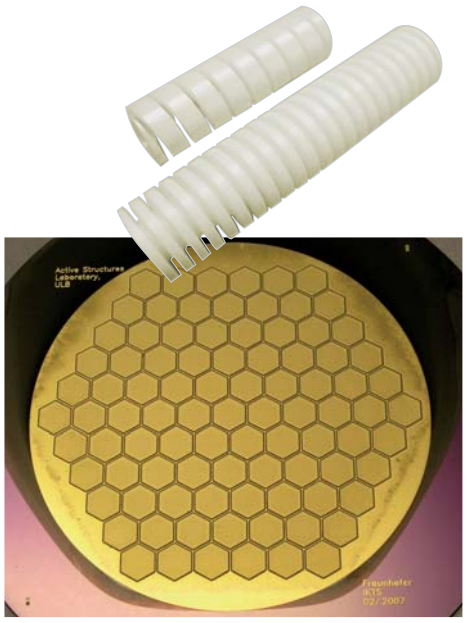
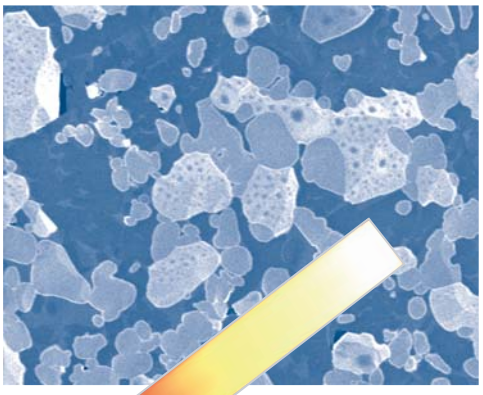
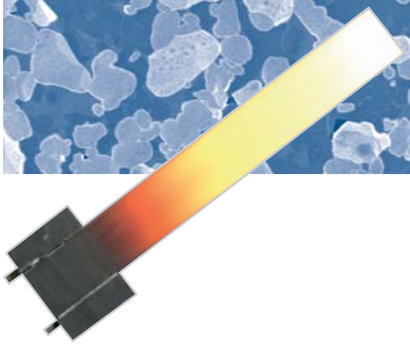
IKTS

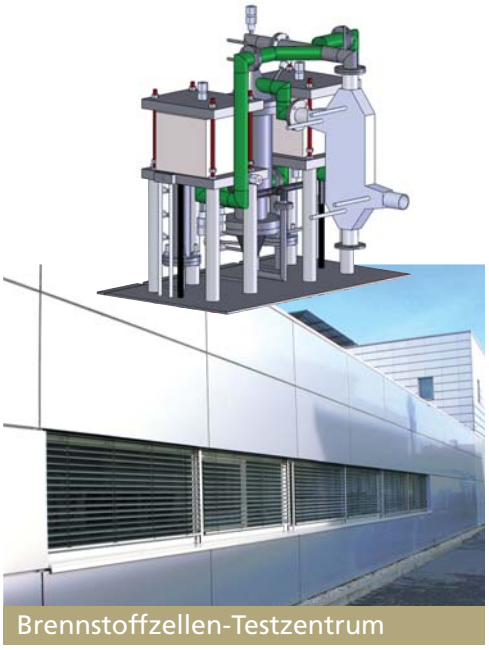
**Fraunhofer** Institut
Keramische Technologien
und Systeme

# Jahresbericht 2007









Brennstoffzellen-Testzentrum

# Jahresbericht 2007

## des Fraunhofer-Institutes für Keramische Technologien und Systeme IKTS Dresden

DIN EN ISO 9001:2000
Zertifikat: 01 100 005194

Fraunhofer-Institut für
Keramische Technologien und Systeme, IKTS Dresden

Winterbergstraße 28
01277 Dresden

Telefon +49 (0) 351/25 53-7 00
Telefax +49 (0) 351/25 53-6 00
E-Mail info@ikts.fraunhofer.de
Internet www.ikts.fraunhofer.de

im Fraunhofer-Institutszentrum Dresden IZD

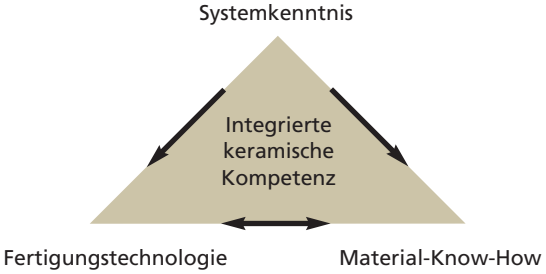
# Vorwort

Liebe Freunde des IKTS,

erneut dürfen wir auf ein erfolgreiches Jahr zurückblicken und freuen uns, Ihnen unseren Jahresbericht vorlegen zu dürfen. In allen Bereichen hatten wir im Jahre 2007 eine Projektauslastung, die uns an unsere Kapazitätsgrenzen und teilweise darüber gebracht hat. Unser Wachstum hat sich damit noch beschleunigt. Unser Betriebshaushalt ist um gut 3 Mio € auf nun mehr als 16,5 Mio € gestiegen. Entsprechend haben wir unser Personal um gut 60 Köpfe erweitert, wobei hier studentische Hilfskräfte, Praktikanten und Diplomanden eingerechnet sind. Dass uns dies überhaupt möglich war, bestätigt zum einen die Attraktivität des Standortes Dresden aber vor allem auch die Attraktivität unserer Themen, die die Keramik in ihrer ganzen Breite abdecken und ein enormes Innovationspotenzial aufweisen. Das zieht junge motivierte Mitarbeiter an und wir sind stolz, so viele hervorragende Köpfe für uns gewonnen zu haben. Auch für die Zukunft sind wir damit gut gerüstet.

Wir sehen diese Entwicklung auch als Bestätigung für unsere Strategie der vollständigen Technologielinien, die uns erlauben, vom Werkstoff bis zum fertigen Prototypen bzw. System zu entwickeln. Dies ist für unsere Industriepartner vorteilhaft, da wir Beiträge auf allen Stufen der Wertschöpfungskette liefern können und das sowohl auf dem Gebiet der Struktur- als auch der Funktionskeramik. Unsere Projektauslastung zeigt, dass dieser Ansatz sehr gut angenommen wird. Unsere direkten Industrieerträge haben wir auf nun ca. 6,4 Mio € gesteigert. Unsere öffentlichen Erträge, die vor allem auf vom sächsischen Ministerium für Wirtschaft und Arbeit (SMWA) geförderte Kooperationen mit ortsansässigen KMUs ausgerichtet sind, konnten wir sogar auf 6,7 Mio € steigern. Gemessen an unserem Betriebshaushalt ergibt sich somit eine Gesamtertragsquote von 81 %. Einen Teil unserer Grundfinanzierung konnten wir damit in weitere Ausstattungen investieren.

Zusätzlich waren wir auch in der Akquisition Fraunhofer-interner Projekte erfolgreich. So konnten wir beispielsweise ein aus Mitteln der neuen Fraunhofer-Stiftung (MP3-Mittel) finanziertes Projekt zur Entwicklung kleiner Brennstoffzellensysteme (sowohl PEM als auch SOFC basiert) starten. In dieses Projekt wollen wir speziell unsere Vielschichtkeramiktechnologie als Integrationsplattform einbringen. Dies rundet unsere F&E-Aktivitäten auf dem Gebiet der Brennstoffzellentechnologie ab, so dass wir nun zusammen mit unseren Partnern alle Leistungsklassen vom mW bis in den kW Bereich abdecken. Aufgrund der hohen Entwicklungsreife speziell unserer Hochtemperaturbrennstoffzellen werden die Anforderungen an Testmöglichkeiten über lange Zeiten (mehrere 1000 h) unter extremen Bedingungen immer größer. Um diesem Bedarf genüge zu tun, haben wir kürzlich ein neues Testzentrum eingeweiht, das unseren Partnern nun zur Verfügung steht. Einen weiteren Entwicklungsschwerpunkt bilden Biogas taugliche Brennstoffzellensysteme. Hier kommen uns unsere Erfahrungen auf dem Gebiet der Umweltverfahrenstechnik zugute, so dass wir in diesem Bereich nicht nur spezielle Brennstoffzellensysteme entwickeln, sondern auch Anlagen zur optimierten Biogaserzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen und Klärschlämmen. Die Gärreste sollen hierbei in strukturkeramischer Membrantechnologie aufbereitet werden, so dass wir hier ein mustergültiges Beispiel für ein Projekt haben, in das alle unsere Bereiche Struktur-, Funktions-



TÜV CERT

ZERTIFIKAT

Die TÜV CERT-Zertifizierungsstelle
der TÜV Rheinland Industrie Service GmbH
bescheinigt gemäß
TÜV CERT-Verfahren, dass das Unternehmen

Fraunhofer Institut Keramische Technologien und Systeme
Winterbergstr. 28 • D - 01277 Dresden

für den Geltungsbereich

Forschung, Entwicklung und Charakterisierung von struktur- und funktionskeramischen Technologien und Bauteilen in geschlossenen Wertschöpfungsketten vom Werkstoff bis zum System, Übertragung von Masseaufbereitung und Prototypenherstellung in die Vorserienfertigung, Anwendung keramischer Technologien und Systeme in der Umweltverfahrenstechnik und Energietechnologie

ein Qualitätsmanagementsystem eingeführt hat und anwendet.

Durch ein Audit, Bericht Nr. 005194
wurde der Nachweis erbracht, dass die Forderungen der

DIN EN ISO 9001:2000

erfüllt sind.

Dieses Zertifikat ist gültig bis 2010-03-19.
Zertifikat-Registrier-Nr. 01 100 005194

TÜVRheinland®

Köln, 2007-03-29

www.tuv.com

Erfolgreiche Zertifizierung - Ergebnis langjähriger konsequenter Kunden- und Prozessorientierung am Fraunhofer IKTS Dresden

keramik und Umweltverfahrenstechnologie eingebunden sind. Eine entsprechende Gesamtanlage wird derzeit auf der Kläranlage in Rosswein aufgebaut.

Die Energie- und Umwelttechnologie hat sich generell für uns als ein Hauptertragsfeld etabliert und wir werden dieses Feld weiter ausbauen, ohne unsere anderen Aktivitäten zu vernachlässigen. Neben der Brennstoffzellen- und Biogastechnologie sind wir hier beispielsweise auf den Themen Thermoelektrische Generatoren, Energy Harvesting (z. B. mit Piezokeramiken), keramische Turbinen- und Motorenmaterialien und Komponenten, Filtrationstechnologie (flüssig und gasförmig), Ultraschall-Desintegration von Klärschlämmen, Beurteilung der Toxikologie von Nanomaterialien, Permeationsmembranen und keramische Dickschichttechnologie für die Photovoltaik unterwegs. Bei diesen Themen kommen uns unsere Synergien zwischen den Funktions- und Strukturkeramik-Abteilungen besonders zugute.

Um den Umfang dieses Vorwortes nicht zu sprengen, kann ich leider nicht auf die vielen weiteren Highlights unserer Entwicklungen eingehen. Hervorzuheben wären hier beispielsweise die Ergebnisse auf den Gebieten: Transparentkeramik, Masseaufbereitung, Ein- und Mehrkomponentenspritzguss, neue Fertigungs- und Charakterisierungsverfahren für Strukturkeramiken (z. B. unsere neue CT-Anlage), SPS-Sintern, Pastentechnologie, Piezoaktorik, keramische Dünnschichttechnologie (z. B. unsere neue ALD-Anlage [atomic layer deposition]) und so weiter. Viele dieser Themen werden im Bericht aufgegriffen und ich wünsche Ihnen viel Vergnügen bei der Lektüre. Natürlich stehen wir gerne für weitergehende Diskussionen zur Verfügung und hoffen, neue Projektideen anzuregen.

Ich möchte unseren Partnern für die ausgezeichnete Zusammenarbeit danken und möchte Sie weiterhin einladen, ausgiebig von unseren Angeboten Gebrauch zu machen. Den Ministerien, speziell dem SMWA und SMWK, möchte ich für die ausgezeichnete Unterstützung danken.

Ein ganz besonderer Dank gebührt wie immer allen unseren Mitarbeitern, die dieses enorme Wachstum begleitet und ermöglicht haben, ohne in der Qualität der Projektarbeit nachzulassen.
In Quantität und Qualität mussten wir hierzu an unsere Leistungsgrenzen gehen.
Ein wichtiger Beitrag zur Wahrung unserer hohen Qualitätsstandards wurde durch die Einführung unseres Qualitätsmanagementsystems und die erfolgreiche Zertifizierung nach ISO 9001 geleistet.
In diesem Team sind wir bestens für zukünftige Herausforderungen gerüstet.

Ihr

A. Michaelis

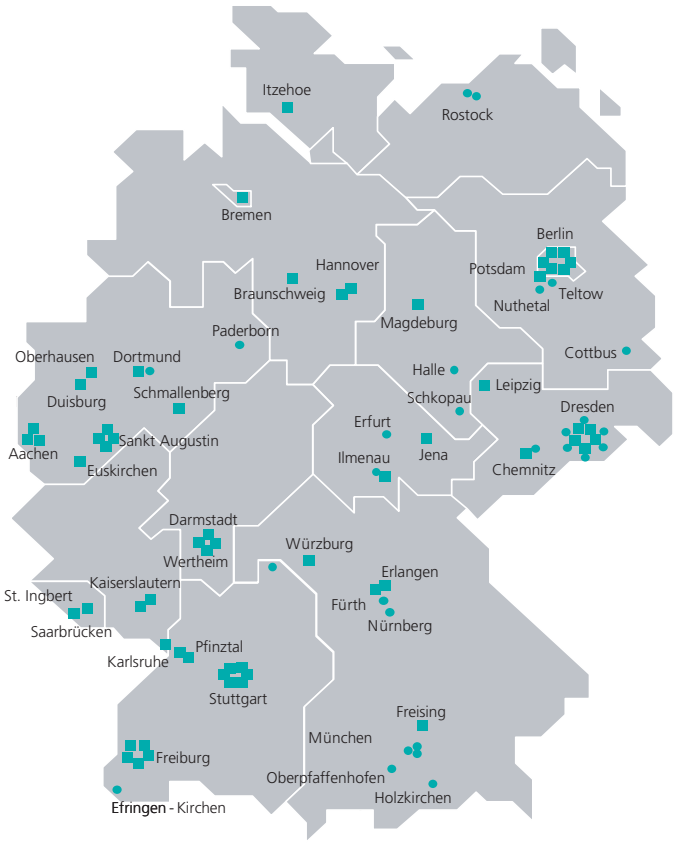
Alexander Michaelis

Dresden im März 2008

# Die Fraunhofer-Gesellschaft

Forschung für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung für die Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand. Im Auftrag von Ministerien und Behörden des Bundes und der Länder werden zukunftsrelevante Forschungsprojekte durchgeführt, die zu Innovationen im öffentlichen Nachfragebereich und in der Wirtschaft beitragen.

Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Weiterentwicklung, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen auch für Information und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.




Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, in anderen Bereichen der Wissenschaft, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studentinnen und Studenten an Fraunhofer-Instituten eröffnen sich wegen der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt derzeit mehr als 80 Forschungseinrichtungen, davon 56 Institute, an 40 Standorten in ganz Deutschland. 13 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,3 Milliarden €. Davon fallen mehr als 1 Milliarde € auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Zwei Drittel dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Nur ein Drittel wird von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen erarbeiten können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Niederlassungen in Europa, in den USA und in Asien sorgen für Kontakt zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787 - 1826), der als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich war.

# Inhalt


Vorwort 2

Die Fraunhofer-Gesellschaft 4

Inhalt 5

Das Fraunhofer IKTS im Profil

- Kurzporträt 6
- Organigramm 8
- Betriebshaushalt, Erträge 10
- Personalentwicklung 11
- Kuratorium 12

Aus der Forschungsarbeit des Fraunhofer IKTS 13

Abteilungen:
- Werkstoffe 14
- Verfahren / Bauteile 19
- Sintern / Charakterisierung 27
- Mikro- und Energiesysteme 34
- Intelligente Materialien und Systeme 43
- Umweltverfahrenstechnik 47

Retrospektive 51

Messebeteiligungen 56

Kooperationsausbau in Verbünden, Allianzen und Netzwerken 57

Namen, Daten, Ereignisse 2007 62

Geplante Veranstaltungen / Messen 2008 76

Informationsservice 77

Anfahrt zum Fraunhofer IKTS 78

## Kurzporträt

Das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme deckt das Feld der Technischen Keramik von der grundlagenorientierten Vorlaufforschung bis zur Anwendung in seiner ganzen Breite ab.
Hierzu stehen uns über 100 hervorragend ausgerüstete Labors und Technika auf über 9200 $m^2$ Nutzfläche zur Verfügung.
Ausgehend von einem soliden Werkstoffwissen in keramischen Hochleistungswerkstoffen erstrecken sich die Entwicklungsarbeiten über die gesamte Wertschöpfungskette bis hin zur Prototypenfertigung. Das Fraunhofer IKTS zeichnet sich damit durch eine dreifache Kompetenz aus in: Werkstoff-Know-how, Fertigungstechnologien und System- bzw. Produktintegration. Das Fraunhofer IKTS ist dabei gleichermaßen auf die beiden Technologieplattformen Struktur- und Funktionskeramik ausgerichtet.
Chemiker, Physiker und Werkstoffwissenschaftler arbeiten hierzu interdisziplinär zusammen, wobei alle Arbeiten durch versierte Forschungsingenieure und Techniker begleitet werden.
Neben den Keramikherstellern stehen insbesondere die Keramikanwender als Projektpartner im Fokus.

Das Fraunhofer IKTS möchte sich hierbei als kompetenter Ansprechpartner und erster Anlaufpunkt für alle keramikbezogenen Problemstellungen anbieten.

Unsere Mission sehen wir somit speziell in der Verbindung verschiedener Technologiewelten. Unseren Partnern möchten wir die Welt der Keramik mit ihren vielfältigen innovativen Lösungsmöglichkeiten eröffnen.

Als unikale Kompetenzen können wir hierbei bieten:

### Durchgehende Fertigungslinien in der Struktur- und Funktionskeramik

In der Strukturkeramik stehen uns ausgehend von der Massenaufbereitung alle Standardverfahren der Formgebung, Wärmebehandlung und Finishbearbeitung zur Verfügung.

In der Funktionskeramik besteht eine besondere Kernkompetenz in der Pasten- und Schlickerherstellung. Funktionskeramische Prototypen stellen wir mittels unserer in eigenen Reinräumen untergebrachten Hybrid- bzw. Vielschichtkeramiklinie her.

### Multiskalenentwicklung

Entwicklungen können vom Labor- in den Technikumsmaßstab übertragen werden, d. h. dass wir Masseaufbereitung im Tonnenmaßstab und Prototypen in relevanten Stückzahlen fertigen können, um unseren Partnern einen Markteinstieg zu ermöglichen. Hiermit können Remanenzkostenrisiken und Time-to-Market-Zeiten minimiert werden.

## Synergien zwischen Struktur- und Funktionskeramik

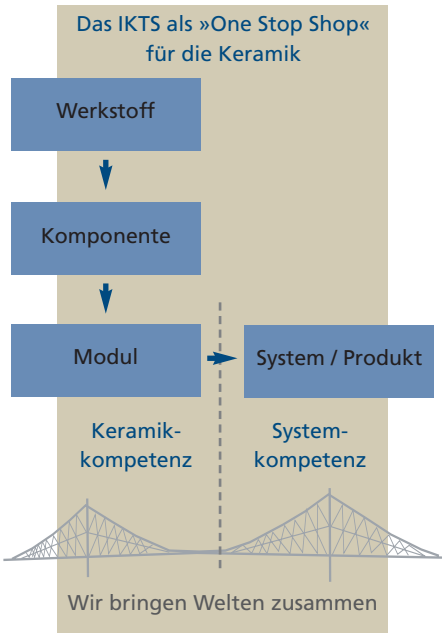
Die Kombination der unterschiedlichen Technologieplattformen erlaubt eine Integration von Zusatzfunktionen in keramische Bauteile. Dies ermöglicht eine Herstellung innovativer Produkte mit deutlichem Mehrwert.

## Netzwerkbildner

In unseren laufenden Projekten sind wir aktuell mit über 250 nationalen und internationalen Partnern verbunden. Innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft sind wir beispielsweise im Verbund »Werkstoffe und Bauteile« tätig und sind aktuell Sprecher der Fraunhofer-Allianz Hochleistungskeramik, die aus sieben besonders auf die Keramik spezialisierten Instituten besteht.
Wir sind daher in der Lage, den Aufbau von Netzwerken, die für eine erfolgreiche Produktentwicklung notwendig sind, zu unterstützen und auch über unsere eigenen Möglichkeiten hinausgehende Kompetenzen zu vermitteln und zu integrieren.

Unsere Arbeiten an der Forschungsfront basieren auf einem langjährigen Erfahrungs- und Wissensschatz, der auf die Interessen unserer Partner ausgerichtet ist.
Einen Wegweiser durch die von uns speziell bearbeiteten F&E-Felder mit den entsprechenden Kontaktpersonen finden Sie auf den nächsten Seiten.

Unsere Partner möchten wir auch weiterhin einladen, von unserem Angebot reichlich Gebrauch zu machen.



## Organigramm Fraunhofer IKTS

### Institutsleitung

Prof. Dr. habil. Alexander Michaelis
Telefon: +49 (0)351/2553-512
Alexander.Michaelis@ikts.fraunhofer.de

Sekretariat: M. Kirschner

#### Technische Universität Dresden

Prof. Dr. habil. Alexander Michaelis
**Institut für Werkstoffwissenschaft**
Professur für Anorganisch-Nichtmetallische Werkstoffe

- Instrumentiertes Pressen (Dr. Ulrich Klemm)
- Kombinatorische Mikroelektrochemie (Dr. Michael Schneider)

### Vertretung der Institutsleitung / Verwaltungsleiter

Dr. Michael Zins
Telefon: +49 (0)351/2553-522
Michael.Zins@ikts.fraunhofer.de

Personal / Innere Dienste, Controlling / Finanzen, Informationstechnologie, Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Qualitäts-management, Marketing

### Werkstoffe

Dr. habil. Andreas Krell
Telefon: +49 (0)351/2553-538
Andreas.Krell@ikts.fraunhofer.de

Oxidkeramik
Hartmetalle / Cermets
Biogene Keramik

Dr. Hagen Klemm
Telefon: +49 (0)351/2553-553
Hagen.Klemm@ikts.fraunhofer.de

Nitridkeramik
Carbid- / Filterkeramik
Precursorkeramik

### Verfahren / Bauteile

Dr. Reinhard Lenk
Telefon: +49 (0)351/2553-539
Reinhard.Lenk@ikts.fraunhofer.de

Pulvertechnologie
Fertigungstechnologie
Bauteil- und Systementwicklung
Finishbearbeitung

### Sintern / Charakterisierung

Dr. habil. Mathias Herrmann
Telefon: +49 (0)351/2553-527
Mathias.Herrmann@ikts.fraunhofer.de

Thermische Analyse und Thermophysik*
Wärmebehandlung
Keramografie / Phasenanalyse
Pulver- und Suspensionscharakterisierung*
Mechanische Werkstoffprüfung

* akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025

## Verwaltung

Personal / Innere Dienste

Peter Reuter
Telefon: +49 (0)351/2553-507
Peter.Reuter@ikts.fraunhofer.de

Informationstechnologie

Dr. Jürgen Pabst
Telefon: +49 (0)351/2553-533
Juergen.Pabst@ikts.fraunhofer.de

Qualitätsmanagement

Anke Nestler
Telefon: +49 (0)351/2553-811
Anke.Nestler@ikts.fraunhofer.de

Controlling / Finanzen

Andrea Biedermann
Telefon: +49 (0)351/2553-870
Andrea.Biedermann@ikts.fraunhofer.de

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Katrin Schwarz
Telefon: +49 (0)351/2553-720
Katrin.Schwarz@ikts.fraunhofer.de

## Mikro- und Energiesysteme

Dr. Mihails Kusnezoff
Telefon: +49 (0)351/2553-707
Mihails.Kusnezoff@ikts.fraunhofer.de

**Werkstoffe und Komponenten**
Pastensysteme, Sensorik, Mikrosystemtechnologie, Funktionswerkstoffe, Fügetechnologie, HT-Elektrochemie und Komponenten

Dr. Michael Stelter
Telefon: +49 (0)351/2553-648
Michael.Stelter@ikts.fraunhofer.de

**Module und Systeme**
Mikrosysteme / MLC, Modellierung, Energiesysteme, Mobile Energiesysteme, Mikroelektrochemie

## Intelligente Materialien und Systeme

Dr. Andreas Schönecker
Telefon: +49 (0)351/2553-508
Andreas.Schoenecker@ikts.fraunhofer.de

Dielektrische Keramiken und Verbunde, Piezokeramik,
Aktorik, Sensorik, Intelligente Systeme, Funktionsschichten für Mikroelektronik und Verschleißschutz

## Umweltverfahrenstechnik

Dr. Hannelore Friedrich
Telefon: +49 (0)351/2553-537
Hannelore.Friedrich@ikts.fraunhofer.de

Prozess- und Systemanalyse
Systemintegration

## Betriebshaushalt und Erträge*

Die positive Entwicklung des Fraunhofer IKTS ermöglichte auch im Jahr 2007 eine Erweiterung der Kapazitäten in allen Bereichen.
Der Betriebshaushalt stieg um ca. 25 % im Vergleich zum Vorjahr auf jetzt 16,5 Mio €. Dieser Erfolg beruht im Wesentlichen auf der konsequenten Weiterführung der im Jahr 2006 begonnenen öffentlichen Projekte.

Mit einem Betrag von 6,7 Mio € erreichen diese seit 1996 erstmals wieder einen etwa gleich großen Anteil am Gesamtertrag wie die Industrieerträge. Insgesamt wurden Projekte im Wert von fast 4 Mio € durch das Land Sachsen finanziert.

Die Industrieprojekte erreichten wiederum eine neue Rekordmarke von 6,4 Mio €.

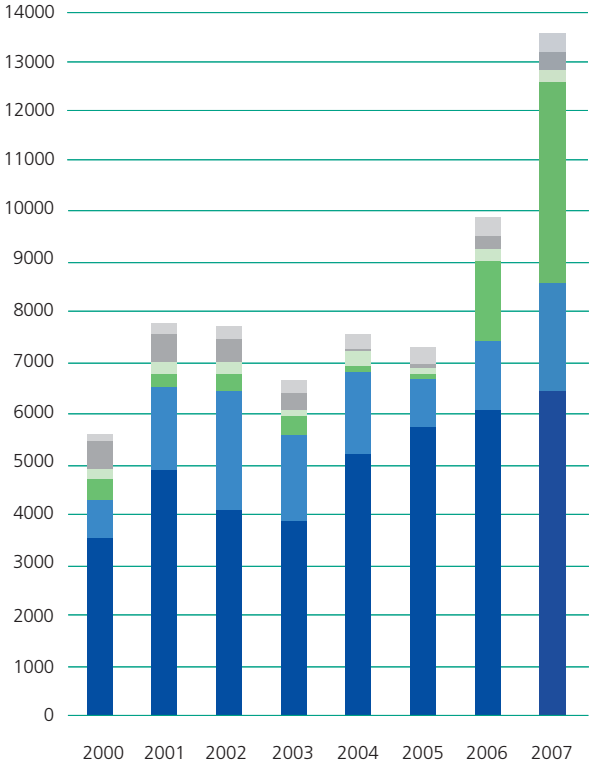
*vorläufiges Ergebnis

## Erweiterung der Forschungsbasis

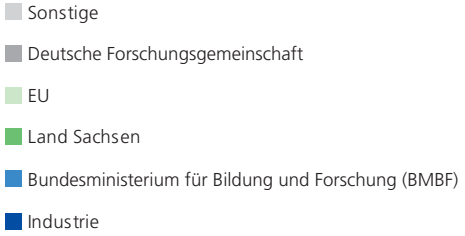
Sowohl im Industriebereich als auch im Bereich öffentlich geförderter Projekte wirkt die Vernetzung der Abteilungen innerhalb des Fraunhofer IKTS als wichtiger Erfolgsfaktor. Besonders stark zeigen sich diese Synergien zwischen der Struktur- und Funktionskeramik sowie der Umweltverfahrenstechnik im Arbeitsfeld Energie- und Umwelttechnik.
Ein schönes Beispiel stellen unsere Projekte im Bereich der Biogasanlagen dar. Unsere Abteilungen arbeiten hier interdiziplinär an Gesamtkonzepten, die die Entwicklung von Brennstoffzellen, Sensoren, Membranmodulen und spezifischen Werkzeugen für die Verarbeitung der Biomassen beinhalten.
Nicht minder interessant ist das Feld der transparenten Keramiken, vom Ballistik- und Verschleißschutz bis zur optischen Anwendung.

Die von Fraunhofer initiierten Eigenforschungsprogramme erleichtern erheblich die Generierung von eigenen IP-Rechten und damit die langfristige

Entwicklung der Erträge (in T Euro)
des Fraunhofer IKTS in den Haushaltsjahren 2000 bis 2007




Entwicklung des Betriebshaushaltes (in T Euro)
des Fraunhofer IKTS in den Haushaltsjahren 2000 bis 2007



Möglichkeit, neue Industrieprojekte zu akquirieren. Schwerpunkte hierbei bilden funktionalisierte Werkstoffe und portable Brennstoffzellenanwendungen. Als eine Schlüsseltechnologie, ist hierbei die Vielschichtkeramik-Technik zu benennen.

Für die Bearbeitung der Projekte sind erhebliche Investitionen in Gerätetechnik und Infrastruktur erforderlich. Durch strategische Investitionen in eine neue Heißisostatpresse, eine Pulverpresse und verschiedene Dauerversuchseinrichtungen sind erhebliche Baumaßnahmen notwendig geworden.

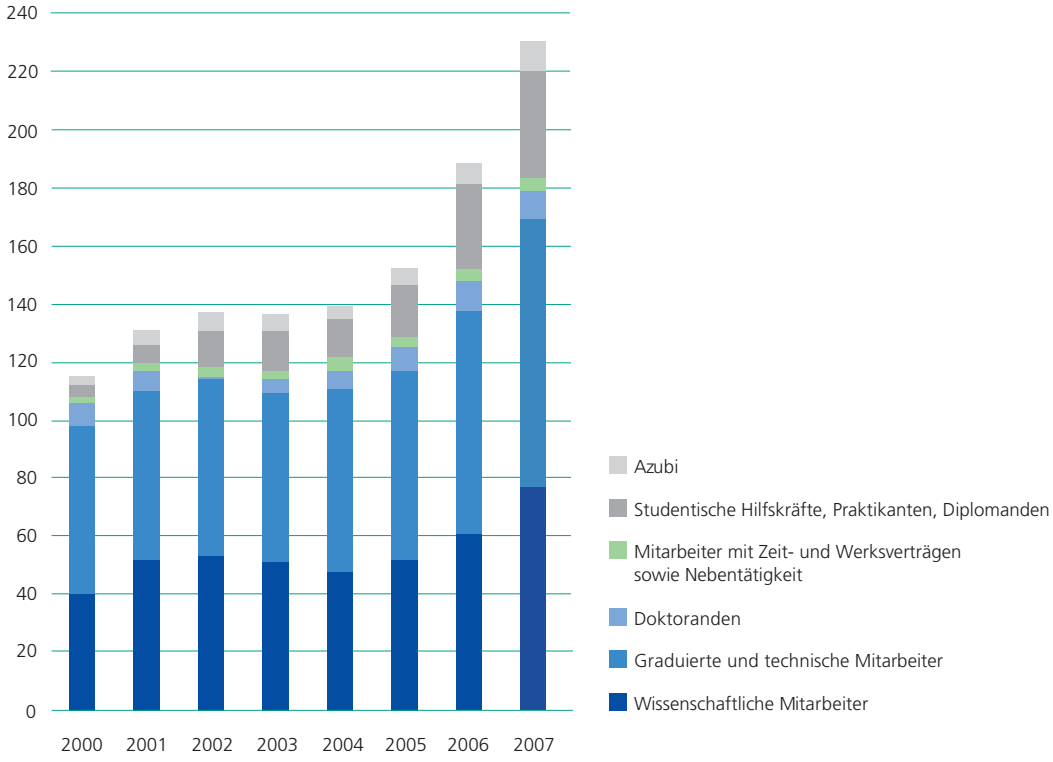
## Personalentwicklung

Die anstehenden Projektarbeiten, waren nur durch einen erneuten Ausbau der Personalkapazität in allen Bereichen zu erfüllen.
Durch Öffentlichkeitsarbeit und eine enge Verbindung mit der TU Dresden war das Fraunhofer IKTS in der Lage, ca. 60 zusätzliche Mitarbeiter, vom Wissenschaftler bis zum Studenten, zu gewinnen. In der statistischen Betrachtung errechnen sich hieraus ca. 40 Vollzeitstellen.

Viele Promotionen laufen derzeit im Rahmen von Projektarbeiten. Insgesamt werden zum Ende des Jahres 34 Promotionsarbeiten betreut, davon neun im Rahmen des klassischen Doktorandenvertrages.

Auch 2007 wurden alle Auszubildende übernommen. Damit bildet die Ausbildung im Hause weiterhin eine extrem wichtige Quelle für die Akquisition neuer Mitarbeiter. Insgesamt werden derzeit zehn Auszubildende aus den Bereichen Chemielaborant, Physiklaborant und Industriemechaniker ausgebildet.

Entwicklung des Personalbestandes des Fraunhofer IKTS
Mitarbeiterzahl 2000 bis 2007, Vollstellenäquivalente
Personalstruktur zum 31.12. des jeweiligen Jahres



## Kuratorium

Durch den Präsidenten der Fraunhofer-Gesellschaft sind folgende Personen in das Kuratorium des Fraunhofer IKTS berufen:

Dr. G. Gille
Vorsitzender des Kuratoriums des Fraunhofer IKTS
H.C. Starck GmbH & Co. KG
Leiter Zentralbereich Forschung und Entwicklung

Dr.-Ing. S. Blankenburg
Hermes Schleifkörper GmbH, Dresden
Geschäftsführer

Dr.-Ing. W. Böcker
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin
Leiter Abteilung IV.2

Dr. A. Eiling
H.C. Starck Ceramics GmbH & Co. KG, Selb
Geschäftsführer

Prof. Dr. F. R. Heiker
Wuppertal

Dr. W. Hergarten
Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen »Otto von Guericke« e.V., Berlin
Geschäftsführer

Prof. Dr. J. Huber
CeramTec AG, Plochingen
Vorstand

Dipl.-Ing. M. Kempter
Webasto AG, Stockdorf
Vorstandsmitglied a. D.

Dr. C. Lesniak
ESK Ceramics GmbH & Co. KG, Kempten
Leiter Forschung und Entwicklung

Dr. F. Lindner
Robert Bosch GmbH
Abteilungsleiterin
Corporate Research and Development
Advanced functional and sintered Materials

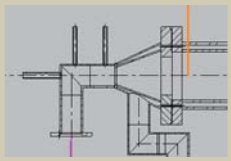
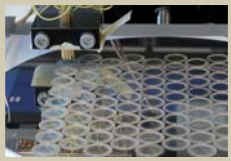
MinRat. Dipl.-Ing. P. G. Nothnagel
Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit, SMWA
Leiter Referat 33

Dr. W. Rossner
Siemens AG, München
Zentralabteilung Technik, Keramik
Abteilungsleiter

MR Dr. G. Uhlmann
Sächsisches Staatsministerium
für Wissenschaft und Kunst, SMWK
stellv. Abteilungsleiter Forschung

Prof. Dr. P. Woditsch
Deutsche Solar AG, Freiberg
Geschäftsführer

Besuch des Grünen Gewölbes Dresden mit den Kuratoriumsmitgliedern des Fraunhofer IKTS im Mai 2007

**Abteilung: Werkstoffe** 14

Hochtransparente Spinellkeramik: Reaktives Sintern von $MgO+Al_2O_3$ 15

Härtesteigerung durch gradierte Randschichten von Hartmetallen und Cermets 16

Elektrisch leitfähige keramische Materialien auf der Basis von Siliciumnitrid 17

Funktionalisierung von Schaumkeramik mit Adsorbentien und Katalysatoren 18

**Abteilung: Verfahren/Bauteile** 19

Produktgestaltung keramischer Pressgranulate 20

Möglichkeiten zur Charakterisierung des Fließverhaltens keramischer Schüttungen 21

CT-Compact: Möglichkeiten der Röntgen-Computertomografie für die zerstörungsfreie Prüfung von Keramik 22

Rheologische Charakterisierung keramischer Spritzgussmassen 23

Lasersintern von Siliciumcarbid: Makrobauteile mit Mikrostrukturen 24

Extrusionstechnik für großformatige keramische Wabenkörper 25

Keramische Federelemente von der Auslegung bis zum Prototyp 26

**Abteilung: Sintern/Charakterisierung** 27

Wärmebehandlung keramischer Werkstoffe in definiert angefeuchteten Atmosphären 28

Messung und Modellierung der Temperaturverteilung bei Field Assisted Sintering Technology (FAST)/Spark Plasma Sintering (SPS) 29

Nachweis von Tiefenschädigungen bei tribologisch beanspruchten Werkstoffen 30

Charakterisierung des Schichtverbundes Diamant/Keramik 31

Charakterisierung von Nanopartikeln unter physiologischen Bedingungen 32

**Abteilung: Mikro- und Energiesysteme** 34

Rutheniumdioxid-pH-Elektrode in Dickschichttechnik 36

Simulationsgestützte SOFC-Systementwicklung 37

3D-Modell für den SOFC-Stack 38

Charakterisierung der Sauerstoffaustauschkinetik keramischer Werkstoffe mittels Leitfähigkeitsbestimmung unter periodischen $pO_2$-Änderungen 39

Brennstoffzellensystem (SOFC) für den Betrieb mit Biogas 40

Entwicklung von Schutzschichten für bipolare Platten der Hochtemperatur-Brennstoffzelle 42

**Abteilung: Intelligente Materialien und Systeme** 43

Integrierte Piezoaktoren für optische Anwendungen 44

Experimentelle Untersuchungen zum Polarisierungsverhalten von Piezokeramiken 45

Nanoskalige ALD-Schichten mit hoher Dielektrizitätskonstante für Speicherkondensatoren 46

**Abteilung: Umweltverfahrenstechnik** 47

Biogaserzeugung - aktueller Boom oder Zukunftstechnologie? 48

Zustandskennzeichnung und Zerkleinerung von nachwachsenden Rohstoffen - eine Herausforderung für Forschung und Technik 50

Abteilung

# Werkstoffe

Abteilungsleiter
Dr. habil. Andreas Krell
Dr. Hagen Klemm

Die Kernkompetenz der Abteilung »Werkstoffe« liegt in der Beherrschung international verfügbarer werkstoffwissenschaftlicher, naturwissenschaftlicher und ingenieurtechnischer Erfahrungen zur Entwicklung neuer bzw. modifizierter keramischer Werkstoffe und Keramik-Metall-Verbundwerkstoffe sowohl unter Nutzung als auch Generierung fortgeschrittenster Technologien.

Die Angebotspalette erstreckt sich dabei von Rohstoffsynthesen inklusive der Nutzung nachwachsender Rohstoffe über Beratungsleistungen zu sicherheits- bzw. gesundheitsrelevanten Fragen bis hin zur technologischen Anprobung kommerzieller Rohstoffe. Darüber hinaus bieten wir unseren Kunden sowohl die Entwicklung spezieller Werkstoffe und defektvermeidender oder faserverarbeitender Verfahren als auch die Fertigung von Prototypen und Bauteilen und deren Einsatzerprobung an.
Dieses breite Leistungsspektrum umfasst einfach aufgebaute Materialien sowie unterschiedlichste Verbundwerkstoffe.

Die erfolgreiche Erschließung neuer Anwendungsfelder durch Verbindung unterschiedlicher funktioneller Vorzüge keramischer Werkstoffe und Keramik-Metallverbunde spiegelt sich u.a. in der Entwicklung von Hochtemperaturwerkstoffen, elektrisch leitfähigen Keramiken, Werkzeugen, transparenten Komponenten oder diversen Filtern wider.

## Leistungsangebot

Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten zur Darstellung und Applikation neuartiger Hochleistungskeramiken und Hartmetalle in Form von Rohstoffen, Werkstoffmustern und komplexen Komponenten

- Studien und Konzeptentwicklung
- Integrierte Werkstoff- und Verfahrensentwicklungen
- Entwicklung und Bereitstellung von Erprobungsmustern

Dienstleistungen und Service

- Expertisen zu Herstellungs- und Einsatzfragen
- Spezielle Prüfungen (mechanische, tribologische und korrosive Eigenschaften bei Raum- und Hochtemperatur)
- Schädigungs- und Versagensanalyse
- Evaluierung von Sicherheits- und Gesundheitsaspekten beim Einsatz feinteiliger Pulver und Werkstoffe

## Besondere technische Ausstattung

- Reinraumtechnik
- Heißgas-Korrosionsprüfstand
- Technologielinie zur Herstellung offenzelliger Schäume
- Druckverlustprüfstand
- Heizleiterprüfstand
- Wickeltechnologie für keramische Faserverbundwerkstoffe
- Mechanische Werkstoffprüfung
- Verschleißprüflabor

### Oxidkeramik

Dr. habil. Andreas Krell
Andreas.Krell@ikts.fraunhofer.de

### Hartmetalle / Cermets

Dr. Volkmar Richter
Volkmar.Richter@ikts.fraunhofer.de

### Biogene Keramik

Dr. Stefan Siegel
Stefan.Siegel@ikts.fraunhofer.de

### Nitridkeramik

Dr. Hagen Klemm
Hagen.Klemm@ikts.fraunhofer.de

### Carbid- / Filterkeramik

Dipl.-Krist. Jörg Adler
Joerg.Adler@ikts.fraunhofer.de

### Precursorkeramik

Dr. Isabel Kinski
Isabel.Kinski@ikts.fraunhofer.de

# Hochtransparente Spinellkeramik: Reaktives Sintern von $MgO+Al_2O_3$

Dipl.-Ing. Thomas Hutzler
Dr. Andreas Krell

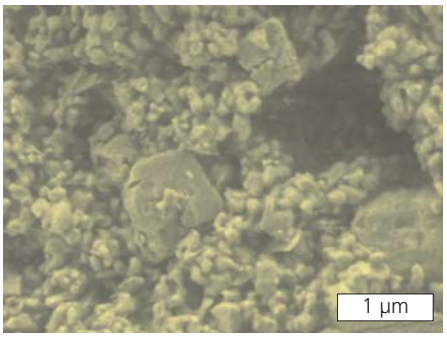



Bild 1
Pulverpartikel des Komponentengemisches aus MgO (gröbere Partikel) und $Al_2O_3$; spezifische Oberfläche nach Mischmahlung 19,5 $m^2/g$

Bild 2
Hochtransparente Scheibe aus reaktionsgesintertem Spinell mit 3 mm Dicke

## Motivation

Transparente Keramiken erlangen zunehmende Bedeutung für Anwendungen mit besonderen optischen, mechanischen oder thermischen Beanspruchungen. Angesichts der international noch unbefriedigenden kommerziellen Rohstoffsituation für hochreine transparente Spinellkeramik kann die separate Verwendung verarbeitungsfreundlicher Komponentenpulver (MgO, $Al_2O_3$) eine sinnvolle Alternative sein.
Eine thermisch-reaktive Synthese *der Pulver* mit anschließender Verarbeitung zu grünen Spinell-Formkörpern würde allerdings bei erforderlichen Temperaturen >1000 °C zur Bildung versinterter Aggregate führen, somit die ursprünglichen »verarbeitungsfreundlichen« Pulverstrukturen aufheben und neue Mahl- und Trennprozesse notwendig machen. Die Pulvergemische der Einzelkomponenten wurden deshalb hier 2-phasig in grüne Formkörper umgesetzt, bei deren Sinterung dann Phasenbildung und Sinterverdichtung simultan ablaufen.

## Ergebnisse

Beispielhaft wurde aus feinkörnigem $Al_2O_3$-Pulver und einem besonders preiswerten gröberen MgO mittels Mischmahlung eine Mixtur mit 1:1-Stöchiometrie erzeugt (Bild 1); $Al_2O_3$-reiche Zusammensetzungen bis ca. $MgO{\cdot}3Al_2O_3$ sind für höhere Härten nutzbar, solange die Keramik einphasig bleibt. Nach Trockenpressen mit kaltisostatischer Nachverdichtung und Entbinderung reagiert die Mischung während des Sinterns gemäß der Festkörperreaktion $MgO + Al_2O_3 \rightarrow MgAl_2O_4$ zu transparentem kubischen Spinell (Bild 2). Die Verwendung kommerzieller, auch in größeren Mengen verfügbarer Rohstoffe und die Nutzung industrieüblicher Technologien ermöglichen eine gute Übertragbarkeit auf produktionsnahe Bedingungen.
Von entscheidender Bedeutung ist die Wahl optimaler Parameter der Pulveraufbereitung. Intensive Mischmahlung der Ausgangskomponenten (im Beispiel: spezifische Oberflächen von 13 $m^2/g$ [$Al_2O_3$] und 7 $m^2/g$ [MgO]) führt dabei zu einem reaktiven und äußerst homogenen Gemisch. Nach entsprechender thermischer Behandlung und Oberflächenpolitur wurden im Beispiel In-Line-Transmissionswerte um 80 % (entsprechend ca. 92 % des theoretischen Maximums) erzielt (Daten bezogen auf einheitliche Probendicke von 1 mm und gemessen als wahre In-Line-Transmission bei einer Apertur von ca. 0,5° mit einer Wellenlänge von 640 nm).
Optische Homogenität und mechanische Eigenschaften können durch den Zusatz von Kristallisationskeimen und speziellen Dotierungen positiv beeinflusst werden. Bereits geringste Mengen dieser Substanzen verringern die Spinellbildungstemperatur bzw. die Dichtsintertemperatur um bis zu 100 K. Auf diese Weise lassen sich z. B. hervorragende optische Lichttransmission und höhere Härte in einem Werkstoff vereinen. Dies ermöglicht eine Vielzahl unterschiedlicher Anwendungen z. B. in Bereichen der Optik und des ballistischen Schutzes.

## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung reaktionsgesinterter und anderer transparenter Spinellkeramiken
- Anprobung und Eignungsprüfung spezieller Rohstoffkomponenten; Minimierung der Rohstoffkosten
- Herstellung von Prototypen und Demonstratoren
- Übertragung der Herstellungstechnologie auf industrierelevante Volumina und Anpassung an vorhandene Produktionsabläufe

# Härtesteigerung durch gradierte Randschichten von Hartmetallen und Cermets

Dr. Reiner Schober
Dr. Volkmar Richter

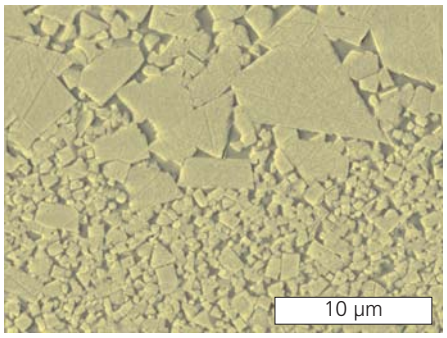



Bild 1
Querschliff, Grenzbereich der uniaxialen Schichtung gesinterter Hartmetalle

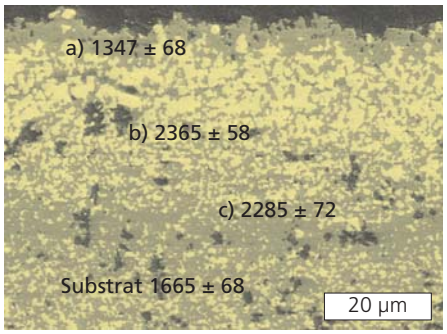



Bild 2
Querschliff, Cermet (W,Ti)(C,N)-Co, gradierte Randschicht mit TiN-reicher (a) Deckschicht und (c) Grenzschicht mit Substrat sowie einer (b) Ti-freien harten Zone

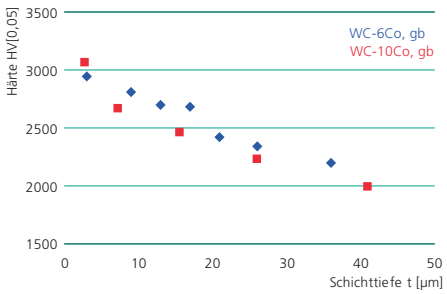



Bild 3
Mikrohärte HV[0,5], gemessen an gasborierten Feinstkornhartmetallen WC-6Co und WC-10Co

## Motivation

Das Schneiden von hochfesten Blechen mit harten oder zähen Gefügebestandteilen (TRIP-, Dual-Phasen- oder Complex-Phasen-Stahl) mit offener (Scheren) oder (Stanzlochen) Schnittlinie erfordert Werkzeuge mit hoher Festigkeit und Verschleißbeständigkeit. Die Lösung für Schneidstempel wird in gradierten Randschichten gesehen, die die Kombination von harter Randschicht und zähem Kern ermöglichen.

## Ergebnisse

Die uniaxial verpresste Schichtung und Sinterung von Hartmetallpulvermischungen unterschiedlicher WC-Korngröße und/oder Bindergehalte (Bild 1) führt üblicherweise zu keinem steilen Härtegradient, da beim Sintern durch die C- und Co-Diffusion die Unterschiede in der stofflichen Zusammensetzung der Schichten und damit das Härtegefälle ausgeglichen werden. Der Diffusionsaustausch zwischen den Schichten kann jedoch durch Kurzzeit-Sintern (SPS/FAST) begrenzt werden.

Das Kurzzeit-Sintern uniaxial verdichteter Pulverschichten einer WC-6Co-Feinstkorn-Hartmetallmischung und $TiB_2$ führte zur Ausbildung einer Grenzschicht, in der das WC an der Oberfläche zu (W,Ti)C umgewandelt ist. Das Titan diffundiert dabei ca. 20 µm tief in die Hartmetallschicht, während Co nur im grenznahen Bereich in der $TiB_2$-Schicht nachweisbar ist. Bor konnte im Hartmetall nicht nachgewiesen werden. Das System bietet einen interessanten Ansatz für die Erzeugung sehr harter Randschichten.

Praxisrelevante Härtesteigerungen in der Randschicht, z. B. von Schneidstempeln, können bei Ti-haltigen Hartmetallen (Ti,W)(C,N)-Co durch thermische Behandlung unter hohem Stickstoffdruck (SHIP) erzielt werden. Erzeugt wird dabei eine Ti-reiche Deckschicht, unter der sich eine etwa 50 µm dicke harte, Ti-freie WC-Co-Zone befindet. Zwischen der WC-Co-Zone und der Matrix bildet sich eine dünne TiN-Schicht, die als Diffusionsbarriere wirkt und das Schichtwachstum begrenzt. Der Härteunterschied der WC-Zone zum WC-reichen Substrat beträgt im dargestellten Fall ~700 HV[0.01] (Bild 2). Der Vorteil der thermischen Nachbehandlung besteht darin, dass die Schicht auf geometrisch beliebigen Oberflächen erzeugt werden kann, also auch auf fertig geschliffenen Werkzeugoberflächen. Die erzeugte Schicht ist arteigen, d.h. Haftprobleme bestehen nicht. Durch die Wahl der stofflichen Konsistenz des Substrates und die thermische Prozessführung beim Sintern können die Eigenschaften konkreten Anforderungen angepasst werden.

Anwendungsmöglichkeiten ergeben sich bei Werkzeugen für die Kalt- und Warmumformung, das Schneiden und das Spanen. Beim einseitigen Anschliff kann sich durch die gradierte Struktur im Verschleißprozess ein Selbstschärfungsprozess einstellen (Rattenzahneffekt). Bei Hartmetallen WC-Co kann ein Härtegradient auch durch Gasphasen-Borieren erzeugt werden (Bild 3).

## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Werkstoff-, Technologie- und Bauteilentwicklung

- Prototypenfertigung

# Elektrisch leitfähige keramische Materialien auf der Basis von Siliciumnitrid

Dr. Hagen Klemm
Dipl.-Ing. Axel Bales

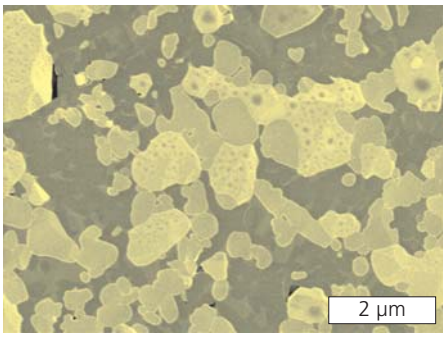



Bild 1
Gefüge eines $Si_3N_4$-$MoSi_2$-SiC-Komposites - dargestellt mit einem INLENS-Detektor

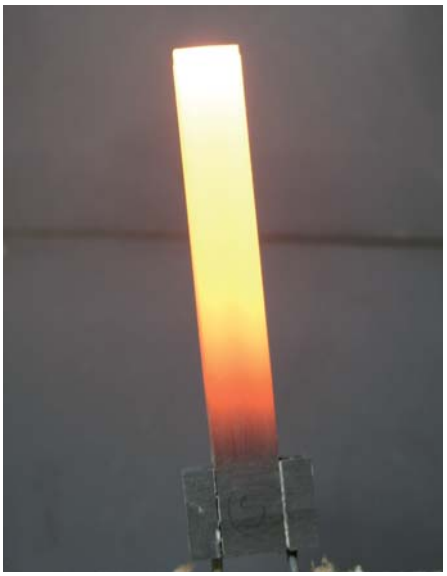


Bild 2
Funktionsmodell eines elektrischen Heizstiftes auf der Basis von Werkstoffen im System $Si_3N_4$-$MoSi_2$-SiC

## Motivation

Keramische Materialien auf der Basis von Siliciumnitrid besitzen einen sehr hohen elektrischen Widerstand ($R_{spezf.}$ = 1 x $10^{12}$ Ωcm). Durch Kompositbildung mit elektrisch leitfähigen Materialien wie z. B. Siliciden ($MoSi_2$ 2 x $10^{-5}$ Ωcm) ist es möglich, den spezifischen Widerstand dieser $Si_3N_4$-Komposite auf ein Niveau von $10^{-4}$ Ωcm herabzusetzen. Es bildet sich ein leitfähiges Netzwerk im Gefüge des $Si_3N_4$, welches in Abhängigkeit vom $MoSi_2$-Gehalt und der Korngrößenverteilung der Ausgangspulver eine Perculationscharakteristik mit einer Grenze im Bereich von 30-40 Vol% $MoSi_2$ besitzt. Auf diese Weise können hochtemperaturstabile Materialien hergestellt werden, die z. B. als keramische Heizleiter Verwendung finden.
Im Werkstoffsystem $Si_3N_4$-$MoSi_2$ gibt es jedoch nur wenige Variationsmöglichkeiten zur definierten Einstellung des elektrischen Widerstandes. Darüber hinaus werden beim thermischen Zyklieren dieser Keramiken infolge ihres sehr hohen $MoSi_2$-Gehalts oft Spannungen im Material erzeugt, die die Bildung von kleinen Rissen im Gefüge zur Folge haben (unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten von $Si_3N_4$ und $MoSi_2$).

## Ergebnisse

Eine Möglichkeit zur definierten Einstellung eines elektrischen Widerstandes liegt in der Kombination von mehreren Komponenten mit unterschiedlicher elektrischer Leitfähigkeit mit $Si_3N_4$. Am Beispiel von $Si_3N_4$-$MoSi_2$-SiC-Kompositen konnte gezeigt werden, dass in diesem System die Möglichkeit besteht, elektrisch leitfähige $Si_3N_4$-Werkstoffe mit spezifischen Widerständen im Bereich von $10^{-4}$ und 10 Ωcm herzustellen. Dieser breite Widerstandsbereich konnte durch Variation des Verhältnisses $Si_3N_4$-$MoSi_2$-SiC realisiert werden. Darüber hinaus war es möglich, den $MoSi_2$-Gehalt in der leitfähigen Komponente deutlich zu senken, was zu einer verbesserten Stabilität dieser Werkstoffe beim thermischen Zyklieren führte.
Ein Beispiel für einen derartigen Werkstoff ist in Bild 1 dargestellt. Es zeigt eine FESEM-Aufnahme einer polierten und ionengeätzten Oberfläche eines $Si_3N_4$-$MoSi_2$-SiC Werkstoffes. Mit Hilfe eines INLENS-Detektors wurden die leitfähigen Bestandteile im Gefüge hell dargestellt. Man kann erkennen, dass sich die grauen SiC-Körner zwischen den hellen $MoSi_2$-Partikeln befinden und somit zur Bildung einer leitfähigen Netzstruktur in der $Si_3N_4$-Matrix beitragen.
Durch die Kombination eines leitfähigen mit einem isolierenden Material ist es möglich, elektrische Heizstifte herzustellen. Bild 2 zeigt ein Beispiel eines Prototypen. Hier wurden zwei Werkstoffe aus dem System $Si_3N_4$-$MoSi_2$-SiC miteinander verpresst und zu einem Komposit gesintert. Nach einer entsprechenden Finishbearbeitung und Kontaktierung entstand ein Funktionsmodell, mit dem durch Zufuhr einer elektrischen Leistung Temperaturen von 1300 °C an der Spitze erzeugt werden konnten.

## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung, Herstellung und Charakterisierung von elektrisch leitfähigen Materialien auf der Basis von $Si_3N_4$
- Design und Testung von keramischen Heizsystemen

# Funktionalisierung von Schaumkeramik mit Adsorbentien und Katalysatoren

Dipl.-Ing. Daniela Böttge
Dipl.-Krist. Jörg Adler

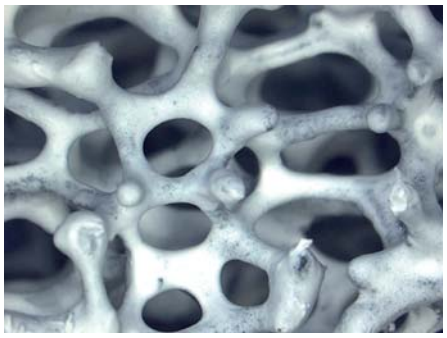


Bild 1
Gleichmäßig mit Zeolith beschichtete SiC-Schaumkeramik (stereomikroskopische Aufnahme, 20-fach)

Bild 2
Cordierit-Schaumkeramik:
links: ppi30 ohne Aktivkohlebeschichtung
mitte: ppi30 mit Aktivkohlebeschichtung
rechts: ppi45 mit Aktivkohlebeschichtung

**Danksagung**

Die Arbeiten wurden im Rahmen der Fördermaßnahme »Forschung für den Klimaschutz und Schutz vor Klimawirkungen« vom BMBF sowie des AiF-Projektes »CERA-MW-REG« vom BMBF/BMWi unterstützt.

## Motivation

Offenzellige Schaumkeramiken eignen sich aufgrund ihrer hochporösen Struktur als Trägermaterial für Katalysatoren oder Adsorbentien. Gegenüber herkömmlichen Festbetten bieten sie erhebliche Vorteile. Dies betrifft insbesondere Anwendungen, die hohe Durchsätze, geringe Strömungswiderstände, einen sehr guten Wärmeabtransport sowie eine gute Quervermischung der Reaktionsgase erfordern.

Durch die Beschichtung der Schaumstruktur mit ausgewählten aktiven Materialien (z. B. Zeolithe, Calciumaluminate, Aktivkohle) wird eine Funktionalisierung des Keramikträgers erreicht. Dabei genügt es, dünne Schichten auf den Substratkörper aufzubringen, um vergleichbare Adsorptionsergebnisse oder katalytische Umsätze wie bei Schüttungen zu erreichen. Dieser Trend kommt den Herstellern entgegen, da gerade die aktiven Komponenten oft um ein Vielfaches teurer sind als die Substratkörper.

## Ergebnisse

Durch die Entwicklung einer geeigneten Beschichtungstechnologie konnten Adsorbens-/Katalysatorsysteme für Anwendungen in der Umwelttechnik generiert werden, wie z. B. für die Adsorption von Lösemitteln aus der Gasphase oder die katalytische Verbrennung methanhaltiger Schwachgase (Methangehalt < 25 %).

Als Trägermaterialien werden preiswerte und mechanisch stabile, offenzellige Schäume aus $Al_2O_3$, SiC oder Cordierit mit einer geringen spezifischen Oberfläche von < 0,2 m²/g verwendet.

Durchgeführte Untersuchungen beinhalteten schwerpunktmäßig die Entwicklung von Suspensionen zur Stabilisierung gleichmäßiger, dünner Schichten aktiven Materials auf dem Keramikschaum. Diese müssen folgende Anforderungen erfüllen:
- Erhaltung der hohen spezifischen Oberflächen und
- sehr gute Haftung der Schichten am Trägermaterial.

Messungen der spezifischen Oberfläche beweisen, dass ein adsorbensgeträgerter Schaum eine deutliche Vergrößerung der Oberfläche aufweist, die durchaus mit Adsorbens-Schüttungen konkurrieren kann. So werden mit Zeolithbeschichtungen Oberflächen von ca. 150 m²/g erreicht.
Weiterhin konnte an einem Katalysatorteststand nachgewiesen werden, dass mit einem dotierten Calciumaluminat beschichteten SiC-Schaum methanhaltige Schwachgase vollständig umgesetzt werden. Dieses Konzept befindet sich derzeit in der industriellen Erprobung.

## Leistungs- und Kooperationsangebot

Entwicklung von Adsorbens- / Katalysatorsystemen:

- Entwicklung und Modifizierung von offenzelligen Schäumen als Trägermaterial
- Anforderungsgerechte Modifizierung der Schaumoberfläche
- Beschichtung mit ausgewählten Katalysatoren/Adsorbentien
- Materialwissenschaftliche Charakterisierung der Adsorbens-/Katalysator-Trägerverbunde (Durchströmungsverhalten, Festigkeit, spezifische Oberfläche)

Abteilung

# Verfahren / Bauteile

Abteilungsleiter
Dr. Reinhard Lenk

Die Abteilung »Verfahren/Bauteile« entwickelt pulvertechnologische Herstellungsverfahren für strukturkeramische Komponenten und Systeme. Im Labor- und Technikumsmaßstab werden prototypische Lösungen erarbeitet, Kleinserien gefertigt und bei Bedarf in eine Pilottechnologie übertragen. Die Wertschöpfung reicht dabei von der Aufbereitung kommerziell verfügbarer Pulver und Rohstoffe, über die Formgebung, Sinterung und Bearbeitung im grünen und gesinterten Zustand bis hin zu Verbindungs- und Integrationstechniken. Die technischen Ausrüstungen erlauben ein Up-scaling aller technologischen Einzelprozesse bis hin zur Übertragung in den industriellen Maßstab beim Kunden.

Im Kompetenzzentrum Pulvertechnologie steht das Produktdesign von keramischen, metallischen oder Verbundmaterialien im Mittelpunkt. Unsere neuen Fertigungskonzepte für innovative Produkte greifen auf die vielfältigen Möglichkeiten der plastischen, thermoplastischen und Gießformgebung zurück. Im Rahmen unserer Bauteil- und Systementwicklung bilden wir die Wertschöpfungskette mit einer hohen Kompetenz und Effizienz in der Kombination von Pressformgebung, Grün- und Finishbearbeitung ab, so dass wir auf Kundenwunsch schnell und flexibel reagieren und optimale Lösungen anbieten können.

Neue Ideen für Anwendungen sowie weiterentwickelte Werkstofflösungen werden schnell, zuverlässig und kostengünstig in Prototypen und Kleinserien umgesetzt.

## Leistungsangebot

- Auftragsforschung und Verbundprojekte
- Machbarkeitsstudien
- Technologische Dienstleistungen auf hohem Niveau
- Verfahrens-, Bauteil- und Systementwicklung im vorindustriellen Maßstab
- Technologietransfer
- Beratung und Schulungsprogramme

Gemeinsam mit der Expertise von Modellierung, Werkstoffentwicklung und -charakterisierung im Fraunhofer IKTS bieten wir unseren Partnern eine kompetente Beratung und exzellente FuE-Leistungen. Bei Erfordernis binden wir die Kompetenzen weiterer Partner der Fraunhofer-Allianz Hochleistungskeramik ein. Das Fraunhofer-Demonstrationszentrum »AdvanCer« steht Ihnen mit einem breiten Leistungsspektrum zur Verfügung.

**www.advancer.fraunhofer.de**

## Besondere technische Ausstattung

- Aufbereitungsanlagen im kleintechnischen und Pilotmaßstab (Inert/Ex.-Schutz)
- Sprühtrockner im Labor- und Pilotmaßstab (Ex.-Schutz)
- Wirbelschichtanlagen (Produktentwicklung, inertisiert)
- Labor Granulatcharakterisierung (klimatisiert)
- Scherwalzenkompaktor für Feedstockaufbereitung
- Drehmomentrheometer und Kapillarviskosimeter
- 2K-Spritzgießmaschine, Niederdruckspritzgießanlage
- Foliengieß-, Strukturier- und Laminieranlagen
- Vakuumstrangpresse
- Hydraulische und kaltisostatische Pressen
- 5-Achsen-CNC-Fräszentrum
- Lasersinteranlage
- Röntgen-Computertomograph (CT-Compact)
- CNC Flach-, Rund- und Koordinatenschleiftechnik
- Koordinatenmesstechnik

### Pulvertechnologie

Dr. Manfred Nebelung
Manfred.Nebelung@ikts.fraunhofer.de

### Bauteil- und Systementwicklung

Dipl.-Ing. Jens Stockmann
Jens.Stockmann@ikts.fraunhofer.de

### Fertigungstechnologie

Dr. Reinhard Lenk
Reinhard.Lenk@ikts.fraunhofer.de

### Finishbearbeitung

Matthias Nake
Matthias.Nake@ikts.fraunhofer.de

# Produktgestaltung keramischer Pressgranulate

Dipl.-Ing. Manfred Fries

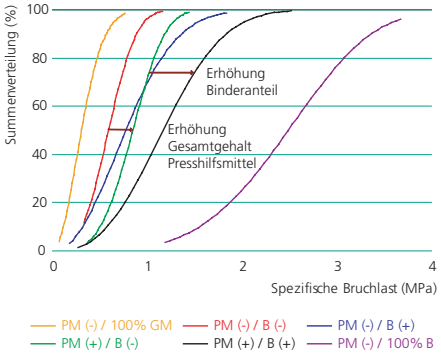



Bild 1
Spezifische Bruchlast von Granulaten in Abhängigkeit von dem Gesamtgehalt an Presshilfsmitteln (PM) und dem Binderanteil (B)
(-) … unteres Niveau, (+) … oberes Niveau, GM … Gleitmittel

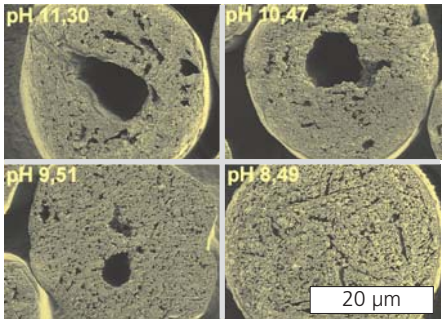



Bild 2
Innere Struktur von Granulaten in Abhängigkeit vom pH-Wert der Ausgangssuspension

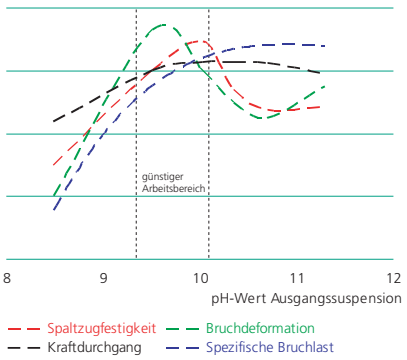



Bild 3
Auswahl eines günstigen pH-Wertes in Abhängigkeit von den Zieleigenschaften

### Danksagung

Die Arbeiten wurden durch das Sächsische Ministerium für Wissenschaft und Kunst (SMWK) gefördert.

## Motivation

Pressgranulate bestimmen Eigenschaftsniveau und Zuverlässigkeit keramischer Bauteile und Systemkomponenten, die über die pulvertechnologische Verarbeitungsroute hergestellt werden. So sind z. B. für die Herstellung von großformatigen Bauteilen Pressgranulate mit folgenden Eigenschaften erforderlich:

- Feine, vorzugsweise enge Größenverteilung
- Homogene Granulatstruktur
- Niedrige bis mittlere spezifische Bruchlast
- Hohe plastische Deformierbarkeit
- Gutes Fließverhalten
- Hohe Kompressibilität und geringe Reibungskräfte beim Pressen
- Eigenschaftskonstanz

Die Einstellung zugeschnittener Granulateigenschaften setzt die Verfügbarkeit eines methodischen Instrumentariums sowie Kenntnisse über technologische und rezepturbedingte Einflüsse, wie z. B. die Wirkung von organischen Presshilfsmitteln, voraus.

## Ergebnisse

Im Fraunhofer IKTS wurde eine Methodik zur Produktgestaltung von Pressgranulaten entwickelt. Ein Bestandteil der Methodik ist die Identifikation der Wirkung verschiedener organischer Presshilfsmittel auf die einleitend genannten Granulateigenschaften. So bewirkt der Einsatz typischer Bindemittel (PVA, Acrylate) eine breite Bruchlastverteilung bei hoher mittlerer spezifischer Bruchlast und der Einsatz von Gleitmitteln und Plastifikatoren eine vergleichsweise enge Bruchlastverteilung mit geringer mittlerer Bruchlast (Bild 1). Kommen Mischungen aus Bindern und Gleitmitteln zum Einsatz, so wird die Charakteristik der Einzelkomponenten übertragen. Eine Erhöhung des Binderanteils führt demzufolge zu einer Verbreiterung der Bruchlastverteilung. Die Steigerung des Gesamtgehaltes an Presshilfsmitteln bewirkt in der Regel eine Parallelverschiebung der Bruchlastverteilung zu höheren Werten (Bild 1).

Die innere Struktur der Granalien kann über die Mobilität der Primärpartikel bei der Trocknung beeinflusst werden. Die Einstellung einer homogenen Granulatstruktur ist durch die Sprühtrocknung von Suspensionen mit geringer Partikelmobilität möglich. Die Variation erfolgt über den pH-Wert der Ausgangssuspension (Bild 2). Der pH-Wert beeinflusst allerdings auch Stabilität und Wirkung der eingesetzten organischen Presshilfsmittel und somit die resultierenden Granulateigenschaften. Exemplarisch ist in Bild 3 ein günstiger pH-Bereich hervorgehoben, in dem mehrere Zieleigenschaften gleichzeitig erreicht werden: hohe plastische Deformation, reduzierte Bruchlast, weitgehend homogene Granulatstruktur, hoher Kraftdurchgang (=geringe Reibung) sowie eine hohe Spaltzugfestigkeit des Grünkörpers.
Bei verschiedenen Granulatentwicklungen ($Si_3N_4$, $Al_2O_3$) wurden Nutzbarkeit und Übertragbarkeit der entwickelten Methodik nachgewiesen.

## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung von Pressgranulaten und Spritzpulvern im kleintechnischen Maßstab
- Überführung von Entwicklungen in den Pilotmaßstab
- Begleitung der Produkteinführung beim Kunden durch:
  - Herstellung von Produkten im Pilotmaßstab (Testphase)
  - Investitionsvorbereitung und Technologietransfer

# Möglichkeiten zur Charakterisierung des Fließverhaltens keramischer Schüttungen

Dr. Manfred Nebelung
Dipl.-Ing. Bianca Lang
Susanna Eckhard

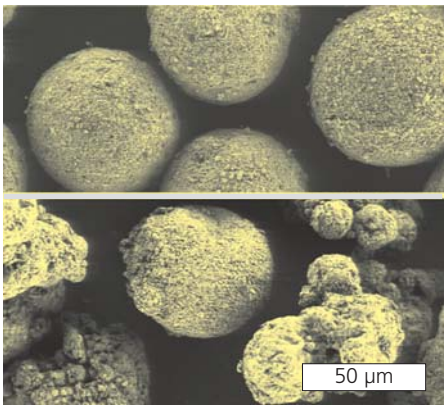



Bild 1
Äußere Struktur der Proben 1 (oben) und 2 (unten)

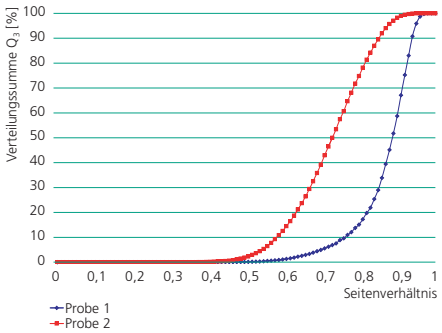



Bild 2
Summenverteilung der Seitenverhältnisse der Proben (QICPIC, Sympatec)

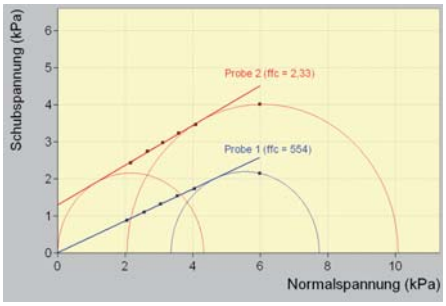



Bild 3
Ergebnisse der Messungen mit Rotationsscherzelle (FT4, Freeman Technology)

### Danksagung

Die Versuchsergebnisse wurden im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe »Fließverhalten keramischer Pressgranulate« im Auftrag folgender Partner erarbeitet: Ceramtec, ESK, Kennametal, Nabaltec, Rauschert

Dank gilt dem VKI e.V. für die Begleitung des Projektes.

## Motivation

Die Verarbeitung feindisperser keramischer und metallischer Rohstoffe erfordert Granulationsprozesse zur Einstellung optimierter Verarbeitungseigenschaften. Dabei bestimmt das Fließverhalten der konfektionierten Schüttungen wesentlich die Eigenschaften der Endprodukte:
*Pressgranulate* werden volumetrisch in die Matrizen dosiert mit dem Ziel einer homogenen, reproduzierbaren Fülldichte.
*Spritzpulver* müssen mit konstanten Masseströmen dem mit hoher Geschwindigkeit strömenden Prozessgas zugeführt werden.
Die Optimierung der Verfahren und Produkte erfordert geeignete Verfahren zur Charakterisierung der integralen Größe »Fließverhalten« sowie Kenntnisse über die Wechselwirkungen zwischen primären Granulateigenschaften und resultierenden Verarbeitungseigenschaften.

## Ergebnisse

Zur Untersuchung dieser Wechselwirkungen wurden auf der Basis eines $Al_2O_3$-Rohstoffes durch Dispergierung und Sprühtrocknung nach einem Versuchsplan zwölf Granulate mit unterschiedlichen Eigenschaften hergestellt und umfassend hinsichtlich Größenverteilung, Dichte, Form, Struktur, Fließverhalten, Festigkeitsverteilung und Pressverhalten charakterisiert. Neben den herkömmlichen Methoden wurden neue Anlagen zur Analyse der Granalienform (QICPIC, Sympatec GmbH) und des Fließverhaltens (Powder Rheometer FT4, Freeman Technology) eingesetzt. In der Tabelle und den Bildern sind die Ergebnisse für ein gut fließfähiges Granulat (Probe 1) und ein nicht fließfähiges Granulat (Probe 2) gegenübergestellt. Bei vergleichbarer Granulatgrößenverteilung wurden Formverteilung (Bilder 1 und 2) und Dichte der Granalien sowie die Deformation beim Druckversuch als Hauptparameter ermittelt.

| Probe | 1 | 2 |
|---|---|---|
| Größe $x_{10}/x_{50}/x_{90}$ [µm] | 28/59/116 | 26/74/186 |
| Seitenverhältnis $a_{50}$ | 0,886 | 0,735 |
| Sphärizität $s_{50}$ | 0,938 | 0,842 |
| Granaliendichte [g/cm³] | 1,89 | 1,22 |
| Schüttdichte [g/cm³] | 1,17 | 0,81 |
| Klopfdichte [g/cm³] | 1,35 | 1,06 |
| Kompressibilität [-] | 0,13 | 0,24 |
| Fließzeit [s] | 11,31 | n.b. |
| Schüttwinkel [°] | 27,5 | 36 |
| Kohäsion $\tau_c$ [kPa] | 0,0047 | 1,2900 |
| Fließfähigkeit ffc [-] | 544 | 2,33 |
| Deformation [-] | 6,9 | 17,9 |
| Bruchlast [MPa] | 1,25 | 1,08 |

Besonders die Auswertung mittels eines in der Verfahrenstechnik üblichen Scherversuches (Bild 3) gibt die großen Differenzen mit den Kenngrößen Kohäsion und Fließfähigkeitsindex deutlich wieder.
Mit den erweiterten Methoden sollen die Untersuchungen zur Klärung der Auswirkungen geringer Schwankungen in den Granulateigenschaften auf Fließ- und Pressverhalten fortgesetzt werden.

## Leistungs- und Kooperationsangebot

Produkt- und Prozessanalysen bei Herstellung und Verarbeitung von Pressgranulaten und Spritzpulvern durch

- Produktcharakterisierung (Granulat- und Schüttguteigenschaften mit Bewertung von Fließ- und Pressverhalten)
- Ableitung von Maßnahmen zur Verbesserung der Verarbeitungseigenschaften durch Beeinflussung von Rezeptur und Technologie
- Aussagen zur Zuverlässigkeit der Herstellungsverfahren durch Auswertung von Qualitätsparametern der Produktion

# CT-Compact: Möglichkeiten der Röntgen-Computertomografie für die zerstörungsfreie Prüfung von Keramik

Dr. Tassilo Moritz
Dr. Reinhard Lenk

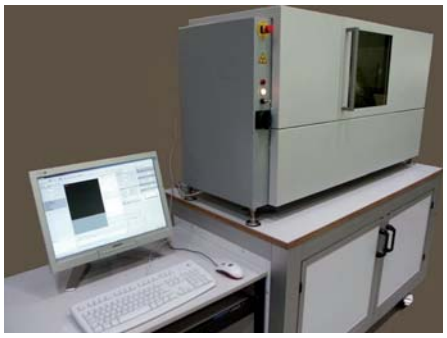


Bild 1
Computertomograf CT-Compact (PROCON X-RAY)

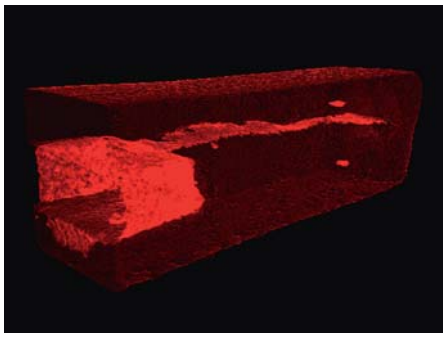


Bild 2
Riss und Poren in einem co-gesinterten 2-Komponenten-Bauteil, sichtbar gemacht durch 3D-Rekonstruktion der computertomografischen Daten

**Danksagung**

Die CT-Compact wurde anteilig mit Mitteln des Demonstrationszentrums »AdvanCer« (IKTS, IZFP) finanziert.

## Motivation

Für die Qualitätssicherung sowie für die Verkürzung von Entwicklungszeiten bei der Herstellung keramischer Bauteile kommt mit der Röntgen-Computertomografie eine zerstörungsfreie Prüfmethode zum Einsatz, die es gestattet, keramische Komponenten bereits im Grünzustand auf mögliche Fehler zu untersuchen. So kann beispielsweise der Entstehung von Rissen, Poren, Bindenähten, Gießlunkern o. ä. rechtzeitig durch angepasste Prozessparameter entgegengewirkt werden.

## Ergebnisse

In Kooperation mit der Fa. PROCON X-RAY hat das Fraunhofer-Entwicklungszentrum Röntgentechnik Fürth leistungsstarke und kompakte Röntgen-Computertomografen für Bauteile kleinerer Abmessungen entwickelt. Nach umfangreicher Testung und Vorstellung im Rahmen des Fraunhofer-Demonstrationszentrums »AdvanCer« steht dem Fraunhofer IKTS mit dem CT-Compact nunmehr ein leistungsstarkes Gerät zur Verfügung, das über einen 150 kV-Mikrofokusstrahler, einen Flat-Panel-Detector (1024 x 1024 Pixel, Pixelgröße 0,2 $mm^2$) und eine Röntgenleistung von 75 W verfügt. Diese Leistung gestattet auch die Charakterisierung von Bauteilen aus Zirkoniumdioxid mit Wandstärken von ca. 5 - 7 mm.

Die minimale Brennfleckgröße beträgt 7 µm bei einem Brennfleck-Detektor-Abstand von 750 mm. Damit lassen sich beispielsweise in spritzgegossenen keramischen Grünteilen Fehler in einer Größe von bis zu 20 µm nachweisen. Auch Fließlinien und Dichteinhomogenitäten können mit dem CT-Compact detektiert werden.

Gerade beim keramischen Pulverspritzguss kommt der zerstörungsfreien Bauteiluntersuchung im Grünzustand eine besondere Rolle zu, da technologische Fehler häufig im Formkörper verborgen sind und erst im gesinterten Bauteil nach zeitintensiven Entbinderungs- und Sinterschritten zu Tage treten oder, im Extremfall, zum Versagen der keramischen Komponenten führen können. Die Kenntnis der Fehlerquellen nach dem Spritzvorgang erlaubt dagegen ein frühzeitiges Eingreifen in den Prozess. Daneben bietet die Röntgen-Computertomografie ebenso Vorteile bei der Untersuchung von Fügezonen oder vollständig komplettierten Bauteilsystemen.

Die vom Fraunhofer EZRT entwickelte Visualisierungssoftware Volume Player Plus ermöglicht neben Schnitten durch das Bauteil dessen 3D-Visualisierung, das Vermessen von Fehlern, die Auswertung von Poren und Lunkern sowie die Erstellung von STL-Daten.

## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Charakterisierung von keramischen Bauteilen im grünen und gesinterten Zustand
- Erstellung von Rekonstruktionsdaten über die Visualisierungssoftware
- Fehleranalyse und Zustandscharakterisierung für eine zielgerichtete Prozessoptimierung beim Pulverspritzguss
- Kooperation mit dem Fraunhofer IZFP Saarbrücken und Dresden sowie dem Fraunhofer EZRT Fürth bei großvolumigen keramischen Komponenten

# Rheologische Charakterisierung keramischer Spritzgussmassen

Dipl.-Ing. Anne Mannschatz
Dipl.-Ing. Andreas Baumann
Dr. Tassilo Moritz

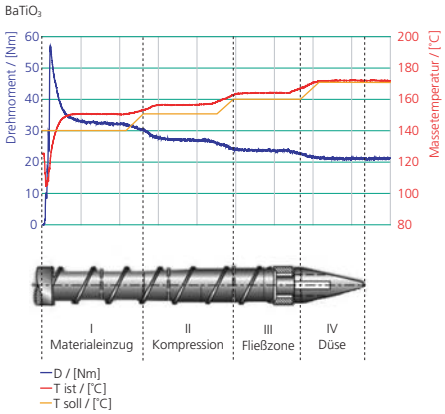



Bild 1
Rheogramm zur Charakterisierung einer Pulverspritzgussmasse

Bild 2
Messkneter Brabender W50EHT

**Danksagung**

Wir danken unseren Partnern auf den Gebieten Feedstockproduktion und Pulverspritzguss für das entgegengebrachte Vertrauen und die vielfältigen Kooperationen

## Motivation

Die Dispergierung feinteiliger keramischer Pulver in thermoplastischen Bindersystemen und deren Verarbeitung im Formgebungsprozess erfordern hohe Scherraten in mess- und prozesstechnischen Anlagen. Die in der Hochviskosverfahrenstechnik üblichen Viskositäten von bis zu $10^3$ Pa·s stellen ein wesentliches Kriterium für die Prozessfähigkeit von Extrusions- und Pulverspritzgussmassen dar. Für die Entwicklung und letztendlich technologische Beherrschung der Formgebungsmassen ist die Kenntnis des rheologischen Verhaltens von grundsätzlicher Bedeutung. Vor dem Hintergrund der Entwicklung neuer Feedstocksysteme auf dem Gebiet des Keramikspritzgießens für ein- und mehrkomponentige Bauteile stellt die rheologische Charakterisierung entsprechender Formgebungsmassen somit einen unverzichtbaren Beitrag zur Gewährleistung der Prozesssicherheit dar.

## Ergebnisse

Die Fließfähigkeit thermoplastischer Massen ist an deren reversiblen Phasenübergang gebunden. Die für die Formgebung notwendige Eigenschaft der Strukturviskosität wird somit erst im schmelzflüssigen Zustand beobachtet. Die hohe Viskosität thermoplastischer Feedstocksysteme kann in gewissen Grenzen durch Temperaturerhöhung verringert werden (Bild 1). Der Einfluss der Feststoffbeladung des Feedstocks auf dessen Verarbeitungseigenschaften sowie der Grad der Homogenität der Pulververteilung im thermoplastischen Binder wird qualitativ am aufgezeichneten Drehmomentkurvenverlauf eines Messkneters (Bild 2) ermittelt.

Für die Simulation des Formfüllvorganges während des Einspritzens sind Aussagen zur dynamischen Viskosität der Feedstocks notwendig. Diese Simulationseingangsdaten können über Messungen am Hochdruckkapillarviskosimeter ermittelt werden. Gleichzeitig lassen diese Messergebnisse ebenso Aussagen über die Homogenität der Spritzgussmasse zu.

## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung thermoplastischer Feedstocks für den Keramikspritzguss
- Feedstockcharakterisierung und Ermittlung von Simulationseingangsdaten
- Charakterisierung der Verspritzbarkeit mittels eigener Testwerkzeuge
- Entwicklung spritzgegossener Bauteile
- Charakterisierung von Spritzgussbauteilen im Grün- und Sinterzustand über Röntgen-Computertomographie

Anlagentechnik:

- Messkneter Brabender W50EHT und N50EHT
- Hochdruckkapillarviskosimeter Bohlin RH 10
- Scherwalzenkompaktor Bellaform
- Spritzgussmaschine Arburg 370C 800-225
- 2K-Spritzgussmaschine Arburg 320S 500-60

# Lasersintern von Siliciumcarbid: Makrobauteile mit Mikrostrukturen

Dr. Reinhard Lenk
Dr. Hans-Jürgen Richter
Dipl.-Ing. (FH) Eleonore Miosge

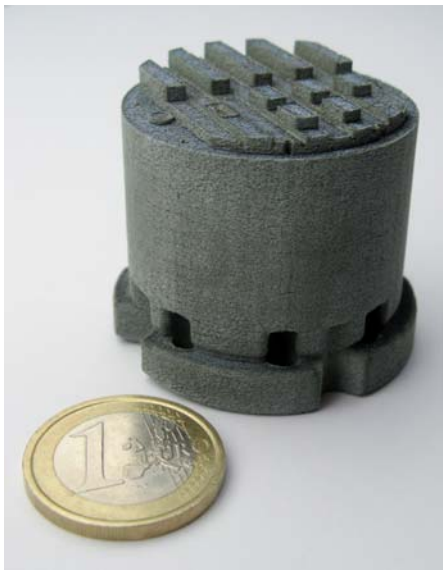


Bild 1
Demonstrator Werkzeugeinsatz - mittels konventionellem Lasersintern gefertigt

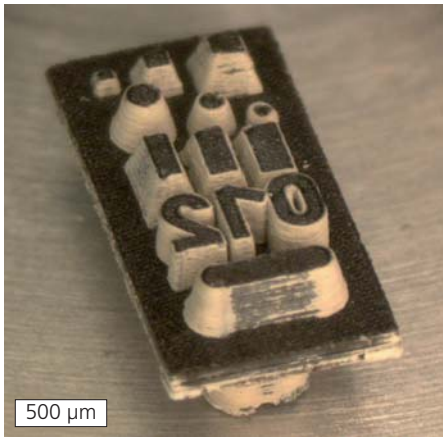



Bild 2
Mikrokomponente als Einlegeteil für den Demonstrator - mittels Lasermikrosintern gefertigt (Hochschule Mittweida)

**Danksagung**

Die präsentierten Arbeiten wurden im Rahmen des InnoNet-Projektes »Selektives Lasersintern als innovatives Herstellungsverfahren für komplexe Bauteile aus technischer Keramik (CERAPID)« IN 4608 vom BMWi gefördert. Dem Zuwendungsgeber, dem Projektträger VDI/VDE/IT Berlin und den Projektpartnern sei herzlich gedankt.

## Motivation

Konventionell hergestelltes siliciuminfiltriertes Siliciumcarbid (SiSiC) ist ein hochtemperaturfester Konstruktionswerkstoff mit hoher Härte und Steifigkeit, der bereits in vielen Anwendungen etabliert ist. Neben der Möglichkeit einer schnellen Prototypfertigung bietet das Lasersintern als generatives Fertigungsverfahren vor allem interessante geometrische Gestaltungsmöglichkeiten durch die freiformende Herstellung aus dem Pulverbett.

Beim Lasersintern steigt der Zeitaufwand für die Generierung eines Bauteiles mit sinkender Auftragsdicke der Pulverschicht deutlich an. Geringe Schichtdicken und die Verwendung feiner Pulver sind jedoch Voraussetzung für gute Oberflächenqualitäten, filigrane Detailabbildungen und – im Fall von Technischer Keramik – auch für hohe mechanische Festigkeiten.

## Ergebnisse

Im Rahmen einer Forschungskooperation mit der Hochschule Mittweida (FH) - University of Applied Sciences sowie weiteren Partnern aus der Industrie hat das Fraunhofer IKTS das Werkstoffkonzept für das Lasersintern von SiSiC weiterentwickelt. Nun können auch extrem feine Siliciumcarbidpulver verarbeitet werden, so dass deutlich feinere Strukturen und Oberflächengenauigkeiten erreicht werden. Die Anwendung dieser Technologie eröffnet neue Möglichkeiten in der Umsetzung von Fertigungsstrategien.

Um größere Bauteile mit filigranen Strukturdetails wirtschaftlich fertigen zu können, werden das herkömmliche Lasersinterverfahren und das Lasermikrosintern kombiniert angewendet. Großvolumige Bauteilgeometrien werden aus Pulvern mit mittlerer Feinheit in Schichten von 50 µm aufgebaut (Makrosintern), während für filigran geformte Details ultrafeine Pulver und geringere Schichtdicken verwendet werden (Mikrosintern). Die anschließende Reaktionsinfiltration der gefügten Einzelgeometrien ermöglicht die Herstellung des Werkstoffverbundes ohne Beeinträchtigungen der mechanischen Eigenschaften und ohne nachträgliche Schwindungsprozesse.

## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Prototypentwicklung komplexer und filigran strukturierter Komponenten aus SiSiC
- Entwicklung lasermikrogesinterter keramischer Werkstoffe
- Werkstoff- und Verfahrensentwicklung zur generativen Fertigung von Keramikbauteilen (Lasersintern und 3D-Drucken)

# Extrusionstechnik für großformatige keramische Wabenkörper

Dr. Reinhard Lenk
Dipl.-Krist. Jörg Adler

Bild 1
Verladung des Extruders in Görlitz (BMS-KEMA)

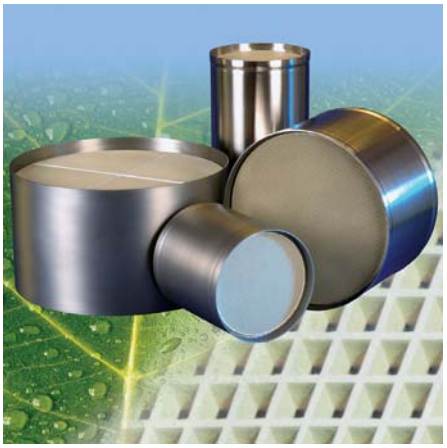


Bild 2
SINOx® SCR-Katalysatoren (Argillon)

Danksagung

Gefördert im Rahmen der Technologieförderung mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) 2000-2006 und mit Mitteln des Freistaates Sachsen

Freistaat Sachsen
Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit

Kooperationspartner

BMS-KEMA Görlitz GmbH
Pomologische Gartenstraße 17-19
D-02826 Görlitz
www.bms-kema.de

## Motivation

Je höher bei Verbrennungsmotoren das Temperaturniveau im Brennraum ist, desto besser wird der Kraftstoff in Energie umgesetzt und desto geringer sind der Kraftstoffverbrauch sowie der damit verbundene $CO_2$-Ausstoß. Mit Hilfe der aus der Kraftwerkstechnik bekannten SCR-Technologie (Selective Catalytic Reduction) werden in den nächsten Jahren auch in Nutzfahrzeugen und großen Pkw die entstehenden Stickoxide ($NO_x$) im Abgas in Wasserdampf und elementaren Stickstoff umgewandelt.
In der SCR-Technologie wird ein katalytisch wirksames Material auf der Basis $TiO_2$-$V_2O_3$-$WO_3$ eingesetzt. Die für Vollextrudate verwendete keramische Masse wirkt beim Extrudieren im Vergleich zum Cordierit, welches ebenfalls als Substrat Anwendung findet, verschleißender, vor allem aber wesentlich korrosiver.

Ziel eines Verbundvorhabens zwischen der BMS-KEMA GmbH in Görlitz und dem Fraunhofer IKTS war die Entwicklung einer Extrusionstechnik für großformatige keramische Wabenkörper für die SCR-Technologie. Entwicklung und Bau des Extruders wurden für die Fa. Argillon in Redwitz durchgeführt. Die Fa. Argillon, führender Hersteller von vollextrudierten Wabenkatalysatoren für SCR-Anwendungen auf dem Weltmarkt, verfolgt mit diesem Aggregat das Ziel der Herstellung von Vollextrudaten bis über 12“-Durchmesser im Gegensatz zu den bisher üblichen 5,55“ bis maximal 9,5“.

## Ergebnisse

Als Ergebnis wurde ein Extruder mit einem Schneckendurchmesser von 500 mm und einer -länge von 3000 mm entwickelt, mit dem Wabenkörper mit einer Zelldichte von etwa 300-400 cpsi hergestellt werden können. Ausgehend von Pressdrücken größer 80 bar ist er für alle gängigen Materialien, welche heute zu Wabenkörpern verarbeitet werden, einsetzbar. Untersuchungen zur Wechselwirkung von Verschleißmaterialien mit dem keramischen Ausgangsmaterial, die rheologische Charakterisierung und die Simulation des Fließverhaltens keramischer Massen sowie die geometrische Auslegung der Schnecke haben wesentlich zur erfolgreichen Umsetzung des maschinentechnischen Konzeptes beigetragen.

Die Entwicklungsarbeiten erfolgten in enger Kooperation mit der BMS-KEMA GmbH und der ECT GmbH. Entwicklung, Herstellung und Charakterisierung thermisch gespritzter Verschleißschutzschichten wurden am Fraunhofer IWS durchgeführt. Zur Auswahl der Stahlsorten und Auslegung der Schneckengeometrie wurde mit dem Ingenieurbüro Lutz und der Fa. cpe (Ceramic Process Engineering) zusammengearbeitet. Durch die Beschreibung des Extrusionsprozesses mit dem Simulationsprogramm der Firma cpe konnte die Schneckengeometrie für die Verarbeitung der keramischen Massen optimiert werden. Durch die frühzeitige Einbindung der Fa. Argillon war eine zügige und praxisorientierte Umsetzung der verfahrens- und maschinentechnischen Entwicklungsarbeiten sichergestellt.

## Leistungs- und Kooperationsangebot

FuE-Projekte zur Werkstoff-, Masse- und Verfahrensentwicklung für das Extrudieren von zellularen Keramiken für Filter- und Katalysatoranwendungen sowie Dienstleistungen sowohl als begleitende Charakterisierung als auch im Rahmen einer umfassenden Qualitätssicherung

# Keramische Federelemente von der Auslegung bis zum Prototyp

Dipl.-Ing. Jens Stockmann
Dr. Wieland Beckert

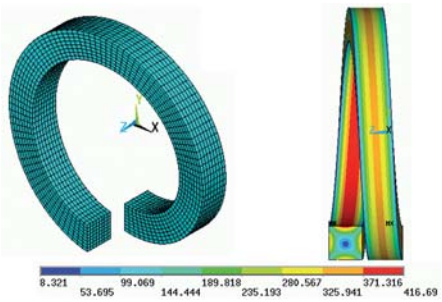



Bild 1
3D-FE-Modell einer Federwindung

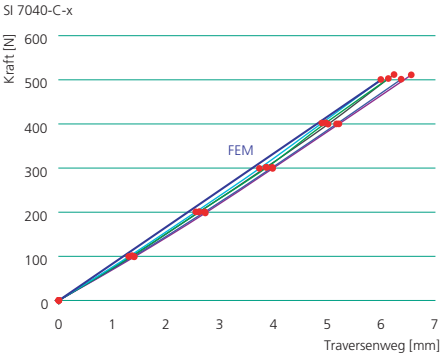



Bild 2
Experimentelle Verifikation des Modells für eine Beispielfeder

Bild 3
Zirkonoxidfeder

**Kooperationspartner**

Noras Röntgen- und Medizintechnik GmbH

## Motivation

In technischen Systemen besteht häufig die Notwendigkeit, Komponenten bei hohen Temperaturen unter Einwirkung von Chemikalien oder starken Magnetfeldern mit definierter Anpresskraft dauerhaft und zuverlässig zu positionieren oder zu verspannen. Federelemente aus Hochleistungskeramik eröffnen hier innovative Systemlösungen.

Am Beispiel einer Spannvorrichtung für neurochirurgische Eingriffe im Magnetresonanztomographen wird die Entwicklung einer keramischen Feder aufgezeigt. Das Alleinstellungsmerkmal der Keramik liegt in diesem Fall darin, dass sie sowohl nichtmagnetisch als auch nichtmetallisch ist und keine Hystereseeigenschaften im Vergleich zu gegenwärtig eingesetzten Kunststoff-Federelementen besitzt.

## Ergebnisse

Nach Vorgabe der erforderlichen Eigenschaften (Einbauraum, Federweg und Federkraft) durch die Fa. Noras erfolgte im ersten Schritt die Auswahl eines keramischen Werkstoffes. Da bei dieser Anwendung keine thermischen Belastungen auftreten, wurde eine Zirkonoxidkeramik ausgewählt.

Im zweiten Schritt wurden die Federelemente ausgelegt, d.h. die geometrischen Kenngrößen (Windungszahl, -anstieg, -querschnitt) festgelegt. Durch die Nutzung eines mathematisch-physikalischen Modells konnte ein langwieriger, experimenteller Designprozess mit mehreren aufwendigen Iterationsschleifen vermieden werden.

Die modellbasierte Auslegung wurde in zwei Stufen realisiert:

Zunächst erfolgte eine Grobauslegung mittels eines an Literaturvarianten adaptierten, analytischen Näherungsmodells.

Die mit dem Grobmodell ermittelten Varianten wurden anschließend mit einem 3D-Finite-Elemente-Modell einer Federwindung hinsichtlich der Federrate feinangepasst. Mit diesem Modell wurde zudem eine Belastungsanalyse durchgeführt, um sicherzustellen, dass die Beanspruchung im Einsatzfall die Belastungsgrenze des Materials nicht übersteigt.

Auf dieser Basis erfolgte am Fraunhofer IKTS die Herstellung von Federprototypen über kombinierte Formgebung von Kaltisostatpressen/Grünbearbeitung, durch Wärmebehandlung mittels Sinter-HIP-Verfahren sowie anschließende Schleifbearbeitung.

Abschließend wurde die Federkennlinie auf einer Werkstoffprüfmaschine überprüft. Die Abweichung der Federkraft von der Vorgabe ist kleiner als fünf Prozent, was für diese Anwendung ausreichend ist. Derzeit sind die Federelemente seit ca. einem Jahr erfolgreich im Einsatz.

## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Modellbasierte Auslegung von keramischen Schraubenfeder-Elementen entsprechend Kundenvorgaben
- Herstellung keramischer Prototypen aus Oxid- und Nichtoxidkeramik
- Integration in Anwendersysteme
- Beratung / Mitwirkung bei der Serieneinführung

Abteilung

# Sintern / Charakterisierung

Abteilungsleiter
Dr. habil. Mathias Herrmann

Innerhalb dieser Abteilung konzentriert sich ein umfangreiches Know-how in den Themenfeldern Sintern und Analytik.

Auf der Grundlage vielfältiger Charakterisierungsmethoden, thermodynamischer und kinetischer Modellierungen sowie einer umfangreichen Ofentechnik vom Labor- bis zum Technikumsmaßstab kann eine gezielte Entwicklung von Werkstoffen, Bauteilen und Prozessen erfolgen.

Die vorhandenen Methoden reichen von der Partikel- und Suspensionscharakterisierung über die keramografische Gefügepräparation mittels konventioneller und ionenstrahlbasierter Verfahren bis hin zur quantitativen Phasen- und Gefügeanalyse. Darüber hinaus stehen eine breite Palette thermoanalytischer und thermophysikalischer Charakterisierungstechniken sowie Methoden zur tribologischen und mechanischen Charakterisierung zur Verfügung.

Die Beherrschung dieser ausgereiften analytischen Methoden ist mit detailliertem Prozesswissen sowie werkstoffwissenschaftlichen und naturwissenschaftlichen Kenntnissen gekoppelt, die eine fundierte Interpretation der Ergebnisse ermöglichen.

## Leistungsangebot

Durchführung von Entwicklungsprojekten und Einzelaufträgen zur Charakterisierung von pulvermetallurgischen und keramischen Roh- und Werkstoffen sowie zur Wärmebehandlung von Werkstoffen und Bauteilen

- Bestimmung thermoanalytischer und thermophysikalischer Kennwerte
- Untersuchung des Sinterverhaltens von Werkstoffen und Bauteilen
- Auslegung, Durchführung und Optimierung von Wärmebehandlungen einschließlich des Up-scalings auf großtechnische Maßstäbe
- Partikel- und Suspensionscharakterisierung (Mikro- bis Nanobereich)
- Charakterisierung von Werkstoffen und Bauteilen hinsichtlich des Gefüges, des Phasenbestandes sowie der mechanischen und tribologischen Eigenschaften
- Schadensanalyse von Bauteilen und Beratung zum Einsatz keramischer Werkstoffe

## Besondere technische Ausstattung

### Pulver- und Suspensionscharakterisierung (Akkreditiertes Labor)

Elektrokinetische und elektroakustische Messtechnik; Partikelgrößenanalyse, basierend auf Laserbeugung und dynamischer Lichtstreuung; BET-Messtechnik; Hg-Porosimetrie

### Thermische Analyse / Thermophysik (Akkreditiertes Labor)

Messungen im Temperaturbereich -80 bis 2400 °C mit hochreinem automatisierten Laborgasversorgungssystem: Simultan-TA-Komplexe mit Gasaustauschanalyse (Massenspektrometrie, FT-IR-Spektrometrie); HT-Dilatometer; Differenz-Scanning-Kalorimeter; Wärme- und Temperaturleitfähigkeitsmesssysteme

### Wärmebehandlung und Sintern von Werkstoffen und Bauteilen

in Labor- und Technikumsanlagen im Temperaturbereich bis 2400 °C unter verschiedenen Atmosphären: Vakuum-/Gasöfen; Druckgasöfen; Heißisostatpresse; Heißpressen; SPS/FAST-Anlage

### Charakterisierung von Gefügen und Phasengehalten

Standardmethoden der keramografischen Präparation und Ätztechnik; Ionenstrahlpräparationstechniken; FESEM mit EDX, EBSD, AFM, Röntgendiffraktometrie bis 1400 °C und Reflektometrie

### Mechanische Werkstoffprüfung

im Temperaturbereich RT bis 1500 °C; Untersuchungen zum tribologischen Verhalten; Prüfung des Korrosionsverhaltens in Flüssigkeiten und Gasen


Thermische Analyse und Thermophysik

Dipl.-Ing. Klaus Jaenicke-Rößler
Klaus.Jaenicke.Roessler@ikts.fraunhofer.de

Keramografie / Phasenanalyse

Dr. habil. Mathias Herrmann
Mathias.Herrmann@ikts.fraunhofer.de

Wärmebehandlung

Dipl.-Ing. Gert Himpel
Gert.Himpel@ikts.fraunhofer.de

Pulver- und Suspensionscharakterisierung

Dr. Annegret Potthoff
Annegret.Potthoff@ikts.fraunhofer.de

# Wärmebehandlung keramischer Werkstoffe in definiert angefeuchteten Atmosphären

Dipl.-Ing. Klaus Jaenicke-Rößler
Dr.-Ing. Tim Gestrich
Dr. Mathias Herrmann

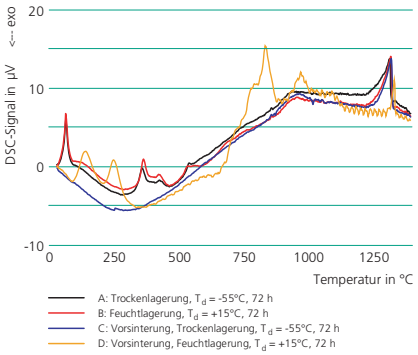



Bild 1
Thermisches Verhalten (DSC) von grünen und vorgesinterten Hartmetall-Presslingen, trocken und feucht gelagert

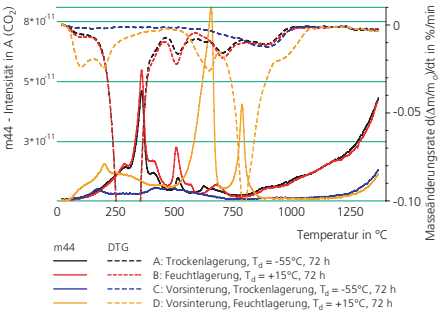



Bild 2
Thermisches Verhalten (DTG-EGA/QMS) von grünen und vorgesinterten Hartmetall-Presslingen, trocken und feucht gelagert

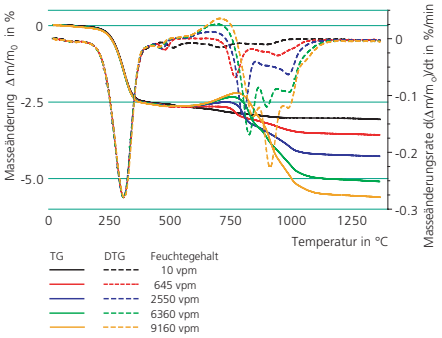



Bild 3
Thermisches Verhalten (TGA-DTG) von grünen Hartmetall-Presslingen in unterschiedlich feuchter Sinteratmosphäre

## Motivation

Während des Herstellungsprozesses vom Pulver zum keramischen Bauteil spielt Feuchte in Form von Wasser oftmals eine wichtige Rolle. Feuchte kann die Verarbeitbarkeit der Rohstoffe und Zwischenprodukte sowie die Endeigenschaften und die Einsetzbarkeit der Bauteile negativ beeinflussen. Bei Hydrothermal-Prozessen sind umgekehrt hohe Feuchten erforderlich.
Bereits die Pulver und die Hilfsstoffe können Feuchte enthalten. Eine weitere Wasseraufnahme ist während einzelner Herstellungsschritte (Mahlen, Sieben, Granulieren, Formgebung, Sintern) möglich. Schließlich kann Feuchte auch bei den Zwischenlagerungen der Werkstoffe und Halbzeuge unter Raumklimabedingungen aufgenommen werden. Das Wasser wird hierbei über Adsorptions- bzw. Absorptionsprozesse, Kapillarkondensation, chemische Reaktionen, Komplexierung oder Lösungsprozesse physikalisch oder chemisch eingebunden.

Die Aufnahme bzw. Abgabe des Wassers oder seiner Reaktionsprodukte ist mit kalorischen Effekten, Masseänderungen und Gasaustauscheffekten sowie Dimensionsänderungen verbunden und wirkt sich mehr oder weniger stark auf die Endeigenschaften aus.

Die Thermische Analyse gibt mit
- der Dynamischen Differenzkalorimetrie (DSC),
- der Thermogravimetrischen Analyse in Kopplung mit der Gasaustausch-Thermoanalyse (TGA-EGA/QMS) und
- der Thermomechanischen Analyse/ Thermodilatometrie (TMA/TDIL)

Werkzeuge in die Hand, die solche Prozesse hochempfindlich und hochaufgelöst darstellen und somit als Sonde zur Prozesssteuerung dienen können.

## Ergebnisse

Beispielhaft wurde der Einfluss unterschiedlicher Lagerbedingungen bzw. verschieden feuchter Atmosphären auf das Entwachsen, Ausgasen und Sintern untersucht. Modellsubstanz war dabei ein WC-Co-Hartmetall mit zugemischtem Kornwachstumshemmer. Bild 1 zeigt die DSC-Kurven der Ausgangssubstanz und des bei 750 °C vorgesinterten Materials beim Sintern unter Argon (10 K/min) nach unterschiedlicher Lagerung. Das entsprechende mittels TGA-EGA/QMS aufgenommene Thermogramm für die Massenzahl m44 ($CO_2$) und für das differenzierte TGA-Signal ist in Bild 2 dargestellt. Bild 3 zeigt den Einfluss des Feuchtegehaltes der Argon-Sinteratmosphäre.
Die benannten Beispiele verdeutlichen, wie stark der Feuchteeinfluss ist und wie empfindlich die ausgewählten TA-Sonden reagieren.

## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Thermoanalytische Charakterisierung von Werkstoffen, Halbzeugen und Bauteilen nach Lagerung unter feuchten Bedingungen

- Thermoanalytische Studien zum Einfluss definiert angefeuchteter Atmosphären auf das Werkstoff- und Bauteilverhalten bei unterschiedlichen Wärmebehandlungen mit dem Ziel der Simulation und Optimierung der technischen Prozesse

- Thermodynamische und kinetische Untersuchungen zum Einfluss der Feuchte auf pulvermetallurgische und keramische Prozesse

# Messung und Modellierung der Temperaturverteilung bei Field Assisted Sintering Technology (FAST) / Spark Plasma Sintering (SPS)

Dipl.-Ing. Jan Räthel
Dr. Wieland Beckert
Dr. Mathias Herrmann

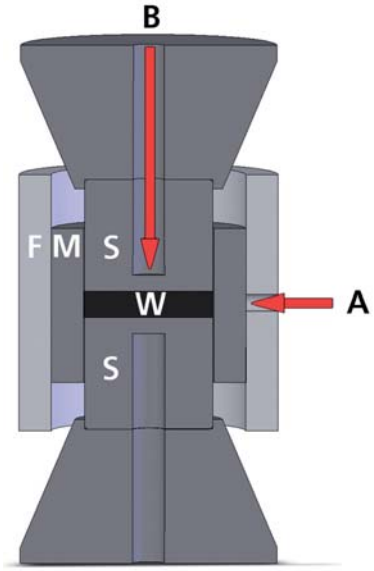



Bild 1
Temperaturmesspunkte (A-externes Pyrometer, B-Steuerpyrometer) am FAST/SPS-Werkzeug (F-Strahlungsschutz, M-Matrize, S-Stempel, W-Werkstoff)

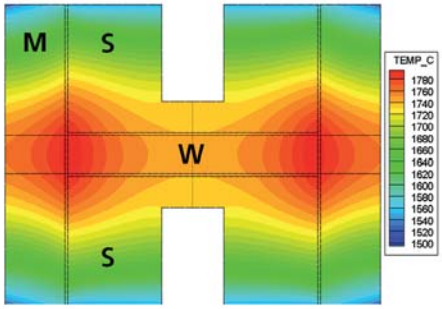



Bild 2
Temperaturverteilung in einem Werkzeug mit elektrisch nicht leitfähigem Sintergut ($Si_3N_4$ + oxid. Additive)

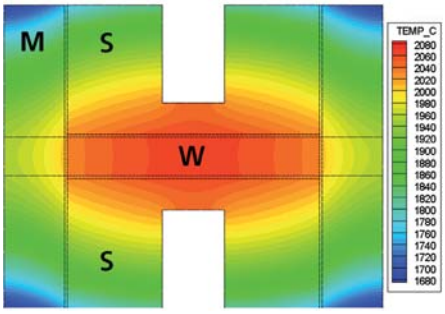



Bild 3
Temperaturverteilung in einem Werkzeug mit elektrisch leitfähigem Sintergut (WC)

## Motivation

Die Temperaturverteilung in einem FAST/SPS-Werkzeug verändert sich stark mit den Eigenschaften des zu verdichtenden Werkstoffes (elektrisch leitfähig bzw. elektrisch nicht leitfähig; Wärmeleitfähigkeit) und der Geometrie des Werkzeuges (Höhe und Dicke der Matrize, Länge der Stempel, Strahlungsschutz). Die genaue Kenntnis der Temperaturverteilung ist daher Voraussetzung für die Interpretation der Ergebnisse, das Design von Pressformen sowie das Erzeugen homogener Werkstoffe. Deshalb wurden Temperaturmessungen an diversen Stellen unterschiedlicher Werkzeuge und Werkstoffe vorgenommen und mit Finite-Elemente-Modellen (FEM) verglichen.

## Ergebnisse

Temperaturverteilungen in FAST/SPS-Werkzeugen lassen sich pyrometrisch messen. Dazu wurden die Temperaturen eines externen, radial angeordneten Pyrometers (Bild 1, Pos. A) mit denen des internen axialen Steuerpyrometers (Bild 1, Pos. B) der Anlage verglichen. Die verdichteten Werkstoffe (elektrisch leitfähig / elektrisch nicht leitfähig) zeigten einen deutlichen Einfluss auf die ermittelten Temperaturdifferenzen. Die Optimierung der Werkzeuggeometrie (Strahlungsschutz, Dicke der Matrize) bewirkte eine starke Verringerung der Temperaturgradienten im Werkstoff und Werkzeug, so dass die Herstellung homogenerer Werkstoffe gelang. Zusätzlich zu diesen Messungen wurden FEM-Simulationen genutzt, um das Temperaturfeld im vertikalen Schnitt in Werkzeug und Probe zu berechnen und zu visualisieren (Bild 2 und 3). Dazu wurden neben einem leistungsfähigen FE-Modell (FlexPDE) temperaturabhängige Werkstoffkenndaten benötigt (z. B. spez. elektrischer Widerstand und Wärmeleitfähigkeit), welche in Ergänzung zu einer möglichst realitätsnahen Beschreibung von druckabhängigen Wärmeübergängen und Strahlungsverlusten dieses Modell komplettieren. Das nichtlineare, transiente FE-Modell berücksichtigt die Geometrieänderung während der Verdichtung durch einen »moving boundary«-Ansatz und implementiert die Abbildung eines temperaturgeregelten Betriebs. Zur Validierung wurden Temperatur- und Infrarotkamera-Messungen durchgeführt und mit den FE-Berechnungen verglichen. Beide Ergebnisse stimmen ausgezeichnet überein und zeigen Lösungsansätze für die Konstruktion von Werkzeugen mit einer homogeneren Temperaturverteilung. Die berechneten Temperaturverteilungen im Probenvolumen konnten an messbaren Eigenschaftsänderungen des zu verdichtenden Materials (z. B. Bestimmung des $\alpha/\beta$-$Si_3N_4$-Gehaltes als Funktion des Ortes) nachgewiesen werden. Mit diesen Messungen und Berechnungen der Temperaturverteilung ist eine Beschreibung des FAST/SPS-Prozesses möglich. Darüber hinaus erlauben sie ein gezieltes Design von Matrizen und ein tieferes Verständnis der Verdichtung und Strukturausbildung in Werkstoffen.

## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Herstellen von Werkstoffen und Bauteilen
- Erstellen von maßgeschneiderten Sinterprogrammen
- Konstruktion und Herstellung von Werkzeugen (Grafit, CFC, LPS-SiC, TZM, W, Mo)
- Auswertung verfahrensrelevanter Prozessparameter
- FEM-Simulation in Abhängigkeit von Werkzeuggeometrie und Sintergut

# Nachweis von Tiefenschädigungen bei tribologisch beanspruchten Werkstoffen

Dipl.-Ing. Kerstin Sempf
Dr. Mathias Herrmann

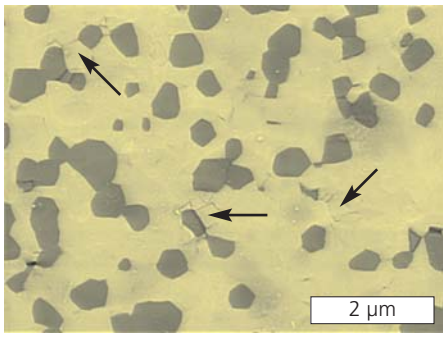



Bild 1
REM-Aufnahme der mit Ionenstrahlen polierten Oberfläche
(Risse sind markiert, dunkle Körner: $Al_2O_3$, helle Bereiche: $ZrO_2$)

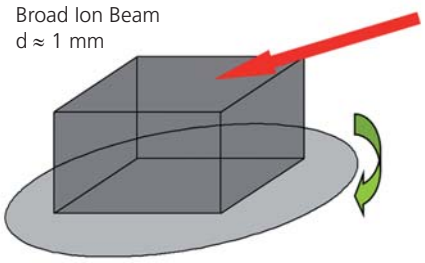



Bild 2
Prinzip der Ionenstrahlpolitur/Abtrag

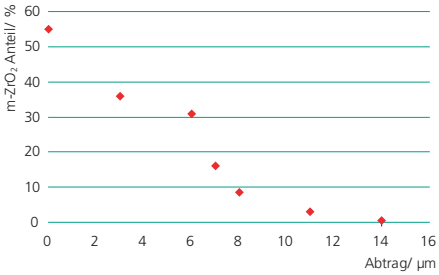



Bild 3
Röntgenographisch bestimmter Anteil an monoklinem $ZrO_2$ als Funktion der Abtragstiefe

**Danksagung**

Wir danken der Firma Mathys Orthopädie GmbH für die gute Zusammenarbeit.

## Motivation

Zirkonoxidhaltige Keramiken zeichnen sich durch gute chemisch-physikalische Werkstoffeigenschaften und eine gute physiologische Verträglichkeit mit dem menschlichen Organismus aus, woraus eine steigende Bedeutung für verschiedene Einsatzbereiche resultiert. Diese Keramiken zeigen jedoch eine Anfälligkeit gegenüber hydrothermaler Korrosion. Dabei erfolgt in Abhängigkeit von dem Dotierungsgehalt und den Beanspruchungsbedingungen eine teilweise Umwandlung der tetragonalen $ZrO_2$-Phase in monoklines-Zirkonoxid. Diese Umwandlung kann zur Bildung von Mikrorissen in der Keramik führen und damit die Festigkeit der Bauteile negativ beeinflussen. Dieser Prozess beginnt bei äußerer Belastung an der Probenoberfläche und setzt sich im Probenvolumen fort, so dass eine Schicht mit hohem monoklinen Anteil entsteht. Um ein Werkstoffversagen aufgrund von hydrothermaler Korrosion oder lokaler mechanischer Belastung durch tribologische Beanspruchung auszuschließen, sind Untersuchungen zum Schädigungsablauf und der Schädigungstiefe notwendig. Dazu wurden Proben gezielt belastet und die sich bildenden Randschichten untersucht. Für die Schichtcharakterisierung stellt die Kombination von Ionenstrahlpräparation, Rasterelektronenmikroskopie und Röntgendiffraktometrie eine optimale Untersuchungsmethode dar.

## Ergebnisse

Der Ausgang der Untersuchungen war eine hydrothermal beanspruchte Probenoberfläche, an der nach vorsichtiger Politur der Probenoberfläche mittels Ionenstrahlen mit dem Rasterelektronenmikroskop Risse in der Keramik (Bild 1) dargestellt werden können. Diese weisen auf eine Oberflächenschicht mit einer bereits erfolgten Phasenumwandlung zu monoklinem $ZrO_2$ hin, welche aufgrund einer damit verbundenen Volumenzunahme zu einer Rissausbildung führt. Für die Bestimmung des monoklinen $ZrO_2$-Anteils wurden röntgendiffraktometrische Untersuchungen durchgeführt. Um die Abnahme des monoklinen Phasenanteils über die Verringerung der Schichtdicke messen zu können, kam die Ionenstrahltechnik zur Anwendung, bei der eine Phasenumwandlung während des Abtragprozesses ausgeschlossen werden kann und ein Abtrag in µm-Schritten realisierbar ist. Bei dieser Methode rotiert die Probe unter dem Ionenstrahl (Bild 2), so dass über Stoßprozesse Atome aus dem Festkörperverbund herausgelöst werden. Über die Variation der Präparationszeit ist ein sensitiver Abtrag in µm-Schritten möglich. In unterschiedlichen Abtragstiefen wurden Diffraktogramme von den neu entstandenen Oberflächen aufgenommen. Der Vergleich dieser Diffraktogramme zeigt die Abnahme der Peakintensitäten der monoklinen $ZrO_2$-Phase. Mit der quantitativen Phasenanalyse wurden ein m-$ZrO_2$-Anteil von 55 m% in der ursprünglichen Oberfläche und die Abnahme bis auf 0,5 m% nach einem Schichtabtrag von 14 µm bestimmt (Bild 3).

## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Schädigungsarme Präparation von Oberflächen, Grünkörpern und Granulaten mittels Ionenstrahltechniken
- Qualitative und quantitative Röntgenphasenanalyse
- Qualitative und quantitative Gefügeanalyse

# Charakterisierung des Schichtverbundes Diamant/Keramik

Dr. Mathias Herrmann

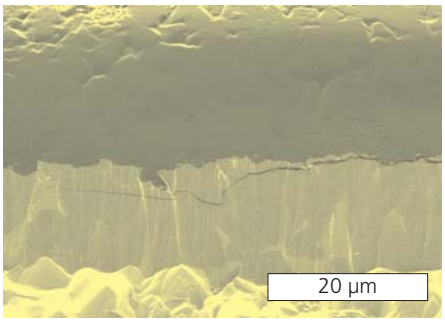



Bild 1
FESEM-Abbildung der Grenzfläche SiC/Diamant nach mechanischer Belastung

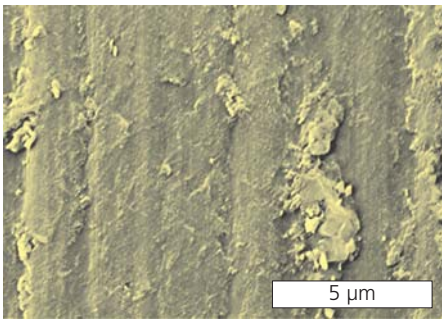



Bild 2
REM-Abbildung der Rückseite der abgelösten Diamantschicht nach mechanischer Belastung (nur vereinzelt sind $Si_3N_4$-Partikel nachweisbar)

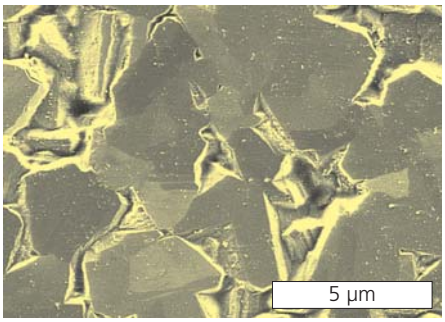



Bild 3
Oberfläche einer Diamantschicht nach tribologischer Beanspruchung (Glättung der Schicht)

## Literatur

[1] P. Obenaus, S. Höhn, Praktische Metallographie, Sonderband 37, Seite 93-98, 2005

## Danksagung

Die Untersuchungen sind Bestandteil des BMBF-Projektes DIACER. Das IKTS ist in diesem Projekt Unterauftragnehmer der H.C. Starck Ceramics. Der Dank gilt allen Partnern des Projektes.

## Motivation

Diamant ist ein Werkstoff mit extremen Eigenschaften wie z. B. hoher Härte und Verschleißfestigkeit, allerdings ist auch die Fertigung sehr kostenintensiv. Diamantbeschichtete Keramiken ermöglichen es, die exzellenten Eigenschaften zu bewahren und günstige Herstellungskosten zu erzielen. Dadurch ergeben sich neue Einsatzmöglichkeiten wie beispielsweise verschleißresistente Gleitringdichtungen, Ziehsteine und Schneidwerkstoffe.

Die Stabilität des Verbundes unter den verschiedenen Anwendungsbedingungen hängt wesentlich von der Anbindung der Diamantschicht auf dem Substrat ab. Um diese Anbindungen zu charakterisieren und gezielt zu beeinflussen, wurden Methoden zur Präparation und Charakterisierung der Grenzfläche Diamantschicht/Substrat entwickelt. Diese Methoden sind darüber hinaus für andere Systeme nutzbar.

## Ergebnisse

Die Haftung von Schichten wird üblicherweise mittels Sandstrahltests bewertet. Diese Methode erlaubt zwar die Quantifizierung der Haftung, sie gibt aber keine Rückschlüsse auf die Mechanismen der Haftung oder Schädigung unter Einsatzbedingungen.

Zur Beurteilung der Haftungs- und Versagensmechanismen wurde die Grenzfläche SiC/Diamant mittels Ionenböschungsschnitt präpariert und im FESEM ausgewertet (Bild 1), [1]. Darüberhinaus erfolgte die Bewertung abgelöster Diamantschichten durch EDX/REM-Messungen (Bild 2). Die Ergebnisse zeigen eine starke Abhängigkeit der Haftfestigkeit von der Oberflächenbehandlung.
Im Falle einer guten Haftung, die durch eine chemische Anbindung der Diamantschicht an das Substrat charakterisiert wird, erfolgt die Enthaftung der Schicht unter tribologisch oder mechanisch abrasiver Belastung durch Rissbildungen im Substrat unterhalb der Oberfläche (Bild 1).
In diesen Fällen ist die Optimierung der Substrateigenschaften der wesentliche Parameter der zur Verbesserung der Eigenschaften des Verbundes führt.

Ohne chemische Haftung erfolgt die Ablösung der Diamantschicht vorrangig entlang der Grenzschicht Diamant/Keramik. Die Diamantschicht ist dann im Wesentlichen eine Replik der ursprünglichen Substratoberfläche. Nur an einzelnen Stellen ist $Si_3N_4$ oder SiC durch EDX/REM nachweisbar (Bild 2). Aus den Anteilen an Keramik und Diamant auf der Oberfläche kann zumindest halbquantitativ der Anteil an chemischer Bindung und mechanischer Verklammerung abgeleitet werden.

Über Ultraschallmethoden ist die zunehmende Schädigung des Werkstoffverbundes unter mechanischer Belastung detektierbar. Eine eindeutige Korrelation der elastischen Konstanten mit den über Sandstrahlmethoden bestimmten Haftfestigkeiten kann allerdings nicht festgestellt werden.

## Leistungs- und Kooperationsangebot

Präparation und Charakterisierung von Grenzschichten oder Oberflächen mittels verschiedener zerstörender und zerstörungsfreier Methoden

# Charakterisierung von Nanopartikeln unter physiologischen Bedingungen

Dipl.-Ing. (FH) Tobias Meißner
Dr. Annegret Potthoff
Dr. Volkmar Richter

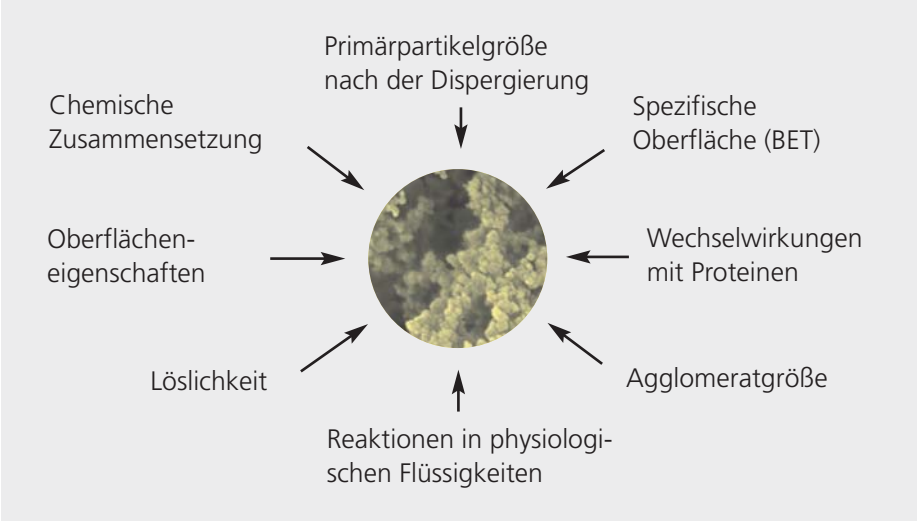



Bild 1
Einflussgrößen bei der Bewertung von Nanopartikeln unter physiologischen Bedingungen

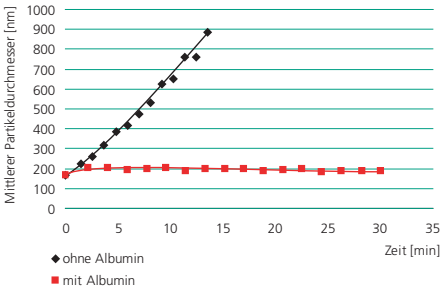



Bild 2
Agglomeration von $TiO_2$-Nanopartikeln in PBS in Abhängigkeit von der Albuminanwesenheit

Danksagung

Dem BMBF sowie dem Projektträger danken wir für die im Rahmen des WING-Programmes gewährte Unterstützung des Projektes »INOS« (Förderkennzeichen 03X0013).

## Motivation

Nach ISO/TC 229 stellen Nanomaterialien Strukturen dar, deren Grundeinheiten in der Regel kleiner als 100 nm sind. Um größenbedingte Risiken dieser neuen Materialien frühzeitig zu erkennen, müssen toxikologische Studien an Nanopartikeln durchgeführt werden. Eine für die Interpretation toxikologischer Untersuchungen relevante Bewertung erfordert die umfassende chemisch-physikalische Charakterisierung der eingesetzten Pulver inklusive der Erfassung der chemischen Zusammensetzung, der Partikel- und Agglomeratgröße sowie der spezifischen Oberfläche (Bild 1).

Um Veränderungen der Partikeleigenschaften beim Vorliegen in physiologischen Flüssigkeiten quantifizieren zu können, müssen darüber hinaus das Agglomerationsverhalten der Partikel sowie die Wechselwirkungen mit Proteinen, die einen wesentlichen Bestandteil von Körperflüssigkeiten darstellen, bewertet werden. Die genaue Beschreibung der Proteinadsorption bildet die Voraussetzung für die Interpretation von Mechanismen bei der Aufnahme und Wirkung von Nanopartikeln in Zellen, die in Kooperation mit auf biologischem oder medizinischem Gebiet tätigen Einrichtungen vorgenommen wird.
Das Ziel besteht in der besseren Abschätzung möglicher gesundheitsrelevanter Gefahren durch Nanopartikel, die mittels Korrelation zwischen chemisch-physikalischer Bewertung und In-vitro-Untersuchungen erreicht werden soll.

## Ergebnisse

Um die bereits für Hartmetallpulver gewonnenen Aussagen zu überprüfen, wurde $TiO_2$ als weiteres großtechnisch eingesetztes Stoffsystem in die Untersuchungen einbezogen. Dabei zeigte sich die Verallgemeinerbarkeit der bisher getroffenen Aussagen, dass unabhängig von ihrer chemischen Beschaffenheit alle bislang untersuchten Partikel in physiologischen Lösungen agglomerieren. Betrachtet werden dabei Flüssigkeiten unterschiedlicher Zusammensetzung, die sowohl einfache physiologische Kochsalzlösung als auch komplexe Medien, wie sie in In-vitro-Experimenten eingesetzt werden, umfassen.

Durch Zugabe von Albumin, welches das häufigste Protein im Blut darstellt, wird die Agglomeration der Nanopartikel wirksam unterbunden – die Nanopartikel sind im menschlichen Körper transportierbar (Bild 2). Eine Aufgabe des Albumins im Blut besteht in der Anbindung an körperfremde (Gift-)Stoffe, um diese als solche zu markieren und zu annihilieren. Dieser Mechanismus kann auch für Nanopartikel zur Anwendung kommen.

Der nachgewiesene Stabilisierungseffekt tritt ebenfalls bei der Verwendung von Serum auf, das den physiologischen Flüssigkeiten in den zelltoxikologischen Versuchen zugesetzt wird. Die Nanopartikel behalten durch die serumbedingte Stabilisie-

rung ihre Ausgangsgröße bei und beeinflussen dadurch wesentlich die Transportfähigkeit sowie die potenzielle Aufnahme der Partikel in die Zellen.

Zur Abschätzung möglicher Effekte, die durch die immer kleiner werdenden Strukturen der Nanomaterialien auftreten können, wurden zwei Wolframcarbidpulver charakterisiert, die sich sowohl in der Größe der primären Partikel als auch in der spezifischen Oberfläche deutlich voneinander unterscheiden. Obwohl aus den REM-Aufnahmen und der hohen BET-Oberfläche des WC 10n Primärpartikelgrößen von unter 50 nm ableitbar sind, ist die durch Ultraschall-Dispergierung erreichbare Aggregatgröße nur unwesentlich kleiner als die des WC 100na, welches tatsächlich in seine Primärpartikel vereinzelt werden kann (Bild 3). Ursache hierfür ist, dass Nanopartikel aufgrund ihrer hohen Oberflächenenergie feste Aggregate bilden, die nicht mehr aufgebrochen werden können.
Aufgrund der annähernd gleichen Größenverteilung nach der Dispergierung sollten beide Wolframcarbidsuspensionen bei identischer Massenkonzentration eine Übereinstimmung in der Agglomerationskinetik aufweisen. Die in Bild 4 dargestellten Messkurven widersprechen dieser Annahme jedoch deutlich. Das feinere WC 10n lagert sich gegenüber dem gröberen WC 100na deutlich schneller aneinander.

Im Bereich nanoskaliger Materialien ist der Einfluss der Oberfläche für das Materialverhalten ausschlaggebender als die Stoffmasse und muss daher auch bei Agglomerationsuntersuchungen berücksichtigt werden. Es ergibt sich eine identische Kinetik bei gleicher Oberflächenkonzentration von WC 100na und WC 10n (Bild 5). Die Oberflächenkonzentration ist somit eine geeignete Größe, anhand derer eine Vorhersage des Agglomerationsverhaltens von Pulvern mit verschiedenen Oberflächen möglich ist. Das heisst, für die Interpretation toxikologischer Untersuchungen ist die Angabe einer oberflächenspezifischen Dosierung von Nanopartikeln in Vergleich zu den bisher genutzten anzahl- oder gar massespezifischen Angaben sinnvoll.

Beide Wolframcarbide werden weiterhin durch qualitative und quantitative Proteinadsorptionanalysen miteinander verglichen. Erwartungsgemäß ergeben die Zetapotenzial-Analysen, dass die gebildeten Verbindungen aus Nanopartikel und dem Protein Albumin das gleiche Zetapotenzial besitzen wie das freie ungebundene Albumin und somit der Verbund Protein-Nanopartikel elektrostatisch nach außen wie das Albumin erscheint. Aus quantitativen Bestimmungen ist ableitbar, dass die fest adsorbierte Proteinmenge sich im Bereich einer theoretisch ermittelten Monoschicht bewegt.

Diese und zukünftige Arbeiten bilden die Grundlage für die Interpretation der bei Projektpartnern vorgenommenen toxikologischen Studien.

## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Herstellung und Modifizierung von Nanopartikeln
- Granulometrische und physikalisch-chemische Charakterisierung nanodisperser Pulver
- Charakterisierung von Nanopartikeln in physiologischen Medien und Quantifizierung der Wechselwirkungen mit Proteinen
- Beratungsleistungen

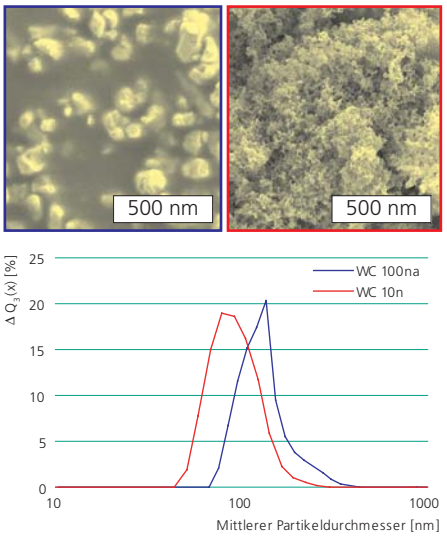



Bild 3
Gegenüberstellung WC100na und WC 10n anhand von REM-Aufnahmen und Partikelgrößenverteilung nach der Dispergierung

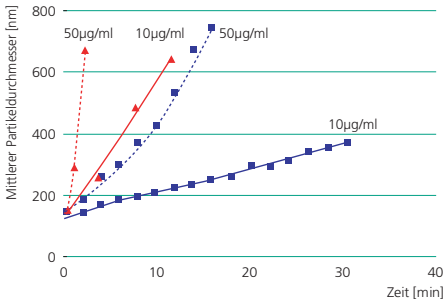



Bild 4
Vergleich der Agglomerationskinetiken von WC 100na und WC 10n in PBS - identische Massenkonzentration

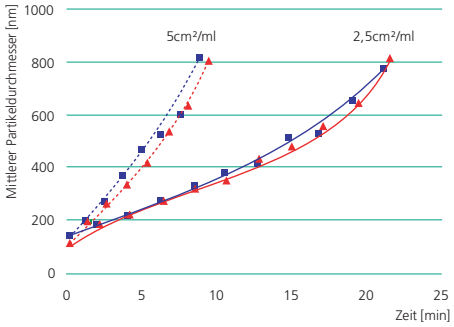
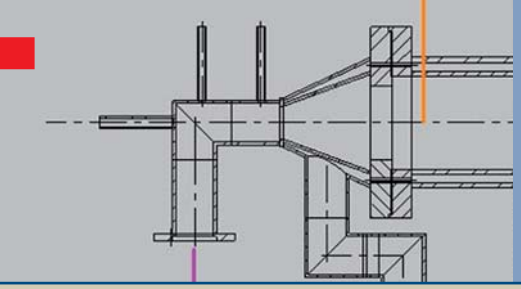



Bild 5
Vergleich der Agglomerationskinetiken von WC 100na und WC 10n in PBS - identische Oberflächenkonzentration



Abteilung

# Mikro- und Energiesysteme

Abteilungsleiter
Dr. Michael Stelter
Dr. Mihails Kusnezoff

Die Abteilung bietet mit ihren beiden Forschungsfeldern »Werkstoffe und Komponenten« sowie »Systeme und Module« die komplette Wertschöpfungskette funktionskeramischer Lösungen von der Werkstoffentwicklung bis zur Applikation im System. Der inhaltliche Fokus liegt dabei auf elektrochemischen Systemen und Mikrosystemen für die Hybridtechnik, Sensorik und Energiewandlung. Im Bereich der Dickschichttechnik stehen uns seit 15 Jahren geschlossene technologische Ketten zur Verfügung, um keramische Funktionsmaterialien für die verschiedenen Auftrags- und Abscheideverfahren zu entwickeln, aufzubereiten und im Technikumsmaßstab herzustellen. Bei unseren eigenen Entwicklungen setzen wir auf diese Erfahrung und Kompetenz, um innovative, kostengünstige und funktionsverdichtete Komponenten wie Sensoren, Dickschichtbatterien und Mikropackages zu entwickeln.

Die Multilayer-Technologie (LTCC und HTCC) erlaubt uns, Mikrosysteme höchster Zuverlässigkeit und Integrationsdichte für anspruchsvolle Einsatzbedingungen aufzubauen. Auch hier verfügen wir über eine vollständige Technologiekette. Der inhaltliche Schwerpunkt liegt in der Verbindung von klassischem Elektronikpackaging mit Elementen der Mikrofluidik und Mikroaktorik, um innovative Produkte und somit neue Einsatzmöglichkeiten zu schaffen.

Eine Kernkompetenz der Abteilung bilden SOFC-Brennstoffzellen. Dieser Arbeitsbereich erstreckt sich von Komponenten über Stacks bis hin zu kompletten Energiesystemen und deren keramischen Reaktoren.

Ein besonderer Schwerpunkt liegt in der Nutzung biogener Energieträger. Die praktischen Arbeiten werden unterstützt durch eine leistungsfähige Simulation von Werkstoffen, Bauteilen und Systemen, die auf den experimentell ermittelten Werkstoffdaten basiert

## Leistungsangebot

Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten zur Darstellung und Applikation von Funktionskeramik für die Mikro- und Energietechnik auf allen Stufen der Wertschöpfungskette

- Pasten, Siebdrucktechnologie
- Technologieentwicklungen für Mikro- und Energiesysteme
- Bauteilentwicklung und Integration, Herstellung von Prototypen

Dienstleistungen und Service

- Versagensanalyse für funktionskeramische Bauteile
- Siebdruck auf tubularen Trägern
- Charakterisierung der Funktionseigenschaften bei hohen Temperaturen
- Charakterisierung elektrischer und elektrochemischer Eigenschaften
- CAD-Konstruktion und Simulation von Bauteilen und Systemen
- LTCC-Entwicklung und Prototypen
- Wissenschaftlicher Gerätebau

## Besondere technische Ausstattung

### Dickschichttechnologie
Mahlaggregate, Walzenstühle, Rheometer, Mikrokalorimeter, Siebdrucker mit automatischer Positionierung, Profilometer, Reinräume, Durchlauf- und Batchöfen, Abgleichlaser

### Multilayerkeramik
Tapecaster, Via-Stanze, Via-Filler, isostatische und uniaxiale Laminierpressen, Strukturierung mit Laser und Mikrofräse, Sinteröfen (zero and free shrinkage)

### Simulation/CAD
ANSYS, ANSYS/CFX, Matlab, Simulink, FlexPDE, FEMLAB, SolidWorks, AutoCAD

### SOFC und Systemtechnik
Stack-, MEA- und Komponenten-Testsysteme bis 5 kW, Gasanalyse, LabVIEW

### Niedertemperatur-Elektrochemie
Standardmessplätze bis 600 fA, Messplätze für kombinatorische Mikroelektrochemie, Arbeits- und Präparationsplätze für Mikrozellen

### Pasten, Sensorik, Mikrosystemtechnologie

Dr. Christel Kretzschmar
Christel.Kretzschmar@ikts.fraunhofer.de

### HT-Elektrochemie und Komponenten

Dr. Nikolai Trofimenko
Nikolai.Trofimenko@ikts.fraunhofer.de

### Mikrosysteme / MLC

Dr. Uwe Partsch
Uwe.Partsch@ikts.fraunhofer.de

### Modellierung

Dr. Wieland Beckert
Wieland.Beckert@ikts.fraunhofer.de

### Leitfähige Werkstoffsysteme, Gläser, Fügetechnologie

Dr. Jochen Schilm
Jochen.Schilm@ikts.fraunhofer.de

### Energiesysteme

Dr. Michael Stelter
Michael.Stelter@ikts.fraunhofer.de

### Kombinatorische Mikroelektrochemie

Dr. Michael Schneider
Michael.Schneider@ikts.fraunhofer.de

### Mobile Energiesysteme

Dr. Matthias Jahn
Matthias.Jahn@ikts.fraunhofer.de

# Rutheniumdioxid-pH-Elektrode in Dickschichttechnik

Dipl.-Ing. (FH) Kathrin Reinhardt
Dr. Christel Kretzschmar

Bild 1
Dickschicht-$RuO_2$-pH-Elektrode

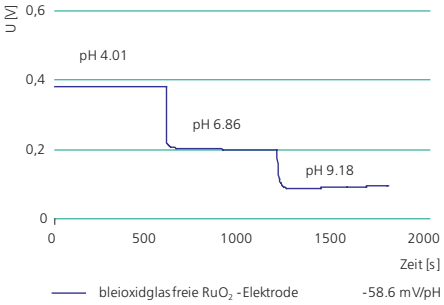



Bild 2
Elektrodenspannung in Abhängigkeit vom pH-Wert bei 25 °C

| Vor Auslagerung | |
|---|---|
| pH-Empfindlichkeit (bei 25 °C) | -58,6 mV/pH NERNST-Verhalten |
| Ansprechzeit $t_{90}$ (pH 4,01→pH 6,86) | ≤ 10 s |
| Ansprechzeit $t_{90}$ (pH 6,86→pH 9,18) | ≤ 25 s |
| pH-Messbereich | 4-9 |

| Auslagerung in alkalischen Lösungen | |
|---|---|
| pH-Empfindlichkeit (bei 25°C) | -56,9 ± 3,5 mV/pH NERNST-Verhalten |
| Langzeitstabilität | >10 Wochen |

Tabelle 1
Elektrochemische Eigenschaften bleioxidglasfreier $RuO_2$-Elektroden vor und während der Lagerung in alkalischen Lösungen

## Motivation

pH-Bestimmungen sind heutzutage in vielen wirtschaftlichen Bereichen von großer Bedeutung. Die wohl am häufigsten eingesetzte pH-Elektrode ist die ionensensitive Glasmembranelektrode. Diese Elektrodenart zeigt einerseits sehr gute Eigenschaften in der pH-Messung auf, andererseits ist sie jedoch leicht zerbrechlich, schwierig zu miniaturisieren und sie besitzt einen hohen elektrischen Widerstand.

Aufgrund ihrer Robustheit und der thermischen Beständigkeit stellen Rutheniumdioxid-Elektroden eine Alternative zu konventionellen pH-Glaselektroden dar. Sie zeigen ein gutes pH-sensitives Verhalten und besitzen einen geringen elektrischen Widerstand. $RuO_2$-pH-Elektroden sind für die Messung von redoxunempfindlichen Systemen geeignet.

Ziel war es, Metalloxid-pH-Elektroden aus Rutheniumdioxid und einem bleioxidfreien Glas in Dickschichttechnik herzustellen und deren elektrochemische Charakterisierung durchzuführen. Um die Alterungseigenschaften der pH-Elektrode zu testen, wurde diese in verschiedenen Medien ausgelagert. Die gewonnenen Ergebnisse wurden mit dem theoretischen NERNST-Faktor (-59,2 mV/pH) verglichen, wobei die Elektroden mit den besten Resultaten zukünftig für den Einsatz in $CO_2$-Severinghaus-Sensoren genutzt werden sollen.

## Ergebnisse

Mit Hilfe der Siebdrucktechnik ist ein einfacher, planarer und kostengünstiger Elektrodenaufbau möglich (Bild 1). Die Elektroden wurden über einen Zeitraum von mehr als zehn Wochen in verschiedenen Medien ausgelagert und wöchentlich elektrochemisch charakterisiert. Dabei wurden potentiometrische Messungen durchgeführt, um Parameter wie die pH-Empfindlichkeit, die Nullspannung, den Kettennullpunkt und das Ansprechverhalten zu ermitteln. Die Elektrodenoberflächen wurden mittels FESEM-Untersuchungen charakterisiert.

Bild 2 zeigt die potentiometrische Messung einer bleioxidglasfreien $RuO_2$-Elektrode vor Auslagerungsbeginn, bei der die Elektrodenspannung in Abhängigkeit vom pH-Wert bei 25 °C gemessen wurde. Es ist zu erkennen, dass die Elektrode eine schnelle Ansprechzeit besitzt und mit einer pH-Empfindlichkeit von -58,6 mV/pH ein NERNST-Verhalten aufweist, welches einem Einelektronenreaktionsmechanismus (n=1) entspricht:

$$Ru(OH)_4 + H^+ + e^- \leftrightarrows Ru(OH)_3 + H_2O$$

Die Auslagerung der Elektroden in alkalischen Lösungen wies ein langzeitstabiles Verhalten von mehr als zehn Wochen auf (Tabelle 1). Zudem konnten Verbesserungen der Ansprechzeiten beobachtet werden. Während der gesamten Auslagerungszeit zeigten die Elektroden pH-Empfindlichkeiten von -56,9 ± 3,5 mV/pH, welche nahe am theoretischen Wert (-59,2 mV/pH) lagen.

Die Untersuchungen ergaben, dass bleioxidglasfreie $RuO_2$-Elektroden in alkalischen Lösungen sehr gute Ergebnisse aufwiesen und so zukünftig für den Einsatz in $CO_2$-Severinghaus-Sensoren genutzt werden können.

## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung von Sensoren und Dickschichtpasten

# Simulationsgestützte SOFC-Systementwicklung

Dipl.-Ing. Thomas Pfeifer
Dr. Wieland Beckert

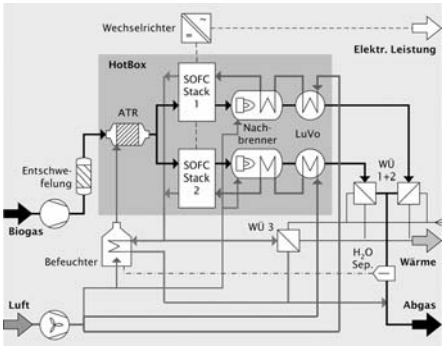



Bild 1
Vereinfachtes Prozessdiagramm eines SOFC-Systems auf Basis der Biogas-ATR

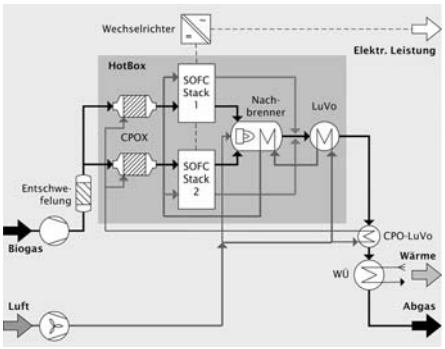



Bild 2
Vereinfachtes Prozessdiagramm eines SOFC-Systems auf Basis der Biogas-CPOX

## Motivation

Am Fraunhofer IKTS wurden zwei verschiedene Systemprototypen für Biogas betriebene SOFC-Anlagen geplant und errichtet (Bilder 1 und 2). Neben der simulationsgestützten Dimensionierung der benötigten Einzelkomponenten und Submodule wurden in der Systementwicklung vollständige Prozessmodelle für die Vorhersage der Systemparameter im stationären Betrieb sowie bei transienten Vorgängen benötigt.

## Ergebnisse

Auf der Basis grundlegender thermodynamischer Beziehungen und empirischer Gleichungen wurde eine Komponentenbibliothek in Matlab/Simulink erstellt, welche die Modellierung und Simulation beliebiger SOFC-Anlagenkonfigurationen ermöglicht. Für die Berechnung der Stoffdaten von Fluiden und Festkörpern, für die Bestimmung des chemischen Gleichgewichts zwischen Parallelreaktionen und für die Modellierung der SOFC-Stacks wurden eigens programmierte Funktionsbibliotheken (DLLs) implementiert. Die Modellierung komplexerer Bauteile erfolgte über eine Schnittstelle zu dem Softwarepaket Modelica/Dymola.
Mit Hilfe der erstellten Prozessmodelle (Bild 3) konnten in der Systemauslegung die vielfältigen Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Teilprozessen berücksichtigt werden. Für die Planung der Anlageninbetriebnahme und des Systembetriebs wurden in den Simulink-Modellen Zustandsautomaten auf der Basis des Simulationstools Stateflow implementiert.

## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Multiphysics- und CFD-basierte Komponentenauslegung und -optimierung (COMSOL, FlexPDE, ANSYS, ANSYS CFX)
- Erstellung von Prozessmodellen für energie- und verfahrenstechnische Systeme (Matlab/Simulink, Stateflow, Modelica/Dymola)
- Prozessoptimierung, Planung von Steuerungs- und Regelungsaufgaben

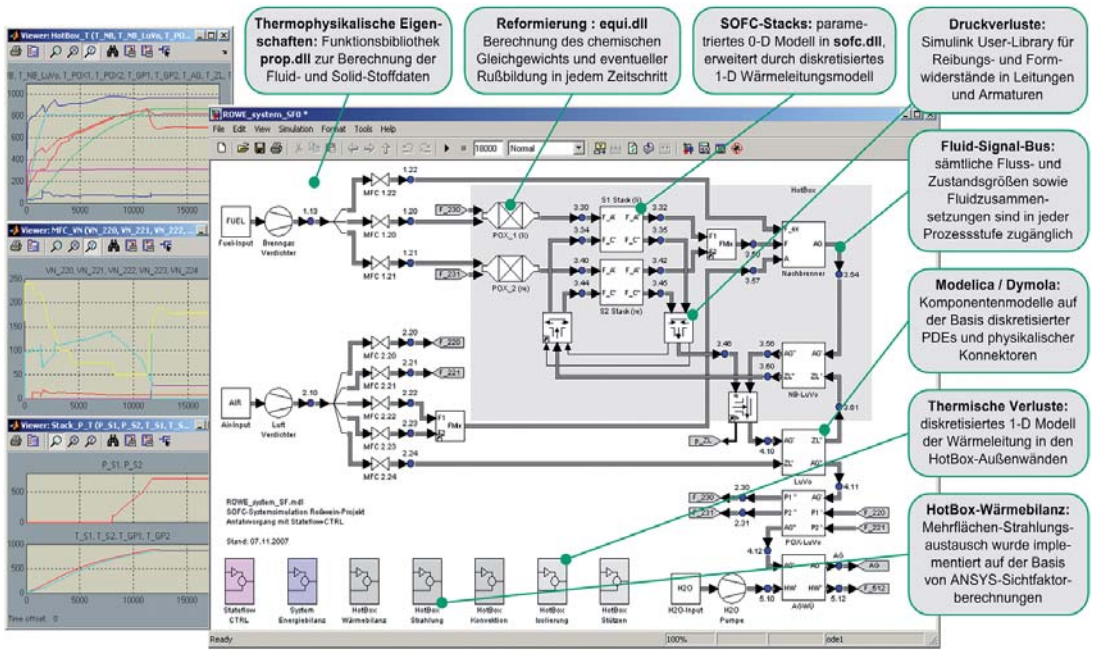



Bild 3
Mit Matlab/Simulink erstelltes Prozessmodell mit exemplarischen Ergebnissen aus der Simulation eines Anfahrvorganges

# 3D-Modell für den SOFC-Stack

Dipl.-Math. Anne Paepcke
Dr. Wieland Beckert

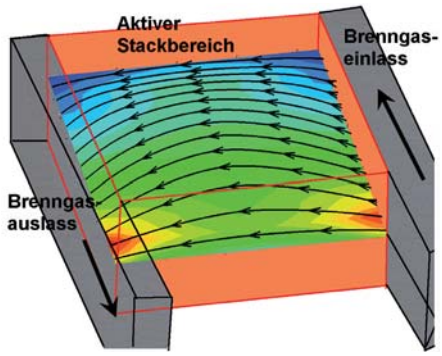



Bild 1
Geschwindigkeitsverteilung über dem aktiven Bereich einer Zelle, Anode

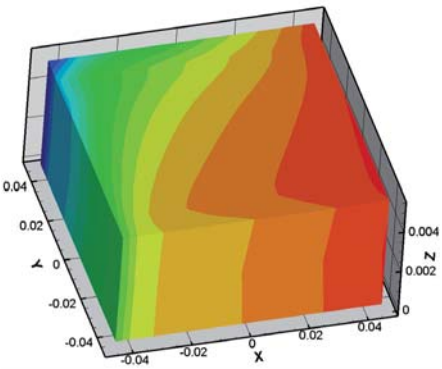



Bild 2
Elektrische Stromdichteverteilung über dem aktiven Bereich einer Zelle

## Motivation

Für die Entwicklung von Hochtemperaturbrennstoffzellen (SOFC) stellen numerische Modellierungstools ein wesentliches Analysewerkzeug dar. Multiphysics-Simulationen bilden die Wechselwirkungen zwischen Temperaturverteilung, Gasströmung und elektrochemischen Reaktionen ab und erlauben gewissermaßen einen räumlichen Einblick in das Innenleben des Stacks. Sie ermöglichen die Analyse des Einflusses von Designparametern und geänderten Betriebsbedingungen und sind ein wichtiges Hilfsmittel zur Optimierung des Brennstoffzellenstacks.

Die Auswahl an kommerziellen Programmen für die Brennstoffzellenmodellierung ist stark auf spezielle Anwendungsfälle begrenzt. Eine dreidimensionale Simulation des gesamten Zellstacks, welche Geometrie- und Designänderungen erlaubt, bedarf der eigenen Modellentwicklung. Ein weiterer Anspruch an eine Finite-Elemente-Analyse besteht in der Effizienz des Simulationsprozesses. Neben der mathematischen Modellierung ist deshalb eine optimierte numerische Implementierung notwendig, um die Stabiliät des Rechenprozesses und realistische Rechenzeiten zu garantieren.

## Ergebnisse

Die Simulation wurde in der Umgebung des Finite-Elemente-Programmes DiffPack umgesetzt. Das entwickelte Programm stellt ein äußerst effizientes Simulationstool zur Darstellung aller wesentlichen dreidimensionalen Prozesse im aktiven Bereich eines Brennstoffzellenstacks dar, welches zur Abbildung einer großen Breite von Stackdesigntypen genutzt werden kann.

Neben der homogenisierten Modellierung von thermischen und elektrischen Prozessen sowie elektrochemischen Reaktionen beinhaltet das Modell eine Darstellung der Strömungsprozesse auf Kathoden- und Anodenseite als Strömung durch poröse Medien. Die stabile numerische Umsetzung bildet eine Voraussetzung für die Simulation des komplexeren, nichtisothermen Strömungsverhaltens, wie zum Beispiel die Strömung zwischen engen Platten oder durch eine hochporöse Schaumschicht. Eine realistische Geschwindigkeitsverteilung in einer solchen Schaumschicht unter Vorgabe einer ungleichmäßigen Druckverteilung am Gaseintrittsrand ist exemplarisch in Bild 1 dargestellt. Die ungleichmäßige Gasverteilung verursacht eine inhomogene Stromdichteverteilung (Bild 2) und setzt damit Grenzen der Brenngasausnutzung hinsichtlich der Vermeidung von Schädigungsmechanismen.

Zur Unterstützung von Designentscheidungen konnte mittels der Simulation eine umfangreiche Analyse des stationären Stackbetriebes durchgeführt werden. Untersucht wurden neben dem Strömungsverhalten Randbedingungen für das thermische Management unter Berücksichtigung verschiedener Konzepte des Zellaufbaus und der eingesetzten Materialien.

## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Dreidimensionale Simulationsrechnungen des Betriebsverhaltens für verschiedene SOFC-Designtypen im stationären Stackbetrieb

- Optimierung von Design- und Betriebsparametern von SOFC-Stack-Varianten

### Literatur

[1] Beckert et al., 6. European SOFC-Forum, Vol. 2 (2004), pp. 674-686

### Danksagung

Wir danken den Firmen Staxera GmbH und Webasto AG für die Zusammenarbeit, insbesondere für die Bereitstellung von Messdaten und Ergebnissen der CFD-Analysen der Stackumgebung.

# Charakterisierung der Sauerstoffaustauschkinetik keramischer Werkstoffe mittels Leitfähigkeitsbestimmung unter periodischen $pO_2$-Änderungen

Dr. Mihail Kusnezoff
Dipl.-Ing. Steffen Ziesche

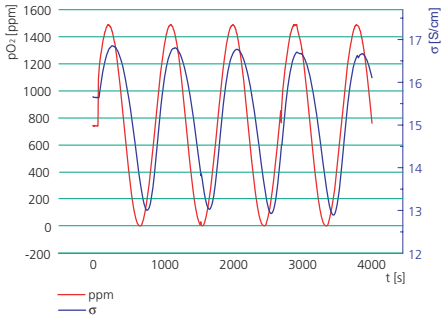



Bild 1
Partialdruckinduzierte Leitfähigkeitsschwingung von $La_2NiO_4$

## Motivation

Die Sauerstoffpermeation durch dichte keramische Membranen kann in einer Vielzahl von Applikationen genutzt werden. Die Schwerpunkte im großtechnischen Bereich liegen dabei in der Reinsauerstofferzeugung (z. B. Verbrennungsprozesse) bzw. in der chemischen Prozessierung (partielle Oxidation).

Die Entwicklung von Werkstoffen für derartige keramische Membranen erfordert den Einsatz von vielfältigen Charakterisierungsmethoden. Insbesondere ist es von Bedeutung, die beiden permeationsrelevanten Parameter chemischer Diffusionskoeffizient $D_{O^{2-}}{}^{\delta}$ (Sauerstofftransport durch den Werkstoff) und chemischer Austauschkoeffizient $k_{O^{2-}}{}^{\delta}$ (Oberflächenaustausch zwischen Atmosphäre und Werkstoff) zu bestimmen.

## Ergebnisse

Für die getrennte Bestimmung des Austausch- und Diffusionskoeffizienten in einem chemischen Diffusionsexperiment wurde ein Charakterisierungsverfahren entwickelt, welches auf der periodischen Änderung des Sauerstoffpartialdrucks einer den Werkstoff umgebenden Atmosphäre beruht.

Die mit definierter Periodendauer erzeugte Schwingung des Sauerstoffpartialdrucks der Atmosphäre induziert aufgrund der partialdruckabhängigen Leitfähigkeit des keramischen Werkstoffes eine periodische Schwingung in der Leitfähigkeit (Bild 1). Die durch Änderung der Periodendauer der Partialdruckschwingung hervorgerufene Änderung in der Amplitude der Leitfähigkeitsschwingung wird zur Ermittlung der permeationsrelevanten Parameter herangezogen (Bild 2).

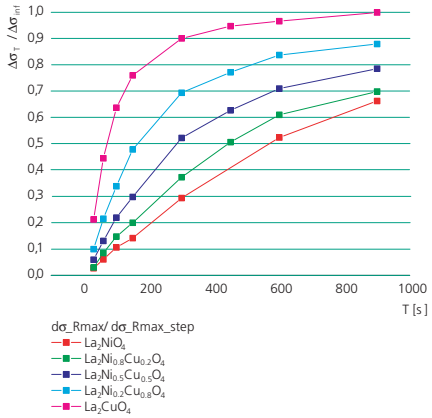



Bild 2
Normierte periodendauerabhängige Amplitudenentwicklung von $La_2Ni_{1-x}Cu_xO_4$

Zur Bestimmung dieser Kennwerte wurde eine umfassende mathematische Beschreibung entwickelt und numerisch-simulatorisch umgesetzt.

Damit erlaubt die Durchführung einer mathematischen Näherung die Beschreibung der periodendauerabhängigen Amplitudenänderung und die Extraktion der permeationsrelevanten Parameter.

Die Ergebnisse der Charakterisierung geben einen Einblick in den Prozess der Sauerstoffpermeation. Anhand der erhaltenen Kennwerte kann der geschwindigkeitsbestimmende Schritt des Permeationsprozesses ermittelt werden und so eine Einordnung der Werkstoffe bzgl. ihrer Effizienz erfolgen.

Im Falle der Begrenzung der Sauerstoffpermeation durch den Teilschritt des Oberflächenaustausches (Austauschkoeffizient $k_{O^{2-}}{}^{\delta}$) wird damit gleichzeitig die Entwicklung von austauschbeschleunigenden Elektroden möglich.

## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Komplexe Charakterisierung der Werkstoffe für Sauerstoffpermeation
- Werkstoffentwicklungen für Permeationsmembranen und Katalyse

# Brennstoffzellensystem (SOFC) für den Betrieb mit Biogas

Dipl.-Ing. Marc Heddrich
Dr.-Ing. Matthias Jahn
Dipl.-Ing. Felix Marschallek, M.Sc. Ralf Näke

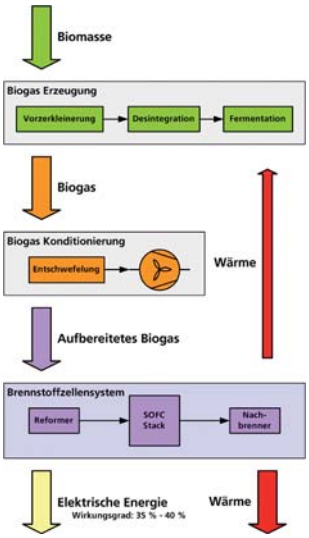



Bild 1
Bereitstellung von Strom und Wärme aus Biomasse durch Kopplung der Biogaserzeugung mit der Hochtemperatur-Brennstoffzelle

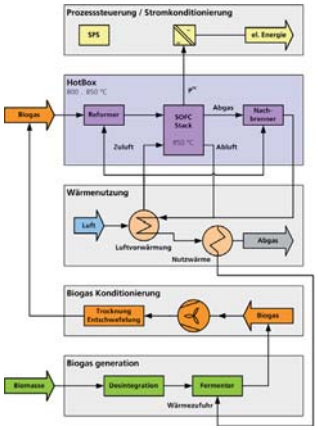



Bild 2
Verfahrensfließbild des Brennstoffzellensystems

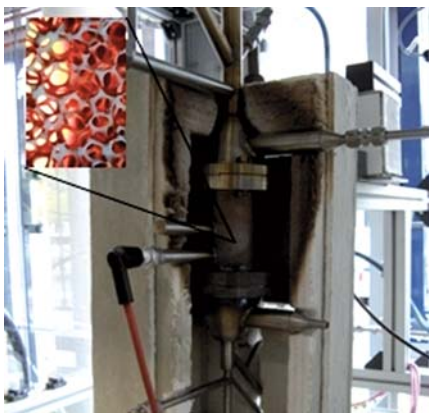


Bild 3
Nachbrenner im Teststand

## Motivation

Im Rahmen des vom Land Sachsen sowie der EU geförderten Forschungsprojektes zur regenerativen Energieerzeugung wird derzeit von den Wissenschaftlern der beiden Abteilungen Umweltverfahrenstechnik und Mikro- und Energiesysteme des Fraunhofer IKTS eine Anlage zur Bereitstellung von Strom und Wärme auf der Basis von nachwachsenden Rohstoffen konzipiert und gebaut.
Durch den Einsatz der Festoxid-Brennstoffzelle (SOFC) sollen sowohl ein hoher Wirkungsgrad als auch eine hohe Stromkennzahl erreicht werden.

## Ergebnisse

Innerhalb dieses Projektes ist ein Brennstoffzellensystem für den Einsatz von Biogas basierend auf den am Fraunhofer IKTS entwickelten SOFC-Stacks ausgelegt und gebaut worden.

Die Kopplung der Systeme zur Biogaserzeugung und deren Nutzung erfolgt über den Schritt der Feinreinigung, bei dem vor allem die Schwefelkomponenten aus dem Biogas entfernt werden. Ein Überblick über die Prozesse der Biogaserzeugung sowie der nachfolgenden Nutzung in der SOFC ist im Bild 1 dargestellt.

Zur Erzielung einer hohen Gasausbeute bei der Biogaserzeugung, der Fermentation, wurde das am IKTS entwickelte Desintegrationsverfahren vorgeschaltet. Das gewonnene Biogas enthält neben weiteren Begleitstoffen (wie $H_2S$) vor allem Methan und Kohlendioxid. Der Methangehalt beträgt ca. 60 - 70 %.
Die Auslegung des Brennstoffzellensystems erfolgte auf der Basis einer Systemsimulation mit dem Simulationstool MATLAB/Simulink. Die erforderlichen Berechnungen der Gaszusammensetzungen im thermodynamischen Gleichgewicht wurden mit der Software FactSage durchgeführt.

Bild 2 zeigt das resultierende Verfahrensfließbild mit den Hauptkomponenten des Systems. Die Aufbereitung des Brenngases für die SOFC erfolgt durch partielle Oxidation mit Luft, bei der Methan ($CH_4$) und Kohlendioxid ($CO_2$) zu Synthesegas ($CO + H_2$) reformiert werden. Im Stack erfolgt die Umsetzung der chemischen Energie des Brenngases in elektrische und thermische Energie. Im Nachbrenner wird dann der Restgehalt an Brenngasen thermisch genutzt.
Die drei Hochtemperaturkomponenten Reformer, Stack und Nachbrenner werden in einer thermisch isolierten Hotbox bei einer Betriebstemperatur von T > 800 °C betrieben.

### *Stoff- und Energiebilanz*

Die wesentlichen Ein- und Ausgangsströme am System sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

| | |
|---|---|
| **Eingang** | |
| Biogas | $\dot{V}_{Biogas}$ = 12,2 Nl/min ($P_{th}$ = 4 kW, $x_{CH4}$ = 0,55) |
| Luft | $\dot{V}_{Luft}$ = 205 Nl/min |
| **Ausgang** | |
| Nutzwärme | $\dot{Q}_{Nutz}$ = 1,4 kW |
| Elektrische Leistung (DC) | $P_{el}$ = 1,5 kW |

Tabelle 1
Ein- und Ausgangsströme

### *Komponentenentwicklung*

Die Entschwefelung von Biogas ist an einer Laboranlage unter Einsatz dotierter Aktivkohle experimentell untersucht worden. Der Einfluss der Betriebsbedingungen wurde durch eine Parametervariation ermittelt. Insbesondere die Zugabe von Sauerstoff ist für eine effiziente Nutzung der Aktivkohle für die $H_2S$-Adsorption erforderlich. Dies führt dazu, dass bei

der Verwendung solcher Aktivkohle für den Betriebsfall eines sauerstoffreien Biogases eine zusätzliche Dosierung von Luft vorgesehen werden muss, da ein Sauerstoffgehalt von $x_{O2}$ > 0,5 % gewährleistet werden sollte.

Der Nachbrenner stellt einen Schwerpunkt der Entwicklungsarbeiten dar. Er dient im Startbetrieb zur Aufwärmung des Systems auf die erforderliche Betriebstemperatur von T > 800 °C und wird im stationären Betrieb zur thermischen Nutzung des Abgases der Brennstoffzelle eingesetzt. Die Verbrennung erfolgt in einem porösen Keramikschaum, welcher in der Arbeitsgruppe »Carbidkeramik« entwickelt wird. Des Weiteren dient der Nachbrenner zur Vorwärmung der Kathodenluft für den SOFC-Stack.

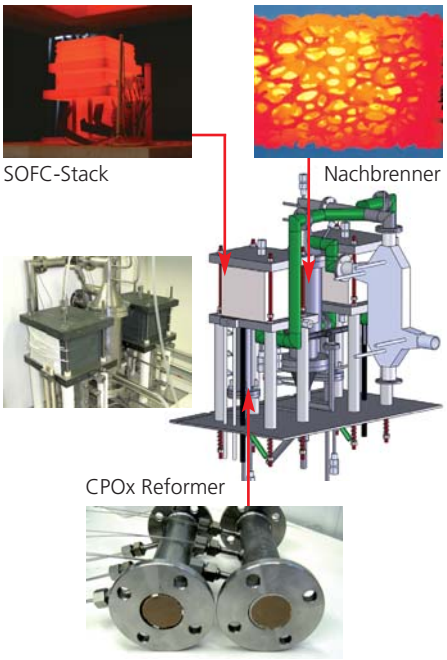



Bild 4
Konstruktiver Aufbau des Brennstoffzellensystems mit keramischen Komponenten


### Danksagung

Gefördert im Rahmen der Technologieförderung mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und mit Mitteln des Freistaates Sachsen

Freistaat Sachsen
Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit


*Systemaufbau*

Der Aufbau des Brennstoffzellensystems ist in Bild 4 wiedergegeben, wobei die keramischen Komponenten besonders hervorgehoben sind:

- Stack (keramische Membran)
- Reformer (Katalysatorträger in Form einer Keramikwabe)
- Nachbrenner (poröse Schaumkeramik, keramischer Glühstift zum Starten des Systems)

*Steuerung und Regelung des Systems*

Die Systemsteuerung wurde in einer Eigenentwicklung mit einer SPS realisiert. Die mit der Software WIN-CC erstellte Bedienoberfläche ist in Bild 5 zu sehen.

*Systemintegration*

Das Brennstoffzellensystem verfügt über einen Nutzwärmeübertrager zur Wärmeauskopplung an ein Kühlwassersystem sowie eine geregelte Rückspeiselast, mit welcher der erzeugte elektrische Strom in das Stromnetz eingespeist werden kann. Hierzu wird mit Wechselrichtern der von den Stacks bereitgestellte Gleichstrom in Wechselstrom umgewandelt. Das System ist in einem Container aufgestellt und kann dort mit synthetischen Gasmischungen und realem Biogas betrieben werden (Bild 6).

*Ausblick und weitere Vorgehensweise*

Im Rahmen der folgenden Untersuchungen wird das Brennstoffzellensystem an die Pilotanlage zur Biogaserzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen am Standort Roßwein angeschlossen. Auf der Basis der experimentellen Ergebnisse werden eine Validierung des Prozessmodells

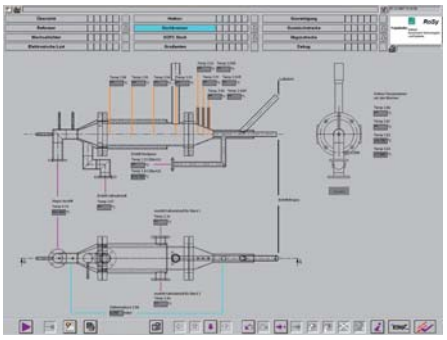


Bild 5
Win-CC-Bedienoberfläche

durchgeführt und die Systemkomponenten für die Betriebsbedingungen optimiert.

### Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung, Erprobung und Bau von keramischen Hochtemperaturkomponenten für Brennstoffzellensysteme
- Auslegung und Bau von Brennstoffzellensystemen mit einer Leistung von $P_{el}$ = 1-10 kW für unterschiedliche biogene Brennstoffe (BTL-Diesel, Biogas, Deponiegas, Ethanol,…)
- Durchführung von Gasanalysen und Systembilanzen
- Begleitende Unterstützung beim Einsatz von Brennstoffzellensystemen in Forschung und Lehre

Bild 6
Container mit dem Brennstoffzellensystem

# Entwicklung von Schutzschichten für bipolare Platten der Hochtemperatur-Brennstoffzelle (SOFC)

Dr. Viktar Sauchuk
Dr. Mihails Kusnezoff

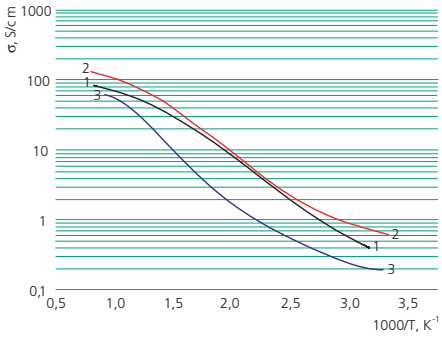



Bild 1
Elektrische Leitfähigkeit des Materials mit verschiedenem Cu- und Ni-Gehalt:
1 - $(CuO)_{0.6}(NiO)_{0.4}Mn_2O_3$
2 - $(CuO)_{0.8}(NiO)_{0.2}Mn_2O_3$
3 - $(CuO)_{0.9}(NiO)_{0.1}Mn_2O_3$

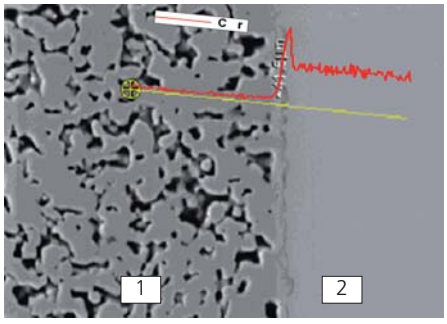



Bild 2
FESEM-Aufnahme des Querschliffes und Chromverteilung entlang der Scanlinie im System $(CuO)_x(NiO)_{1-x}Mn_2O_3$ (1) - Crofer22APU (2) nach der Wärmebehandlung bei 850 °C in Luft

**Danksagung**

Die Untersuchungen wurden gefördert durch das Sächsische Ministerium für Wissenschaft und Kunst (SMWK).

## Motivation

Für den Einsatz einer SOFC im Alltag werden Standzeiten von über 40.000 h gefordert. Um diese Standzeiten zu erreichen, soll die Degradationsrate für die Stackleistung < 0,5 % /1000 h betragen. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die Hauptursache der SOFC-Degradation in der Chromabdampfung aus dem Material der bipolaren Interkonnektorplatten liegt. Die auf dem Interkonnektor aufgebrachten Schutzschichten können die Chromabdampfung effektiv unterbinden. Der Ansatz aller Arbeiten auf dem Gebiet von Schutzschichten besteht in der Realisierung einer möglichst gasdichten Schutzschicht mit angepasstem thermischen Ausdehnungskoeffizienten und guter elektrischer Leitfähigkeit.

## Ergebnisse

Es wurde angestrebt, eine solche Zusammensetzung der Schutzschichten zu entwickeln, die für alle bekannten ferritischen Hochtemperaturlegierungen der SOFC anwendbar ist.

Ausgehend von diesen Voraussetzungen wurde eine Reihe von Verbindungen auf Basis von $Cu_xNi_{1-x}Mn_2O_4$-Spinell mit $0 < x < 0,5$ untersucht.

Die Untersuchungen des Werkstoffes mit variierendem Ni- und Cu-Gehalt haben gezeigt, dass die elektrische Leitfähigkeit des Materials bei 850 °C (Betriebstemperatur des SOFC-Stacks) ca. 100 S/cm beträgt (Bild 1). Aufgrund dieser hohen Leitfähigkeit kann das Material gleichzeitig als Kontaktschicht zur Kathodenoberfläche einer Kathoden-Elektrolyt-Anoden-Einheit des SOFC-Stacks dienen.

Der thermische Ausdehnungskoeffizient des Materials kann durch die Variation des Cu/Ni-Verhältnisses im breiten Bereich ($TEC_{20..900}$=11-13,5 ppm/K) beeinflusst werden. Dies gewährleistet bei Thermozyklen eine ausreichend hohe mechanische Stabilität der Strukturen in Verbindung mit den Interkonnektorwerkstoffen.

Das Material besteht aus zwei Phasen. Das $Cu_xNi_{1-x}Mn_2$-Spinell ist die Hautphase des Werkstoffes, Manganoxid wird als Nebenphase detektiert. Die zweite Phase auf Basis einer mangan-oxidischen Verbindung hat eine Getterwirkung auf die flüchtigen Cr-Oxidverbindungen aufgrund der Reaktion mit $(Mn,Cr)_3O_4$-Bildung. Dies unterbindet die Durchlässigkeit der Schicht für Cr-Spezies.

Die Schutzschichten auf Basis einer Cu-Ni-Mn-Spinellverbindung können mittels preisgünstiger Verfahren wie Roll-Coating realisiert werden. Die Schichten haften gut auf dem Metallsubstrat, haben eine niedrige Sintertemperatur (ab 1000 °C) und sind nach der Wärmebehandlung relativ dicht (Bild 2).

Im Ergebnis konnte eine hohe Effizienz des neu entwickelten Schutzmaterials in Versuchen an SOFC-Stacks bestätigt werden.

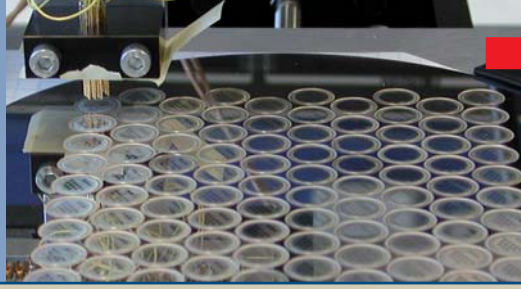
## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung und Synthese der Schutzschichtmaterialien für die SOFC
- Pastenentwicklung für Dispensing, Roll-Coating und Siebdruck
- Komplexe Charakterisierung von einzelnen Materialien und Metall-Keramik-Verbindungen

Abteilung

# Intelligente Materialien und Systeme

Abteilungsleiter
Dr. Andreas Schönecker



Die Kernkompetenz der Abteilung liegt in der Beherrschung der ingenieurtechnischen und naturwissenschaftlichen Prozesse zur Entwicklung und Integration industrierelevanter dielektrischer Funktionskeramiken in Bauelemente, Mikrosysteme und aktive Strukturen.
Komplexe, interdisziplinäre Fragestellungen werden in Optimierungsprozessen gelöst, die die Wertschöpfungskette von der Werkstoffsynthese bis zum Funktionsnachweis in prototypischen Systemen umfassen. Die Funktionsoptimierung erfolgt dementsprechend auf unterschiedlichen Ebenen, durch Funktionsverdichtung auf der Werkstoffebene, durch Nutzung der Eigenschaftskombinationen von Werkstoffverbunden und durch Anpassung der Komponenten an die Systemumgebung.

Eine besondere Werkstoffkompetenz besteht für Komplexperowskite, die als piezokeramische bzw. dielektrische Hochleistungskeramiken Träger aktorischer, sensorischer und elektronischer Funktionen in monolithischen Bauelementen und Werkstoffverbunden mit Polymeren, Metallen, Gläsern und weiteren Keramiken sind. Dickschicht-, Multilayer- und Piezokompositechnologien liegen als geschlossene technologische Ketten vor. Die Kombination mit unikalen Entwurfs- und Charakterisierungstools erlaubt uns innovative Entwicklungen in der Piezotechnik, Adaptronik/Mechatronik, Mikrosystem- und Mikroenergietechnik, die auch eigene Systementwicklungen einschließen (z. B. Piezotechnik).

## Leistungsangebot

Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten zur Darstellung und Applikation dielektrischer Hochleistungskeramiken in Form von Pulvern, Bauteilen und integrierten Funktionselementen

- Studien und Konzeptentwicklung
- Werkstoff- und Technologieentwicklungen
- Bauteilentwicklung und Integration, Herstellung von Prototypen
- Lieferung von Schlüsselwerkstoffen und Komponenten

Dienstleistungen und Service

- Charakterisierung di-, piezo- und ferroelektrischer Funktionseigenschaften
- Vibrations- und Schallfeldmessungen
- Modellierung und Simulation zur Systemauslegung für Sensoren, Aktoren und Ultraschallwandler
- Wissenschaftlicher Gerätebau für Spezialausrüstungen
- Softwareentwicklung

## Besondere technische Ausstattung

### Technologien
- Pulver-, Siebdruck-, Folien-, Abformtechnologie
- Piezokeramische Multilayer, CSD, CVD, PVD, CMP
- Mikrobearbeitung

### Numerische Werkzeuge
- CAD-CAM: Top Solid, Solid Works, Autodesk Inventor
- FEM: ANSYS, ATILA, FlexPDE
- Schaltungssimulation: PSPICE
- Systemsimulation: Matlab Simulink, SCILAB, PSPICE

### Hardware
- Plattformen: HCS12, Power PC, MSP 430

### Messtechnik
- Piezomesstechnik, Werkstoffkenndaten für hohe Feldstärken (bis 100 kV), hohe und tiefe Temperaturen (-190 °C bis 700 °C) sowie hohe und tiefe Frequenzen (mHz-12 GHz),
- Laserinterferometer (< 5 nm)
- Ultraschallmesstechnik, Scanning-Laservibrometer (20 MHz)
- Einwellenlängen-Mehrwinkel-Ellipsometer, spektroskopisches Reflektometer (300 mm Mapping-Option)
- Prüfplätze für Zuverlässigkeits- und Klimaprüfung sowie für Härtemessung

Dielektrische Keramiken und Verbunde, Piezokeramik, Aktorik, Sensorik, Intelligente Systeme

Dr. Andreas Schönecker
Andreas.Schoenecker@ikts.fraunhofer.de

Funktionsschichten für Mikroelektronik

Dr. Ingolf Endler
Ingolf.Endler@ikts.fraunhofer.de

# Integrierte Piezoaktoren für optische Anwendungen

Dr. Sylvia Gebhardt

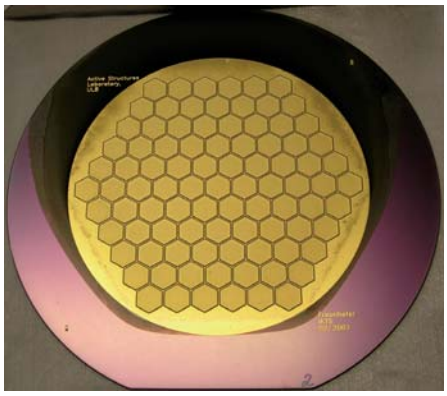
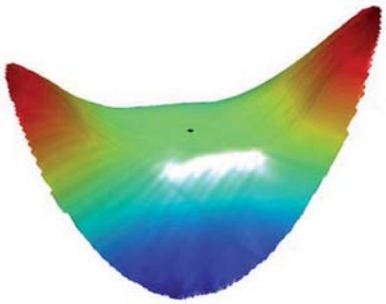


Bild 1
Deformierbarer Spiegel basierend auf einem 6"-Silicium-Wafer mit 91 siebgedruckten PZT-Dickschichtaktoren

(a)



(b)

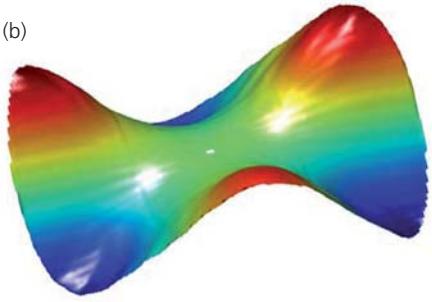


Bild 2
Experimentelle Ergebnisse der Deformation eines aktiven Spiegels
(a) Astigmatismus
(b) Trefoil

## Motivation

Piezokeramische Aktoren eignen sich aufgrund ihrer hohen Stellgenauigkeit und ihrer hohen Ansteuergeschwindigkeit hervorragend für Positionieraufgaben der Optik. Dabei hat sich der Einsatz von Multilayeraktoren, Biegern und Ultraschallmotoren als Stand der Technik etabliert. Die Integration in optische Systeme erfordert neben einem zusätzlichen Platzbedarf auch Füge- und Montageschritte zwischen aktorischer und optischer Komponente. Das begrenzt die Miniaturisierung und die Fertigung im Nutzen.

Piezokeramische Dickschichten auf Basis von Bleizirkonattitanat (PZT) sind aus der Mikrosystemtechnik bekannt. Sie bieten die Möglichkeit integrierter Systemlösungen, wobei die aktorische Komponente direkt auf das mikroelektronische Substrat appliziert wird und damit fest mit dem Trägermaterial verbunden ist. Der Aufbau aus Grundelektrode, PZT-Dickschicht und Deckelektrode erfolgt über Siebdrucktechnologie und wiederholte Wärmebehandlung. Das Verfahren gewährleistet neben einer sehr guten technologischen Reproduzierbarkeit die Applikation strukturierter Schichtaktoren auf Substraten der Mikrosystemtechnik wie $ZrO_2$, $Al_2O_3$, Silicium und Low Temperature Cofired Ceramics (LTCC). Es war Gegenstand weiterer Untersuchungen, PZT-Dickschichten für aktive Optiken zu evaluieren.

## Ergebnisse

Deformierbare Spiegel werden in der adaptiven Optik z.B. für die Kompensierung der Aberration astronomischer Bilder durch Turbulenzen in der Erdatmosphäre benötigt. In Zusammenarbeit mit dem Active Structures Laboratory der Universität Brüssel in Belgien wurde ein Demonstrator für einen Bimorph-Spiegel, bestehend aus einem Silicium-Wafer mit einem Durchmesser von 150 mm und 91 strukturierten Dickschicht-Piezoaktoren, hergestellt und getestet. Durch gezielte Ansteuerung der Einzelaktoren konnten Abbildungsfehler mit zweifacher (Astigmatismus) und dreifacher (Trefoil) Symmetrieachse experimentell nachgebildet werden. Im Anwendungsfall sollen diese dann kompensiert werden.

Aktive optische Systeme mit bis zu zwei Freiheitsgraden in der Deformation wurden in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IOF Jena entwickelt und getestet. So gelang die Auslenkung einer FAC-Linse (Fast Axis Collimator) vor einem Dioden-Laser durch Einsatz aktiver Cantilever-Strukturen. Die Fertigung erfolgte durch Siebdruck von PZT-Dickschichten auf einem $Al_2O_3$-Substrat und anschließende Laserstrukturierung. Durch gleichzeitige bzw. alternierende Ansteuerung von zwei Piezobiegern konnte die Linse vor dem Laser justiert werden. Komplexere Bewegungen optischer Elemente wie Verkippung und Verdrehung konnten durch die Ansteuerung von Strukturen mit drei und mehr Biegeelementen realisiert werden.

## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung von Sensoren, Aktoren und Ultraschallwandlern auf Basis von PZT-Dickschichten

- Auslegung von planaren Sensor- und Aktorsystemen und Simulation des Systemverhaltens

# Experimentelle Untersuchungen zum Polarisierungsverhalten von Piezokeramiken

Dipl.-Ing. Michael Nicolai

Bild 1
Bestimmung der Großsignalkennwerte bei axialer Druckbelastung und Temperaturen bis zu 150 °C

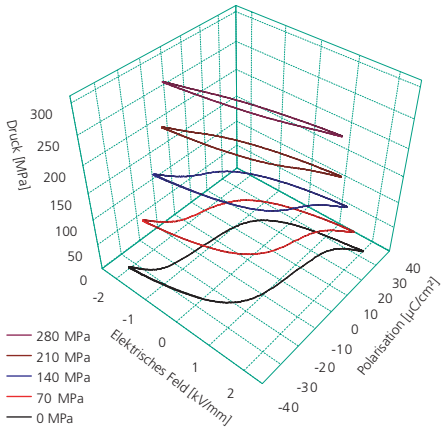



Bild 2
Ferroelektrische Hysteresekurve von SP505 bei uniaxialem Druck parallel zum elektrischen Feld

## Literatur

[1] A.Yu. Belov and Kreher, W.S., Simulation of microstructure evolution in polycrystalline ferroelectrics-ferroelastics, Acta Materialia 2006, 54, Issue 13, 3463-3469

## Danksagung

Diese Arbeit wurde im Rahmen des DFG-Forschungsprogramms Transregio 39 PT-PIESA durchgeführt.

## Motivation

Für die Charakterisierung von Piezokeramiken liegen zum Teil Messstandards vor, die sich hauptsächlich auf freie oder uniaxial eingespannte Prüfkörper beziehen. Neue Produktentwicklungen erfordern erweiterte Messverfahren, um Eigenschaften unter komplexen Lastzuständen quantifizieren zu können. Ein Beispiel ist die Beschreibung des Polarisierungsvorganges in vollständig eingebetteten Piezobauteilen.
Wie in vielen anderen Technologieabläufen auch, bildet die numerische Simulation der Bauteilfunktionen eine wichtige Grundlage für die Entwicklung eines funktionsoptimierten Designs der gesamten Struktur. Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden Experimente an Piezokeramiken unter Mehrfeldbelastung durchgeführt. Das somit erfasste Werkstoffverhalten steht als Eingangsparametersatz für nichtlineare Materialmodelle zur Verfügung.

## Ergebnisse

Für die Realisierung von Mehrfeldbelastungen auf Piezokeramikprüfkörper wurde ein neuer Teststand aufgebaut (Bild 1). Es können

- mechanische Drücke von bis zu 15 kN dynamisch und 4 kN statisch,
- 20 kV (HV-Verstärker) am Prüfkörper,
- 20 °C bis 150 °C realisiert werden.

Anhand verschiedener kommerzieller Piezokeramiken wurde der kombinierte Einfluss von Temperatur, E-Feld und mechanischem Druck systematisch betrachtet. Am Beispiel von SP505 der Firma CeramTec wurden die remanente Polarisation $P_r$, die Sättigungspolarisation $P_s$ und das Koerzitivfeld $E_c$ als Funktion F (Druck $\sigma$, Temperatur $\vartheta$, elektrisches Feld E) untersucht und auszugsweise in Bild 2 dargestellt. Das untersuchte Parameterfeld reicht von

- 0 bis 280 MPa uniaxialem Druck,
- 20 °C bis 150 °C,
- -2 kV/mm bis +2 kV/mm.

Extrahierte Kennwerte aus Messungen des Großsignalverhaltens über einen erweiterten Temperaturbereich (Bild 3) finden in Materialmodellen, die die Temperaturabhängigkeit des Werkstoffsystems berücksichtigen, Verwendung [1].

## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Durchführung von Studien und Konzeptentwicklung für Piezokompositbauteile

- Klein- und Großsignalmessungen im Temperaturbereich -200 bis 200 °C

- Charakterisierung bei überlagerter Mehrfeldbelastung (mechanischer Druck, Temperatur und elektrisches Feld)

- Untersuchungen der Degradation durch mechanischen Druck und/oder Temperatur

- Wissenschaftlicher Gerätebau für Spezialmessungen

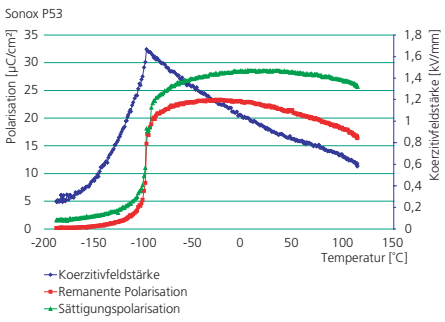



Bild 3
Extrahierte Kennwerte $E_c$, $P_r$ und $P_s$ des Materialsystems Sonox P53 als Funktion der Temperatur

# Nanoskalige ALD-Schichten mit hoher Dielektrizitätskonstante für Speicherkondensatoren

Dr. Ingolf Endler
M.Sc. Martin Rose

Bild 1
ALD-Anlage der Fraunhofer-Institute IKTS und CNT mit Standort Reinraum CNT

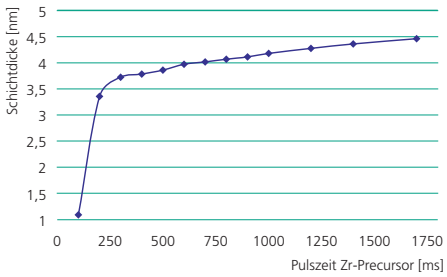



Bild 2
ALD-Prozessfenster für die Abscheidung einer 4 nm $ZrO_2$-Schicht bei 275 °C: Abhängigkeit der Schichtdicke von der Pulszeit des Zr-Precursors

**Danksagung**

Die Entwicklung von nanoskaligen ALD-Schichten erfolgt im Rahmen des BMBF-Projektes »SOHAR« gemeinsam mit Qimonda und dem Fraunhofer CNT Dresden.

## Motivation

Um Informationen verarbeiten zu können, müssen sie zu gegebenem Zeitpunkt gespeichert oder zwischengespeichert werden. Beim Arbeitsspeicher der Computer, dem DRAM (Dynamic Random Access Memory) geschieht dieses in einer Matrix oder einem Array von Kondensatoren (die jeweils einen Arraytransistor besitzen, der als Einschalttransistor fungiert). Ein Speicherkondensator besteht dabei aus zwei leitfähigen Flächen, den Kondensatorplatten und einer dazwischen liegenden nicht leitenden Schicht, dem Dielektrikum.
Eine Methode, bei zukünftigen Technologiegenerationen hinreichend hohe Kapazitäten der Kondensatoren zu erreichen, ist die Verwendung so genannter high-k-Materialien, also von Materialien mit hoher Dielektrizitätskonstante. Diese neuen Materialien, die heute zum großen Teil noch als exotisch für eine CMOS-Linie (Complementary Metal Oxide Semiconductor) angesehen werden, sollen mit Hilfe der ALD-Technik (Atomic Layer Deposition) in die Gräben der Kondensatoren abgeschieden werden. Unter Nutzung des ALD-Verfahrens können sehr langsam Atomlage für Atomlage abgeschieden und sehr hohe Konformitäten der Schichten erreicht werden.
Das Fraunhofer IKTS ist an der Evaluierung neuer Materialien als auch an der technologischen Forschung zu ALD-Prozessen beteiligt.

## Ergebnisse

Im Reinraum des Fraunhofer CNT wurde durch eine gemeinsame Investition von IKTS und CNT eine ALD-Anlage zur Beschichtung von 300 mm Wafern aufgebaut. Hersteller der auf Bild 1 dargestellten Anlage ist die sächsische Firma FHR Anlagenbau GmbH. Die ALD-Anlage verfügt über zwei Prozesskammern in denen unterschiedliche keramische Dielektrika hergestellt werden können.
In der einen Prozesskammer liegt der Schwerpunkt auf $ZrO_2$-basierten Materialien, in der anderen werden Hafniumoxidsysteme untersucht. Beide Systeme haben ein hohes Anwendungspotenzial, da mit ihnen Dielektrizitätskonstanten bis $\varepsilon = 40$ in Abhängigkeit von der Kristallstruktur erreichbar sind. Bild 2 zeigt ein Ergebnis der Untersuchungen zum Prozessfenster der ALD-Abscheidung von $ZrO_2$. Beim ALD-Prozess werden die einzelnen Precursoren als Pulse nacheinander in den Reaktor eingespeist. Zwischen jedem Precursorpuls erfolgt ein Spülschritt mit Inertgas. Ein wichtiger Prozessparameter ist deshalb die Pulsdauer des Zirkoniumprecursors. Bild 2 kann entnommen werden, dass für die Abscheidung eine Pulszeit > 250 ms erforderlich ist. Nur unter diesen Bedingungen wird eine vollständige Atomlage $ZrO_2$ ausgebildet. Die dargestellte Schichtdicke ergibt sich nach einem ALD-Prozess von je 50 Pulszyklen.

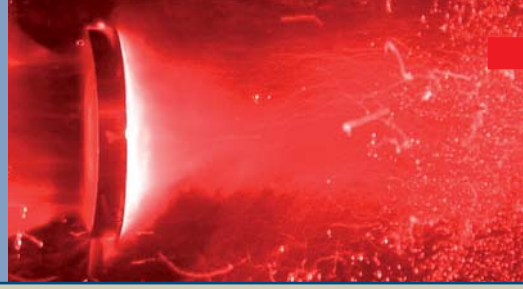
## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Erzeugung von nanoskaligen keramischen Materialien mit Schichtdicken zwischen 4 nm und 100 nm
- Durchführung von Schichtentwicklung und Musterbeschichtungen

Abteilung

# Umweltverfahrenstechnik

Abteilungsleiterin
Dr. Hannelore Friedrich



Die Verfahrens- und Systementwicklung auf den Gebieten Trinkwasseraufbereitung, Abwasser- und Schlammbehandlung für kommunale und industrielle Kläranlagen sowie zur regenerativen Energieerzeugung sind Forschungs- und Entwicklungsaufgaben der Abteilung »Umweltverfahrenstechnik«.

In unserem Team arbeiten Verfahrenstechniker, Siedlungswasserwirtschaftler und Umwelttechniker interdisziplinär zusammen, um innovative Verfahrens- und Systementwicklungen bis zur Anwendungsreife zu führen und unseren Kunden im In- und Ausland anbieten zu können.

Unser neuartiges Desintegrationsmodulsystem ist im internationalen Markt für die Klärschlammbehandlung eingeführt und lässt vielfältige Einsatzmöglichkeiten im Bereich der Biomassebehandlung erwarten. Die Biogasproduktion sowohl in Quantität als auch in Qualität zu erhöhen, ist unser kurzfristiges FuE-Ziel der innovativen und zukunftsorientierten Forschungsarbeiten. Ein attraktiver Synergieeffekt am Fraunhofer IKTS ergibt sich beispielsweise in der Nutzung von Biogas in der SOFC-Brennstoffzelle.
Im Rahmen des produktionsintegrierten Umweltschutzes zur Erhaltung von natürlichen Ressourcen (Wasser, Rohstoffe) engagieren wir uns mit Entwicklungsprojekten zum Energiemanagement und zur Kreislaufwirtschaft in der keramischen Industrie. Umweltschädliche Belastungen (Schadstoffpartikel, synthetische Hilfsstoffe) von behandeltem Abwasser werden durch moderne umweltfreundliche Maßnahmen (Membrantechnologie, Hygienisierung) entfernt.

## Leistungsangebot

- Innovative Verfahrens- und Systementwicklungen im Umweltbereich - Entwicklung, Praxistauglichkeit, Vermarktung
- Realisierung von Desintegrationssystemen zur Biomassebehandlung sowie ingenieurtechnische und wissenschaftliche Betreuung der Projekte
- Ermittlung des Gaspotenzials von biogenen Substraten
- Erfassung der Reaktionskinetik für anaerobe Abbauprozesse
- Komplexe Systemanalysen unter Einsatz von Spezialmesstechnik für Problemlösungen bzw. zur Betriebskostenreduzierung
- Konzepte zur Brauchwasseraufbereitung und Wertstoffrückgewinnung
- Einsatzvorbereitung und Potenzialabschätzung für Membrantechnologien
- Ultraschallanwendungen und Simulation von Kavitationsfeldern
- Erstellung von Expertisen und Gutachten

## Besondere technische Ausstattung

### Stationäre und mobile Messtechnik

*Partikelmesstechnik/Millimeter- bis Nanometerbereich:*
Prüfsiebtechnik, Laserbeugungsspektrometer, Fibre Shape, Sysmex FPIA-3000, HPPS, Zentrifuge, Turbiscan, Trübungsmesstechnik, Zetapotentialmessgeräte, Particle-Charge-Detektoren, Prozessviskosimeter

*Mikroskope/mikrobiologische Messtechnik*
Durchlicht- und Fluoreszenzmikroskop, Spektralphotometer zur Elementanalyse und Enzymbestimmung, Keimzahl- und Nährstoffanalytik

*Umweltanalytik/Präparationstechnik*
Standardausrüstung, Laborbecher- und Kühlzentrifuge, Membranfiltration

### Stationäre und mobile technische Ausrüstungen

*Homogenisier- und Zerkleinerungstechnik*
Scherspalthomogenisatoren, Ultraschalltechnik, Schneidmühle, Desintegrationsmodulsystem

*Aerob-/Anaerobtechnik*
Laborkläranlage, Fermentationsreaktoren (1l, 5l, 10l)

*Flockungs- und Entwässerungstechnik*
Labordekanter und -kammerfilterpresse, Flockungsreaktor

*Hygienisierung*
UV-Hygienisierungsanlage, Brutschränke, Sterilisatoren


Prozess- und Systemanalyse

Dr. Hannelore Friedrich
Hannelore.Friedrich@ikts.fraunhofer.de

Verfahrens- und Systementwicklung

Dr. Eberhard Friedrich
Eberhard.Friedrich@ikts.fraunhofer.de

# Biogaserzeugung - aktueller Boom oder Zukunftstechnologie?

Dr. Eberhard Friedrich
Dr. Karin Jobst
Dr. Hannelore Friedrich

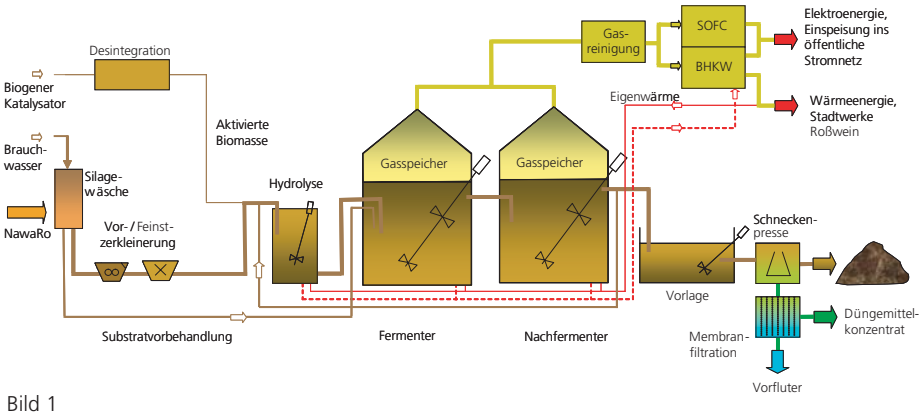



Bild 1
Innovative Prozessstufen der Biogaserzeugung und -verwertung

Bild 2
Pilotbiogasanlage auf der Kläranlage Roßwein

**Danksagung**

Gefördert im Rahmen der Technologieförderung mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und mit Mitteln des Freistaates Sachsen

Freistaat Sachsen
Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit

Die Ergebnisse wurden im Rahmen des Projektes »Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen mit integrierter Abwasser- und Klärschlammverwertung zur regenerativen Energieerzeugung mit BHKW und Brennstoffzelle« erarbeitet.

## Motivation

Die Realisierung einer nachhaltigen Energieversorgung als Voraussetzung für Wachstum und Wohlstand der Gesellschaft fordert innovative Lösungen, die der Verknappung und Verteuerung der Reserven von Erdöl und Erdgas, der globalen Klimaerwärmung und einer nuklearen Gefährdung entgegenstehen. Besonders Biogas als vielseitigster und wertvollster erneuerbarer Energieträger kann als vollwertiger Erdgasersatz dauerhaft die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen reduzieren.

Trotz drastisch gestiegener Weltmarktpreise für nachwachsende Rohstoffe kam es laut Bundesverband Erneuerbare Energie e.V. (BEE) im Jahr 2007 zu einer Steigerung an neu errichteten Biogasanlagen um 27 %. Problematisch ist jedoch, dass aufgrund der genannten Preisentwicklung die Wirtschaftlichkeit der bisher errichteten Biogasanlagen in der Regel nicht mehr gegeben ist.

Die zielgerichtete Weiterentwicklung der Biogaserzeugung und -verwertung unter Beachtung der vorhandenen Querschnittstechnologie ist Voraussetzung, die begonnene positive Entwicklung des Einsatzes regenerativer Energien fortzusetzen. Ziel ist die Entwicklung eines flexiblen und effizienten Gesamtsystems zur dezentralen Erzeugung hochwertiger Energie, das aufgrund seiner Nachhaltigkeit eine langfristige Perspektive für alle Bereiche der Wirtschaft garantiert.

## Ergebnisse

Innerhalb des Verbundprojektes wurden verfahrenstechnische Grundlagen für die durchgängige technologische Linie der Biogaserzeugung und -verwertung entwickelt bzw. vervollständigt (Bild 1). Ausgehend von den Untersuchungen im Labor- und kleintechnischen Maßstab wurden die Ergebnisse auf einer Biogasanlage im Pilotmaßstab (Bild 2) überprüft und bestätigt. Im Rahmen der geplanten Projektfortsetzung werden die erreichten Ergebnisse auf eine großtechnische Modell- und Demonstrationsanlage mit einem elektrischen Anschlusswert von 2,1 MW übertragen.

Durch die Erarbeitung innovativer Prozessschritte wie Silagewäsche, Substratfeinstzerkleinerung, einer vorgeschalteter Hydrolysestufe und veränderter Reaktorbeschickung wurden folgende Ergebnisse erreicht:

- Weitergehende Ausnutzung des Energiepotenzials der nachwachsenden Rohstoffe durch innovative Substratvorbehandlung um 21 %
- Zusätzliche Erhöhung der Biogasausbeute um 37 % infolge der aus oben genannten Innovationen resultierenden Steigerung der Raumbelastung
- Steigerung des Methangehaltes im Biogas von im Mittel 51,5 auf 56,6 Vol.-%
- Reduzierung der unerwünschten Begleitstoffe ($H_2S$) bis zu 68 %
- Verkürzung der Faulzeiten auf 30 Tage (Fermenter 1) und 15 Tage (Fermenter 2) bei oben genannter Erhöhung der Gasausbeute

Bild 3 zeigt die auf der Pilotbiogasanlage erreichten Ergebnisse zur Steige-

rung der spezifischen Methanausbeute durch Einsatz gezielter Substratvorbehandlung und Prozessführung.

Die großtechnische Umsetzung der innovativen Verfahrensstufen der Substratvorbehandlung führt zu beachtlichen Verbesserungen der Wirtschaftlichkeit. Eine Steigerung der Biogasausbeute um 20 % durch Substratvorbehandlung bringt für die geplante Modell- und Demonstrationsanlage jährliche Kostenvorteile von 435.745 €. Unberücksichtigt blieben dabei die sich weiterhin einstellenden Vorteile geringerer Reaktorvolumina durch Reduzierung der Verweilzeiten in der Fermentation.

Die Mitbehandlung von Belebtschlamm aus der Abwasserbehandlung und die damit verbundenen Effekte wie Nutzung der stoffsystemeigenen Enzyme zur Realisierung des anaeroben Abbaus und positive Beeinflussung des Nährstoffverhältnisses stabilisieren den Prozess der Biogaserzeugung vorteilhaft und erhöhen weiter die Biogasausbeute. Durch Behandlung des Belebtschlammes mittels Ultraschall (Bild 4) wird die biologische Aktivität des Schlammes zusätzlich erhöht.

Durch den Einsatz der maschinellen Entwässerung des Gärrestes und einer nachgeschalteten Prozesswasseraufbereitung mittels Membranfiltration werden verfahrenstechnisch und wirtschaftlich sinnvolle Alternativen zur traditionellen Lagerung des Gärrestes in Endlagern geschaffen. Durch Einbeziehung dieser Prozessschritte entstehen phosphorhaltige Düngemittelkonzentrate, die wiederum gegenüber dem Stickstoff-Phosphor-Gemisch im flüssigen Gärrest Vorteile für die Landwirtschaft bringen. Bild 5 zeigt den mit verschiedenen Membranen erzielten Rückhalt an Nährstoffen.

Kommerziell werden für die Prozesswasseraufbereitung Anlagen zur Membranfiltration mit Polymermembranen eingesetzt. Im Rahmen des Projektes wurde gezeigt, dass keramische Membranen vergleichbare und teilweise bessere Trennergebnisse gegenüber Polymermembranen aufweisen. Der großflächige Einsatz keramischer Membranen wird gegenwärtig allein durch die Herstellkosten begrenzt.

Zur Nutzung von Biogas wurde ein Brennstoffzellensystem ausgelegt und errichtet. Die Gestaltung erfolgte als Laboranlage zur Komponentenentwicklung für die weitergehende Entschwefelung und Nachverbrennung im Porenbrenner. Der am IKTS entwickelte SOFC-Stack zur Bereitstellung von Strom und Wärme aus Biogas wurde integriert. Das System besitzt eine elektrische Leistung von 1,7 kW.

Die im Rahmen der ersten Stufe des Verbundprojektes entwickelten Lösungen zur Steigerung der Effizienz der Biogaserzeugung und -verwertung sind wesentliche Voraussetzungen, die Biogastechnologie als Zukunftstechnologie auszubauen.

## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Umsetzung der Systemlösung
- Mess- und ingenieurtechnische Begleitung bei der Leistungssteigerung vorhandener Anlagen
- Realisierung von Desintegrationssystemen zur Biomassebehandlung
- Ermittlung des Gaspotenzials von biogenen Substraten
- Erfassung der Reaktionskinetik für anaerobe Abbauprozesse
- Einsatzvorbereitungen und Potenzialabschätzung von Membrantechnologien

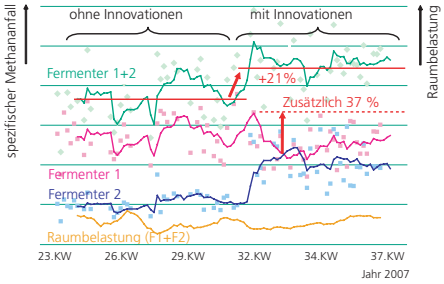



Bild 3
Steigerung der spezifischen Methanausbeute durch innovative Substratvorbehandlung und Prozessführung

Bild 4
Desintegration von Belebtschlamm mit einem neuartigen Desintegrationsmodulsystem unter Nutzung von Leistungsultraschall

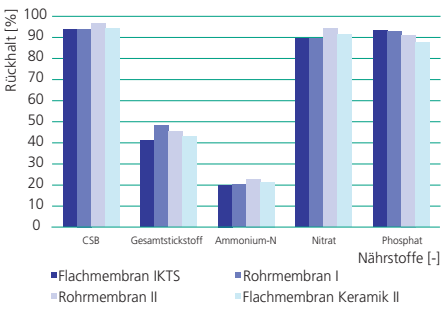



Bild 5
Rückhalt an Nährstoffen durch verschiedene Membranen

# Zustandskennzeichnung und Zerkleinerung von nachwachsenden Rohstoffen - eine Herausforderung für Forschung und Technik

Dr.-Ing. Hannelore Friedrich
Dr.-Ing. Karin Jobst, Dipl.-Ing. Marc Lincke
Dipl.-Ing. Ron Schumann

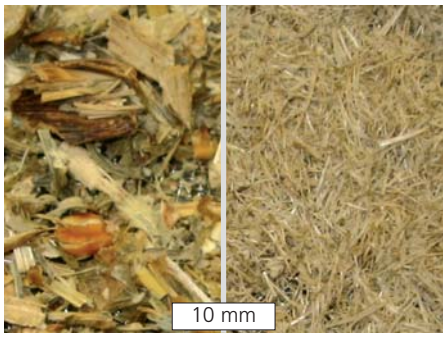



Bild 1
Siebrückstand einer Maissilage vor und nach der Zerkleinerung

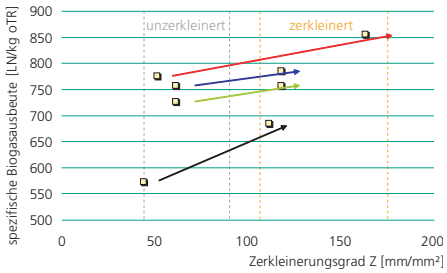



Bild 2
Steigerung der Biogasausbeute durch Erhöhung des Zerkleinerungsgrades

## Motivation

Durch die Entwicklung und Nutzung innovativer Vorbehandlungsprozesse und durch eine intelligente Prozessführung bei der Biogaserzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen gelang es, eine Steigerung des Biogasanfalls um ca. 21 % im Vergleich zu herkömmlich betriebenen landwirtschaftlichen Biogasanlagen zu erreichen. Entscheidend für den Erfolg ist die zielgerichtete Anwendung einer energieeffizienten Zerkleinerungstechnik (Grob-, Fein- und Feinstzerkleinerung) und die wissenschaftlich fundierte Kennzeichnung der Ausgangs-, Zwischen- und Endprodukte der Zerkleinerung. Aufgrund der unregelmäßigen Partikelform und Faserstruktur sowie des breiten Partikelspektrums müssen die Kombination von Partikelgrößenbestimmungsmethoden einerseits und Kennzeichnungsmethoden zur Partikelformerkennung andererseits zur Anwendung kommen. Ziel ist neben der reproduzierbaren Zerkleinerung und Kennzeichnung der biogenen Substrate die Entwicklung von Eigenschaftsfunktionen zwischen dem Zerkleinerungsgrad und der erreichbaren Biogasausbeute.

## Lösungsansatz

Zur Bewertung der hauptsächlich als Fasern vorliegenden nachwachsenden Rohstoffe wurde eine Messvorschrift zur Erfassung der Partikelgrößenverteilung erarbeitet. Infolge der extremen Verteilungsbreite (Millimeter- bis Nanometerbereich) wird das Substrat in eine Grob- und Feinfraktion getrennt (Trennschnitt: 1 mm). Die Charakterisierung des Siebdurchganges erfolgt mittels Laserbeugungsspektroskopie und des Siebrückstandes nach Trocknung durch ein abbildendes Messerfahren. Die erforderliche Mengenartkonvertierung und die Berücksichtigung unterschiedlicher Dispersitätsbewertungen beim Einsatz der kombinierten Messmethode Quantitative Bildanalyse/Laserbeugungsspektroskopie führten zur Definition eines Summenparameters Z, der den Zerkleinerungsfortschritt und die Ausgangssituation zuverlässig beschreibt. Veränderungen in der Faserverteilung werden am besten durch eine aus Umfang und Fläche aller vermessenen Partikel gebildeten integralen Kenngröße $U_{ges}/A_{ges}$ erfasst.

## Ergebnisse

Bild 1 zeigt den Siebrückstand einer Maissilage vor und nach der Zerkleinerung. Durch Einsatz geeigneter Zerkleinerungstechnik konnte der Zerkleinerungsgrad in Abhängigkeit von der Substratart und des Zerkleinerungsaggregates von 50 … 60 mm/mm² auf 120 … 180 mm/mm² gesteigert werden. Die Abhängigkeit der Biogasausbeute vom Zerkleinerungsgrad zeigt Bild 2.
Neben dem unmittelbaren Zerkleinerungsergebnis sind für die Auswahl von geeigneter Zerkleinerungstechnik technologische (Durchsatz, Betriebssicherheit) und wirtschaftliche Aspekte (Energieeintrag, Verschleiß, Wartung/Instandhaltung, Personaleinsatz) zu berücksichtigen.

## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Zustandskennzeichnung nachwachsender Rohstoffe und biogener Substrate
- Bewertung der Zerkleinerungswirkung verschiedener Aggregate
- Durchführung und Auswertung von Fermentation- und Zerkleinerungsversuchen

### Danksagung

Gefördert im Rahmen der Technologieförderung mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und mit Mitteln des Freistaates Sachsen

Freistaat Sachsen
Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit

Die Ergebnisse wurden im Rahmen des Projektes »Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen mit integrierter Abwasser- und Klärschlammverwertung zur regenerativen Energieerzeugung mit BHKW und Brennstoffzelle« erarbeitet.

# Retrospektive, Veranstaltungen, Ausstellungen

# Messe- und Ausstellungsbeteiligungen

# Kooperationsausbau in Verbünden, Allianzen und Netzwerken

6. März 2007
**Dresden-Pressereise des Verbands von Wissenschaftsjournalisten in Deutschland**

19. - 21. März 2007
**DKG-Jahrestagung 2007**
**Jahrestagung der Deutschen Keramischen Gesellschaft**
**Symposium Hochleistungskeramik**

30. März 2007
**Fraunhofer-Kommunikationspreis**

26. April 2007
**Girls Day' 2007-**
**Mädchen-Zukunftstag!**

22. - 25. Mai 2007
**JAMA-CLEPA Business Conference and Exhibition**

29. Juni 2007
**Lange Nacht der Wissenschaften**

22. Juli 2007
**Gemeinsame Ausstellung des Dresdner Fraunhofer-PR-Netzwerkes am 50. offenen Sonntag in der SLUB**

27. / 28. September 2007
**ISPA 2007, International Symposium on Piezocomposite Applications**

8. / 9. November 2007
**Bunsenkolloquium »65 Jahre Potentiostat«**

28. November 2007
**1. Dresdner Innovationsforum 2007**

17. / 18. Januar 2008
**Kolloquium und Ausstellung**
**Vision Keramik 2008+**

24. Januar 2008
**Juniordoktor**

## Dresden-Pressereise des Verbands von Wissenschaftsjournalisten in Deutschland

Die Wissenschafts-Pressekonferenz (WPK) ist die größte Vereinigung von Wissenschaftsjournalisten in Deutschland, deren Vorstand sowie Mitglieder vom 4. bis 6. März 2007 eine Pressereise nach Dresden unternahmen. Gastgeber waren zwei Max-Planck-, zwei Leibniz- und vier Fraunhofer-Institute sowie die Technische Universität Dresden. Der Einladung ins Fraunhofer-Institutszentrum folgten ca. 15 Wissenschaftsjournalisten, die sich hier ausführlich über die Forschungsaktiviäten der vier Institute informieren konnten und in rege Diskussionen mit den Fraunhofer-Wissenschaftlern traten.

## DKG-Jahrestagung 2007 Symposium Hochleistungskeramik

Vom 19. bis 20. März 2007 führte die Deutsche Keramische Gesellschaft e.V. ihre Jahrestagung im Dresdner Fraunhofer-Institutszentrums durch. Wie auch schon in den Vorjahren fand im Anschluss vom 20. bis 21. März das Symposium Hochleistungskeramik statt. In mehr als 30 Vorträgen wurden den rund 150 Teilnehmern neue Entwicklungen aus den Bereichen Struktur- und Funktionskeramik vorgestellt. Die begleitende Posterschau, Industrieausstellung sowie die Betriebsbesichtungen, z. B. in der Staatlichen Porzellan-Manufaktur Meissen oder der Gläsernen Manufaktur, rundeten das vielseitige und interessante Vortragsprogramm ab. Im Rahmen des DKG-Abends im traditionsreichen Dresdner Parkhotel sowie des kommunikativen Abends in den Technikumsräumen des IKTS hatten die Teilnehmer die Möglichkeit, sich in ansprechender Atmosphäre intensiv auszutauschen.

## Fraunhofer-Kommunikationspreis

Auf dem Institutsleitertreffen der Fraunhofer-Gesellschaft in Königswinter wurden am 30. März 2007 Katrin Schwarz, PR-Referentin am Fraunhofer IKTS, und ihr Dresdner Fraunhofer-PR-Netzwerk mit dem Fraunhofer-Kommunikationspreis ausgezeichnet, der seit 2004 für hervorragende PR-Arbeit verliehen wird. In seiner Laudatio lobte der Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft Prof. Hans-Jörg Bullinger das außerordentliche Engagement von Katrin Schwarz im Rahmen des Projektes »Dresden – Stadt der Wissenschaft 2006«. Frau Schwarz und das Dresdner Fraunhofer-PR-Netzwerk, das bereits 2004 von ihr initiiert wurde und an dem sich alle elf Dresdner Fraunhofer-Institute beteiligen, unterstützten das Projektteam der Stadt bei zahlreichen öffent-

**Dresden-Pressereise des Verbands von Wissenschaftsjournalisten**
Begegnung mit dem Journalisten Jean Pütz

**DKG-Jahrestagung 2007 Symposium Hochleistungskeramik**
Blick in den Tagungsraum

lichkeitswirksamen Aktionen. So wirkte Fraunhofer maßgeblich an der Eröffnungsshow, dem »Tag der Technik«, der »Langen Nacht der Wissenschaften«, der Ausstellung »Haus der Zukunft« sowie dem Abschlussfest mit. Besonders hervorzuheben ist das Engagement in der Nachwuchsförderung, denn mit vielen Aktionen waren vor allem Kinder und Jugendliche angesprochen. Dass sich diese Anstrengungen auszahlen, zeigen die zahlreichen Anfragen von Schulen, Hochschulen und Firmen nach Projekttagen und Institutsführungen.

### Girls' Day 2007 Mädchen-Zukunftstag!

Auch in diesem Jahr beteiligte sich das IKTS neben dem FEP und dem IWS am Girls' Day, nunmehr zum dritten Mal. An drei verschiedenen Stationen im Dresdner Fraunhofer-Institutszentrum erhielten die 30 Mädchen im Rahmen von kurzen Präsentationen, Labor- und Technikumsbesichtigungen sowie Experimentalvorführungen Einblicke in eine vielfältige und spannende Forschungswelt.
Der »Girls´ Day - Mädchen-Zukunftstag« wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und vom Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (BMFSFJ) sowie aus Mitteln des Europäischen Sozialfonds. Ziel dieses im Jahr 2000 ins Leben gerufenen Projektes ist es, Schülerinnen ab Klasse 5 die Arbeitswelt in zukunftsorientierten Berufen in Technik, Handwerk, Ingenieur- und Naturwissenschaften zu präsentieren und somit berufliche Perspektiven aufzuzeigen, die traditionell einen geringen Frauenanteil haben.

### JAMA-CLEPA Business Conference and Exhibition

Vom 22. bis 25. Mai 2007 fand im International Congress Center in Dresden die 9. JAMA-CLEPA Business Conference statt. Dabei trafen sich die Topmanager der Automobilindustrie aus Japan direkt mit Vertretern der europäischen Automobilzulieferindustrie mit dem Ziel, neue Partner in Europa zu finden und langfristige Verträge abzuschließen. Außerdem bestand für die Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen die Möglichkeit, sich in einem großen Ausstellungsbereich vorzustellen.
Das Fraunhofer IKTS präsentierte sich gemeinsam mit der Dresdner CDC GmbH auf dem Gemeinschaftsstand der Wirtschaftsförderung Sachsen.

### Lange Nacht der Wissenschaften

Am 29. Juni 2007 hat es sich wieder einmal gezeigt: Mindestens einmal im Jahr ist die Nacht nicht nur zum Schlafen da!
Zur Dresdner Langen Nacht der Wissenschaften strömten bereits zum fünften Mal Wissenschaftsbegeisterte aller Altersgruppen durch die Forschungsstätten ihrer Stadt. Neben 30 Veranstaltern beteiligten sich die vier Institute des Fraunhofer-Institutszentrums sowie vier weitere Fraunhofer-Institute an der Wissenschaftsnacht, welche in diesem Jahr von 35.000 Besuchern begeistert genutzt wurde. Die Wissenschaftler des IKTS luden die Besucher ein, Hochleistungskeramik in seinen vielfältigsten Facetten und Anwendungen in Industrie, Haushalt, Medizin, Freizeit und sogar im Sport zu erleben. So wurde beispielsweise auf energiesparenden keramischen Kochplatten gekocht, mit keramischen Messern geschnitten oder man konnte sich von den Vorzügen des Bügelns mit einer keramischen Sohle überzeugen. Viele Besucher nutzten die Gelegenheit, ihre Lungenfunktion mit keramischen Drucksensoren zu testen oder ihren mitgebrachten iPod mit der Kraft des Wasserstoffs wieder aufzuladen. Auf sportlichem Gebiet konnte man sich ebenfalls betätigen, beispielsweise beim Boulen mit keramischen Kugeln oder beim Golfen mit einem keramischen Schläger.
Schon die kleinsten Besucher im Vorschulalter fragten, staunten und lernten, was in Laboren zischt und getüf-

**Fraunhofer-Kommunikationspreis**
Preisübergabe an Katrin Schwarz auf dem Institutsleitertreffen in Königswinter

**Girls' Day 2007**
30 interessierte Mädchen kamen zu Besuch in den Treffpunkt Keramik

**Lange Nacht der Wissenschaften**
Hochleistungskeramik zum Anfassen und Ausprobieren lockte zahlreiche Besucher ins IKTS

telt wird. Die 6. Dresdner Lange Nacht der Wissenschaften wird am 04. Juli 2008 stattfinden. Auch in dieser Nacht wird das Fraunhofer-Institutszentrum seine Türen öffnen.

### Gemeinsame Ausstellung des Dresdner Fraunhofer-PR-Netzwerkes am 50. offenen Sonntag in der SLUB (Sächsische Landes- und Universitätsbibliothek)

Am 22. Juli 2007 öffnete die Dresdner SLUB zum 50. Mal an einem Sonntag die Lese- und Bibliotheksräume für ihre Nutzer. Mit dieser Aktion wurde auf den dringenden Nutzerwunsch reagiert, insbesondere während der Prüfungszeit in der SLUB konzentriert lernen zu können. Ca. 1.500 Sonntagsleser nahmen das zusätzliche Angebot an. Möglich wurden die Sonntagsöffnungen seit Januar 2003 durch die Initiative der Studentenstiftung Dresden und zahlreicher Spender aus der Region.

Die elf Dresdner Fraunhofer-Institute unterstützten den 50. offenen Sonntag und leisteten damit einen Beitrag zur Stärkung des Studien- und Forschungsstandortes Dresden. Darüber hinaus präsentierten sich die Institute mit einer kleinen Ausstellung, die großen Zuspruch bei den Studenten fand und zudem für die Studentenwerbung genutzt wurde.

### ISPA 2007 International Symposium on Piezocomposite Applications

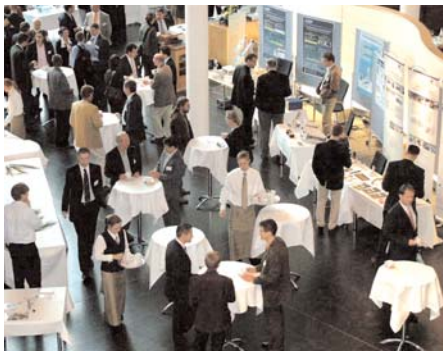
Anknüpfend an das überaus erfolgreiche Symposium ISMA 2005 trafen in diesem Jahr erneut Ingenieure und Wissenschaftler mit Entscheidungsträgern aus der Wirtschaft unter dem Dach der »Gläsernen Manufaktur« von Volkswagen in Dresden zum International Symposium on Piezocomposite Applications, ISPA 2007, zusammen, welches gemeinschaftlich, vom Fraunhofer IKTS Dresden, der Smart Material GmbH, der Volkswagen AG, der Autovision GmbH und dem NASA Langley Research Center getragen wurde.
Das Ziel des Symposiums ISPA 2007 war es, einen Überblick über den gegenwärtigen Entwicklungsstand von Piezokompositen in kommerziellen Anwendungen, wie z. B. in der Luftfahrt, der Automobilindustrie, dem Maschinen- und Anlagenbau, in Sportartikeln und in der Gebäudetechnik zu geben sowie über verfügbare elektronische Bauelemente und Software-Tools zur ingenieurtechnischen Erprobung dieser Materialien zu diskutieren.
Das Programm umfasste mehr als 30 Vorträge, offene Diskussionsrunden, Postersessions sowie eine Industrieausstellung mit zehn beteiligten Firmen und Institutionen.

Mehr als 100 Teilnehmer aus zehn Ländern, darunter USA, Schweden, Italien, Israel, Großbritannien und Japan, kamen nach Dresden und nutzten diese ideale Plattform, um mit anderen interessierten Partnern in Kontakt zu kommen und Möglichkeiten einer Zusammenarbeit im Hinblick auf neue vermarktungsfähige Produkte im Bereich Piezokeramiken zu diskutieren.

### Bunsenkolloquium »65 Jahre Potentiostat«

Nach den erfreulichen Erfolgen des Bunsenkolloquiums »Elektrochemie von kleinsten zu größten Strömen und tiefsten zu höchsten Temperaturen« im Jahr 2005 und des 3. International Symposium on Electrochemical Machining Technology in 2006 lud das Fraunhofer IKTS vom 8. bis 9. November 2007 wieder zu einer Veranstaltung zur angewandten Elektrochemie nach Dresden ein.

Während der Tagung wurden im Rahmen von 17 Vorträgen aktuelle Entwicklungstendenzen im Bereich Potentiostatentechnik aufgezeigt und diskutiert. Es erfolgte jedoch auch eine kritische Würdigung der fundamentalen Grundprinzipien.
Das sehr erfolgreiche Kolloquium mit rund 80 Teilnehmern wurde durch eine Industrieausstellung mit sieben



**ISPA 2007**
Ausstellungsflächen im Foyer der Gläsernen Manufaktur

**ISPA 2007**
Teilnehmer der Konferenz

**Bunsenkolloquium »65 Jahre Potentiostat«**
Blick in den Tagungsraum während des Kolloquiums

führenden Gerätehersteller abgerundet.

## 1. Dresdner Innovationsforum 2007

Am 28. November 2007 fand im Internationalen Congress Center Dresden das 1. Dresdner Innovationsforum statt.
In Workshops, Trendvorträgen und Präsentationen wurden aktuelle Entwicklungen aus Dresdens Forschungs- und Unternehmenslandschaft aufgezeigt und ein fruchtbarer Dialog zwischen den verschiedenen Branchen initiiert. Unternehmer, Wissenschaftler und Forscher fanden im Innovationsforum, welches künftig einmal im Jahr stattfinden soll, die ideale Plattform für einen anregenden Austausch und Inspiration für innovative Kooperationen.

Auch das Fraunhofer IKTS war maßgeblich an der Gestaltung des 1. Dresdner Innovationsforums beteiligt.
So wurde beispielsweise das Forum »Energiesysteme der Zukunft – Spitzentechnologien und Produkte« von Prof. Dr. Alexander Michaelis, Leiter des Fraunhofer IKTS, organisiert und moderiert. Darüber hinaus präsentierte das IKTS in einer kleinen Ausstellung Produkthighlights aus dem Bereich Mikro- und Energiesysteme.

## Kolloquium und Ausstellung »Vision Keramik 2008⁺«

Vom 17. bis 18. Januar 2008 luden Prof. Alexander Michaelis, Institutsleiter des IKTS, sowie Prof. Christos G. Aneziris vom Institut für Keramik, Glas und Baustofftechnik (KGB) der Bergakademie TU Freiberg zum nunmehr sechsten Kolloquium der erfolgreichen Veranstaltungsreihe »Vision Keramik 2000⁺« nach Dresden ein.

Die diesjährige »Vision Keramik 2008⁺«, welche als Ehrenkolloquium anlässlich des 70. Geburtstages von Prof. Waldemar Hermel, dem Gründungsdirektor und ersten Institutsleiter des Fraunhofer IKTS Dresden, durchgeführt wurde, stand unter dem Thema »Keramische Technologien und Produkte für die Energie- und Umwelttechnologie«.
Neben aktuellen Forschungsergebnissen aus den Bereichen Brennstoffzellen, Photovoltaik, Membrantechnologie, Mikrosystemtechnik und Nanotoxikologie wurden auch spannende Visionen für zukünftige Entwicklungsschwerpunkte auf diesen Gebieten aufgezeigt.

Während der Abendveranstaltung am 17. Januar trafen sich die ca.160 Teilnehmer, darunter auch viele Wegbegleiter von Prof. Waldemar Hermel, in ungezwungener Atmosphäre in den Technikumsräumen des IKTS, welche zudem als attraktive Ausstellungsfläche für Firmen- und Institutspräsentationen diente.

## Juniordoktor 2008

Ein Doktortitel schon vor dem Schulabschluss? Im Rahmen von »Dresden – Stadt der Wissenschaft 2006« initiiert, ist der JUNIORDOKTOR mittlerweile zu einem gefragten Format geworden, getragen von Dresdner Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen. Ausgestattet mit einem persönlichen Juniordoktor-Pass absolvierten 400 Schüler der 3. bis 12. Klasse Stationen der Dresdner Naturwissenschaften, Medizin, Wirtschaft und Kunst. Sie besuchten Labore, durchforsteten Museen und mussten ihr neu erworbenes Wissen unter Beweis stellen.
In diesem Jahr lud das IKTS gemeinsam mit dem IWS 30 Schülerinnen und Schüler ein, Wissenswertes aus den Bereichen Hochleistungskeramik und Lasertechnologien zu erfahren und natürlich auch zu erleben. Aufgrund der durchweg positiven Resonanz bei den Teilnehmern werden wir uns auch in den kommenden Jahren an dieser Dresden übergreifenden Aktion beteiligen.

»Vision Keramik 2008⁺«
Kolloquium und Ausstellung

»Vision Keramik 2008⁺«
Prof. Alexander Michaelis gratuliert Prof. Waldemar Hermel zum 70. Geburtstag

Juniordoktor 2008

# Messe- und Ausstellungsbeteiligungen 2007

**Nanotech**
Tokio, 21.-23. Februar 2007
Fraunhofer-Gemeinschaftsstand

**Terratec**
Leipzig, 5.-8. März 2007

**Powtech**
Nürnberg, 27.-29. März 2007

**Hannover-Messe**
Hannover, 16.-20. April 2007
Gemeinschaftsstand TASK GmbH/ Fraunhofer-Allianz Hochleistungskeramik

**Hannover-Messe Energy**
Hannover, 16.-20. April 2007
Fraunhofer-Gemeinschaftsstand

**JAMA-CLEPA Business Conference and Exhibition**
Dresden, 22.-25. Mai 2007
Gemeinschaftsstand der Wirtschaftsförderung Sachsen

**ECerS, 10th International Conference and Exhibition of the European Ceramic Society**
Berlin, 17.-21. Juni 2007
Fraunhofer-Demonstrationszentrum »AdvanCer«

**SMT/HYBRID/PACKAGING 2007**
Nürnberg, 24.-26. April 2007
Gemeinschaftsstand VDI/VDE

**Sensor**
Nürnberg, 22.-24. Mai 2007
Gemeinschaftsstand Sachsen »Forschung für die Zukunft«

**Biotechnica**
Hannover, 9.-11. Oktober 2007
Gemeinschaftsstand Sachsen »Forschung für die Zukunft«

**Fuel Cell Seminar 2007**
San Antonio, Texas
15.-19. Oktober 2007

**PM 2007**
Toulouse, 14.-17. Oktober 2007

**Productronica 2007**
München, 13.-16. November 2007
Gemeinschaftsstand mit AnCeram

**1. Dresdner Innovationsforum 2007**
Dresden, 28. November 2007

**EuroMold**
Frankfurt a.M., 5.-8. Dezember 2007
Fraunhofer-Gemeinschaftsstand

**Hannover-Messe 2007**
Sachsen-Gemeinschaftsstand

**Hannover-Messe 2007**
Besuch von Sachsens Staatsministerin für Wissenschaft und Kunst, Dr. Eva-Maria Stange

**Ecers 2007**
Stand des Fraunhofer-Demonstrationszentrums »AdvanCer«

# Kooperationsausbau in Verbünden, Allianzen und Netzwerken

Die Wissenschaftler des Fraunhofer IKTS Dresden sind in zahlreichen thematisch orientierten Netzwerken, Allianzen und Verbünden aktiv. Dadurch können wir unseren Kunden eine gemeinsame und koordinierte Leistung anbieten.

## Mitgliedschaft in Fraunhofer-Verbünden, Allianzen, Netzwerken und Demonstrationszentren

Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile

Treffpunkt Keramik Dresden

Fraunhofer-Allianz Hochleistungskeramik

Fraunhofer-Demonstrationszentrum »AdvanCer«

Fraunhofer-Allianz Adaptronik

Fraunhofer-Allianz Energie

Fraunhofer-Allianz Nanotechnologie

Fraunhofer-Allianz Numerische Simulation von Produkten, Prozessen

Fraunhofer-Allianz Rapid Prototyping

Fraunhofer-Allianz SysWasser

Fraunhofer-Netzwerk Sensorik

Arbeitsgemeinschaft Elektrochemischer Forschungsinstitutionen e.V. (AGEF)

Brennstoffzelleninitiative Sachsen e.V.

DECHEMA - Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.

Deutsche Keramische Gesellschaft e.V. (DKG)

Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e.V. (DGM)

Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V. (EFB)

European Powder Metallurgy Association (EPMA)

Expertenkreis Keramikspritzguss (CIM) in der Deutschen Keramischen Gesellschaft (DKG)

Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS

Förderkreis Abgasnachbehandlungstechnologien für Dieselmotoren e.V. (FAD)

Gesellschaft für Wissens- und Technologietransfer der TU Dresden mbH

Gemeinschaft Thermisches Spritzen e.V. (GTS)

Informations- und Beratungszentrum »TransNanoPowder«

Materialforschungsverbund Dresden e.V.

Meeting of Refractory Experts Freiberg e.V. (MORE)

NanoMat - überregionales NETZWERK für Materialien der Nanotechnologie

Nanotechnologie-Kompetenzzentrum »Ultradünne funktionale Schichten«

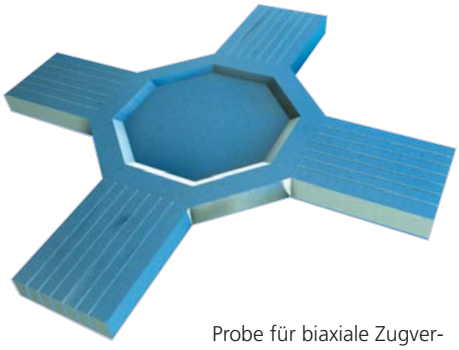
Netzwerk BioMeT Dresden

Silicon Saxony

## Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile

Der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile (VWB) bündelt die Kompetenzen der materialwissenschaftlich orientierten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft und des Fraunhofer-Instituts für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM als ständigem Gastmitglied.

Fraunhofer-Materialforschung umfasst die gesamte Wertschöpfungskette von der Entwicklung neuer und der Verbesserung bestehender Materialien über die Herstelltechnologie im industrienahen Maßstab, die Charakterisierung der Eigenschaften bis hin zur Bewertung des Einsatzverhaltens. Entsprechendes gilt für die aus den Materialien hergestellten Bauteile und deren Verhalten in Systemen. In all diesen Feldern werden neben den experimentellen Untersuchungen in Labors und Technika gleichrangig die Verfahren der numerischen Simulation und Modellierung eingesetzt. Stofflich deckt der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile den gesamten Bereich der metallischen, anorganisch-nichtmetallischen, polymeren und aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugten Werkstoffe ab.



Probe für biaxiale Zugversuche zur Simulation des Werkstoffverhaltens

Prototypische hochporöse Bauteile, hergestellt aus schmelzextrahierten Metallfasern

Mit Schwerpunkt setzt der Verbund sein Know-how in den volkswirtschaftlich bedeutenden Handlungsfeldern Energie, Gesundheit, Mobilität, Informations- und Kommunikationstechnologie sowie Bauen und Wohnen ein, um über maßgeschneiderte Werkstoff- und Bauteilentwicklungen Systeminnovationen zu realisieren.

*Mittelfristige Schwerpunktthemen des Verbundes sind u. a.*

- Steigerung der Effizienz von Systemen der Energiewandlung und Energiespeicherung
- Verbesserung der Biokompatibilität und Funktion von medizin- oder biotechnisch eingesetzten Materialien
- Erhöhung der Integrationsdichte und Verbesserung der Gebrauchseigenschaften von Bauteilen der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik
- Erhöhung von Sicherheit und Komfort sowie Reduzierung des Ressourcenverbrauchs in den Bereichen Verkehrstechnik, Maschinen- und Anlagenbau

*Beteiligt sind die Fraunhofer-Institute für*

- Angewandte Polymerforschung IAP
- Bauphysik IBP
- Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF
- Chemische Technologie ICT
- Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM
- Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut, WKI
- Keramische Technologien und Systeme IKTS
- Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI
- Silicatforschung ISC
- Solare Energiesysteme ISE
- Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM (Gast)
- Werkstoffmechanik IWM
- Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP

*Verbundvorsitzender*

Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka
Fraunhofer LBF
Telefon: +49 (0) 61 51 / 70 5-2 21

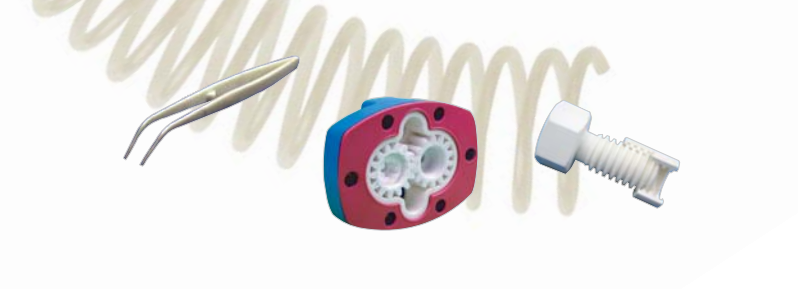
*Stellvertretender Verbundvorsitzender*

Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner
Fraunhofer ICT
Telefon: +49 (0) 7 21 / 46 40-4 01

*Geschäftsstelle*

Dr. phil. nat. Ursula Eul
Fraunhofer LBF
Bartningstraße 47
64289 Darmstadt
Telefon: +49 (0) 61 51 / 7 05-2 62
ursula.eul@lbf.fraunhofer.de

www.werkstoffe-bauteile.de



## Treffpunkt Keramik Dresden

Durch die Kooperation zwischen dem Fraunhofer IKTS, der TASK GmbH und den verschiedenen Mitgliedern hat sich der Treffpunkt Keramik weiter als fester Bestandteil der Dresdner Technologietransferlandschaft etabliert. Zur besseren Koordination wurde der Firmensitz der TASK GmbH nach Dresden verlegt.

Sowohl zur Unterstützung verschiedenster Seminar- und Weiterbildungsaktivitäten des Demonstrationszentrums »AdvanCer«, als auch als Forum für die Diskussion neuer Projekte besteht eine große Akzeptanz.
Durch die enge Verbindung von Forschungskapazität mit den kommerziellen Angeboten der Keramikhersteller können Anwender ihre Ideen schnell umsetzen. Damit besteht insbesondere für die kleinen und mittleren Unternehmen ein Projektforum, welches die Kontakte zu Projektträgern und Forschungseinrichtungen vereinfacht.
Der Treffpunkt Keramik lebt von der umfassenden Darstellung der aktuellen Innovationen aus Industrie und Forschung. Hier finden sich sowohl komplexe Spritzgussbauteile als auch neuartige Faserverbundstrukturen sowie extrem wärmeleitendes Aluminiumnitrid für die Leistungselektronik wieder.

Durch die Einbindung des Treffpunktes Keramik in zahlreiche Veranstaltungen des Fraunhofer IKTS konnten

sich im Jahr 2007 mehr als 2000 Besucher über keramische Produktinnovationen informieren. Dieses rege Besucherinteresse korreliert mit dem derzeitigen überdurchschnittlichen Wachstum in der Keramikindustrie.

Als externe Plattform werden Industriemessen genutzt. Durch die Mitarbeit im Messefachbeirat der HMI und der Ceramitec wird die Bedeutung des Treffpunktes Keramik nochmals gestärkt. Zunehmend wird der Treffpunkt von Zulieferern und Anlagenbauern genutzt, um mit den Herstellern in Kontakt zu kommen. Hierdurch erhält das Institut wiederum Einblicke in neueste Gerätetechnik und Entwicklungstrends im Bereich Hochleistungskeramik.
In Kooperation mit dem Fraunhofer Demonstrationszentrum »AdvanCer« bestehen erste internationale Verbindungen für gemeinsamen Technologietransfer, der im Rahmen von drei Veranstaltungen mit Forschungsstellen und Technologieparks in Korea erfolgreich erprobt wurde.

»AdvanCer«

»CerCut« ist eines von sieben bisher abgeschlossenen Teilprojekten im Fraunhofer-Demonstrationszentrum »AdvanCer«. Nun soll der Prototyp gemeinsam mit industriellen Partnern zum Produkt weiterentwickelt werden.

## Die Fraunhofer-Allianz Hochleistungskeramik

*Systementwicklung mit Hochleistungskeramik*

Durch den Einsatz von Komponenten aus Hochleistungskeramik in bestehenden und neuen Systemen und Anlagen konnten bisher nicht bekannte Anwendungen erschlossen werden.

Aktuelle Beispiele aus der Energietechnik, dem Maschinen- und Anlagenbau oder der Medizintechnik wie Brennkammerauskleidungen, Wälzlager oder Implantate zeugen von der Leistungsfähigkeit keramischer Hochleistungswerkstoffe. Das innovative Werkstoffgebiet hat sich in den vergangenen Jahren als ausgewiesenes Kompetenzfeld der Fraunhofer-Gesellschaft etabliert. Gegenwärtig wird es mit dem Ziel neuer Märkte zielstrebig ausgebaut. Systemansatz und interdisziplinäres Denken sind dabei Herausforderung und Chance gleichermaßen.

In der Fraunhofer-Allianz Hochleistungskeramik haben sich sieben Fraunhofer-Institute zusammengeschlossen. Ihr Forschungsspektrum reicht entlang der gesamten Wertschöpfungskette von der Modellierung und Simulation über die anwendungsorientierte Werkstoffentwicklung, die Fertigung und Bearbeitung von keramischen Komponenten bis hin zur Bauteilcharakterisierung, Bewertung und zerstörungsfreien Prüfung unter Einsatzbedingungen.

Aktuelle FuE-Schwerpunkte sind Verbundtechnologien und Integrationstechniken für eine keramikgerechte Systemauslegung.

Mit dem Fraunhofer-Demonstrationszentrum »AdvanCer« haben die Institute der Allianz ihr Präsentations-, Schulungs- und Beratungsangebot zur Hochleistungskeramik erweitert und ausgebaut.

Am Beispiel von Demonstratoren wird sowohl die Wertschöpfung vom Pulver zum Bauteil als auch die Umsetzung von Wissen, Forschung und Entwicklung in Produkte und Lebensqualität dargestellt. Das Fraunhofer-Demonstrationszentrum »AdvanCer« unterstützt vor allem kleine und mittelständische Unternehmen bei komplexen Aufgabenstellungen von der Prototypentwicklung bis hin zum Technologietransfer.

Seit nunmehr vier Jahren bietet »AdvanCer« ein Schulungsprogramm für Techniker und Ingenieure an. Die drei angebotenen Schulungsblöcke bauen aufeinander auf, können jedoch auch als Einzelseminare in Anspruch genommen werden. Die Schulungsthemen sind:

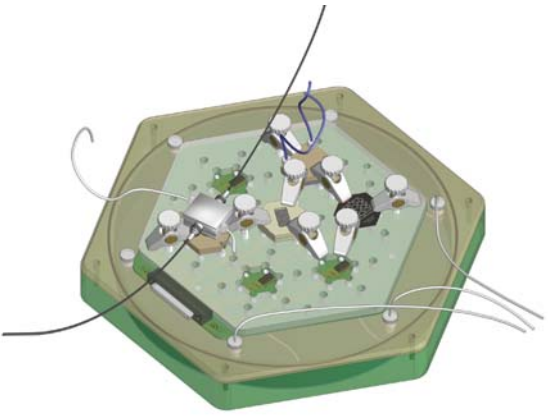
- Einführung in die Keramik: Herstellung, Eigenschaften, Anwendungsgebiete
- Bearbeitung von Keramiken
- Systemintegration, Qualitätssicherung, Werkstoffprüfung

Des Weiteren werden Schulungen und Technologietraining zu spezifischen Themen wie z.B. Pulverspritzguss oder Röntgen-Computertomografie angeboten.

Mit seinem gleichnamigen Newsletter informiert »AdvanCer« darüber hinaus regelmäßig über Neuigkeiten rund um das Thema Hochleistungskeramik.

*Aufgabenspektrum*

- Werkstoffentwicklung: Strukturkeramik, Funktionskeramik, Faserverstärkte Keramik, Cermets, Keramikverbunde, Adaptive Verbundwerkstoffe
- Bauteilauslegung und Funktionsmusterentwicklung
- Systemintegration und Nachweis der Serienfähigkeit
- Pulver-, Faser- und Beschichtungstechnologien
- Formgebung, Wärmebehandlung, Grün- und Endbearbeitung
- Rapid Prototyping und Rapid Tooling
- Werkstoff-, Bauteil- und Prozesssimulation
- Werkstoff- und Bauteilprüfung, Prooftest und zerstörungsfreie Prüfverfahren
- Fehlerbewertung, Schadensanalysen, Qualitätsmanagment



FAMOS-Mikroreaktionsplattform
mit keramischen Einzelkomponenten

*Leistungsangebot*

- Beratung und Machbarkeitsstudien
- Methoden- und Technologieentwicklung
- Prototypentwicklung, Technologietransfer
- Auftragsforschung, Konzeption und Durchführung von Verbundprojekten
- Workshops, Seminare, Schulungen

*Institute*

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme
IKTS Dresden
www.ikts.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik
IPK Berlin
www.ipk.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie
IPT Aachen
www.ipt.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Silicatforschung
ISC Würzburg
www.isc.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik
IWM Freiburg
www.iwm.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren
IZFP Saarbrücken
www.izfp.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit
LBF Darmstadt
www.lbf.fraunhofer.de

»CerMo« ist eines von sieben bisher abgeschlossenen Teilprojekten im Fraunhofer-Demonstrationszentrum »AdvanCer«. Mit dem Präzisionsblankpressen lassen sich anspruchsvolle Glasoptiken produzieren, die bisher nicht oder nur mit hohem Aufwand hergestellt werden konnten.

*Lenkungskreis*

Prof. Dr. Alexander Michaelis
Fraunhofer IKTS Dresden
Sprecher des Verbundes

Prof. Dr. Peter Gumbsch
Fraunhofer IWM Freiburg

Prof. Dr. Fritz Klocke
Fraunhofer IPT Aachen

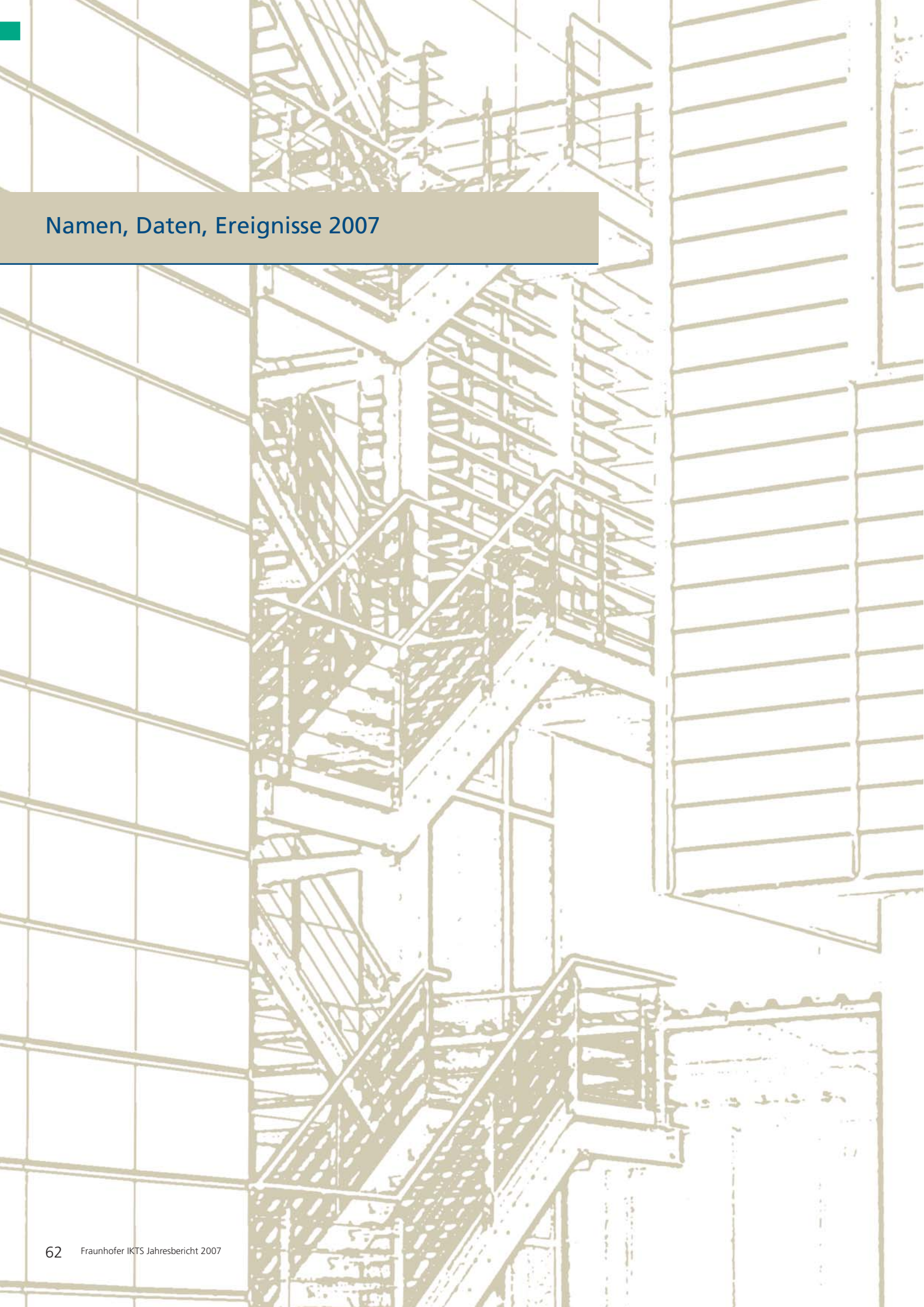
*Leiter der Geschäftsstelle*

Dr. Reinhard Lenk
Fraunhofer IKTS
Winterbergstraße 28
01277 Dresden

Tel.: +49(0)3 51/25 53 539
Fax: +49(0)3 51/25 54 195
Reinhard.Lenk@ikts.fraunhofer.de

www.hochleistungskeramik.fraunhofer.de
www.advanced-ceramics.fraunhofer.com

# Namen, Daten, Ereignisse 2007



Erteilte Patente

Patentanmeldungen

Buch- und Zeitschriftenbeiträge

Vorträge und Poster

Lehrtätigkeiten von Mitarbeitern

Mitarbeit in Gremien und Fachausschüssen

Programmausschüsse bei Fachtagungen

Dissertationen, Diplomarbeiten

## Erteilte Patente 2007

Adler, J.; Ihle, J.; Herrmann, M.; Martin, H.-P.
**Flüssigphasengesinterte Siliciumcarbid-Keramiken mit hoher elektrischer Leitfähigkeit und Oberflächengüte, Verfahren zu ihrer Herstellung**
DE 10348819; ET 05.04.2007

Adler, J.; Standke, G.; Stephani, G.
**Verbundwerkstoff-Verfahren zu seiner Herstellung und seine Verwendung**
DE 102004016874; ET 12.04.2007

Adler, J.; Rehak, P.
**Verfahren zur Herstellung keramischer Partikelfilter und keramischer Partikelfilter**
DE 10343438; ET 28.06.2007

Adler, J.; Ihle, J.
**Hochfestes Flächengebilde für endballistischen Schutz und Verschleißschutz**
DE 10313231; ET 31.10.2007

Berger, L.-M.; Thiele, S.; Nebelung, M.
**Beschichtungspulver auf der Basis von chemisch modifizierten Titansuboxiden**
EP 1379708; ET 13.06.2007

Eiselt, W.; Moritz, T.
**Verfahren zur Herstellung keramischer Dentalformteile**
DE 10346775; ET 05.04.2007

Endler, I.
**Hartstoffbeschichtete Körper und Verfahren zu deren Herstellung**
DE 102005032860; ET 09.08.2007

Herrmann, M.; Klemm, H.; Moritz, T.; Lenk, R.; Richter, H.-J.; Göttler, A.
**Glühkerze und Verfahren zu ihrer Herstellung**
DE 102004033153; ET 29.03.2007

Krell, A.; Hutzler, T.
**Transparent polycrystalline sintered ceramic of cubic crystal structure**
US 7247589; ET 24.07.2007

Krell, A.; Blank, P.; Klimke, J.; Hutzler, T.
**Farbiges transparentes Korundmaterial mit polykristallinem sub-µm-Gefüge und Verfahren zur Herstellung von Formkörpern aus diesem Material**
EP 1706365; ET 19.12.2007

Kudelka, S.; Michaelis, A.
**Method of making a buried strap for a trench capacitor**
EP 1198832 B1; ET 24.10.2007

Kusnezoff, M.; Trofimenko, N.; Mosch, S.
**Kathode-Elektrolyt-Anode-Einheit für Festoxid-Brennstoffzellen und Verfahren zu deren Herstellung**
DE 102006001552; ET 15.11.2007

Rabe, S.; Eiselt, W.; Lenk, R.; Richter, H.-J.
**Casting material for producing casting molds for casting high-melting point materials**
US 7173079; ET 06.02.2007

Rappold, E.; Lach, O.; Six, G.; Krell, A.; Hutzler, T.
**Schleifkörperfertigungsverfahren mit Feinstkornbindungssystem**
AT 500550; ET 15.02.2007

Seffner, L.; Schönecker, A.; Gebhardt, S.
**Method for producing a piezoelectric transducer**
US 7228606; ET 12.06.2007

Waeschke, U.; Eichler, K.; Megel, S.
**Verfahren zur Herstellung von Hochtemperaturbrennstoffzellen mit einer elektrisch leitenden Verbindung zwischen einem Interkonnektor und einer Kathode**
DE 10342160; ET 15.11.2007

## Patentanmeldungen 2007

Adler, J.; Richter, H.-J.; Lenk, R.; Petasch, U.; Rahn, T.; Rembor, H.-J.; Holdschuh, C.
**Zusammengesetzter Wabenkörper**
EP 07112387.1; AT 12.07.2007

Brückner, B.; Freytag, C.; Schönecker, A.
**Element zur Übertragung von Kräften**
PCT/DE2007/000477; AT 09.03.2007

Brückner, B.; Gebhardt, S.; Schönecker, A.; Schuh, C.; Radanielina, M.; Steinkopft, T.
**Vollaktiver Piezoaktor und Verfahren zu seiner Herstellung**
DE PCT/EP2007/054817; AT 18.03.2007

Endler, I.; Höhn, M.
**Hartstoffbeschichtete Körper und Verfahren zu deren Herstellung**
DE 102007000512.3; AT 16.10.2007

Friedrich, H.; Friedrich, E.; Faßauer, B.; Jobst, K.; Michaelis, A.
**Verfahren und Vorrichtung zur Verbesserung der Desintegration von thixotropen Suspensionen mittels Ultraschall**
DE 102007000824.6; AT 05.10.2007

Fritsch, M.; Klemm, H.
**Verfahren zum Korrosionsschutz von keramischen Oberflächen, Körper mit entsprechenden keramischen Oberflächen und deren Verwendung**
PCT/DE2007/001154; AT 20.06.2007

Gebhardt, S.; Kretzschmar, C.; Schönecker, A.; Schuh, C.; Zapf, J.
**Piezoelektrisches Bauteil mit photostrukturierter Einzelkontaktierung der Innenelektroden, Verfahren zum Herstellen des Bauteils und Verwendung des Bauteils**
DE 102007058875.7; AT 06.12.2007

Herrmann, M.; Martin, H.-P.
**Verfahren zur Herstellung von Bauteilen mit einer Verschleißschutzbeschichtung, ein so hergestelltes Bauteil sowie dessen Verwendung**
DE 102007063517.8; AT 21.12.2007

Klemm, H.; Bales, A.; Henschke, S.
**Keramisches elektrisches Heizelement**
PCT/EP/2007/0002324; AT 17.12.2007

Kremmer, K.; Yezerska, O.; Schreiber, G.; Masimov, M.; Klemm, V.; Schneider, M.; Rafaja, D.:
**Interplay between the deposition mode and the microstructure in electrochemically deposited Cu thin films**
Thin Solid Films, 515 (2007) 6698-6706

Kusnezoff, M.; Beckert, W.; Milcheva, I.; Stelter, M.; Waeschke, U.
**Verfahren und System zum Betrieb einer Hochtemperatur-Brennstoffzelle**
PCT/DE2007/000120; AT 17.01.2007

Kusnezoff, M.; Sauchuk, V.; Trofimenko, N.
**Werkstoff für Schutzschichten auf hochtemperaturbelastbaren, chromoxidbildenden Substraten, ein Verfahren zu seiner Herstellung sowie Verwendung**
DE 102007018261.0; AT 13.04.2007

Kusnezoff, M.; Ziesche, S.; Paepke, A.
**Verfahren zur Bestimmung von Diffusions- und/oder Austauschkoeffizienten eines Werkstoffes**
DE 102007037203.7; AT 30.07.2007

Kusnezoff, M.; Michaelis, A.; Stelter, M.
**Wiederholeinheit für einen Stapel elektrochemischer Zellen, Stapelanordnung und Verfahren zum Herstellen einer Wiederholeinheit**
PCT/DE2007/001540; AT 23.08.2007

Lenk, R.; Baumann, A.; Moritz, T.
**Haftfester Metall-Keramik-Verbund und Verfahren zu seiner Herstellung**
PCT/EP/2007/063745; AT 11.12.2007

Martin, H.-P.; Richter, H.-J.; Dahms, S.
**Diffusionsgefügtes keramisches Bauteil und Verfahren zu seiner Herstellung**
DE 102007034 254.5; AT 13.07.2007

Moritz, T.; Nebelung, M.; Oswald, M.; Deller, K.
**Granulate von Metallen und Metalloxiden**
PCT/EP2007/062069; AT 08.11.2007

Moritz, T.; Richter, H.-J.; Baumann, A.; Lenk, R., Walcher, H.; Maetzig, M.
**Keramischer und/oder pulvermetallurgischer Verbundformkörper und Verfahren zu ihrer Herstellung**
DE 102007003192.2; AT 15.01.2007

Neubert, H.; Partsch, U.
**Sensor zur Ermittlung der elektrischen Leitfähigkeit flüssiger Medien und ein Verfahren zu seiner Herstellung**
PCT/EP2007/054727; AT 15.05.2007

Partsch, U.
**Keramische Drucksensoren und Verfahren zu ihrer Herstellung**
PCT/EP2007/053415; AT 05.04.2007

Petasch, U.; Martin, H.-P.; Herrmann, M.; Kaskel, S.; Kockrick, E.
**Verfahren zur Herstellung poröser SiC-Komposite und mit diesem Verfahren hergestelltes SiC-Komposit**
DE 102007031537.8; AT 29.06.2007

Sauchuk, V.; Otschik, P.; Eichler, K.; Kusnezoff, M.
**Katalytisch aktives Bauelement für Thermoionisationsdetektoren zum Nachweis von halogenhaltigen Verbindungen und Verfahren zur Herstellung eines oxidkeramischen Werkstoffes für das Bauelement**
PCT/DE2007/001405; AT 30.07.2007

Schlenkrich, F.; Schröter, C.; Wessler, B.
**Bleifreier piezokeramischer Werkstoff mit dem Mischsystem Erdalkali-Perowskit und Bismuth-Metalloxid und Verfahren zum Herstellen des Werkstoffes**
PCT/EP2007/053164; AT 02.04.2007

Schönecker, A.; Gebhardt, S.; Partsch, U.
**Aktorisch wirksames und/oder sensitives Element, Verfahren zu seiner Herstellung sowie seiner Verwendung**
DE 102007051075.8; AT 17.10.2007

Schroth, S.; Michaelis, A.; Schneider, M.
**Verfahren zur Ausbildung einer dielektrischen Dünnschicht auf einem Titansubstrat, mit dem Verfahren hergestelltes Titansubstrat sowie seine Verwendung**
DE 102007026086.7; AT 04.06.2007

Schwarz, B.; Faßauer, B.; Friedrich, E.; Friedrich, H.; Michaelis, A.
**Verfahren zur Vorbehandlung silizierter nachwachsender Rohstoffe**
DE 102007017358.1; AT 27.03.2007

Schwarz, B.; Faßauer, B.; Friedrich, E.; Friedrich, H.; Michaelis, A.
**Verfahren zur Konversion von Biomasse zu Biogas in anaeroben Fermentern**
DE102007037202.9; AT 30.07.2007

Trofimenko, N.; Mosch, S.; Sauchuk, V.; Lucke, K.; Kusnezoff, M.
**Funktionsschicht für Hochtemperaturbrennstoffzellen und Verfahren zur Herstellung**
DE 102007053075.9; AT 05.11.2007

Ziesche, S.; Kusnezoff, M.; Beckert, W.; Kretzschmar, C.; Grießmann, H.; Henze, J.
**Anordnung und Verfahren zur Bestimmung des Sauerstoffpartialdruckes in einem Gasgemisch mit brennbaren Komponenten**
DE 102007058565.0; AT 30.11.2007

## Buch- und Zeitschriftenbeiträge

Andrews, A.; Herrmann, M.; Sephton, M.; Machio, C.; Michaelis, A.:
**Electrochemical corrosion of solid and liquid phase sintered silicon carbide in acidic and alkaline environments**
Journal of the European Ceramic Society 27 (2007), Nr.5, S.2127-2135

Baumann, A.; Moritz, T.; Lenk, R.:
**Stahl-Keramik-Verbunde über Mehrkomponentenpulverspritzguss**
Keramische Zeitschrift 59 (2007), Nr.5, S.346-351

Baumann, A.; Moritz, T.; Lenk, R.:
**Steel-ceramic compounds by multi-component injection moulding**
Interceram 56 (2007), Nr.6, S.414-419

Beer, P.; Gogolewski, P.; Klimke, J.; Krell, A.:
**Tribological behaviour of sub-micron cutting-ceramics in contact with wood-based materials**
Tribology letters 27 (2007), Nr.2, S.155-158

Gebhardt, S.; Seffner, L.; Schlenkrich, F.; Schönecker, A.:
**PZT thick films for sensor and actuator applications**
Journal of the European Ceramic Society 27 (2007), Nr.13-15, S.4177-4180

Heiligers, C.; Herrmann, M.; Sigalas, I.J.; Neethling, J.H.:
**Microstructure and properties of hot-pressed (Hf, Ti) C**
International journal of refractory metals and hard materials 25 (2007), Nr.4, S.300-309

Hohlfeld, J.; Lies, C.; Höhn, S.; Obenaus, P.:
**Dem Aluminiumschaum auf die Finger geschaut**
Metall 61 (2007), Nr.5, S.308-313

Jahn, M.; Friedrich, E.; Jobst, K.:
**Biomasse speist Brennstoffzelle**
Forum New Power (2007), 4, S.20-23

Keunecke, M.; König, J.; Richter, V.; Wiemann, E.:
**Anwendung superharter Beschichtungen in der Zerspantechnik**
Industriediamantenrundschau: IDR 41 (2007), Nr.2, S.38-43

Klemm, H.; Fritsch, M.:
**Keramische Hochtemperaturwerkstoffe für die Gasturbine**
Technische keramische Werkstoffe, J. Kriegesmann, Kapitel 8.3.8.3, Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln (2007)

Krell, A.; Hutzler, T.; Klimke, J.:
**Transparent ceramics for structural applications. Pt.1: Physics of light transmission and technological consequences**
Ceramic forum international: CFI. Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft 84 (2007), Nr.4, S.E41-E50

Krell, A.; Strassburger, E.:
**Ballistic strength of opaque and transparent armor**
American Ceramic Society. Bulletin 86 (2007), Nr.4, S.9201-9207

Krell, A.; Hutzler, T.; Klimke, J.:
**Transparent ceramics for structural applications. Pt. 2: Fields of Applications**
Ceramic forum international : CFI. Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft 84 (2007), Nr.6, S.E50-E56

Kremmer, K.; Yezerska, O.; Schreiber, G.; Masimov, M.; Klemm, V.; Schneider, M.; Rafaja, D.:
**Microstructure formation in electrochemically deposited Copper thin films**
Materialwissenschaft und Werkstofftechnik 38 (2007), Nr.2, S.121-124

Lenk, R.:
**Keramik im Ganzkörpereinsatz**
Medizin & Technik (2007), Nr.3, S.56-57

Lenk, R.; Richter, H.-J.; Miosge, E.:
**Innovatives Herstellungsverfahren für komplexe Bauteile - Lasersintern von Keramik**
Konstruktion (2007), Nr.11/12, IW 6-7

Liversage, J.H.; McLachlan, D.S.; Sigalas, I.; Herrmann, M.:
**Microstructure, phase and thermoelastic properties of laminated liquid-phase-sintered silicon carbide-titanium carbide ceramic composites**
Journal of the American Ceramic Society 90 (2007), Nr.7, S.2189-2195

Matizamhuka, W.R.; Herrmann, M.; Sigalas, I.; Sempf, K.:
**Preparation, hardness, and fracture toughness of tantalum oxynitride ceramics**
Journal of the American Ceramic Society 90 (2007), Nr.7, S.2280-2282

Moritz, T.; Nebelung, M.; Oswald, M.:
**Development of dense, fine-grained bulk ceramics from nanosized zirconia powder using pressing technologies**
Ceramic forum international: CFI. Berichte der DKG 84 (2007), Nr.13, S.43-48

Moritz, T.; Nebelung, M.; Oswald, M.:
**Entwicklung dichter Keramiken mit feinkörnigem Gefüge aus nanoskaligen Zirkoniumoxidpulvern über Trockenpresstechnologie**
Kriegesmann, J.: Deutsche Keramische Gesellschaft e.V.:
Technische Keramische Werkstoffe. Loseblattausgabe. Aktualisierte Ausgabe
Ellerau: HvB Verlag

Moritz, T.; Richter, H.-J.:
**Ice-mould freeze casting of porous ceramic components**
Journal of the European Ceramic Society 27 (2007), Nr.16, S.4595-4601

Plagemann, P.; Anton, A.; Yezerska, O.; Schneider, M.; Schrems, P.:
**Application of a multi-channel zero-resistance current amplifier for screening processes**
Materials and Corrosion 58 (2007), Nr.12, S.940-945

Roosen, A.; Bartusch, R.; Nebelung, M.; Scharrer, K.; Werr, U.:
**Thesenpapier zur Vorbereitung einer strategischen Roadmap für die keramische Verfahrenstechnik. Teil 1: Hochleistungskeramik**
Ceramic forum international: CFI. Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft 84 (2007), Nr.3, S. D19-D23

Roosen, A.; Bartusch, R.; Nebelung, M.; Scharrer, K.; Werr, U.:
**Thesenpapier zur Vorbereitung einer strategischen Roadmap für die keramische Verfahrenstechnik. Teil 1: Hochleistungskeramik (Forts.)**
Ceramic forum international: CFI. Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft 84 (2007), Nr.4, S. D12-D14

Sauti, G.; Can, A.; McLachlan, D.S.; Herrmann, M.:
**The AC conductivity of liquid-phase-sintered silicon carbide**
Journal of the American Ceramic Society 90 (2007), Nr.8, S.2446-2453

Schilm, J.; Herrmann, M.; Michael, G.:
**Corrosion of $Si_3N_4$-ceramics in aqueous solutions. Part 2: Corrosion mechanisms in acids as a function of concentration, temperature and composition**
Journal of the European Ceramic Society 27 (2007), Nr.12, S.3573-3588

Walther, B.; Schilm, J.; Lohrengel, M.M.; Michaelis, A.:
**Electrochemical dissolution of hard metal alloys**
Electrochimica acta 52 (2007), Nr. 27, S.7732-7737

Schneider, M.; Galle, K.:
**Investigation of the initial stage of crevice corrosion on Al99.5 by electrochemical noise analysis**
Materials and Corrosion 58 (2007), Nr.12, S.983-991

Schober, R.:
**Tiefziehwerkzeuge mit gradierter Randschicht**
wt Werkstattstechnik online 97 (2007), Nr.10, S.776-780

Schober, R.; Zins, M.; Anderson, O.; Berger, L.:
**Thermal shock and corrosion behavior of coated crucibles for induction melting of titanium**
Ceramic forum international: CFI. Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft 84 (2007), Nr.9, S.E120-E124

Schumann, R.; Friedrich, H.:
**Prognose des realen Entwässerungsergebnisses: Modellansatz berücksichtigt die Eigenschaften der Faulschlammsuspension**
Wasser, Luft und Boden: WLB 51 (2007), Nr.6, S.28-31

Stelter, M.:
**Technik, Herstellung und Reifegrad der Hochtemperatur-Brennstoffzelle SOFC**
Haus der Technik e.V. -HDT-, Essen:
Alternative propulsion systems for automobiles
Renningen: expert verlag, 2007, S.106-115

Weise, J.; Zanetti-Bueckmann, V.; Yezerska, O.; Schneider, M.; Haesche, M.:
**Processing, properties and coating of micro-porous syntactic foams**
Advanced engineering materials 9 (2007), Nr.1/2, S.52-56

Wielage, B.; Grund, T.; Nebelung, M.; Thiele, S.; Wank, A.:
**Thermisches Spritzen neuartiger SiC und TiC Pulver mit oxidischer Binderphase**
Materialwissenschaft und Werkstofftechnik 38 (2007), Nr.2, S.139-143

Wiemann, E.; König, J.; Keunecke, M.; Richter, V.:
**Superhard coatings for cutting tools**
Industrial diamond review: IDR 67 (2007), Nr.1, S.19-22

## Vorträge und Poster

Adler, J.:
**Keramische Dieselpartikelfilter - Stand und Perspektiven.**
DKG-Jahrestagung 2007 Symposium Hochleistungskeramik, Dresden (19./21.03.2007), Vortrag

Adler, J.; Kalisch, A.; Zschunke, T.:
**Schaumkeramik - Filter für Holzfeuerstätten**
ISH Messe, Frankfurt am Main (06.-10.03.2007), Vortrag

Bastian, S.; Iwe, M.; Meißner, T.; Ikonomidou, H.:
**Evaluation of the toxic potential of different nanoparticles in neuronal and glial cell cultures**
Symposium Nanotechnology and Toxicology in Environment and Health, Leipzig (27.03.2007), Poster

Baumann, A.; Lenk, R.; Moritz, T.:
**Manufacturing of ceramic-metal composites by combining tape casting and injection moulding**
10th International Conference and Exhibition of the European Ceramic Society ECerS 2007, Berlin (17.-21.06.2007), Vortrag

Baumann, A.; Moritz, T.; Lenk, R.:
**Manufacturing of ceramic-metal composites using multi-component injection moulding**
Euro PM 2007, Toulouse (15.-17.10.2007), Vol.2, S.189-193), Vortrag

Beckert, W.:
**Downscaling of finger electrodes in 3-3 MFC: Modelling and experimental investigation**
ISPA 2007 Int. Symp. on Piezocomposite Applications, Dresden (27./28.09.2007), Vortrag

Beckert, W.; Paepcke, A.; Pfeiffer, T.:
**SOFC-related modelling activities at the Fraunhofer IKTS Dresden**
4. Symposium on Fuel Cell Modelling and Experimental Validation, Aachen (06./07.03.2007), Vortrag

Berger, L.-M.; Thiele, S.:
**Charakterisierung keramischer Festkörper durch Adsorbtion und Quecksilberporosimetrie**
DKG-Fortbildungsseminar - »Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung«, Dresden (26./27.04.2007), Vortrag

Betz, T.; Kellner, M.; Kusnezoff, M.; Trofimenko, N.; Mosch, S.:
**Electrolyte supported cells with high power density and low degradation rates**
Fuel Cell Seminar & Exposition, San Antonio, USA (15.-19.10.2007), Poster

Bruchmann, C.; Höfer, B.; Schreiber, P.; Eberhardt, R.; Buss, W.; Peschel, T.; Gebhardt, S.; Tünnermann, A.; Beckert, E.:
**Optimization of fiber coupling by a monolithic piezoelectric actuator (2 DOF)**
ISPA 2007 Int. Symp. on Piezocomposite Applications, Dresden (27./28.09.2007), Poster

Bruchmann, C.; Höfer, B.; Schreiber, P.; Eberhardt, R.; Buss, W.; Peschel, T.; Gebhardt, S.; Tünnermann, A.; Beckert, E.:
**Application of PZT thick-films on adjusting purposes in microoptical systems**
SPIE Conf. Microtechnologies for the New Millenium 2007, Gran Canaria, Spain (02.-04.05.2007),Vol.6589, S.65891M, Vortrag

Brückner, B.; Seffner, L.; Haehne, L.:
**Condition monitoring of piezoelectric devices**
ISPA 2007 Int. Symp. on Piezocomposite Applications, Dresden (27./28.09.2007), Vortrag

Flössel, M.; Scheithauer, U.; Gebhardt, S.; Michaelis, A.:
**Entwicklung piezokeramischer Laminate und Fasern für die Integration in Leichtbaustrukturen**
1. Wissenschaftliches Symposium des SFB/Transregio 39 PT-PIESA, Chemnitz (14.11.2007), Vortrag

Flössel, M.; Gebhardt, S.; Schönecker, A.:
**Development of active microstructures based on PZT thick-films**
ISPA 2007 Int. Symp. on Piezocomposite Applications, Dresden (27./28.09.2007), Poster

Friedrich, H.; Griebe, W.; Rehahn, K.; Stärtzner, M.; Faßauer, C.:
**Werkstoffrückgewinnung aus Prozessabwässern – Praxisbeispiel aus der Sanitärkeramik**
DKG-Jahrestagung 2007 Symposium Hochleistungskeramik, Dresden (19.-21.03.2007), Poster

Friedrich, H.; Faßauer, B.:
**Bedeutung der Partikelmesstechnik bei der Effizienzsteigerung von Abwasserbehandlungsanlagen**
VDI Fachausschuss »Partikelmesstechnik«, Dresden (05./06.02.2007), Poster

Friedrich, H.:
**Biologische Abwasserreinigung im Wandel Innovationen in der Abwasser- und Schlammbehandlung - Herausforderung für Forschung und Entwicklung**
VSA-Weiterbildung W15, Rigi Kaltbad (24.-26.10.2007), Vortrag

Friedrich, H.:
**Messtechnisch unterstützte verfahrenstechnische Systemanalysen - ein effizientes Mittel zur Lösung von Problemstellungen im Rahmen des Produktionsintegrierten Umweltschutzes**
DKG Fachausschuss »Umwelttechnik«, Pressath (10.10.2007), Vortrag

Friedrich, H.:
**Teilmengenbehandlung von Klärschlamm unter Einsatz von Ultraschall - 10 Jahre großtechnische Praxis**
Workshop DWA Nord - »Erfahrungen mit der Desintegration von Belebt- und Überschussschlamm«, Osnabrück (22.11.2007), Vortrag

Friedrich, H.; Lomtscher, A.; Franziska, S.:
**Zerkleinerung von nachwachsenden Rohstoffen zur Steigerung der Biogasproduktion**
VDI Fachausschuss »Partikelmesstechnik«, Dresden (05./06.02.2007), Vortrag

Fries, M.; Nebelung, M.:
**Produktgestaltung keramischer Sprühgranulate**
VDI-GVC Fachausschusstagung »Agglomerations- und Schüttguttechnik«, Dresden (12.-14.03.2007), Vortrag

Fries, M.:
**Pulveraufbereitung: Keramische Hochleistungswerkstoffe**
Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums »AdvanCer« Keramische Hochleistungswerkstoffe, Block I: Herstellung, Eigenschaften, Anwendungen, Dresden (14./15.03.2007), Vortrag

Fries, M.:
**Produktdesign keramischer Sprühgranulate**
DKG-Fortbildungsseminar - »Sprühtrocknung keramischer Suspensionen«, Dresden (12.-14.09.2007), Vortrag

Fritsch, M.; Klemm, H.:
**The water vapor hot gas corrosion behavior of oxide based ceramic materials in a combustion atmosphere**
10th International Conference and Exhibition of the European Ceramic Society ECerS 2007, Berlin (17.-21.06.2007), Vortrag

Gebhardt, S.; Rödig, T.; Partsch, U.; Schönecker, A.:
**Development of micro-integrated sensors and actuators based on PZT thick films**
ISPA 2007 Int. Symp. on Piezocomposite Applications, Dresden (27./28.09.2007), Poster

Gebhardt, S.:
**Intelligent materials and systems - Research and development at Fraunhofer IKTS**
10th German-American Frontiers of Engineering Symposium, Hamburg, Germany (25.-28.04.2007),
Poster

Gebhardt, S.; Rödig, T.; Schönecker, A.; Partsch, U.:
**Development of micro-integrated sensors and actuators based on PZT thick films**
16th European Microelectronics and Packaging Conference & Exhibition: EMPC 2007, Oulu (17.-20.07.2007), S.177-181,
Poster

Gelinsky, M.; Springer, A.; Hanke, T.; Wersing, D.; Iwe, M.; Bastian, S.; Ikonomidou, H.; Kühnel, D.; Busch, W.; Scholz, S.; Schirmer, K.; Holke, R.; Meißner, T.; Richter, V.; Potthoff, A.; Zirpel, K.; Hofinger, J.; Pompe, W.:
**Interaction of technically relevant nanoparticles with cells and a small model organism**
Annual Meeting on Research on Internal Diffusion of Fine Particles, Naruto/Tokushima (01./02.03.2007), Vortrag

Gestrich, T.:
**Grundlagen der Thermoanalytik - Optimierung von Entbinderungs- und Sinterprozessen**
DKG-Fortbildungsseminar - »Thermoplastische Formgebung von Technischer Keramik«, Dresden (04.-05.10.2007), Vortrag

Gestrich, T.; Jaenicke-Rößler, K.:
**Thermische Analyse des Entbinderns, Ausgasens und Sinterns von Hartmetallen**
Lehrgang »Herstellung und Eigenschaften von Hartmetallen«, Dresden (07.02.2007), Vortrag

Gestrich, T.; Zins, M.:
**Werkstoff-, Prozess- und Systementwicklung im Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS**
26. Hagener Symposium Pulvermetallurgie mit Fachausstellung »Pulvermetallurgie für hochpräzise Bauteile und dichte Hochleistungswerkstoffe«, Hagen (29./30.11.2007), S.321-322, Vortrag

Goldberg, A.; Partsch, U.; Stelter, M.:
**A charging unit based on micro-PEM-fuel cells in LTCC-technology**
IMAPS/ACerS 3rd International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies (CICMT), Denver (23.-26.04.2007), Vortrag

Hentsche, M.; Kretzschmar, C.; Belda, C.:
**New thick film conductor pastes on AlN for Pb-free solder**
40th Int. Symp. of Microelectronics, San Jose, California (13.-15.11.2007), Vortrag

Herrmann, M.; Schulz, I.; Bales, A.; Sempf, K.; Höhn, S.:
**»Snow flake« structures in silicon nitride ceramics - Reasons for large scale optical inhomogeneities**
Engineering Ceramics, Smolenice Castle (06.-10.05.2007), Vortrag

Herrmann, M.; Andrews, A.; Shabalala, T. C.; Sigalas, I.; Kleebe, H.-J.:
**Boron suboxide - A potential material**
10th International Conference and Exhibition of the European Ceramic Society ECerS 2007, Berlin (17.-21.06.2007), Vortrag

Herrmann, M.:
**Gefügedarstellung- und bewertung**
Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums »AdvanCer«
Keramische Hochleistungswerkstoffe, Block III: Konstruktion, Qualitätssicherung, Betriebseinsatz, Freiburg (15./16.11.2007), Vortrag

Herrmann, M.:
**Hochleistungskeramik für korrosive Anwendungen**
Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums »AdvanCer«
Keramische Hochleistungswerkstoffe , Block I: Herstellung, Eigenschaften, Anwendungen, Dresden (14./15.03.2007), Vortrag

Herrmann, M.:
**Möglichkeiten und Grenzen der Verdichtung von Keramiken durch Spark Plasma Sintering**
Technische Universität Bergakademie Freiberg, Institut für Werkstoffwissenschaft, Freiberg (21.05.2007), Vortrag

Herrmann, M.:
**Prozess- und Werkstoffcharakterisierung**
DKG-Fachausschusssitzung »Qualität«, Dresden (10.2007), Vortrag

Herrmann, M.; Jaenicke-Rößler, K.; Krell, A.; Lenk, R.; Michaelis, A.:
**Sintern von Keramiken mit hoher Zuverlässigkeit und geringen Toleranzen**
26. Hagener Symposium Pulvermetallurgie mit Fachausstellung »Pulvermetallurgie für hochpräzise Bauteile und dichte Hochleistungswerkstoffe«, Hagen (29./30.11.2007), S.129-141, Vortrag

Herrmann, M.; Petasch, U.; Kockrik, E.; Martin, H.-P.; Krawiec, P.; Kaskel, S.:
**Synthesis and characterization of porous $CeO_2$-SiC composites for catalytic applications**
EUROMAT - European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes, Nürnberg (10. - 13.09.2007), Vortrag

Herrmann, M.; Raethel, J.; Hennicke, J.; Nürnberger, M.; Heicke, S.; Müller, T.:
**Entwicklung langzeitstabiler direkt beheizter Verdampferschiffchen**
3. WING-Konferenz 2007 in Berlin, (22.-24.10.2007), Poster

Herrmann, M.; Höhn, S.; Sempf, K.:
**Preparation of microstructures of granulates and green bodies by ionic beam technique**
EUROMAT - European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes, Nürnberg (10.-13.09.2007), Poster

Himpel, G.:
**Entbinderungs- und Sintertechnik - Leistungsangebote des Fraunhofer IKTS**
DKG-Fortbildungsseminar »Thermoplastische Formgebung von Technischer Keramik« , Dresden (04.-05.10.2007), Vortrag

Höhn, M.:
**Diplomarbeit und Promotion - es muss nicht immer Uni sein**
GDCh-Kolloquien als Jungchemikerforum, Chemnitz (18.01.2007), Vortrag

Höhn, S.; Obenaus, P.; Lies, J.:
**Phasencharakterisierung von Pulverpresslingen für Metallschäume mit dem Ionenstrahlpräparationsverfahren**
41. Metallographietagung Bremen (19.-21.09.2007), S.161-166, Vortrag

Höhn, S.; Sempf, K.; Herrmann, M.:
**Granulat- und Grünkörperpräparation mittels Ionenstrahlen**
DKG-Jahrestagung 2007 / Symposium Hochleistungskeramik, Dresden (19./21.03.2007), Poster

Iwe, M.; Bastian, S.; Holke, R.; Meißner, T.; Richter, V.; Potthoff, A.; Springer, A.; Gelinski, M.; Pompe, W.; Ikonomidou, H.:
**Evaluation of the toxic potential of different nanoparticles in neuronal and glial cell cultures**
3rd European and International Forum on Nanotechnology, Düsseldorf (19.-21.06.2007), S.326, P E3, Poster

Jahn, M.; Friedrich, E.:
**Efficient biogas / biomass energy conversion with fuel cell systems**
Innovation Energy Technologies - China, Guangzhou, Shanghai und Hangzhou (16.-20.11.2007), Vortrag

Jahn, M.; Friedrich, E.; Jobst, K.:
**Effiiziente Bereitstellung von Strom und Wärme aus Biomasse durch Kopplung des Fermentationsprozesses mit der Hochtemperatur-Brennstoffzelle (SOFC)**
14. Symposium Nutzung regenerativer Energiequellen und Wasserstofftechnik, Stralsund (08.-10.11.2007), Vortrag

Jahn, M.:
**Fuel cell systems for practical applications : Projects at Fraunhofer IKTS**
BioCellus Summer School, Seggau Castle (04.-08.09.2007), Vortrag

Klein, C.; Mayer-Uhma, T.; Trepte, J.; Goretzki, G.:
**Spin-coated zirconia layers for 300 mm**

**wafer technology**
Sol-Gel 2007 - XIVth Sol-Gel International Conference, Montpellier (02.-07.09.2007), Poster

Klemm, H.:
**Ceramic technologies and products for energy and environmental application**
Innovation Energy Technologies - China, Guangzhou, Shanghai und Hangzhou (16.-20.11.2007), Vortrag

Klemm, H.:
**Hochleistungskeramik für Hochtemperaturanwendungen**
Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums »AdvanCer«
Keramische Hochleistungswerkstoffe Block I: Herstellung, Eigenschaften, Anwendungen, Dresden (14./15.03.2007), Vortrag

Klemm, H.; Fritsch, M.:
**Keramische Hochtemperaturwerkstoffe für die Heißgasturbine**
DKG-Jahrestagung 2007/Symposium Hochleistungskeramik, Dresden (19.-21.03.2007), Vortrag

Klemm, H.; Fritsch, M.:
**Silicon nitride materials for gas turbine applications**
10th International Conference and Exhibition of the European Ceramic Society ECerS 2007, Berlin (17.-21.06.2007), Vortrag

Klemm, H.:
**Sub-µm and nanotechnologies for transparent ceramic components**
Nanotechnologie Symposium, Tokio (03.10.2007), Vortrag

Klemm, H.:
**Sub-µm and nanotechnologies for transparent ceramic components**
Workshop Nanotechnologie, Osaka (05.10.2007), Vortrag

Klemm, U.:
**Bewertung der Pressbarkeit von Sprühgranulaten im instrumentierten Pressversuch**
DKG-Fortbildungsseminar »Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung« , Dresden (26./27.04.2007), Vortrag

Klemm, U.:
**Bewertung der Pressbarkeit von Sprühgranulaten im instrumentierten Verdichtungsversuch**
DKG-Fortbildungsseminar »Sprühtrocknung keramischer Suspensionen« , Dresden (12.-14.09.2007), Vortrag

Kockrick, E.; Petasch, U.; Krawiec, P.; Martin, H.-P.; Herrmann, M.; Kaskel, S.:
**Synthese und Charakterisierung von porösen $CeO_2$-SiC Kompositen aus Mikroemulsionen für katalytische Anwendungen in der Dieselrußverbrennung**
DECHEMA Jahrestreffen Deutscher Katalytiker, Weimar (14.-16.03.2007), Poster

Kockrik, E.; Petasch, U.; Krawiec, P.; Martin, H.-P.; Herrmann, M.; Kaskel, S.:
**Mesoporous silicon carbide materials - A new high temperature stable catalyst support**
EUROMAT - European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes, Nürnberg (10.-13.09.2007),
Vortrag

Krell, A.; Strassburger, E.:
**Hierarchy of key influences on the ballistic strength of opaque and transparent armor**
31st International Cocoa Beach Conference and Exposition, Daytona Beach (21.-26.01.2007), S.45-55, Vortrag

Krell, A.:
**Hochleistungskeramiken und Hartmetalle/Cermets für Werkzeuge und andere Verschleißanwendungen**
Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums »AdvanCer«
Keramische Hochleistungswerkstoffe Block I: Herstellung, Eigenschaften, Anwendungen, Dresden (14./15.03.2007), Vortrag

Krell, A.; Hutzler, T.:
**Reaktive Synthese transparenter Spinell - Keramik**
16. DECHEMA-Diskussionstagung Anorganisch-Technische Chemie, Frankfurt am Main (21./22.02.2007), Vortrag

Krell, A.; Hutzler, T.; Klimke, J.:
**Transparent armour ceramics: Spinel vs sub-µm $Al_20_3$**
10th International Conference and Exhibition of the European Ceramic Society, Berlin (17.-21.06.2007), Vortrag

Krell, A.; Hutzler, T.; Klimke, J.:
**Transparent ceramics: Transmission physics and consequences for materials selection, manufacturing, and applications**
10th International Conference and Exhibition of the European Ceramic Society, Berlin (17.-21.06.2007), Vortrag

Krell, A.; Hutzler, T.; Klimke, J.:
**Transparenter Schutz aus Spinell-Keramik**
»Schutz gegen IED und ballistische Bedrohung«, Meppen (28./29.11.2007), Vortrag

Kretzschmar, C.:
**Dickschichtwiderstände**
DKG-Jahrestagung 2007/Symposium Hochleistungskeramik, Dresden (19.-21.03.2007), Vortrag

Kühnel, D.; Busch, W.; Rösler, M.; Holke, R.; Meißner, T.; Richter, V.; Potthoff, A.; Springer, A.; Gelinsky, M.; Schirmer, K.:
**Do technical nanosized particles expert a toxic potential in vertibrate cell lines?**
3rd European and International Forum on Nanotechnology, Düsseldorf (19.-21.06.2007), S.327, P E4, Poster

Kühnel, D.; Richter, V.; Ikonomidou, H.; Pompe, W.; Hofinger, J.; Schirmer, K.:
**Risk assessment for technical nanoparticles**
L2L-Konferenz, Leipzig (08.05.2007), Poster

Kühnel, D.; Busch, W.; Springer, A.; Gelinsky, M.; Bastian, S.; Ikonomidou, H.; Potthoff, A.; Meißner, T.; Richter, V.; Scholz, S.; Schirmer, K.:
**Identification of toxic potency and toxic mechanisms of tungsten carbide nanoparticles in vitro**
Nano Toxicity Conference, Paris (26.-28.06.2007), Vortrag

Kusnezoff, M.:
**Elektrochemische Impedanzmessung an SOFC-Stacks**
Bunsenkolloquium »65 Jahre Potentiostat«, Dresden (08./09.11.2007), Vortrag

Kusnezoff, M.; Schilm, J.; Rost, A.:
**Sealing degradation**
International workshop on degradation issues in fuel cells, Heraklion, Crete (19.-21.09.2007), Vortrag

Kusnezoff, M.; Trofimenko, N.; Mosch, S.; Beckert, W.; Graff, A.; Altmann, F.:
**Stability of uLSM/8YSZ-interface in the composite cathode at high current densities**
1st International Congress on Microreliability and Nanoreliability in Key Technology Application, Berlin (02.-05.09.2007), Vortrag

Kusnezoff, M.; Trofimenko, N.; Mosch, S.; Beckert, W.; Graff, A.; Altmann, F.:
**Long-term stability of composite cathode at high current densities**
10th International Symposium on Solid Oxide Fuel Cells SOFC-X, Nara, Japan (03.-08.06.2007) Vol.1, S.1033-1040, Vortrag

Lenk, R.:
**Werkstoffprüfung, Fehlerquellen keramischer Werkstoffe**
Arbeitskreis industrieller Röntgenverfahren, Fraunhofer-EZRT, Fürth (27.03.2007), Vortrag

Lenk, R.:
**Anwendungsbeispiele aus der Praxis (Produktbeispiele für Systemlösungen)**
Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums »AdvanCer«
Keramische Hochleistungswerkstoffe Block III: Konstruktion, Qualitätssicherung, Betriebseinsatz, Freiburg (15./16.11.2007), Vortrag

Lenk, R.:
**Fehlerquellen bei der Herstellung keramischer Werkstoffe**
Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums »AdvanCer« Keramische Hochleistungswerkstoffe Block III: Konstruktion, Qualitätssicherung, Betriebseinsatz, Freiburg (15./16.11.2007), Vortrag

Lenk, R.; Stockmann, J.:
**Herstellung keramischer Prototypen - Anwendungsbeispiele**
Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums »AdvanCer« Keramische Hochleistungswerkstoffe Block II: Bearbeitung technischer Keramik, Aachen (08./09.05.2007), Vortrag

Lenk, R.:
**Keramikherstellung**
Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums »AdvanCer« Keramische Hochleistungswerkstoffe Block I: Herstellung, Eigenschaften, Anwendungen, Dresden (14./15.03.2007), Vortrag

Lenk, R.:
**Keramische Formgebung**
DKG-Fortbildungsseminar »Thermoplastische Formgebung von Technischer Keramik«, Dresden (04.-05.10.2007), Vortrag

Lenk, R.:
**Keramische Hochleistungswerkstoffe - Anwendung für Jedermann**
Fraunhofer-Scholarship, Workshops im »Gläsernen Labor«, Hannovermesse (16.04.2007), Vortrag

Lenk, R.:
**Thermoplastische Formgebung am Fraunhofer IKTS**
DKG-Fortbildungsseminar »Thermoplastische Formgebung von Technischer Keramik«, Dresden (04.-05.10.2007), Vortrag

Lenk, R.; Miosge, E.; Richter, H.-J.; Martin, H.-P.:
**Werkstoffkonzepte für das Lasersintern von Siliciumcarbid**
EUROMOLD, Forum Werkstoffe, Frankfurt/M. (05.-08.12.2007), Vortrag

Lenzner, K.:
**Granulatcharakterisierung**
DKG-Fortbildungsseminar »Sprühtrocknung keramischer Suspensionen«, Dresden (12.-14.09.2007), Vortrag

Lenzner, K.:
**Granulatcharakterisierung**
DKG-Fortbildungsseminar »Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung«, Dresden (26./27.04.2007), Vortrag

Maas, R.; Bagehorn, V.; Schumann, R.; Friedrich, E.; Friedrich, H.:
**Membrane performance study for concentrating digested and dewatered biogas plant effluent**
11th Aachener Membran Kolloquium AMK, Aachen (28./29.03.2007), Vortrag

Martin, H.-P.; Adler, J.; Standke, G.:
**Oxidation protection on silicon carbide foams**
EUROMAT - European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes, Nürnberg (10. - 13.09.2007), Vortrag

Mayer-Uhma, T.:
**Dense, uniform and thick zirconia layers for memory processing**
International conference on chemical solution deposition, Berchtesgaden (14.-16.06.2007), Vortrag

Mayer-Uhma, T.:
**Plasmachemie trifft Sol-Gel Technik**
Technische Universität Graz, Graz (11.2007), Vortrag

Meißner, T.; Potthoff, A.; Richter, V.:
**Charakterisierung von Nanopartikeln zur Evaluierung toxikologischer Studien**
12. SETAC-GLB Jahrestagung: Stoffbewertung in einer sich wandelnden Umwelt, Leipzig (12.-14.09.2007), Vortrag

Meißner, T.; Potthoff, A.; Richter, V.:
**Messtechnik zur Nanopartikelcharakterisierung im Dienste von Gesundheit und Umwelt**
VDI Fachausschuss »Partikelmesstechnik«, Dresden (05./06.02.2007), Vortrag

Meißner, T.; Potthoff, A.; Richter, V.:
**Characterisation of agglomeration behaviour of tungsten carbide nanoparticles under physiological conditions**
Nanoparticles for European Industry II, London (24./25.10.2007), Poster

Meißner, T.; Holke, R.; Potthoff, A.; Richter, V.:
**Chemical-physical properties of nanoscale tungsten carbide under physiological conditions**
Symposium Nanotechnology and Toxicology in Environment and Health, Leipzig (27.03.2007), Poster

Meißner, T.; Potthoff, A.; Richter, V.:
**Suspension characterization of synthetic nanoparticles under physiological conditions as a tool for toxicological studies**
3rd European and International Forum on Nanotechnology, Düsseldorf (19.-21.06.2007), S.328, E5, Poster

Michaelis, A.:
**Advanced ceramics for energy systems, alternativ**
Veranstaltung des Fh-Verbundes Energie Fraunhofer Brüssel, Brüssel (11.09.2007), Vortrag

Michaelis, A.:
**Aktuelle Entwicklungstrends in der Hochleistungskeramik**
Ingenieurwissenschaftliches Kolloquium, Saarbrücken (12.06.2007), Vortrag

Michaelis, A.:
**Application of ceramic technology for cost effective manufacturing of small fuel cell systems**
International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies (CICMT), Denver (23.-26.04.2007)

Michaelis, A.:
**Brennstoffzellen: Vom Werkstoff bis zum System**
AGEF Seminar »Synergies Chlorine-Electrolysis (ODC) - Fuel Cell Technology«, Leverkusen (31.10.2007), Vortrag

Michaelis, A.:
**Ceramic materials and technologies for energy supply systems**
7th Int. Workshop on Future Information Processing Technologies, Dresden (04.-08.09.2007), Vortrag

Michaelis, A.:
**Ceramic technologies for energy systems**
ISPA 2007 Int. Symp. on Piezocomposite Applications, Dresden (27./28.09.2007), Vortrag

Michaelis, A.:
**Ceramic technologies for product solutions in the field of energy and environmental technology**
Innovation Energy Technologies - China, Guangzhou, Shanghai und Hangzhou (16.-20.11.2007), Vortrag

Michaelis, A.:
**Ceramic technologies for solar, energy and semiconductor techniques**
Freiberger Siliziumtage, Freiberg (13.-15.06.2007), Vortrag

Michaelis, A.:
**Eröffnung/Schlusswort/Zusammenfassung zum Programm Energiesysteme der Zukunft - Spitzentechnologien und Produkte**
1. Dresdner Innovationsforum, Materialforschungstag des MFD »Effizienter Leichtbau durch einsatzgerechte Werkstoffwahl«, Dresden (28.11.2007), Vortrag

Michaelis, A.:
**Hochleistungskeramik für Anwendungen in der Energie- und Umwelttechnologie**
DKG-Jahrestagung 2007 Symposium HLK, Dresden (19.-21.03.2007), Vortrag

Michaelis, A.:
**Micro fuel cells**
Indo-German Workshop on Fuel Cells and Hydrogen Energy, Kalkutta (29.-31.01.2007), Vortrag

Michaelis, A.:
**Nanotechnology in the automobile - Keynote**
British-German Workshop im Rahmen der »Zuliefermesse«, Leipzig (16.03.2007), Vortrag

Michaelis, A.:
**Plenary talk**
The Future of Italian-Japanese Scientific and Industrial Collaboration, Kyoto, Japan (18.05.2007), Vortrag

Michaelis, A.:
**Solid oxide fuel cells combined with biomass gasification**
BioCellus Summer School, Seggau Castle (04.-08.09.2007), Vortrag

Michaelis, A.; Herrmann, M.:
**Thermische Verfahrenstechnik - wesentlicher Verfahrensschritt für keramische Werkstoffe**
DKG-Symposium »Thermische Verfahrenstechnik in der Keramik«, Erlangen (27./28.11.2007), S.8, Vortrag

Moritz, T.; Mazitschek, K.:
**Gefriergießen unter Verwendung von Eisformen und Eiskernen**
DKG-Jahrestagung 2007/Symposium Hochleistungskeramik, Dresden (19.-21.03.2007), Poster

Moritz, T.:
**Spritzgießen von Technischer Keramik**
DKG-Fortbildungsseminar - Thermoplastische Formgebung von Technischer Keramik, Dresden (04./05.10.2007), Vortrag

Mosch, S.; Trofimenko, N.; Kusnezoff, M.; Betz, T.; Kellner, M.:
**Electrochemical and microstructural characterization of the solid oxide fuel cell anode prepared by co-precipitation**
10th International Symposium on Solid Oxide Fuel Cells SOFC-X, Nara, Japan (03.-08.06.2007) Vol.2, S.1547-1553, Vortrag

Mosch, S.; Trofimenko, N.; Kusnezoff, M.; Betz, T.; Kellner, M.:
**Long-term and redox stability of electrolyte supported solid oxide fuel cells under various operating conditions**
10th International Symposium on Solid Oxide Fuel Cells SOFC-X, Nara, Japan (03.-08.06.2007) Vol.1, S.381-388, Vortrag

Mosch, S.; Kusnezoff, M.; Trofimenko, N.:
**Impedance of Pt/YSZ- and LSM-Electrodes as a function of temperature and oxygen partial pressure**
EUROMAT - European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes, Nürnberg (10.-13.09.2007), Poster

Mosch, S.; Trofimenko, N.; Kusnezoff, M.; Betz, T.; Kellner, M.:
**Performance and stability of SOFC anode prepared by CO-precipitation**
16th International Conference on Solid State Ionics SSI-16, Shanghai, China (01.-06.07.2007), P 723, Poster

Mosch, S.; Kusnezoff, M.; Trofimenko, N.:
**Polarization resistance of Pt/ $ZrO_2$- electrodes in dependence of the oxygen partial pressure**
EUROMAT - European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes, Nürnberg (10.-13.09.2007), Poster
16th International Conference on Solid State Ionics SSI-16, Shanghai, China (01.-06.07.2007), P 733, Poster

Nebelung, M.; Thiele, S.:
**Flowability of hardmetal press bulk - A decisive goal for powder processing**
Euro PM 2007, Toulouse (15.-17.10.2007), CD, Vol.1, Vortrag

Nebelung, M.:
**Mischungs- und Granulatherstellung**
2. Fortbildungsseminar »Pulvermetallurgie der Hartmetalle«, Hagen (03./04.05.2007), Vortrag

Nebelung, M.:
**Mischungs- und Granulatherstellung**
Hartmetallworkshop »Pulvermetallurgie der Hartmetalle«, HILTI AG, Schaan / Liechtenstein (15.11.2007), Vortrag

Nebelung, M.:
**Probleme bei der Aufbereitung nichtoxidischer keramischer Rohstoffe**
3. Höhr-Grenzhäuser Keramik-Symposium, Höhr-Grenzhausen (26.-27.09.2007), Vortrag

Nebelung, M.:
**Product design for modern ceramic raw material -challenge and possibilities-**
10th International Conference and Exhibition of the European Ceramic Society ECerS 2007, Berlin (17.-21.06.2007), Vortrag

Nebelung, M.:
**Product design of spray powder for ceramic industry**
POWTECH 2007, Ausstellerforum, Nürnberg (29.03.2007), Vortrag

Nebelung, M.:
**Pulveraufbereitung**
Lehrgang »Herstellung und Eigenschaften von Hartmetallen«, Dresden (07.02.2007), Vortrag

Nebelung, M.; Potthoff, A.:
**Pulveraufbereitung in der Keramikindustrie**
DKG-Fortbildungsseminar - Sprühtrocknung keramischer Suspensionen, Dresden (12.-14.09.2007), Vortrag

Nebelung, M.:
**Rohstoffe und »Wareneingangskontrolle«**
DKG/DGM Arbeitskreis »Verarbeitungseigenschaften synthetischer keramischer Rohstoffe«, Nürnberg (08.05.2007), Vortrag

Nebelung, M.; Fries, M.:
**Thermische Granulationsverfahren -Einführung, Sprühtrocknung-**
DKG-Fortbildungsseminar »Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung«, Dresden (26./27.04.2007), Vortrag

Nebelung, M.:
**Trocknung von Suspensionen - Möglichkeiten und Grenzen**
Netzsch Feinmahltechnik, Selb (11.05.2007), Vortrag

Nicolai, M.; Scholehwar, T.; Schönecker, A.:
**Characterization of properties of PZT/SKN piezoceramics under electrical, mechanical and thermal loads**
10th International Conference and Exhibition of the European Ceramic Society ECerS 2007, Berlin (17.-21.06.2007), Vortrag

Nicolai, M.:
**Properties of PZT/SKN piezoceramic in mechanical and thermal load conditions**
3rd International Workshop Direct and Inverse Problems in Piezoelectricity, Unteröwisheim, Germany (08.-11.10.2007), Vortrag

Nicolai, M.:
**Characterization of PZT/SKN under combined load conditions**
International Symposium on Musical Acoustics ISMA 2007, Barcelona, Spanien (09.-12.09.2007), Poster

Nuffer, J.; Schönecker, A.; Kohlrautz, D.; Michelis, P.; Adarraga, O.; Wolf, K.:
**Reliability investigation of piezoelectric macro fibre composite (MFC) actuators**
Adaptronic Congress 2007, Göttingen (23./24.05.2007), Vortrag

Oehme, F.:
**Rationalisierung der Grünbearbeitung technischer Keramik**
Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demon-

strationszentrums »AdvanCer«
Keramische Hochleistungswerkstoffe Block II: Bearbeitung technischer Keramik, Aachen (08./09.05.2007), Vortrag

Oppermann, M.; Lenk, A.; Schönecker, A.; Schuh, C.; Zerna, T.; Wolter, K.-J.:
**Electronics packaging for high reliable piezoactuators**
9th Electronics Packaging Technology Conference (EPTC), Singapore (10.-12.12.2007), Vortrag

Paepcke, A.:
**Finite element simulation of the active area of a SOFC-stack**
25. CADFEM Users Meeting, Dresden (21.-23.11.2007), Vortrag

Partsch, U.:
**Integrierte Mikrosysteme in LTCC-Technologie**
IFTE-Kolloqium: Low Temperature Cofired Ceramics Integrationsplattform für Mikrosysteme, Dresden (23.11.2007), Vortrag

Partsch, U.; Gebhardt, S.; Arndt, D.; Georgi, H.; Neubert, H.; Fleischer, D.; Gruchow, M.:
**LTCC-based sensors for mechanical quantities**
16th European Microelectronics and Packaging Conference & Exhibition: EMPC 2007, Oulu (17.-20.07.2007), S.381-388, Vortrag

Partsch, U.; Goldberg, A.; Stelter, M.:
**LTCC-basierte Miniatur-PEMFC**
HIAT - Fachkolloquium New Materials & Concepts for PEM Fuel Cells, Schwerin (24.07.2007), Vortrag

Partsch, U.; Arndt, D.; Georgi, H.:
**A new concept for LTCC-based pressure sensors**
IMAPS/ACerS 3rd International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies (CICMT), Denver (23.-26.04.2007), Vortrag

Petasch, U.; Raethel, J.; Kockrick, E.; Krawiec, P.; Kaskel, S.; Martin, H.-P.; Herrmann, M.:
**Synthese und Charakterisierung von porösen $CeO_2$-SiC Kompositen für katalytische Anwendungen**
DKG-Jahrestagung 2007/Symposium Hochleistungskeramik, Dresden (19./21.03.2007), Poster

Plagemann, P.; Stenzel, V.; Schneider, M.; Momber, A.:
**Corrosion protection systems for off shore wind power plants - compared field and laboratory investigations**
The European Corrosion Congress (EUROCORR 2007), Freiburg (09.-13.09.2007), Vortrag

Potthoff, A.; Richter, V.:
**Bewertung der Gesundheitsrisiken von technischen Nanopartikeln - ein Beitrag zu einer sicheren Nanotechnologie**
2. MATERIALICA Unternehmerforum Design 2007: Nano & Bionik - innovative Impulse für das Produktdesign, München (16.10.2007), Vortrag

Potthoff, A.; Meißner, T.; Richter, V.:
**From chemical-physical characterization of synthetic nanoparticles to identification of their toxic potency and mechanisms : Potential effects on health and environment**
Nano Toxicity Conference, Paris (26.-28.06.2007), Vortrag

Potthoff, A.; Meißner, T.; Richter, V.; Kühnel, D.; Busch, W.; Schirmer, K.:
**From chemical-physical characterization of synthetic nanoparticles to identification of their toxic potency and mechanisms : Managing the risk governance**
Nano Toxicity Conference, Paris (26.-28.06.2007), Vortrag

Potthoff, A.; Bräunig, R.:
**Möglichkeiten zur Online-Messung von Feststoffeigenschaften im Nanobereich**
DKG-Symposium »Thermische Verfahrenstechnik in der Keramik«, Erlangen (27./28.11.2007), Vortrag

Potthoff, A.:
**Pulver- und Suspensionscharakterisierung**
DKG-Fortbildungsseminar »Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung«, Dresden (26./27.04.2007), Vortrag

Potthoff, A.; Gruhl, M.; Lenzner, K.; Nebelung, M.:
**Online - Ladungsmesstechnik im Dienste der Zerkleinerung**
VDI Fachausschuss »Partikelmesstechnik«, Dresden (05./06. Februar 2007), Poster

Rabbow, T.; Schneider, M.; Lämmel, C.; Stecker, M.; Partsch, U.; Stelter, M.; Michaelis, A.:
**Entwicklung eines elektrochemischen Messsystems für Hochdurchsatzscreening**
Bunsenkolloquium »65 Jahre Potentiostat«, Dresden (08./09.11.2007), Vortrag

Raethel, J.; Herrmann, M.; Kessel, U.:
**Feldaktiviertes Sintern von keramischen Werkstoffen**
DKG-Symposium »Thermische Verfahrenstechnik in der Keramik«, Erlangen (27./28.11.2007), S.112-118, Vortrag

Raethel, J.; Herrmann, M.; Beckert, W.; Holke, R.:
**Temperature distribution during spark plasma sintering (SPS/FAST)**
10th International Conference and Exhibition of the European Ceramic Society ECerS 2007, Berlin (17.-21.06.2007), Poster

Reinhardt, K.; Kretzschmar, C.; Feller, C.:
**Screen-printed ruthenium dioxide pH-electrodes**
16th European Microelectronics and Packaging Conference & Exhibition: EMPC 2007, Oulu (17.-20.07.2007), S.188-192, Poster

Richter, H.-J.; Miosge, E.; Lenk, R.:
**Rapid Prototyping von bioaktiven und bioinerten Keramiken**
RAPROMED 2007, Oelsnitz (18.10.2007), Vortrag

Richter, V.; Nau, K.; Krug, H.F.; Schütz, W.:
**Bewertung gesundheitlicher Risiken von synthetischen Nanopartikeln**
3. WING-Konferenz 2007, Berlin (22.-24.10.2007), Vortrag

Richter, V.; Potthoff, A.; Pompe, W.; Gelinsky, M.; Ikonomidou, H.; Bastian, S.; Schirmer, K.; Scholz, S.; Hofinger, J.:
**BMBF-Project INOS - Evaluation of health risks of nanoparticles - a contribution to a sustainable development of nanotechnology**
3rd European and International Forum on Nanotechnology, Düsseldorf (19.-21.06.2007), S.145-149, Vortrag

Richter, V.; Potthoff, A.; Pompe, W.; Gelinsky, M.; Ikonomidou, H.; Bastian, S.; Schirmer, K.; Scholz, S.; Hofinger, J.:
**BMBF-Project INOS - Evaluation of health risks of nanoparticles - a contribution to the sustainable development of nanotechnology**
Nano Hub Brüssel (23.03.2007), Vortrag

Richter, V.:
**Entwicklungsbegleitende Bewertung der Gesundheitsrisiken von technischen Nanopartikeln**
EUROMOLD, Forum Werkstoffe, Frankfurt/M. (05.-08.12.2007), Vortrag

Richter, V.; Potthoff, A.; Pompe, W.; Gelinsky, M.; Ikonomidou, H.; Bastian, S.; Schirmer, K.; Scholz, S.; Hofinger, J.:
**Evaluation of health risks of nano- and microparticles**
Euro PM 2007, Toulouse (15.-17.10.2007), Vortrag

Richter, V.; Potthoff, A.; Pompe, W.; Gelinsky, M.; Ikonomidou, H.; Bastian, S.; Schirmer, K.; Scholz, S.; Hofinger, J.:
**Evaluation of health risks of nanoparticles - A contribution to the sustainable development of nanotechnology**
nano tech - International Nanotechnology Exhibition & Conference, Tokio (21.-23.02.2007), Vortrag

Richter, V.:
**WC-Co-Partikel und Gesundheitsaspekte:**

**Ergebnisse des BMBF-Projektes INOS**
INOS Meeting, Dresden (29.11.2007), Vortrag

Rödel, J.; Zins, M.:
**Strategien und Märkte in der Hochleistungskeramik**
DKG-Jahrestagung 2007/Symposium Hochleistungskeramik, Dresden (19.-21.03.2007), Vortrag

Rödig, T.:
**Design of piezoelectric sensors**
ISPA 2007 Int. Symp. on Piezocomposite Applications, Dresden (27./28.09.2007), Vortrag

Rodrigues, G.; Bastaits, R.; Stockman, Y.; Gebhardt, S.; Preumont, A.:
**Adaptive mirror**
ISPA 2007 Int. Symp. on Piezocomposite Applications, Dresden (27./28.09.2007), Vortrag

Schäfer, M.; Nebelung, M.; Potthoff, A.:
**Online-Charakterisierung hochkonzentrierter keramischer Schlicker**
Tagung: Aufbereitung und Recycling, Freiberg (07.-08.11.2007), Vortrag

Scheithauer, U.:
**Development of a piezoceramic fibre technology based on the polysulfone process**
ISPA 2007 Int. Symp. on Piezocomposite Applications, Dresden (27./28.09.2007), Vortrag

Schneider, M.; Kübel, C.; Yezerska, O.; Viola, A.; Augros, M.:
**Elektronenmikroskopische Gefügedarstellung elektrolytischer Funktionsschichten auf AA2214**
41. Metallographietagung Bremen (19.-21.09.2007), S.169-174, Vortrag

Schneider, M.; Hänig, D.; Lämmel, C.; Schroth, S.; Michaelis, A.:
**In-situ investigation of the surface-topography under ECM-conditions**
4th International Symposium on ElectroChemical Machining Technology, Chemnitz (25./26.10.2007), S.41-46, Vortrag

Schneider, M.; Schroth, S.; Schilm, J.; Michaelis, A.:
**Micro-EIS of anodic thin oxide films on titanium for capacitors applications**
7th International Symposium on Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS2007), Argeles-sur-Mer (03.-08.06.2007), Vortrag

Schönecker, A.; Gebhardt, S.; Schlenkrich, F.; Endler, I.; Meißner, F.; Michaelis, A.; Mayer-Uhma, T.; Uhlig, S.:
**Development of functional ceramic films for nano- and microsystems**
31st International IMAPS Poland Conference & Exhibition, Rzeszów-Krasiczyn (23 -26.09.2007), S.93-100, Vortrag

Schönecker, A.:
**Funktionskeramik - spezifische Eigenschaften und Anwendungen**
Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums »AdvanCer«
Keramische Hochleistungswerkstoffe Block I: Herstellung, Eigenschaften, Anwendungen, Dresden (14./15.03.2007), Vortrag

Schönecker, A.:
**Piezokomposite für intelligente Strukturen**
DKG-Jahrestagung 2007 Symposium Hochleistungskeramik, Dresden (19./21.03.2007), Vortrag

Schönecker, A.; Gebhardt, S.; Seffner, L.; Partsch, U.; Rödig, T.; Brückner, B.; Keitel, U.:
**Smart structure technology - Integration of piezoceramics**
PIEZO 2007 Piezoelectricity for End Users III, Liberec, (07.-09.02.2007), Vortrag

Schönecker, A.; Gebhardt, S.; Partsch, U.:
**Actuators and sensors for microsystems applications made by PZT thick films**
16th European Microelectronics and Packaging Conference & Exhibition: EMPC 2007, Oulu (17.-20.07.2007), Poster

Schönecker, A.; Gebhardt, S.; Schlenkrich, F.; Endler, I.; Meißner, T.; Meißner, F.; Mayer-Uhma, T.; Uhlig, S.; Michaelis, A.:
**Advanced functional materials with potential for cell manipulation**
Center for regenerative therapies, Dresden (24.04.2007), Poster

Schönecker, A.; Gebhardt, S.; Schnetter, J.:
**Bioreactors for bone and cartilage tissue engineering using mechanical and ultrasound stimulation**
CRTD Summer Conference on Regenerative Medicine, Dresden (06.07.2007), Poster

Schroth, S.; Schneider, M.; Mayer-Uhma, T.; Michaelis, A.:
**Investigation of thin oxide films on titanium for capacitors applications**
ECASIA 2007 - 12th European Conference on Applications of Surface and Interface Analysis, Brüssel (09.-14.09.2007), Poster

Schumann, R.:
**Beitrag zur Prognose des real erzielbaren Entwässerungsergebnisses anhand ausgewählter Eigenschaften kommunaler Klärschlämme**
Technische Universität Kaiserslautern (23.05.2007), Vortrag

Siegel, S.:
**Biogene Keramische Werkstoffe**
Royal Show, Stoneleigh Park, UK (01.-04.07.2007), Vortrag

Siegel, S.:
**Keramische Leichtbauelemente auf Holzfaserbasis**
6. Internationales Symposium »Werkstoffe aus Nachwachsenden Rohstoffen«, Erfurt (06./07.09.2007), Vortrag

Stahr, C.C.; Berger, L.-M.; Thiele, S.:
**Mikrostruktur und Eigenschaften thermisch gespritzter Schichten im System $TiO_2$-$Cr_2O_3$**
7. Industriefachtagung Oberflächen- und Wärmebehandlungstechnik und zum 10. Werkstofftechnischen Kolloquium, Chemnitz (27./28.09.2007), S.99-104, Vortrag

Stelter, M.; Partsch, U.; Arndt, D.; Georgi, H.:
**Integrierte Drucksensoren in Keramischer Multilayerbauweise**
Mikrosystemtechnik-Kongress, Dresden (15.-17.10.2007), Vortrag

Stelter, M.; Beckert, W.; Pfeifer, T.; Ganzer, G.:
**SOFC systems based on an advanced multilevel simulation framework**
Fuel Cell Seminar & Exposition, San Antonio, USA (15.-19.10.2007), Vortrag

Stelter, M.; Megel, S.:
**SOFC Stack Materials and Design**
4th RealSOFC Summer School, Varna (02.-07.09.2007), Vortrag

Stelter, M.:
**High Temperature Fuel Cells for Automotive Applications**
Tagung Alternative Propulsion Systems for Automobiles, Berlin, 15.-16.05.2007, Vortrag

Stelter, M.; Partsch, U.:
**Multilayer Ceramic Micro Fuel Cell Systems and Components**
9th Annual International Conference – SMALL FUEL CELLS for Portable Applications Miami, 07.-09.03.2007, Vortrag

Stockmann, J.:
**Trockenpressen - Technologische Aspekte**
DKG-Fortbildungsseminar »Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung«, Dresden (26./27.04.2007), Vortrag

Stockmann, J.:
**Verbindungstechnik**
Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums »AdvanCer«
Keramische Hochleistungswerkstoffe Block III: Konstruktion, Qualitätssicherung, Betriebseinsatz, Freiburg (15./16.11.2007), Vortrag

Trofimenko, N.; Kusnezoff, M.; Mosch, S.; Rost, A.:
**Mechanisms contributing to SOFC lifetime limitations**

4th Real SOFC Workshop, Seyssins-Grenoble, (10./11.07.2007), Vortrag

Trofimenko, N.; Mosch, S.; Kusnezoff, M.:
**Influence of different dispersants on the properties of screen printing pastes based on nano-sized zirconia**
10th International Conference and Exhibition of the European Ceramic Society ECerS 2007, Berlin (17.-21.06.2007), Poster

Walther, B.; Schneider, M.; Michaelis, A.; Lohrengel, M. M.:
**Electrochemical machining of Ti-based hard metal alloys**
4th International Symposium on ElectroChemical Machining Technology, Chemnitz (25./26.10.2007), S.35-40, Vortrag

Weidmann, S.; Schneider, M.; Fürbeth, W.:
**Modification of anodic layers on aluminium alloys**
The European Corrosion Congress (EUROCORR 2007), Freiburg (09.-13.09.2007), Poster

Wielage, B.; Grund, T.; Nebelung, M.; Thiele, S.; Wank, A.; Schwenk, A.:
**Development and investigation of SiC-based thermal spray powders with alumina-yttria binder matrix**
International Thermal Spray Conference 2007, Beijing, (14.-16.05.2007), Vortrag

Ziesche, S.; Jurk, R.; Trofimenko, N.; Kusnezoff, M.:
**Permeation and oxygen exchange of $Ln_2Ni_{0.8}Cu_{0.2}O_4$-materials (Ln = La, Pr, Nd)**
16th International Conference on Solid State Ionics SSI-16, Shanghai, (01.-06.07.2007), Poster

Zins, M.:
**Anwendungen und Lieferanten keramischer Hochleistungskomponenten**
Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums »AdvanCer«
Keramische Hochleistungswerkstoffe Block I: Herstellung, Eigenschaften, Anwendungen, Dresden (14./15.03.2007), Vortrag

Zins, M.:
**Grenzen und Möglichkeiten der Technischen Keramik in der Abwassertechnik**
44. Sitzung des Technisch-Wissenschaftlichen Beirats der Forschungsgesellschaft Steinzeug, Budapest, (24.08.2007), Vortrag

Zins, M.:
**Fascination Advanced Ceramics - Innovations, Markets, Visions**
Steinzeug – Keramo 1st International Conference, Budapest/Ungarn, (25.08.2007), Vortrag

Zins, M.:
**Keramische Werkstoffe und Anwendungen - Entwicklungstrends und -angebote**
DKG-Fortbildungsseminar »Thermoplastische Formgebung von Technischer Keramik«, Dresden (04.-05.10.2007), Vortrag

Zins, M.:
**Keramische Technologien - Möglichkeiten und Entwicklungen**
FIHB Steinzeug-Dozententagung Dresden, (15.10.2007), Vortrag

Zins, M.:
**Technical ceramics as key components for industry in a global market**
1st Korea-Germany Materials & Components Industry Promotion Symposium, Ulsan, (19.11.2007), Vortrag

Zins, M.:
**Technical ceramics as key components for industry in a global market - Fraunhofer Demonstration Center »AdvanCer«**
Fraunhofer-ERICA-KIMS Fair, Erica, Ansan, (22.11.2007), Vortrag

Zins, M.:
**Ceramics for automotive industry »AdvanCer« and the ceramics meeting point**
Hyundai Kia Motors, Jongduk-Dong, (22.11.2007), Vortrag

Zins, M.:
**Technical ceramics as key components for industry in a global market - Fraunhofer Demonstration Center »AdvanCer«**
Fraunhofer-ERICA-KIMS Fair, Kims, Changwon, (21.11.2007), Vortrag

Zins, M.; Michaelis, A.:
**Keramik für die Praxis**
1. Dresdner Innovationsforum, Materialforschungstag des MFD »Effizienter Leichtbau durch einsatzgerechte Werkstoffwahl«, Dresden (28.11.2007), Vortrag

## Lehrtätigkeiten von Mitarbeitern

**Prof. Dr. Michaelis A.**
Vorlesung und Praktikum
Einführung in die keramischen Struktur- und Funktionswerkstoffe
TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft (WS07/08)

**Prof. Dr. Michaelis, A.; Dr. Schönecker, A.; Dr. Kusnezoff, M.; Dr. Stelter, M.; Dr. Partsch, U.**
Vorlesung
Keramische Funktionswerkstoffe
TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft (SS07)

**Dr. Zins, M.**
Vorlesung
NE-Metalle / Keramik / Kunststoffe
Technische Keramik als Leichtbaustoff
TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft (WS07/08)

**Prof. Dr. Michaelis, A.**
Vorlesung
Hochleistungskeramik für innovative Produkte
Vorlesungsreihe »Faszination Maschinenwesen« der TU Dresden
(16.04.2007)

**Prof. Dr. Michaelis, A.**
Hochleistungskeramik für die Praxis
Ringvorlesung des Materialforschungsverbundes Dresden MFD in Zusammenarbeit mit der TU Dresden
(12.12.2007)

**Dr. Zins, M.**
Einsatz und Herstellung keramischer Schneidstoffe
TU Bergakademie Freiberg
(09.01.2007)

**Dr. Jahn, M.**
Vorlesung
Verfahrenstechnik/Reaktionstechnik
Hochschule Zittau für Chemiker und Ökologen
SS07

**Dr. Jahn, M.**
Vorlesung
Verfahrenstechnik/Reaktionstechnik
HTW Dresden
WS07/08

**Dr. Nebelung, M.**
Vorlesung
Granulationsverfahren und Granulatcharakterisierung in der keramischen Industrie
TU Bergakademie Freiberg (15.05.2007)

**Dr. Nebelung, M.**
Vorlesung
Technologische Möglichkeiten zur Herstellung von Pressgranulat aus nanoskaligen Rohstoffen
TU Bergakademie Freiberg (11.12.2007)

**Dr. Obenaus, P.; Dipl.-Ing. Höhn, S.**
Vorlesung
Keramografie
Im Rahmen der Lehrveranstaltung »Metallografie«
Institut für Werkstoffwissenschaft, TU Dresden
(11.01.2007)

## Mitarbeit in Gremien und Fachausschüssen

Mitarbeiter des Fraunhofer IKTS sind in die Arbeit nationaler und internationaler Fachgremien integriert:

*Gremien*

**Prof. Dr. Michaelis, A.**
- DKG-Vorstandsmitglied
- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss Hochleistungskeramik – Arbeitskreis Koordinierung
- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss Hochleistungskeramik – Arbeitskreis Funktionskeramik, Leitung
- DECHEMA-Arbeitsausschuss Angewandte Anorganische Chemie
- Sprecher Fraunhofer-Themenverbund Hochleistungskeramik
- AGEF-Arbeitsgemeinschaft Elektrochemischer Forschungsinstitutionen e.V.
- DPG-Deutsche Physikalische Gesellschaft
- Mitglied Institutsrat des IfWW, TU Dresden
- Vereinsmitglied FZ Rossendorf
- Aufsichtsratsmitglied Fa. Roth & Rau
- Dresdner Gesprächskreis
- Gutachter NanoChem, BMBF
- Mitglied Gutachterausschuss »Interne Programme« der FhG

**Dr. Beckert, W.**
- Fraunhofer-Themenverbund »Numerische Simulation von Produkten und Prozessen« NUSIM

**Dr. Krell, A.**
- Associate Editor des »Journal of the American Ceramic Society«

**Dr. Kusnezoff, M.**
- Fraunhofer-Allianz Energie

**Dr. Moritz, T.**
- Sprecher European Network of Materials Research Centres (ENMat)
- Sprecher Kompetenzzentrum Nanomat

**Dr. Richter V.**
- Nanotechnology Group der EPMA (Co-Chairman)
- Themenverbund »Nanotechnologie« der Fraunhofer-Gesellschaft

**Dr. Schönecker, A.**
- Beirat der Smart Material GmbH Dresden

**Dr. Stelter, M.**
- Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat des Leibnitz-Instituts für Niedertemperatur-Plasmaphysik Greifswald
- Brennstoffzellen-Initiative Sachsen e.V., Sprecher und Koordinator

**Dr. Zins, M.**
- DKG-Koordinierungsgruppe Strukturwerkstoffe

*Fachausschüsse*

**Dr. Friedrich, H.**
- DKG-Fachausschuss 10 »Umwelttechnik«, Vorsitz
- VDI/GVC-Fachausschuss Partikelmesstechnik
- VDI/GVC-Fachausschuss Abfallwirtschaft und Werkstoffrückgewinnung
- VDI/GET-Fachausschuss Regenerative Energien
- Arbeitskreis Granulometrie im Dresdner Bezirksverein der VDI-Arbeitsgruppe Landesgruppe Sachsen/Thüringen
- DWA-Fachkreis Schlammbehandlung
- Energieprojekt-Biogas (Niederlande)

**Dr. Jaenicke-Rößler, K.**
- GEFTA-Arbeitskreis Thermophysik
- GEFTA-Arbeitskreis Messunsicherheit von Thermodilatometern

**Dr. Klemm, H.**
- DKG-Arbeitskreisverstärkung keramischer Stoffe
- DIN-Normenausschuss Materialprüfung NMP 291
- European Structural Integrity Society Technical Committee 6 (Technical ceramics)

**Dr. Krell, A.**
- European Structural Integrity Society Technical Committee 6 (Technical Ceramics)

**Kunath, R.**
- ADI-Arbeitskreis Dresdner Informationsvermittler e.V.
- Arbeitskreis Spezialbibliotheken

**Dr. Moritz, T.**
- DECHEMA-Fachausschuss Nanotechnologie
- Kompetenzzentrum NanoMat
- ENMAT-European Network of Materials Research Institutes

**Dr. Nebelung, M.**
- VDI/GVC-Fachausschuss Agglomerations- und Schüttguttechnik
- VDI/GVC-Fachausschuss Trocknungstechnik
- DKG-Fachausschuss Verfahrenstechnik
- GTS-Gemeinschaft Thermisches Spritzen e.V.
- DGM/DKG-Arbeitskreis Verarbeitungseigenschaften keramischer Rohstoffe, Leiter

**Dr. Richter, H.-J.**
- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss Hochleistungskeramik
- Arbeitskreis Keramische Membranen

**Dr. Richter, V.**
- VDI-Fachausschuss Schneidstoffanwendung
- DGM-Fachausschuss Materialkundliche Aspekte der Tribologie
- DECHEMA/VCI-Arbeitskreis »Responsible Production and Use of Nanomaterials«

**Dr. Siegel, S.**
- Fachausschuss »Qualität« der DKG

**Dr. Zins, M.**
- Fachausschuss Pulvermetallurgie
- DKG-Fachausschuss Keramikanwendungen
- Deutsche Messe AG, Fachmessebeirat Subcontracting

## Programmausschüsse bei Fachtagungen

**Prof. Dr. Michaelis, A.**
- Vision Keramik 2008+, Dresden (17./18.01.2008)
- Vorbereitungskomitee DECHEMA-Diskussionstagung »Anorg.-Technische Chemie«, Frankfurt a. Main (2007)
- DGM/DKG-Symposium HLK2007, Dresden (19.-21.03.2007)
- INSECT 2007 International Symposium on ElectroChemical Machining Technology, Chemnitz (25./26.10.2007)
- Materialforschungstag des MFD Dresden (28.11.2007)
- Vorbereitungskomitee DECHEMA-Diskussionstagung »Anorg.-Technische Chemie«, Frankfurt a. Main (2008)
- DGM/DKG-Symposium HLK2008, Hamburg (25.-27.02.2007)
- APNFM 2008 – Advanced Processing for Novel Functional Materials, Dresden (23.-25.01.2008)
- Bunsenkolloquium »65 Jahre Potentiostat«, Dresden (08./09.11.2007)
- ISPA 2007 Int. Symp. on Piezocomposite Applications, Dresden (27./28.09.2007)

**Dr. Herrmann, M.**
- Programmausschuss DKG-Symposium »Thermische Verfahrenstechnik«, Erlangen (27./28.11.2007)

**Dr. Krell, A.**
- Programm-Organisator und Chair Symposium »Transparent Ceramics« 10th Int. Conf. European Ceramic Society ECerS 2007, Berlin (17.-21.06.2007)

**Dr. Nebelung, M.**
- Chairman EURO PM 2007, Toulouse (15.-17.10.2007)

**Dr. Richter, V.**
- Mitglied des Programmkomitees »Stahlzerspanung 2008 – Innovative Bearbeitungsverfahren und Trends«, Kassel (2008)
- Mitglied des International Advisory Board »11th International Inhalation Symposium«, Hannover (11.-14.06.2008)
- Co-Chairman EURO PM 2007 Session 2: »Hard Materials 1«, Toulouse (15.-17.10.2007)

## Dissertationen, Diplomarbeiten

**Fritsch, Marco**
Heißgaskorrosion keramischer Werkstoffe in $H_2O$-haltigen Rauchgasatmosphären
Dissertation 2007
IKTS Dresden - TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Institut für Werkstoffwissenschaft

**Schumann, Ron**
Beitrag zur Prognose des erzielbaren Entwässerungsergebnisses anhand ausgewählter Eigenschaften kommunaler Kläranlagen
Dissertation 2007
IKTS Dresden - TU Dresden,
Fakultät Maschinenbau

**Belda, Chiffe**
Alterungsmechanismen von $CO_2$-Festelektrolytsensoren
Diplomarbeit 2007
IKTS Dresden - HTW Dresden

**Belitz, Rico**
Untersuchungen zum Einsatz eines Porenbrenners in einem Brennstoffzellensystem zur Biogasnutzung
Diplomarbeit 2007
IKTS Dresden - TU Berlin,
Institut für Energietechnik

**Brieseck, Michael**
Folien aus Keramik und Pulvermetall für komplex geformte Serien-Werkstoffverbunde
Diplomarbeit 2007
IKTS Dresden - TU Bergakademie Freiberg

**Fleig, Daniel**
Experimentelle und theoretische Untersuchung zum Betriebsverhalten eines Porenbrenners
Diplomarbeit 2007
IKTS Dresden - TU Dresden, Institut für Thermodynamik und Technische Gebäudeausrüstung

**Flössel, Markus**
Untersuchungen zum Einfluss der chemischen Zusammensetzung des Substratmaterials auf die Eigenschaften einer Bleizirkonattitanat (PZT)-Dickschicht
Diplomarbeit 2007
IKTS Dresden - TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Institut für Werkstoffwissenschaft

**Ganzer, Gregor**
Simulationsgestützte Analyse der Strömungsvorgänge in den Medienanschlüssen eines Hochtemperatur-Brennstoffzellenstacks
Diplomarbeit 2007
IKTS Dresden - Hochschule Anhalt (FH), Hochschule für angewandte Wissenschaften Köthen, Fachbereich Informatik

**Lang, Bianca**
Untersuchungen zum Fließverhalten von Granulaten
Diplomarbeit 2007
IKTS Dresden – TU Dresden

**Lincke, Marc**
Untersuchungen zur Auswahl von Zerkleinerungstechnik für den Einsatz auf Biogasanlagen
Diplomarbeit 2007
IKTS Dresden – TU Dresden

**Marcinkowski, Peter**
Heizerentwicklung und Temperaturregelung für einen $CO_2$-Festelektrolytsensor
Diplomarbeit 2007
IKTS Dresden – HTW Dresden

**Mazitschek, Kim**
Gefriergießen in Eisformen
Diplomarbeit 2007
IKTS Dresden – FH Osnabrück

**Meyer, Anja**
Reaktionen an $Al_2O_3$-Partikeloberflächen in wässrigen Suspensionen
Diplomarbeit 2007
IKTS Dresden – TU Dresden

**Münch, Kai**
Unterstützung der Forschungs- und Entwicklungsstrategie durch qualitative Technologiebewertung am Beispiel Piezokeramischer Dickschichten für Mikrosysteme des Fraunhofer IKTS
Diplomarbeit 2007
IKTS Dresden - TU Dresden, SAP - Stiftungslehrstuhl für Entrepreneurship und Innovation

**Schroth, Stefan**
Untersuchung dielelektrischer Eigenschaften von Oxidschichten auf Ventilmetallen mit hoher lateraler Auflösung
Diplomarbeit 2007
IKTS – Dresden - TU Dresden, Fakultät Mathematik und Naturwissenschaften, Institut für angewandte Photophysik

**Stowasser, Dirk**
Wirtschaftlichkeitberechnung eines neuen Biogasanlagenkonzeptes
Diplomarbeit 2007
IKTS Dresden – Fachhochschule Aalen

**Svoboda, Hermann**
Untersuchungen zum 2-Komponenten-Spritzgießen von Stahl-Zirkoniumoxid-Verbundbauteilen
Diplomarbeit 2007
IKTS Dresden – TU Dresden Fakultät Maschinenwesen

# Geplante Veranstaltungen / Messen 2008

## Tagungen

**Kolloquium und Industrieausstellung »Vision Keramik 2008+«**
18. - 19. Januar 2008
Ansprechpartnerin: Katrin Schwarz
0351 / 2553 720

## Events

**Juniordoktor 2008**
24. Januar 2008
29. April 2008
Ansprechpartnerin: Katrin Schwarz
0351 / 2553 720

**Lange Nacht der Wissenschaften 2008**
04. Juli 2008
Ansprechpartnerin: Katrin Schwarz
0351 / 2553 720

## Seminare / Workshops

**DKG-Fachausschuss »Wärmetechnik«**
05. März 2008
Ansprechpartner: Dr. Reinhard Lenk
0351 / 2553 539

**Nanofair »Expertenworkshop«**
Sintering and Characterization of Nanomaterials Fuels Cells for Stationary, Mobile and Portable Applications
13. März 2008
Ansprechpartnerin: Katrin Schwarz
0351 / 2553 720

**DVS-Arbeitskreistreffen**
10. April 2008
Ansprechpartner: Dr. Hans-Peter Martin
0351 / 2553 744

**DKG-Fortbildungsseminar**
»Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung«
24. - 25. April 2008
Ansprechpartner: Dr. Manfred Nebelung
0351 / 2553 540

**DKG-Fortbildungsseminar**
»Sprühtrocknung keramischer Suspensionen und statistische Versuchsplanung«
10. - 12. September 2008
Ansprechpartner: Dr. Manfred Nebelung
0351 / 2553 540

**DKG-Fortbildungsseminar**
»Thermoplastische Formgebung von Technischer Keramik; Technologie und Training«
08. - 09. Oktober 2008
Ansprechpartner: Dr. Reinhard Lenk
0351 / 2553 539

**DKG-Fortbildungsseminar**
»Entbinderung keramischer Formteile«
23. - 24. Oktober 2008
Ansprechpartner: Dr. Mathias Herrmann
0351 / 2553 527

**Seminar- bzw. Schulungsangebote des Fraunhofer-Demonstrationszentrums »AdvanCer«**
Ansprechpartner: Dr. Reinhard Lenk
0351 / 2553 539

**»Herstellung, Eigenschaften, Anwendungen«**
Dresden (12. - 13. März 2008)

**»Bearbeitung von Technischer Keramik«**
Berlin (06. - 07. Mai 2008)

**»Konstruktion, Qualitätssicherung, Betriebseinsatz«**
Freiburg (13. - 14. November 2008)

## Industrietage

**4. Industrietag »Zukunftstechnologien - Energie und Umwelt«**
5. - 6. Juli 2008
Ansprechpartnerin:
Dr. Hannelore Friedrich
0351 / 2553 537

**VDI-Industrietag**
November 2008
Ansprechpartner: Dr. Michael Zins
0351 / 2553 522

## Messebeteiligungen

**Nanotech**
Tokio, 13. - 15. Februar 2008
Gemeinschaftsstand Wirtschaftsförderung Sachsen

**Z – Die Zulieferermesse**
Leipzig, 26. - 29. Februar 2008
Gemeinschaftsstand Materialforschungsverbund Dresden

**Hannover-Messe**
Hannover, 21. - 25. April 2008
TASK GmbH / Fraunhofer-Allianz Hochleistungskeramik, Halle 5, Stand E40

**Hannover-Messe**
Hannover, 21. - 25. April 2008
Gemeinschaftsstand Fraunhofer-Allianz Adaptronik, Halle 2, Stand D28

**Hannover-Messe Energy**
Hannover, 21. - 25. April 2008
Gemeinschaftsstand Fraunhofer-Allianz Energie
Halle 13, Stand E30

**Hannover-Messe Energy**
Sachsen-Gemeinschaftsstand
Halle 13, F50/1

**IFAT 2008**
München, 05. - 09. Mai 2008
Fraunhofer-Gemeinschaftsstand
Halle B1, Stand B1.203

**Sensor + Test**
Nürnberg, 06. - 08. Mai 2008
Gemeinschaftsstand Sachsen »Forschung für die Zukunft«
Halle 7, Stand 7-353

**Actuator 2008**
Bremen, 09. - 11. Mai 2008
Gemeinschaftsstand Fraunhofer-Allianz Adaptronik

**SMT/HYBRID/PACKAGING 2008**
Nürnberg, 03. - 05. Juni 2008
Gemeinschaftsstand VDI/VDE

**POWTECH 2008**
Nürnberg, 30. September - 02. Oktober 2008
Kompetenzzentrum Pulvertechnologie

**Biotechnica**
Hannover, 07. - 09. Oktober 2008
Gemeinschaftsstand Sachsen »Forschung für die Zukunft«

**IMAPS 2008**
41st International Symposium on Microelectronics
Rhode Island, USA, 02. - 06. November 2008

**Electronica**
München, 13. - 16. November 2008
Fraunhofer-Gemeinschaftsstand

**Euromold**
Frankfurt a. M., 03. - 06. Dezember 2008
Fraunhofer-Gemeinschaftsstand
Halle 8, Stand L116

## Anschrift

Fraunhofer-Institut
für Keramische Technologien und Systeme
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Frau Katrin Schwarz
Winterbergstraße 28

01277 Dresden

Telefon +49 (0) 3 51/25 53-7 20
Telefax +49 (0) 3 51/25 53-6 00

Wenn Sie Informationsmaterial wünschen, kreuzen Sie bitte das entsprechende Feld an und senden bzw. faxen Sie eine Kopie dieser Seite an die angegebene Adresse.

Name, Vorname

Firma

Straße

PLZ/ Ort

Telefon

Telefax

Datum, Unterschrift

## Ich bin an Informationsmaterial interessiert:

☐

weiterer Jahresbericht 2007

☐ deutsch
☐ englisch

☐
Prospekt

Das Fraunhofer IKTS im Profil

☐ deutsch ☐ englisch

☐
Prospekt

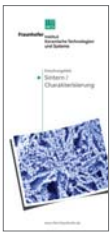
Forschungsfeld Werkstoffe

☐ deutsch ☐ englisch

☐
Prospekt

Forschungsfeld Verfahren / Bauteile

☐ deutsch ☐ englisch

☐ 
Prospekt

Forschungsfeld Sintern / Charakterisierung

☐ deutsch ☐ englisch

☐
Prospekt

Forschungsfeld Umweltverfahrenstechnik

☐ deutsch ☐ englisch

☐
Prospekt

Forschungsfeld Mikro- und Energiesysteme

☐ deutsch ☐ englisch

☐
Prospekt

Forschungsfeld Intelligente Materialien und Systeme

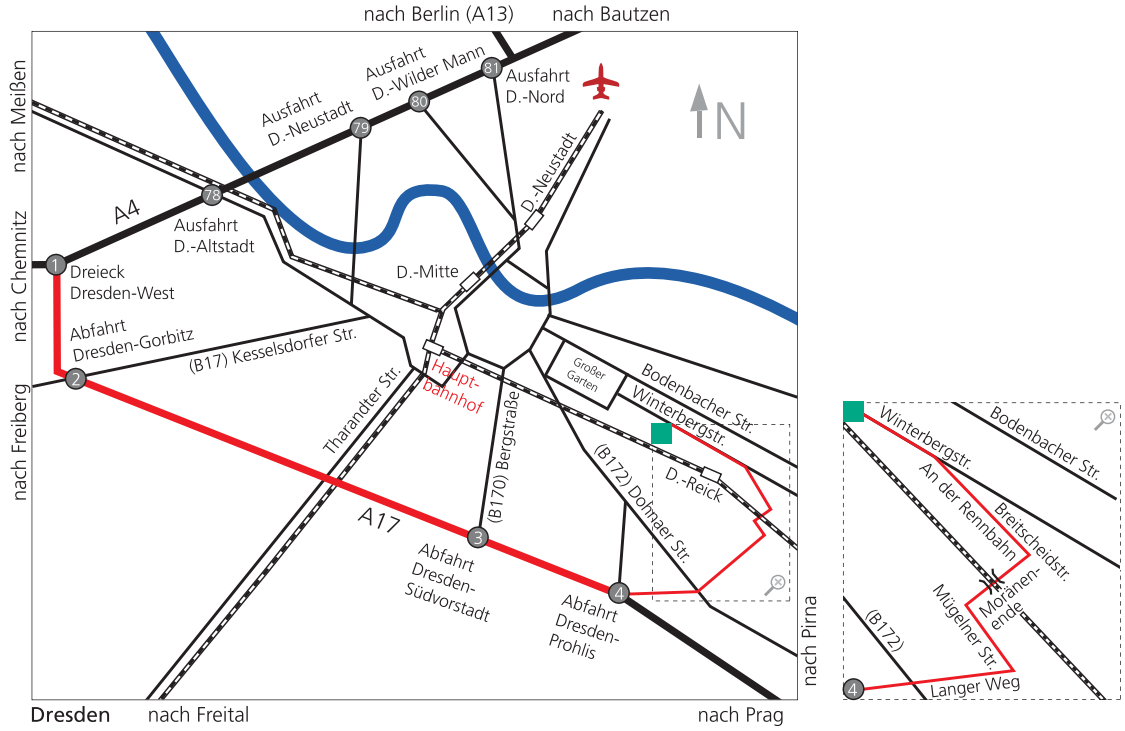
☐ deutsch ☐ englisch

☐
Prospekt

Fraunhofer-Allianz Hochleistungskeramik

☐ deutsch ☐ englisch

# Anfahrt zum Faunhofer IKTS




Fraunhofer IKTS Dresden

## Sie erreichen uns

### mit dem Auto

- Autobahndreieck Dresden West: Autobahnwechsel A4 auf A17 in Richtung Prag
- Abfahrt an der Ausfahrt Dresden Prohlis / Nickern (Ausfahrt 4)
- Weiterfahrt ca. 2 km auf der Ausfallstraße in Richtung Zentrum
- am Ende der Ausfallstraße (Kaufmarkt auf der rechten Seite) über die Ampel geradeaus weiterfahren auf den Langen Weg Richtung Prohlis (IHK)
- nach ca. 1 km links abbiegen auf die Mügelner Straße
- an der nächsten Ampelkreuzung rechts abbiegen auf die Straße Moränenende
- unter der Eisenbahnbrücke durch weiter geradeaus bis zur nächsten Ampel, dann links einbiegen in die Breitscheidstraße
- Weiterfahrt ca. 3 km immer geradeaus über An der Rennbahn auf die Winterbergstraße
- Das Fraunhofer IKTS befindet sich auf der linken Seite gegenüber einem Plus-Markt

### mit der Bahn

- ab Dresden-Hbf.:
  ab Haltestelle Hauptbahnhof-Nord mit Straßenbahnlinie 9 (Richtung Prohlis) bis Wasaplatz
- weiter mit Buslinie 89 (Richtung Heidenau) bis Haltestelle Fraunhofer-Institutszentrum

### mit dem Flugzeug

- ab Flughafen Dresden-Klotzsche mit dem Taxi zur Winterbergstraße 28 (ca. 10 km)
- oder mit der S-Bahn (unterirdische S-Bahn-Station) zum Hauptbahnhof, weiter s. Bahn

Impressum

Redaktion / Layout:
Katrin Schwarz
Peter Peuker
Susanne Preis
Rita Kunath

Druck:
MAXROI Graphics GmbH

Bilder:
Foto Wachs Dresden
Fraunhofer IKTS, Dresden
Fraunhofer ISC, Würzburg
Fraunhofer IST, Braunschweig

Institutsadresse:
Fraunhofer-Institut für
Keramische Technologien und Systeme
IKTS Dresden
Winterbergstraße 28
01277 Dresden

Telefon +49 (0) 351/25 53-7 00
Telefax +49 (0) 351/25 53-6 00
E-Mail info@ikts.fraunhofer.de
Internet www.ikts.fraunhofer.de

Ansprechpartnerin PR:
Dipl.- Chem. Katrin Schwarz
Telefon +49 (0) 351/25 53-7 20
E-Mail Katrin.Schwarz@ikts.fraunhofer.de

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.

© Fraunhofer IKTS, Dresden 03/2008