



Der Begriff »AdvanCer« beinhaltet Vorwärtsorientierung, Fortschritt und Gewinn. Keramikhersteller und -anwender finden in dem Namen darüber hinaus ihren Hochleistungswerkstoff »Advanced Ceramics« wieder - den Werkstoff, der uns viele Zukunftschancen bietet. »AdvanCer« möchte Ihnen innovative Anwendungen von Hochleistungskeramik vorstellen: Systemlösungen mit »Ceramics inside« von heute und morgen.

Inhalt



Seite 2
Übersichtsbeitrag:
Keramikspritzguss



Seite 3
News:
Fraunhofer-Preis
2009 ging an
IKTS



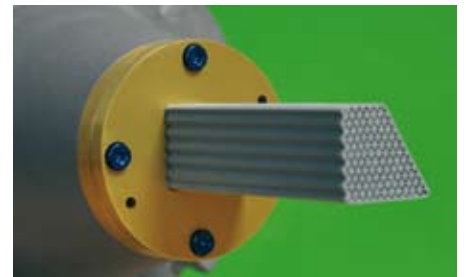
Seite 4
Erfolgsstories:
Hochleistungs-
keramik

Demonstrator



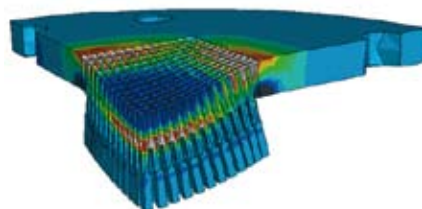
Für Filtrationsaufgaben wie z. B. in der Abgasnachbehandlung oder in der Lebensmitteltechnik ist der Einsatz poröser keramischer Materialien unabdingbar, da eine definierte und hohe offene Porosität mit der hohen thermischen, mechanischen und chemischen Beständigkeit des jeweiligen Werkstoffs kombiniert wird. Von der Masseaufbereitung bis zur Formgebung der Keramik müssen die Verschleißteile in Knetern und Extrudern hohe Anforderungen erfüllen. Vor allem beim Extrudieren von Massen auf Basis grobkörniger Ausgangspulver wie z. B. Aluminiumoxid oder Siliciumcarbid treten große Verschleißbeanspruchungen auf. Beim Mundstück, das die filigrane Geometrie der herzustellenden Bauteile abbildet, führt der zunehmende Verschleiß dazu, dass eine Formgenauigkeit nicht mehr gewährleistet werden kann. Des Weiteren kann es infolge des Abriebs zu Kontaminationen im Produkt kommen. Daher muss das Mundstück häufig ausgetauscht werden, was für den Gesamtprozess einen wesentlichen Kostenfaktor darstellt. Im Rahmen des Fraunhofer-Demonstrationszentrums »AdvanCer« wird deshalb an einer Lösung aus verschleißfester Keramik gearbeitet, wodurch die Standzeit von Mundstücken für die Extrusion keramischer

»ToolEx«



Verschleißfestes keramisches Mundstück für das Extrudieren von Wabenprofilen aus Siliciumcarbid.

Massen deutlich erhöht werden soll. Für das Mundstück aus hochverschleißfester Keramik wurde zunächst eine Belastungsanalyse durchgeführt, um unter Berücksichtigung verfahrensrelevanter Prozessgrößen, wie beispielsweise der rheologischen Eigenschaften der Extrusionsmasse, die im Prozess auftretenden Drücke zu ermitteln. Anschließend erfolgte unter Einbezug der mechanischen, chemischen Beanspruchung sowie fertigungstechnischer Aspekte die Auswahl des Werkstoffs. Um die vielfältigen Hartbearbeitungsmethoden wie Schleifen, Erodieren oder Ultraschallbearbeitung nutzen zu können, wurden sowohl leit- als auch nicht leitfähige keramische Werkstoffe eingesetzt. Mit Hilfe der Finite-Elemente-Modellierung konnte das Mundstück daraufhin für den spezifischen Anwendungsfall ausgelegt werden. Die Herstellung der keramischen Bauteile erfolgte über kalisostatisches Pressen, Grünbearbeitung, Sintern und Hartbearbeitung.



Deformation des Mundstücks durch Druckbeanspruchung, Verformung überhöht dargestellt.

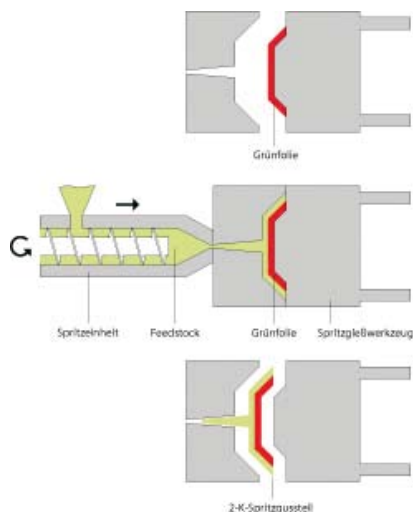
»ToolEx« ist einer von fünf weiteren Demonstratoren, die im Rahmen des Fraunhofer-Demonstrationszentrums »AdvanCer« (Systementwicklung mit Hochleistungskeramik) entwickelt werden.

Übersichtsbeitrag Keramikspritzguss

Der Keramikspritzguss ist überall dort gefragt, wo Bauteile mit komplexer Geometrie in großen Serien produziert werden sollen. Der besondere Vorteil des Verfahrens besteht darin, dass auch hinter- und unterschnittige Teile mit Längs- und Querbohrungen ohne spanende Bearbeitung endformnah hergestellt werden können. Deshalb konnte sich das aus der Kunststoffverarbeitung stammende Verfahren seit den 80er Jahren, ähnlich dem Metallpulverspritzguss in der Pulvermetallurgie, erfolgreich in der Fertigung keramischer Bauteile etablieren.

Verfahren

Neben den oxidischen Standardmaterialien wie Aluminiumoxid und Zirkoniumoxid werden auch Mischoxide und Nichtoxidkeramiken wie Siliciumnitrid, Siliciumcarbid oder Aluminiumnitrid über Keramikspritzguss verarbeitet. Eine zwingende Voraussetzung für dieses Formgebungsverfahren ist die so genannte Bildsamkeit des Ausgangsmaterials. Da synthetische keramische Pulver, wie sie für Hochleistungskeramiken zum Einsatz kommen, über keine natürliche bildsame Komponente verfügen, werden sie mit organischen Bindersystemen versetzt, die der Masse thermoplastische Eigenschaften verleihen. Diese Spritzgießmassen, auch als Feedstocks bezeichnet, werden zumeist in speziellen Knetern, Doppelschneckenextrudern oder Scherwalzenkompaktoren aufbereitet. Die Charakterisierung der rheologischen Eigenschaften der Spritzgießmassen erfolgt mittels Messkneten und Hochdruckkapillarviskosimeter.



Prozesskette beim Grünfolienhinterspritzen: Eine keramische Grünfolie wird in die Werkzeugkavität eingelegt und mit Feedstock hinterspritzt.

Im thermoanalytischen Messlabor werden die für die Simulation des Formfüllverhaltens erforderlichen thermischen Eigenschaften wie die spezifische Wärmekapazität, das thermische Dehnungsverhalten sowie die Wärme- und Temperaturleitfähigkeit der Spritzgießmasse ermittelt. Die Feedstocks werden der Spritzgießmaschine in Granulatform zugeführt, in der Plastifiziereinheit aufgeschmolzen und mit hohem Druck in die Kavität eines Spritzgießwerkzeuges eingespritzt, das dem Bauteil mit der Erstarrung des Feedstocks seine Gestalt verleiht. Um zu einem keramischen Bauteil zu gelangen, muss das thermoplastische Bindemittel über einen Entbinderungsschritt aus dem Formkörper entfernt werden. Die Entbinderung kann je nach Art des verwendeten Bindemittels über Extraktion durch ein Lösungsmittel, über katalytische Zersetzung oder auf rein thermischem Weg erfolgen. Zur Optimierung der Entbinderung spritzgegossener Teile werden entsprechende Ausheizregime auf der Grundlage thermoanalytischer Untersuchungen entwickelt. Danach folgt das Sintern des keramischen Formkörpers, bei dem er seine gewünschten Endeigenschaften erreicht.

Trends

Neben der Herausforderung der Fertigung von Keramikspritzguss-Bauteilen mit immer engeren Toleranzen, höherer Reinheit und der Verringerung von prozessbedingten Defekten lassen sich im Keramikspritzguss Trends sowohl in Richtung Miniaturisierung von Bauteilen, als auch in Richtung von größeren Bauteilen mit dickeren Wandstärken verzeichnen. Ein vielversprechender Trend ist gegenwärtig das Mehrkomponenten-Pulverspritzgießen. Mit diesem, ebenfalls aus dem Kunststoffsektor stammenden Verfahren, wird es zukünftig möglich sein, multifunktionelle Bauteile, bestehend aus keramischen Werkstoffen mit unterschiedlichen, teilweise konträren Eigenschaften ohne einen zusätzlichen kosten- und zeitintensiven Fügenschritt zu fertigen.

Aktuelle Entwicklungsbeispiele

Im Rahmen des von der EU geförderten Projekts »CarCIM« beschäftigt sich das IKTS zusammen mit dreizehn weiteren Partnern aus sieben europäischen Ländern intensiv mit der Entwicklung zweikomponentiger Keramikbauteile für Automobil- und Eisenbahnanwendungen. Als Funktionsmuster wurden ein Zahnrad für Treibstoffpumpen, eine Glühkerze, ein Ventil Sitz sowie ein Bremsklotz für Hochgeschwindigkeitszüge entwickelt. Für diese Bauteile wurden

Materialkombinationen zwischen Al_2O_3/ZTA , $Si_3N_4/MoSi_2$ sowie $Si_3N_4/SiAlON$ über Mehrkomponentenspritzguss realisiert. Die Entwicklung von spritzgegossenen Verbundbauteilen aus Edelstahl und ZrO_2 war Inhalt des Demonstrators »CoShape« sowie Gegenstand einer Forschungskooperation zwischen dem Fraunhofer IFAM und dem Fraunhofer IKTS. Aus derselben Materialkombination, jedoch über das Verfahren des Grünfolienhinterspritzens, wurden im Rahmen des vom BMWi geförderten Projekts »GreenTaPIM« Demonstratoren für den Maschinenbau und die minimalinvasive Chirurgie entwickelt.



Fadenführer aus dem Projekt »GreenTaPIM«. Design: Rauschert Heinersdorf-Pressig GmbH



Zahnrad für Treibstoffpumpe aus dem Projekt »CarCIM«. Design: Robert Bosch GmbH

Das Fraunhofer IKTS ist Mitglied im Expertenkreis Keramikspritzguss in der DKG e. V. und verfügt über langjährige Erfahrungen zu dieser Technologie. Der Expertenkreis Keramikspritzguss ist ein Netzwerk von Unternehmen und Instituten, das sich die innovative Weiterentwicklung der gesamten Prozesskette Keramikspritzguss zum Ziel gesetzt hat (www.keramikspritzguss.eu). Für Simulationsaufgaben, thermooptische Messungen oder zerstörungsfreie Prüfungen können darüber hinaus bewährte Partnerschaften innerhalb des Fraunhofer-Demonstrationszentrums »AdvanCer« (Fraunhofer-Institute IWM, ISC und IZFP) genutzt werden.



Fraunhofer

60 Jahre im Auftrag der Zukunft.

Die 1949 in München gegründete Fraunhofer-Gesellschaft ist die größte Organisation für angewandte Forschung in Europa. Mit ihrem einzigartigen Modell der erfolgsabhängigen Finanzierung ist sie zum weltweit gefragten Vorbild für Vertragsforschung geworden. Heute beschäftigt die Fraunhofer-Gesellschaft rund 15 000 Mitarbeiter an 57 Instituten und verfügt über ein Forschungsvolumen von 1,4 Mrd. Euro. Dass sich Fraunhofer zum 60sten Geburtstag in so hervorragendem Zustand präsentieren kann, ist Verdienst der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. »Sie sind unser wichtigstes Kapital. Sie vereinen Wissen und Können, wissenschaftliche Exzellenz mit praktischer Erfahrung und Marktorientierung«, beschreibt Prof. Hans-Jörg Bullinger, der Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, die wichtigen Eigenschaften der Fraunhofer-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. »Unsere Führungskräfte müssen den Spagat zwischen Forschung und industrieller Praxis meisterhaft beherrschen und selbst unternehmerisch denken wie unser Namensgeber und Vorbild Joseph von Fraunhofer«, erklärt Bullinger.

News

Jahrestagung der Fraunhofer-Gesellschaft in München

Fraunhofer bewegt: 60 Jahre Motor für Innovationen – unter diesem Motto feierte die Fraunhofer-Gesellschaft am 23. Juni in München. Ehrengast der Jahrestagung zum Jubiläum war Bundeskanzlerin Angela Merkel. In der Zenith-Kulturhalle kamen rund 850 Gäste aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft zusammen, um sowohl das 60-jährige Bestehen als auch die diesjährigen Gewinner der Fraunhofer-Wissenschaftspreise zu feiern. Bundeskanzlerin Angela Merkel unterstrich in ihrer Festrede die besondere Bedeutung der Forschungsorganisation: »Zukunftsorientierung ist in besonderer Weise das Markenzeichen der Fraunhofer-Gesellschaft. Ihr Erfolgsrezept besteht darin, in engem Austausch mit der Wirtschaft innovative Ideen in neuartige Produkte umzusetzen und so auch in Zukunft mit viel Kreativität und Innovationskraft positiv zum Standort Deutschland beizutragen.« Die ausgezeichneten Projekte, die in einer spannenden Show von ARD-Moderatorin Anja Kohl präsentiert wurden, sind positive

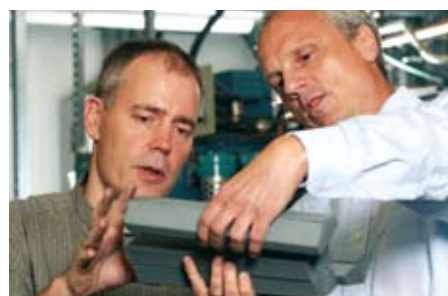
Beispiele dafür, wie Forschung und Technik dem Menschen nutzen. Innovationen für eine traditionelle Branche wie die Edelsteinmanufaktur waren ebenso dabei wie neue Technologien für den Plagiatschutz sowie ein Dieselpartikelfilter aus Keramik, mit dem Mensch und Umwelt geschützt werden. Die preisgekrönten Filter basieren auf einem am Fraunhofer IKTS entwickelten Werkstoff,



Der Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, Prof. Hans-Jörg Bullinger (links), verlieh einen der drei diesjährigen Joseph-von-Fraunhofer-Preise an Jörg Adler und Dr. Reinhard Lenk (Mitte) für die Entwicklung von »Hochabscheidenden keramischen Dieselpartikelfiltern für Nonroad-Anwendungen«. Ebenfalls anwesend bei der Preisverleihung war Dr. Thomas Rahn (rechts), Geschäftsführer der Clean Diesel Ceramics GmbH.

der bei ca. 400 K niedrigeren Temperaturen hergestellt werden kann, in Bezug auf Abscheidegrad (>99,5%), Druckverlust und thermomechanische Stabilität jedoch eine Spitzenstellung unter den Filtermaterialien einnimmt. Die Entwicklung wurde in interdisziplinärer Teamarbeit und enger Forschungskooperation mit der Clean Diesel Ceramics GmbH, einem Tochterunternehmen der HUSS-Gruppe, durchgeführt, so dass die Ergebnisse nach erfolgreicher Pilotphase am Institut innerhalb kürzester Zeit beim Projektpartner in die Produktion überführt werden konnten. So entstanden bis heute am neuen Fertigungsstandort des Unternehmens in Großröhrdorf (Sachsen) fast dreißig neue Arbeitsplätze.

Ein neues, speziell für den Nonroad-Bereich entwickeltes Filtersegment-Design ermöglicht es, eine große Vielfalt an Filtergeometrien und -größen flexibel herzustellen. Gleichzeitig wird die sonst übliche aufwän-



Die Preisträger Dipl.-Krist. Jörg Adler (links) und Dr. Reinhard Lenk vom Fraunhofer IKTS

dige Diamant-Hartbearbeitung vermieden, die zu ca. 20% Materialverlust führt, wodurch schonender mit Material- und Energieressourcen umgegangen werden kann. Mit einem speziellen Kanaldesign wird im Betrieb ein geringerer Gegendruckzuwachs bei Rußbelastung erzielt. Damit lassen sich der Regenerationszyklus verlängern und Kraftstoff sparen. Gleichzeitig werden eine höhere Druckfestigkeit und damit eine höhere Robustheit des Filterelements erreicht.

»Lange Nacht der Wissenschaften« in Dresden

Am 19. Juni luden bereits zum siebten Mal alle Hochschulen und Forschungseinrichtungen der Stadt Dresden zur Langen Nacht der Wissenschaften ein. Auch in diesem Jahr fand die Veranstaltung erneut großen Anklang, so dass die Besucherströme auch bis nach Mitternacht nicht abrisen. Allein in das Fraunhofer-Institutszentrum kamen über 3000 Besucher, darunter auch wieder viele Kinder und Jugendliche, um sich für Wissenschaft und Technik begeistern zu lassen.



Elektrochemie angewandt: Dem Aufruf »Vergolde Dein 5-Cent-Stück!« folgten viele Mädchen und Jungen

Fortbildungsseminare und Veranstaltungen am Fraunhofer IKTS

- 7./8. September 2009 »Industrietag Sprühtrocknung in der Pulvertechnologie«
- 24./25. September 2009 »ISPA – International Symposium on Piezocomposite Applications«
- 7./8. Oktober 2009 »Thermoplastische Formgebung von Technischer Keramik – Technologie und Training«
- 29./30. Oktober 2009 »Entbinderung keramischer Formteile«
- 26./27. November 2009 »INSECT 2009 – International Symposium on Electrochemical Machining Technology«

Nähere Informationen finden Sie unter www.ikts.fraunhofer.de



Aktuelle Schulungsangebote

AdvanCer-Schulung »Keramische Hochleistungswerkstoffe«

- Block 3: Konstruktion, Qualitätssicherung, Betriebseinsatz, 12./13. November 2009 in Freiburg
- Block 1: Herstellung, Eigenschaften, Anwendungen, 11./12. März 2009 in Dresden

Nähere Informationen finden Sie unter www.advancer.fraunhofer.de

Erfolgsstories

Keramikkomponenten intelligent und kostengünstig in Form gebracht

Der durch die Elektrifizierung entstehende Bedarf an Porzellanisolatoren gab 1898 den Anstoß für die Gründung des ersten Rauschert-Werks. Auch die Textilindustrie erkannte bald die Vorteile des abriebfesten Hartporzellans für ihre Fadenführer. Das für die Serienfertigung entwickelte Nasspressverfahren ließ damals bereits eine erstaunliche Formenvielfalt zu. Ab 1960 setzte sich bei der Verarbeitung der Chemiefasern dann Aluminiumoxid wegen der höheren Verschleißfestigkeit durch. Ein Meilenstein war 1978 die Übernahme des Degussit-Standardprogramms für Fadenführer. Die Komponenten aus Aluminiumoxid wurden gepresst und weißbearbeitet. Schon bald wurde das Kostensenkungspotenzial des Keramikspritzgusses durch Einsparen von



Friedrich Moeller, Marketingleiter bei der Rauschert Heinersdorf-Pressig GmbH.
Foto: Rauschert Heinersdorf-Pressig GmbH

Weißbearbeitungsschritten erkannt. Hinzu kam die neue Designfreiheit. Inzwischen laufen bei Rauschert über 20 Spritzgussmaschinen im Mehrschichtbetrieb an verschiedenen Fertigungsstandorten. Als Pionier des Keramikspritzgusses entwickelte Rauschert seinen eigenen Feedstock und baut auch die Werkzeuge im eigenen Werkzeugbau. Neben Aluminiumoxid werden auch Zirkonoxid, Titandioxid und Steatit verarbeitet. Das entwickelte Know-how wird für den allgemeinen Maschinenbau sowie die Medizin-, Sensor- und Antriebstechnik genutzt. Zu den Spezialitäten gehören der Mikrospritzguss und der Werkstoffverbund Keramik/Kunststoff durch Umspritzen von Einlege-teilen. Durch Hartbearbeitung werden die gesinterten Bauteile in Form gebracht und der Oberflächenzustand den jeweiligen Anforderungen angepasst.

Prozess- und Automatisierungstechnik für den Keramikspritzguss

Arburg gehört weltweit zu den führenden Herstellern von Spritzgießmaschinen mit Schließkräften zwischen 125 und 5.000 kN. Vervollständigt wird das Produktprogramm durch Robot-Systeme und weitere Peripherie. Dank ihres modularen Aufbaus lassen sich die Allrounder anwendungsspezifisch ausstatten und damit für alle Spritzgießverfahren einsetzen – u. a. auch für das Pulverspritzgießen (PIM) von keramischen und metallischen Werkstoffen. Die dort eingesetzten Allrounder basieren auf den aktuellen Serienmaschinen. Die Spritzzylinder zum Beispiel sind jedoch auf die besonders abrasiven Eigenschaften der Materialien abgestimmt.

Als Pionier des Pulverspritzgießens hat Arburg die Entwicklung dieser Technologie im eigenen PIM-Labor entscheidend mitgeprägt und entwickelt dank des umfassenden Know-hows immer wieder neue Anwendungsmöglichkeiten. Bereits 1962 wurde die erste Spritzgießmaschine, damals noch in Kolbenausführung, zur Verarbeitung von Keramikmaterial an die Firma Feldmühle geliefert. Seinen endgültigen Durchbruch



Mikrospritzgussteile aus Hochleistungskeramik.
Foto: Rauschert Heinersdorf-Pressig GmbH



Das PIM-Team von Arburg: Uwe Haupt, Marko Maetzig und Hartmut Walcher (v. l.).
Foto: ARBURG GmbH + Co KG

erzielte das PIM-Verfahren jedoch erst, nachdem sich kommerzielle Binder- und Feedstocklieferanten am Markt etabliert hatten. Erste systematische Versuche mit Pulvermaterialien und deren Verarbeitung liefen bei Arburg dementsprechend ab Ende der achtziger Jahre. Im PIM-Bereich deckt das Unternehmen das komplette Spektrum des Pulverspritzgießprozesses ab: von der passenden Maschinenteknik bis hin zur Unterstützung und Beratung der Kunden – von der Feedstockauswahl über die Werkzeugauslegung und das Spritzgießen bis hin zum Entbindern und Sintern. Für umfassende Tests unter praxisnahen Bedingungen steht das hervorragend ausgestattete PIM-Labor zur Verfügung. Hinweise und Tipps zu Automation und Geräteauswahl sowie spezielle PIM-Schulungen runden das Angebot ab.



Um den gesamten Ablauf der Pulververarbeitung – von der Mischung über die Aufbereitung, dem Spritzgießen bis hin zum Entbindern und Sintern der Spritzteile – auch testen und vorführen zu können, verfügt ARBURG über ein bestens ausgestattetes PIM-Labor. Darüber hinaus wurde auch im neuen Kundencenter ein spezieller PIM-Bereich eingerichtet.
Foto: ARBURG GmbH + Co KG

Impressum »AdvanCer«

- Newsletter der Fraunhofer-Allianz Hochleistungskeramik
»AdvanCer« - ein Projekt der Institute IKTS Dresden, IPK Berlin, IPT Aachen, ISC Würzburg, IWM Freiburg, IZFP Saarbrücken und LBF Darmstadt
- Erscheint dreimal jährlich.
- Bestellungen bitte schriftlich an die Geschäftsstelle
Verantwortlich für den Herausgeber: Dr. Reinhard Lenk
Redaktionelle Bearbeitung: Dipl.-Chem. Katrin Schwarz, Susanne Freund
- Namentlich gekennzeichnete Artikel geben nicht in jedem Falle die Meinung des Herausgebers wieder.
- Nachdruck und Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung und Quellenangabe.

Fraunhofer-Demonstrationszentrum
»AdvanCer«
Geschäftsstelle
Susanne Freund
Winterbergstraße 28
01277 Dresden

Telefon: +49 (0) 351/25 53-5 04
Telefax: +49 (0) 351/25 53-6 00
Mail: advancer@ikts.fraunhofer.de
www.advancer.fraunhofer.de
Gestaltung: www.vor-dresden.de