen de toekomst zijn. De kwaliteit van het materiaal is hoog en gestandaardiseerd dankzij de industriële productie. Vragen uit de praktijk en het laboratorium hebben meestal betrekking op de verwerking: 'Hoe kunnen de materialen worden geslepen en gepolijst?', 'Hoeveel herstelwerk is er nodig?', 'Zijn de materialen compatibel (bv. met verf)?', enz. Heel vaak gaat de aandacht ook uit naar vragen in



CAD/CAM-vervaardigde veneers van lithiumdisilicaatkeramiek Initial LiSi Block (GC). Met dank aan MDT C. von Bukowski, Duitsland



CAD/CAM-vervaardigd veneer voor een anterieure tand gemaakt van lithiumdisilicaatkeramiek (Initial LiSi Block) na het slijpproces. Met dank aan MDT C. von Bukowski, Duitsland



De posterieure kroon werd ook gefreesd uit het volledig gekristalliseerde lithiumdisilicaat (Initial LiSi Block). De afbeelding toont de hoge randstabiliteit, die te danken is aan een iets lagere Martens-hardheid. Met dank aan MDT C. von Bukowski, Duitsland

verband met intraorale hechting. Hier grijp ik terug naar de lithiumdisilicaatkeramiek Initial LiSi Block: vanuit mijn standpunt moeten restauraties van deze keramiek met een adhesief worden gecementeerd. De gefreesde restauratie wordt gedurende 20 tot 30 seconden geëetst en vervolgens, na conditionering met een silaanhoudende primer, gehecht met gewoon composiet hechtcement of, volgens de instructies van de fabrikant, met een zelfklevend composiet hechtcement (bijv. G-CEM ONE van GC) volgens het protocol. Vooral bij de delicate stap cementeren, is materiaalkundige kennis van belang. Alles over dit belangrijke onderwerp kunt u lezen en ervaren in het interactieve materiaalwetenschappelijke compendium 'Dentale Befestigungsmaterialien' [alleen in het Duits - Ed].

*Welke materiaaltrends ziet u voor de
prothetische tandheelkunde - in de
nabije en de verre toekomst?*

Prof. Stawarczyk : Doorgaans proberen wij de eigenschappen van de natuurlijke harde tandsubstantie te 'kopiëren' in tandheelkundige restauratiematerialen. Dit is niet mogelijk met de huidige beschikbare materialen. Zo is bijvoorbeeld de elasticiteitsmodulus van keramische materialen te hoog en die van materialen op basis van polymeer te laag. Tussenoplossingen brengen andere nadelen met zich mee. Het is dus voortdurend balanceren. Het is niet ondenkbaar dat thermoplasten in de toekomst belangrijker zullen worden, maar momenteel zijn de esthetische eigenschappen beperkt. Wat de esthetiek betreft, zijn keramische materialen overtuigend en dat zal nog jaren zo blijven. Als deze keramische materialen op een gegeven moment in het 3D-printproces zouden kunnen worden geïmplementeerd, zouden we veel zuiniger werken qua

materiaalverbruik en zouden we snel restauraties met een lange levensduur kunnen vervaardigen. Het printen van tandkeramiek is zeker niet voor de nabije toekomst in de prothetische tandheelkunde weggelegd, maar het is wel een zeer denkbaar scenario.

Hartelijk bedankt voor dit interview,
Annett Kieschnick, Berlijn