

# Der Spezialist im Hintergrund: DOCERAM Medical Ceramics

Redaktion

**Die MOESCHTER Group und der Hersteller DOCERAM Medical sagen vielen Zahnärzten und Zahntechnikern auf Anhieb nichts. Und doch gehen die Produkte dieses Dortmund-Unternehmens im Praxis- und Laboralltag durch zahlreiche ihrer Hände, ohne dass sie hiervon etwas ahnen. Denn als Hersteller für Hochleistungskeramiken und Spezialist für Zirkoniumdioxid ist DOCERAM Medical Ceramics u. a. Partner von mehr als zehn großen Dentalunternehmen.**

## Hintergründe

Der Firmenverbund der MOESCHTER GROUP (Abb. 1), die 2007 einen Jahresumsatz von 25 Millionen Euro verzeichnete und insgesamt 290 Mitarbeiter beschäftigt, ist in drei Geschäftsbereiche unterteilt: DOTHERM – Industrial Insulations (Verbundwerkstücke in kleinen bis mittleren Stückzahlen für den Form- und Werkzeugbau), STS FRICTION – Reibbelagtechnik (z. B. Brems-, Kupplungs-, Antriebs- und Haltebeläge für die Industrie- und Anlagen-, Beförderungs-, Transport- und Verkehrsmittel- sowie Kraftfahrzeugtechnik) und DOCERAM – Advanced

Ceramic Solutions. 220 der Mitarbeiter sind für DOCERAM, das mit 14 Millionen Euro den größten Teil des Umsatzes trägt, im Einsatz. Geschäftsführender Gesellschafter der MOESCHTER GROUP ist Jürgen Möschter, der das Unternehmen DOCERAM 1994 mit dem Keramikspezialisten Marcus Keulen gründete. Bereits im Mai 1995 wurde dann als Joint Venture mit der Lokalregierung in Yixing, 200 km westlich von Shanghai, Yixing DOCERAM gegründet. Dort befindet sich nach wie vor der chinesische Produktionsbetrieb, während mittlerweile ein zusätzlicher Vertriebssitz in Shanghai hinzugekommen ist. Leiter vor Ort ist Marcus Keulen. Die Fertigung von Hochpräzisionsbauteilen für den Maschinenbau sowie die gesamte Produktion und der Vertrieb medizintechnischer Bauteile und Produkte für die Dentaltechnik erfolgen ausschließlich am Standort Dortmund.

Die Keramiken aus dem Hause DOCERAM werden heute im Automobilbau beziehungsweise in der Schweißtechnik, im Autokarosseriebau, in der metallverarbeitenden Industrie, der Textilindustrie, Lasertechnik und auch im Medizinbereich eingesetzt. Medizinprodukte wurden in Form von Implantatabutments aus Zirkoniumdioxid (Abb. 2 rechts) erstmals 2002 im



Abb. 1: Der Unternehmenssitz der MOESCHTER Group befindet sich in Dortmund.



Abb. 2: DOCERAM produziert seit 2002 Implantatabutments aus Zirkoniumdioxid (r.).

Auftrag des Unternehmens BEGO (D-Bremen) gefertigt. Es folgte die Arbeit für weitere Medizinproduktehersteller und ab 2003 auch für die Lebensmittelindustrie. Diente DOCERAM bis zu diesem Zeitpunkt als Zulieferer von durchgesinterten Fertigteilen erfolgte im selben Jahr durch einen führenden europäischen Implantathersteller erstmals die Anfrage nach Zirkoniumdioxidrohlingen beziehungsweise Weißlingen für die CAD/CAM-Produktion (Abb. 3). 2004 kam die Herstellung von medizintechnischen Bauteilen hinzu (Abb. 4). Um dem so mit der Zeit stark erweiterten Produktportfolio Rechnung zu tragen und optimale



Abb. 3: Seit 2003 werden auch Weißlinge vertrieben.



Abb. 4: Es werden u. a. medizinische Bauteile wie Mikrodosierschnecken für Medikamente gefertigt.

Bedingungen für die im Rahmen der Medizintechnik erforderliche Qualitätssicherung zu schaffen, wurde Ende 2005 in Dortmund DOCERAM Medical Ceramics ausgegründet. Zu den Mitarbeitern von DOCERAM Medical Ceramics gehört neben Ingenieuren aus den unterschiedlichsten Fachrichtungen auch ein Zahntechniker. Die Zertifizierung nach EN ISO 13485:2003 erhielt DOCERAM Medical Ceramics bereits im Januar 2006

und im August des selben Jahres folgte die CE-Zertifizierung der CAD/CAM-Rohlinge (NACERA® Z) für die Herstellung von feststehendem Zahnersatz. Exakt ein Jahr später wurde auch die CE-Zertifizierung für durchgefärbtes Material (NACERA® Z medium) erzielt und im April 2008 schließlich die FDA-Zulassung für beide Materialien erreicht.

## Sicherheit

Mittlerweile wurden drei Millionen Einheiten aus DOCERAM-Material (Abb. 5) eingegliedert und seit 2002 über 40.000 Zirkoniumdioxid-Abutments des Unternehmens bei implantologischen Behandlungen verwendet. Um den Kunden höchste Qualität bieten zu können, kommen umfangreiche Analyseverfahren zum Einsatz (Abb. 6 bis 8). Sofort nach Wareneingang aller Rohstoffe beispielsweise wird die Qualität der Materialpulver in chemischer und radiologischer Hinsicht überprüft und ihre Löslichkeit, wichtiges Kriterium hinsichtlich der Biokompatibilität, analysiert. Außerdem



Abb. 5: Weiße und nachträglich eingefärbte Gerüste aus NACERA® Z.



Abb. 6: Um höchste Qualität gewährleisten zu können, ...



Abb. 7: ... kommen bei DOCERAM ...



Abb. 8: ... umfassende Analyseverfahren zum Einsatz.

wird sichergestellt, dass die Pulvereigenschaften die unternehmensintern aufgestellten Voraussetzungen erfüllen, um eine optimale Verarbeitbarkeit zu gewährleisten. Zum Sicherheitspaket gehören außerdem u. a. FEM (Finite-Elemente-Methode)-Berechnungen hinsichtlich der Spannungsverteilung sowie Festigkeitsprüfungen an den fertigen Produkten. Um Vermischungen unterschiedlicher Materialien zu vermeiden, werden Maschinen und Öfen außerdem sortenrein, also streng unterteilt nach bestimmten Materialien, eingesetzt. Spezielle Sinteröfen beispielsweise werden ausschließlich für das Vorsintern der Zirkoniumdioxidrohlinge verwendet (Abb. 9). Bereits das Abfüllen der Rohstoffe erfolgt unter strengsten Sicherheitsmaßnahmen in abgetrennten Räumen. Die Mitarbeiter tragen hierbei Schutzanzüge, um die Materialien nicht womöglich durch z. B. verlorene Haare zu kontaminieren (Abb. 10). Dipl.-Ing. Holger Wampers, Geschäftsführer von DOCERAM Medical Ceramics (Abb. 11), erläutert: „Der Durchmesser eines Haars beträgt etwa 100 µm.

Befindet sich ein Haar im Material, verbrennt dieses bei dem Sinterprozess und hinterlässt in der Keramik einen entsprechend großen Defekt. Ein gleichmäßiges, möglichst defektfreies Gefüge aber ist bei der qualitativen Bewertung von Keramiken das wichtigste Kriterium.“



Abb. 9: Insgesamt 14 Sinteröfen werden ausschließlich für die Produktion der Weißlinge eingesetzt.



Abb. 10: Das Abfüllen der Rohstoffe erfolgt unter strengsten Sicherheitsmaßnahmen, um Verunreinigungen zu verhindern.



Abb. 11: Dipl.-Ing. Holger Wampers, Geschäftsführer von DOCERAM Medical Ceramics.

## Fertigung von Weißlingen

Als Rohstoff für die Produktion der CAD/CAM-Rohlinge wird hochreines Zirkoniumdioxidpulver verwendet. Um das Material in Form pressen zu können, werden Binder sowie weitere Sinterzusätze hinzugefügt, sodass ein Granulat entsteht (Abb. 12). Die Granulatkörner weisen einen durchschnittlichen Durchmesser von 100 µm auf. Der Durchmesser der einzelnen in den Körnern enthaltenen Pulverpartikel beträgt lediglich 20 nm bis 30 nm. Das Pulver als solches kann nicht verpresst werden, erklärt Dr.-Ing. Tobias Förderer, Bereichsleiter bei DOCERAM Medical Ceramics (Abb. 13): „Das Pulver weist eine mit Mehl vergleichbare Konsistenz auf. Bei dem Versuch, Mehl zu kompaktieren, wird jeder feststellen: Es ist unmöglich. Daher ist ein Granulat erforderlich, um das Material in die Form von Rohlingen zu bringen. Dies erfolgt in einem kaltisostatischen Pressverfahren.“



Abb. 12: Zirkoniumdioxid-Granulat



Abb. 13: Dr.-Ing. Tobias Förderer, Bereichsleiter bei DOCERAM Medical Ceramics.

Während bei dem uniaxialen Pressverfahren die Presswirkung lediglich in einer Achse entfaltet wird, zeichnet sich das isostatische Pressen durch eine gleichmäßige Druckeinbringung in mehreren Achsen aus. Hierdurch werden eine höhere Dichte und Homogenität erzielt. Dies ist wichtig, um zu verhindern, dass beim abschließenden Dichtsintern Verzüge entstehen und auch, um generell einen präzisen Schrumpfungsfaktor festlegen zu können. Dr.-Ing. Förderer: „Frässysteme verfügen in der Regel über die Möglichkeit, den zu berücksichtigenden Schrumpfungsfaktor individuell einstellen zu können. Je nach Charge variieren diese meist. Dies ist allerdings auf Ungenauigkeiten im Fertigungsprozess zurückzuführen. DOCERAM bietet seinen Kunden hingegen Rohlinge, die stets den absolut identischen Schrumpfungsfaktor aufweisen.“ Die Dichte der Rohlinge ist zudem abhängig von der Höhe des Drucks, mit dem das Material kompaktiert wird. Während 2.000 bar bis 2.500 bar üblich sind, kann das nanoskalige Zirkoniumdioxid des Dortmunder Keramikherstellers mit den Pressen im DOCERAM-Maschinenpark (Abb. 14) bei bis zu 6.000 bar verpresst werden, sodass eine feinere Porenstruktur erreicht wird.



Abb. 14: Das Material wird mit Hochleistungspresen bei einem Druck von bis zu 6.000 bar zu Rohlingen verpresst.

Neben der Rohstoffqualität sowie dem Formgebungsverfahren ist auch eine kontrollierte Brenntechnik bei der Weiterverarbeitung der Grünlinge zu Weißlingen erforderlich, um eine gleichmäßige Dichte zu erzielen. „Die Bezeichnung Grünling stammt“, so Dipl.-Ing. Wampers, „noch aus der Porzellanproduktion, weil das Material in diesem Zustand eine grüne Farbe aufweist. Sie wurde in den Bereich der technischen

Keramiken übernommen und hat sich gehalten, obwohl Zirkoniumdioxid-Grünlinge genauso weiß sind wie Zirkoniumdioxid-Weißlinge.“ Während des Sinterprozesses zum Weißling verdampfen die zuvor dem Material beigemischten Binderzusätze. Die Herausforderung beim Vorsintern ist es, den Schrumpfungsprozess hierbei definiert abubrechen. Problemstellung ist, dass in den Sinteröfen häufig ein Temperaturdrift zum Tragen kommt, d. h. es herrscht nicht überall im gesamten Brennraum die gleiche Temperatur.

Die Abbildungen 15 und 16 zeigen Rasterelektronenmikroskopaufnahmen des Zirkoniumdioxids NACERA® Z von DOCERAM sowie das Muster eines Wettbewerbers. Die Fehlerstellen in dem Vergleichsmaterial sind markiert. Abbildung 17 zeigt die Mikrostruktur von NACERA® Z-Material. Die Dichte dieses Werkstoffs beträgt  $> 6,04 \text{ g/cm}^3$ , die 3-Punkt-Biegefestigkeit 1.000 MPa, die Druckfestigkeit 3.000 MPa und die Vickershärte 1.300 HV 0,5. Der E-Modul liegt bei 205 GPa, der Weibull-Modul bei etwa 10 bis 12. NACERA® Z weist eine mittlere Korngröße von  $< 0,4 \mu\text{m}$  auf.

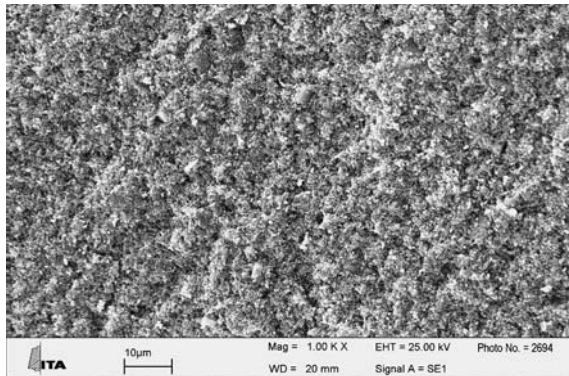


Abb. 15: REM-Aufnahme von NACERA® Z.

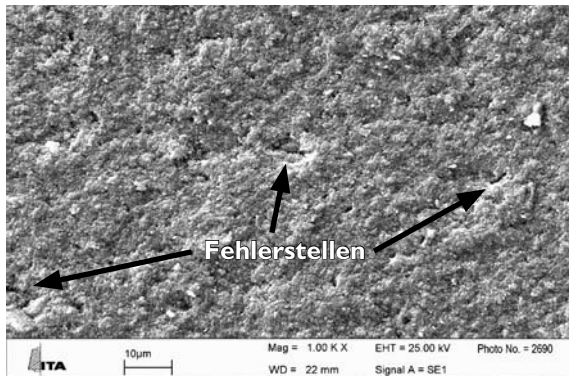


Abb. 16: REM-Aufnahme des Musters eines Wettbewerbers.

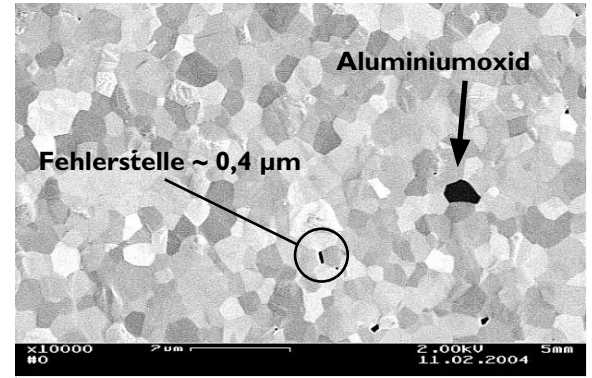


Abb. 17: Mikrostruktur von NACERA® Z.

## Fertigteile

Möchte ein Unternehmen DOCERAM Medical Ceramics mit der Produktion von Fertigteilen wie z. B. Implantaten, Abutments oder Bohrern (Abb. 18) beauftragen, stellt es zunächst eine technische Zeichnung zur Verfügung, die das gewünschte Design vermittelt. DOCERAM Medical Ceramics prüft den Kundenwunsch daraufhin und bietet eine anwendungstechnische Beratung. Dipl.-Ing. Wampers: „Bei



Abb. 18: Bohrer aus Zirkoniumdioxid.

Implantaten beispielsweise handelt es sich häufig um Zeichnungen, die aus dem Titanbereich stammen. Da immense werkstoffkundliche Unterschiede zwischen Titan und Zirkoniumdioxid bestehen, sind Designmodifizierungen, welche die Materialeigenschaften von Zirkoniumdioxid sowie die Bearbeitbarkeit dieses Werkstoffs berücksichtigen, unabdingbar.“ In diesem Zusammenhang ist u. a. die Evaluierung der Versagenswahrscheinlichkeit des zu erstellenden Objekts von besonderer Bedeutung. In diese Berechnung werden u. a. die Anzahl, Größe sowie die Verteilung von Defekten im Material einbezogen. In Hinblick auf

das Volumen des zu produzierenden Fertigteils wird dann kalkuliert, wie groß die Wahrscheinlichkeit für einen Defekt innerhalb des Objekts ist. Auf diese Weise wird errechnet, wie hoch die Überlebensrate des Produkts angesetzt werden kann und auch durch welche modifizierten Geometrien ggf. bessere Werte erzielt werden. Die Konstruktionsdaten für die Produkte werden virtuell mit der industriellen Planungssoftware MegaCAD (MEGATECH SOFTWARE, D-Oldenburg) erstellt (Abb. 19). Für die Fertigung im Bereich Fertigteile stehen u. a. drei vollautomatisierte Bearbeitungszentren zur Verfügung, mit denen in kürzester Zeit hohe Stückzahlen auch komplexer Geometrien hergestellt werden können (Abb. 20).



Abb. 19: Konstruktionsabteilung



Abb. 20: Vollautomatisiertes Bearbeitungszentrum.

## Kunden

DOCERAM Medical Ceramics hat sich als reiner OEM-Lieferant positioniert. Der Direktvertrieb kleiner Stückzahlen (< 100 Stück), beispielsweise von Rohlingen an Dentallabore mit CAD/CAM-Systemen, wird über Partner abgewickelt.

„Kunden von DOCERAM Medical Ceramics profitieren nicht nur von einer Top-Qualität, die durch das große Know-how der Mitarbeiter, die jahrelange Erfahrung unseres Unternehmens sowie beste Rohstoffe, modernstes Equipment und umfassende Sicherheitsmaßnahmen erzielt werden. Zur Liefersicherheit werden – neben unserer stets langfristig aufgestellten Rohstoffbeschaffung – auch attraktive Rahmenkontrakte angeboten, sodass unsere Kunden selbst nur geringe Lagerkapazitäten benötigen. Es können Lieferzeiten von nur zwei Tagen gewährleistet werden“, so Dr.-Ing. Fürderer.

## IDS-Neuigkeiten

Pünktlich zur IDS wird das Unternehmen sein Produktportfolio weiter ausbauen. Zu den Neuerungen gehören u. a. eine Nixtoxidbiokeramik sowie eine hochfeste Mischkeramik mit einer Biegefestigkeit von 1.800 MPa. Dieses biokompatible Material ist für die Fertigung von beispielsweise Implantaten geeignet. Hinsichtlich der Angabe von Biegefestigkeitswerten im Allgemeinen merken Dipl.-Ing. Wampers und Dr.-Ing. Fürderer an: „Von Interesse für Zahntechniker, Zahnarzt und Patient ist bei Gerüstmaterialien nicht im eigentlichen Sinne die Biegefestigkeit an sich, sondern die Bruchwahrscheinlichkeit des Werkstoffs. Hinzu kommt, dass die angegebenen Werte zur Biegefestigkeit auch immer hinsichtlich angewandter Prüfmethode, Geometrie und Volumen des Prüfobjekts etc. zu unterscheiden und somit häufig nicht vergleichbar sind. Des Weiteren muss neben der Biegefestigkeit auch der Weibull-Modul Beachtung finden, welcher von noch größerer Bedeutung ist.“ Mit der von dem schwedischen Ingenieur und Mathematiker Prof. Dr. Ernst Hjalmar Waloddi Weibull entwickelten Theorie, die auf dem Konzept des Versagens aufgrund des schwächsten Glieds beruht, wird das Streuverhalten der Festigkeit keramischer Materialien beschrieben. Die Bestimmung der Werte erfolgt meist im 4-Punkt-Biegeversuch. Je höher der Weibull-Modul ist, desto homogener ist der geprüfte Werkstoff und desto enger ist die Verteilungskurve der Festigkeitsstreuung. Das bedeutet, die Bruchwahrscheinlichkeit eines Zirkoniumdioxids mit einer Biegefestigkeit von 1.200 MPa und einem Weibull-Modul von 20 ist bei weitem geringer als von einem Zirkoniumdioxid mit der selben Biegefestigkeit, aber

einem Weibull-Modul von nur 5. Doch auch die Aussagekraft angegebener Werte zum Weibull-Modul muss kritisch betrachtet werden, warnt Dipl.-Ing. Wampers: „Die Qualität des 4-Punkt-Biegeversuchs hängt maßgeblich von der Probenqualität (DIN ISO 843-1) und -anzahl ab. Nach DIN ISO 843-1 müssen die Proben an den Zuglängskanten gefast werden, um nicht den Einfluss von im Schleifprozess entstandenen Rissen zu ‚messen‘. Des Weiteren müssen mindestens 30 Proben pro Versuch gemessen werden, um eine ausreichende statistische Sicherheit zu gewährleisten.“

Weitere IDS-Neuheit wird eine transluzente Variante des Zirkoniumdioxids für dentale Gerüste sein, die für eine eingeschränkte Indikationsliste freigegeben wird. Darüber hinaus wird das Material künftig in drei weiteren Farben voreingefärbt angeboten. Bislang sind Rohlinge bereits neben Weiß in der Farbe B2 erhältlich. Während herkömmliche Verfahren zum Voreinfärben von Zirkoniumdioxidrohlingen

auf der Beigabe von Eisen- und Manganoxid beruhen, kommt bei DOCERAM Medical Ceramics ein im eigenen Hause entwickeltes Spezialverfahren zum Einsatz, das hierauf verzichtet. Dr.-Ing. Förderer erklärt: „Mit den herkömmlichen Verfahren gehen zwei Probleme einher: Zum einen wird prinzipiell zunächst größter Wert auf die Verwendung möglichst reiner Rohstoffe gelegt, die dann jedoch für die Voreinfärbung wieder mit Eisen- oder Manganoxid verunreinigt werden. Zum anderen wird hierdurch in der Regel die Festigkeit des Materials – teilweise um bis zu 20 % – beeinträchtigt.“ Die Voreinfärbung wird bei DOCERAM Medical Ceramics hingegen durch einen Zusatz in einer so geringen Menge erzielt, dass dieser später nicht mehr nachweisbar ist und auch weder die Festigkeit noch die Biokompatibilität verringert wird. ■

Weitere Informationen zu dem Unternehmen sowie seinen Leistungen sind bei der IDS 2009 am Stand K 058 in Halle 11.2 erhältlich.

## update

# Drei Röntgentechnologien in einem System

Mit dem KODAK 9000C 3D vervollständigt Carestream Health (D-Stuttgart) die Röntengeräte der 9000er-Baureihe um ein System, das die panoramische, die kephalometrische und die 3D-Bildgebung in sich vereint. Standardmäßig wurde in die Software ein Modul für die Implantationsplanung integriert, das sowohl das Vermessen von Abständen und Neigungswinkeln als auch die Markierung des Unterkieferkanals ermöglicht.

Die Strahlenexposition bei 3D-Aufnahmen entspricht maximal der 1,8-fachen Dosis einer Panoramaaufnahme. Aufgrund des speziellen Sichtfelds von 50 mm x 37 mm können Aufnahmen mit einer hohen Auflösung von bis zu 0,076 mm angefertigt werden. Die Panoramaaufnahmen bieten einen vollständigen Überblick über den gesamten Kiefer mit exakt ein-



stellbaren Fokusbereichen. Zwei Laserstrahlen in der Ohr-Augen-Ebene und der Median-Sagittal-Ebene dienen der korrekten Positionierung des Patienten. Durch die „One-Shot“-Technologie wird die Aufnahmezeit der kephalometrischen Bildgebung auf eine Sekunde verkürzt.

Carestream Health, [www.kodakdental.com](http://www.kodakdental.com),  
Tel. +49 (0) 180 / 3 27 44 72