

**20 JAHRE FRAUNHOFER
IN DRESDEN**

JAHRESBERICHT

**2011
2012**

JAHRESBERICHT 2011 2012



Fraunhofer-Institut für
Keramische Technologien und Systeme IKTS

Institutsteil Dresden
Winterbergstraße 28, 01277 Dresden
Telefon +49 351 2553-7700
Fax +49 351 2553-7600

Institutsteil Hermsdorf
Michael-Faraday-Straße 1, 07629 Hermsdorf
Telefon +49 36601 9301-0
Fax +49 36601 9301-3921

info@ikts.fraunhofer.de
www.ikts.fraunhofer.de

VORWORT



Liebe Freunde des IKTS,

dieses Jahr wird das Fraunhofer IKTS 20 Jahre alt!

Das ist ein guter Anlass, einmal zurückzublicken und sich über die 20-jährige Erfolgsgeschichte des Instituts zu freuen. Das Fraunhofer IKTS ist in Dresden mit rund 80 Mitarbeitern gestartet, die aus dem Institut für Keramische Technologien und Materialforschung (IKTM), dem Zentralinstitut für Festkörperphysik und Werkstoffforschung (ZFW) der Akademie der Wissenschaften und der Sächsischen Ingenieurkeramik GmbH Meißen (SIK) kamen. Mit etwas Stolz und ohne Übertreibung lässt sich sicher behaupten, dass sich das Fraunhofer IKTS seit dem und nach dem Zusammenschluss mit dem Hermsdorfer Institut für Technische Keramik e.V. (HITK) zu einem der weltweit renommiertesten Institute auf dem Gebiet der angewandten Keramikforschung entwickelt hat. Für diese Entwicklung sei dem Team des Fraunhofer IKTS in Dresden und Hermsdorf mit nun über 400 Wissenschaftlern, Ingenieuren und technischen Angestellten sowie unseren Partnern gedankt.

Nun zum abgelaufenen Jahr, das wir wieder positiv abschließen konnten. Bei einem Betriebshaushalt in Dresden und Hermsdorf von etwa 33 Millionen Euro haben wir erneut eine Drittmittelertragsquote von deutlich über 80 % realisiert (reiner Industrieertrag ca. 37 %), so dass wir uns Investitionen in Geräte und Baumaßnahmen in erheblichem Ausmaße erlauben konnten (Gesamthaushalt rund 41 Millionen Euro). Mit

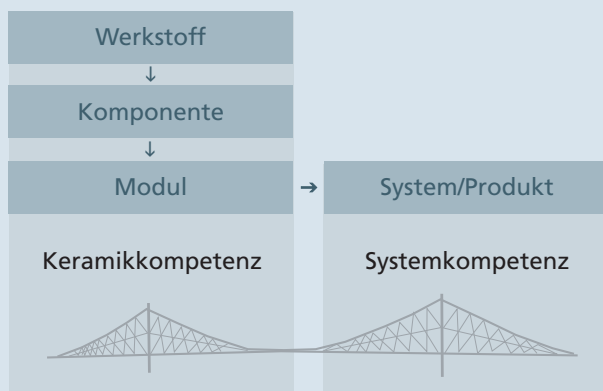
diesen Investitionen konnten wir sowohl unsere Bereiche Struktur- und Funktionskeramik ausbauen als auch unsere Raumproblematik etwas entspannen. So haben wir in unser Dresdner Technikum eine Büroebene einbauen können. Dieses Jahr werden wir sowohl in Dresden als auch in Hermsdorf weitere Baumaßnahmen fertigstellen und damit unsere Arbeitsmöglichkeiten weiter verbessern. Als Beispiele für Investitionen können genannt werden: Erweiterung unserer SPS-Anlage (Spark Plasma Sintering) um eine Induktionsheizungsoption, Prüfstände zur Entwicklung von DeNox-Systemen, Fertigungslinie für SiC-basierte foliengegossene Flachfilter sowie Prozesstechnologien zur Vorserienfertigung von Li-Ionen-Batterien. Mit der letztgenannten Investition konnten wir die Voraussetzung zur Durchführung eines über das Sächsische Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (SMWK/SAB) geförderten Großprojekts »LiFab« schaffen. Zusammen mit unseren Partnern ThyssenKrupp System Engineering GmbH und KMS Technology Center GmbH bauen wir in Pleiße eine Technikumslinie zur Entwicklung von Anlagen und Prozessen für die Fertigung von Li-Ionen-Batterien auf. Trotz der traditionellen Stärke Deutschlands (und der Region Chemnitz) im Maschinenbau sehen wir gerade im Bereich der Speichertechnologien noch starke Defizite im Anlagenbau, die wir mit diesem Projekt beheben wollen. Dies ist erneut ein Beispiel für die Umsetzung unserer Strategie, die Lücke zwischen Laborentwicklung und Produktion zu überbrücken: »From Lab to Fab«.



Damit wären wir beim Thema »Brücken bauen«. Sehr habe ich mich über die Verleihung des »Bridge Building Awards« der American Ceramic Society an mich und unser Institut gefreut. Ich finde, dass dieses Motto für uns besonders passend ist. Unsere Strategie ist geradezu auf das Bauen von Brücken ausgerichtet (obwohl das in Dresden nicht immer ganz unproblematisch ist – siehe Waldschlösschenbrücke ©): Wir bauen Brücken von »Lab zu Fab«, d. h. die Möglichkeit, unsere Entwicklungen vom Labor bis in den Technikumsmaßstab zu

betreiben; wir bauen Brücken entlang der Wertschöpfungsketten vom »Material bis zum System«; wir bauen Brücken zur Verbindung der Struktur- und Funktionskeramik und können damit Synergien zwischen den Bereichen heben; wir bauen »Technologietransfer-Brücken« zur Übertragung unserer FuE-Ergebnisse in die Industrie (national und international); und nicht zuletzt bauen wir Brücken zwischen der Keramikwelt und Anwendern, für die der Bereich der Keramik und die damit verbundenen enormen Möglichkeiten noch Neuland sind.

Das Fraunhofer IKTS als »One Stop Shop« für die Keramik



Wir bringen Welten zusammen

In diesem Bericht finden Sie zahlreiche Beispiele für den Bau solcher Brücken. Wir wünschen Ihnen beim Lesen viel Spaß. Schließen möchte ich wieder mit dem Angebot, von unseren Kompetenzen Gebrauch zu machen. Wir würden uns freuen, mit Ihnen weitere Brücken bauen zu können.

Ihr,

Ihre,

Alexander Michaelis

Bärbel Voigtsberger

Februar 2012

INHALT

- 2 Vorwort
- 4 Inhalt

Das Fraunhofer IKTS im Profil

- 6 Kurzporträt
- 8 Organigramm
- 10 Das Fraunhofer IKTS in Zahlen
- 12 Kuratorium
- 13 Die Fraunhofer-Gesellschaft

Aus der Forschungsarbeit des Fraunhofer IKTS

14 **Forschungsfeld: Werkstoffe**

- 16 Einflüsse für höhere Stabilität opaker und transparenter Schutzkeramiken
- 18 Transparentes tetragonales Zirkoniumoxid
- 20 Faserverbundkeramiken für Hochtemperaturanwendungen
- 22 Fertigungsaufbau für kostengünstige Keramikstacks zur Flüssigfiltration
- 24 Plasma-CVD-Abscheidung funktionaler Dünnschichten

26 **Forschungsfeld: Verfahren und Bauteile**

- 28 Strukturierung keramischer Grünfolien mittels Prägen
- 30 Gefrierschäume – zelluläre Strukturen für vielfältige Anwendungen
- 32 Gradierte Mehrlagenstrukturen für Feuerfestbauteile
- 34 Alterungsstabile ZrO_2 -Keramik aus kommerziell verfügbaren Pulvern
- 36 Transparente $MgAl_2O_4$ -Keramik über automatisierte Pressverfahren

38 **Forschungsfeld: Umwelttechnik und Bioenergie**

- 40 CNT-Schichten für Membrantrennung und Katalyse
- 42 Hydrothermal stabile Zeolithmembranen für die H_2 -Abtrennung
- 44 Design und Herstellung von Membrankomponenten für die O_2 -Gewinnung
- 46 Abtrennung von Alkohol mit hydrophoben Membranen
- 48 Applikationszentrum Bioenergie Pöhl

	50	Forschungsfeld: Sintern und Charakterisierung
	52	Superharte SiC-Diamantkeramik
	54	Wafersägen, Strömungsschleifen – Abrasive Partikel in Suspensionen
	56	Forschungsfeld: Energiesysteme – Werkstoffe und Komponenten
	58	CFY-Stacks: Technologie für robuste Systeme
	60	Skalierbare Folientechnologie für Supercaps
	62	Forschungsfeld: Energiesysteme – Module und Systeme
	64	Oberflächenmodifizierte Elektroden für die Biosensorik
	66	Elektrochemische und spektroskopische Charakterisierungen
	68	Entwicklung und automatisierter Betrieb eines Biogas-SOFC-Systems
	70	Untersuchung des dynamischen Verhaltens von katalytischen Reformern
	72	Forschungsfeld: Energiesysteme – Industrialisierung Energiesysteme
	74	Charakterisierung von Materialien und Prozessen für die Li-Batterie-Fertigung
	76	Forschungsfeld: Intelligente Mikrosysteme – Intelligente Materialien und Systeme
	78	Rückseitenpassivierung von kristallinen Solarzellen durch ALD
	80	Herstellung und Charakterisierung akustischer Wandler auf Basis von KNN
	82	Ultraschallwandler-Arrays zur Partikelmanipulation
	84	Forschungsfeld: Intelligente Mikrosysteme – Hybride Mikrosysteme
	86	Kunden- und technologiespezifische Pasten und Tinten für PV-Anwendungen
	88	Keramische Substrate für fernabfragbare Temperatursensoren

Retrospektive

90	Veranstaltungen, Ausstellungen
94	Messe- und Ausstellungsbeteiligungen
96	Kooperationsausbau in Verbänden, Allianzen und Netzwerken

	101	Namen, Daten, Ereignisse
	132	Kunst im Fraunhofer IKTS 2010–2011
	134	Veranstaltungen und Messen 2012
	135	Anfahrt zum Fraunhofer IKTS

KURZPORTRÄT

Das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS deckt das Feld der Technischen Keramik von der grundlagenorientierten Vorlaufforschung bis zur Anwendung in seiner ganzen Breite ab. Hierzu stehen an den beiden Standorten Dresden und Hermsdorf mehr als 140 hervorragend ausgerüstete Labors und Technika auf fast 20 000 m² 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: Werkstoff-Know-how, Fertigungstechnologien und System- bzw. Produktintegration. Dabei ist das Fraunhofer IKTS 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 Keramik-anwender als Projektpartner im Fokus. Das Fraunhofer IKTS möchte sich hierbei als kompetenter Ansprechpartner und erster Anlaufpunkt für alle keramikbezogenen Problemstellungen anbieten und so quasi als »One Stop Shop« für die Keramik dienen. 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 vom Werkstoff zum Prototypen

In der Struktur- und Funktionskeramik stehen uns, ausgehend von der Masseaufbereitung, alle Standardverfahren der Formgebung, Wärmebehandlung und Finishbearbeitung zur Verfügung. In der Funktionskeramik besteht eine besondere Kernkompetenz in der Pasten- und Folientechnologie. Funktionskeramische Prototypen stellen wir mittels unserer in eigenen Reinräumen untergebrachten Hybrid- bzw. Vielschichtkeramiklinien her.

Multiskalenentwicklung

Entwicklungen sind vom Labor- in den Technikumsmaßstab übertragbar. In unseren technologischen Fertigungsketten können wir die Herstellung der für den Markteinstieg notwendigen Stückzahlen realisieren. Somit können Remanenzkostenrisiken und Time-to-Market-Zeiten minimiert werden.

Synergien zwischen Struktur- und Funktionskeramik

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



Netzwerkbildner

In unseren laufenden Projekten sind wir aktuell mit über 450 nationalen und internationalen Partnern verbunden. Zudem ist das Fraunhofer IKTS in zahlreichen Allianzen und Netzwerken aktiv. Innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft sind wir beispielsweise im Fraunhofer-Verbund Werkstoffe und Bauteile – MATERIALS tätig. Darüber hinaus ist das Fraunhofer IKTS Sprecher der Fraunhofer-Allianz AdvanCer, die aus sieben besonders auf die Keramik spezialisierten Instituten besteht. Wir sind 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 oder zu integrieren. Unsere Arbeiten an der Forschungsfront basieren auf einem langjährigen Erfahrungs- und Wissensschatz, der auf die Interessen unserer Partner ausgerichtet ist.

Standortübergreifendes Management zur nachhaltigen Qualitätssicherung

Qualität ist für uns eines der wichtigsten Instrumente zur Differenzierung im Wettbewerb. Einfluss auf das Gesamtkonzept unseres Managementsystems hatte deshalb im Jahr 2011 die Zusammenführung der Managementsysteme beider Instituts-teile Dresden und Hermsdorf. Synergieeffekte und Kostensparnisse bei der Integration des Managementsystems hatten zum Ziel, den Ansatz des Qualitätsmanagements auf die Bereiche Arbeits- und Umweltschutz auszudehnen.

Das Fraunhofer IKTS hat am Standort Hermsdorf dieses Umweltmanagementsystem bereits seit einigen Jahren eingeführt und erfolgreich etabliert.

Durch die Ausrichtung unseres Instituts u. a. auf den Schwerpunkt Energie und Umwelt und der damit verbundenen nachweislichen Sicherstellung unserer Prozesse aus arbeits-sicherheits- und umweltrelevanten Aspekten, der Einhaltung gesetzlicher Rahmenbedingungen und der Beibehaltung der weiteren wirtschaftlichen Konkurrenzfähigkeit erfolgt im Jahr 2012 die Einführung eines nachhaltigen Umweltmanagement-systems im Fraunhofer IKTS Institutsteil Dresden und damit eine Erweiterung des Managementsystems bezüglich der DIN EN ISO 14001 »Umweltmanagementsystem«.

ORGANIGRAMM FRAUNHOFER IKTS



Institutsleiter

Prof. Dr. habil. Alexander Michaelis
Telefon +49 351 2553-7512
alexander.michaelis@
ikts.fraunhofer.de



Stellvertretende Institutsleiterin

Dr. Bärbel Voigtsberger
Telefon +49 36601 9301-3902
baerbel.voigtsberger@
ikts.fraunhofer.de



Stellvertretender Institutsleiter/ Verwaltungsleiter

Dr. Michael Zins
Telefon +49 351 2553-7522
michael.zins@ikts.fraunhofer.de

Werkstoffe

Oxidkeramik, Hartmetalle
und Cermets

Dr. habil. Andreas Krell

Nitridkeramik, Carbid- und
Filterkeramik, Precursorskeramik

Dr. Hagen Klemm

Sintern und Charakterisierung

Dr. habil. Mathias Herrmann

Umweltechnik und Bioenergie

Dr. Ingolf Voigt

Energiesysteme

Werkstoffe und Komponenten

Dr. Mihails Kusnezoff

Module und Systeme

Dr. Matthias Jahn

Industrialisierung Energiesysteme

Dr. Christian Wunderlich

Verfahren und Bauteile

Dr. Michael Stelter

Intelligente Mikrosysteme

Intelligente Materialien und
Systeme

Dr. Andreas Schönecker

Hybride Mikrosysteme

Dr. Uwe Partsch

Technische Universität Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft

Professur für Anorganisch-Nichtmetallische Werkstoffe

Prof. Dr. habil. Alexander Michaelis

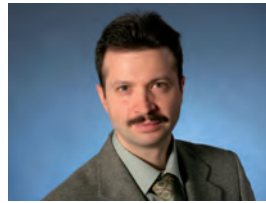
Instrumentiertes Pressen, Kombinatorische Mikroelektrochemie

Friedrich-Schiller-Universität Jena



Werkstoffe
**Oxidkeramik, Hartmetalle
und Cermets**

Dr. habil. Andreas Krell
Telefon +49 351 2553-7538
andreas.krell@ikts.fraunhofer.de



Energiesysteme
Werkstoffe und Komponenten

Dr. Mihails Kusnezoff
Telefon +49 351 2553-7707
mihails.kusnezoff@ikts.fraunhofer.de



Werkstoffe
**Nitridkeramik, Carbid- und
Filterkeramik, Precursorkeramik**

Dr. Hagen Klemm
Telefon +49 351 2553-7553
hagen.klemm@ikts.fraunhofer.de



Energiesysteme
Module und Systeme

Dr. Matthias Jahn
Telefon +49 351 2553-7535
matthias.jahn@ikts.fraunhofer.de



Verfahren und Bauteile

Dr. Michael Stelster
Telefon +49 351 2553-7648
michael.stelster@
ikts.fraunhofer.de



Energiesysteme
Industrialisierung Energiesysteme

Dr. Christian Wunderlich
Telefon +49 351 2553-7232
christian.wunderlich@
ikts.fraunhofer.de



Sintern und Charakterisierung

Dr. habil. Mathias Herrmann
Telefon +49 351 2553-7527
mathias.herrmann@
ikts.fraunhofer.de



Intelligente Mikrosysteme
Intelligente Materialien und Systeme

Dr. Andreas Schönecker
Telefon +49 351 2553-7508
andreas.schoenecker@
ikts.fraunhofer.de



**Umweltechnik und
Bioenergie**

Dr. Ingolf Voigt
Telefon +49 36601 9301-2618
ingolf.voigt@ikts.fraunhofer.de



Intelligente Mikrosysteme
Hybride Mikrosysteme

Dr. Uwe Partsch
Telefon +49 351 2553-7696
uwe.partsch@ikts.fraunhofer.de

DAS FRAUNHOFER IKTS IN ZAHLEN

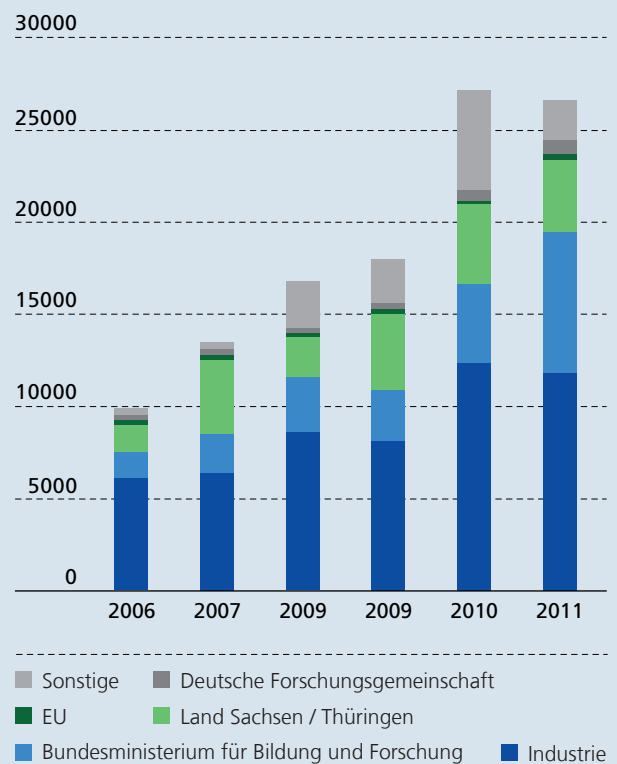
Haushalt und Erträge

Bedingt durch vorgezogene Termine für die Drucklegung des Jahresberichts erfolgt die Darstellung des Betriebshaushalts und der Erträge im Jahr 2011 vor Abschluss aller Buchungen. Eventuelle Anpassungen werden im Folgejahr berücksichtigt. Wie schon im Jahr 2010 werden die beiden Institutsteile Dresden und Hermsdorf in allen Graphiken zusammen präsentiert. Der gemeinsame Betriebshaushalt des Fraunhofer IKTS ist auf 32,3 Millionen Euro angewachsen, wobei 22,6 Millionen Euro auf den Standort Dresden und 9,7 Millionen Euro auf den Standort Hermsdorf entfallen. Hierbei konnten durch die Aufteilung von Arbeiten auf die beiden Standorte gezielt Synergien erreicht werden. Der angestrebte Mehrwert durch die Integration wird dadurch nochmals bestätigt. Zusätzlich wurden 2,9 Millionen Euro in den Ausbau der Geräteinfrastruktur und weitere 5,7 Millionen Euro in Bauaktivitäten und hierauf bezogene Erstausrüstungen investiert. Weitere Steigerungen sind hier im Jahr 2012 zu erwarten. Insgesamt wurden 26,5 Millionen Euro an externen Erträgen erwirtschaftet. Erfreulicherweise konnte dabei wie im Vorjahr der Anteil von 45 % an Industrieerträgen (11,8 Millionen Euro) gehalten werden. Der Standort Hermsdorf trägt hierzu mit 3,8 Millionen Euro bei. Mit einer Steigerung um 0,6 Millionen Euro liegt Dresden mit 8 Millionen Euro deutlich über dem Vorjahr.

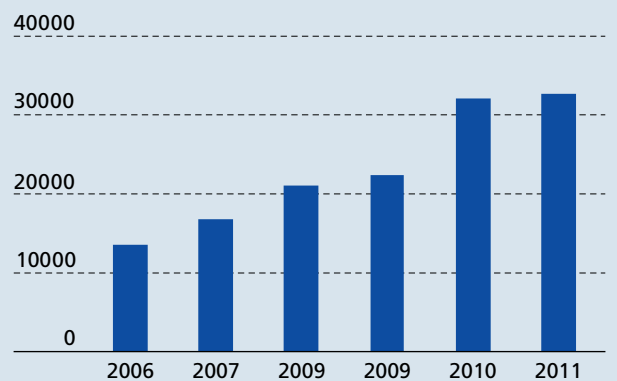
Erweiterung der Forschungsbasis

Das Fraunhofer IKTS profitiert auch 2011 von den hohen Investitionen der letzten Jahre im Bereich des Entwicklungszentrums für Energieeffizienzsysteme. Diese bilden, insbesondere für die Vielzahl der Verbundprojekte, die Infrastrukturbasis für Arbeiten in den Technologiebereichen Brennstoffzellen, Photovoltaik, Biomasse-Verstromung, thermoelektrische Generatoren (TEG) und Speichertechnologien (Li-Ionen-Batterien). Durch die Möglichkeit in Allianzen mit strategischen Partnern in Industrie und Forschung in externen Laboren und For-

Entwicklung der Erträge (in T€) des Fraunhofer IKTS in den Haushaltsjahren 2006 bis 2011



Entwicklung des Betriebshaushalts (in T€) des Fraunhofer IKTS in den Haushaltsjahren 2006 bis 2011



schungsstätten mit eigener Ausrüstung und Personal zu arbeiten, kann die Nähe zur angewandten Forschung nochmals verstärkt werden. Die schnelle und exakte Gestaltung von Kooperations- und Nutzungsvereinbarungen wird damit zum strategischen Arbeitsmittel.

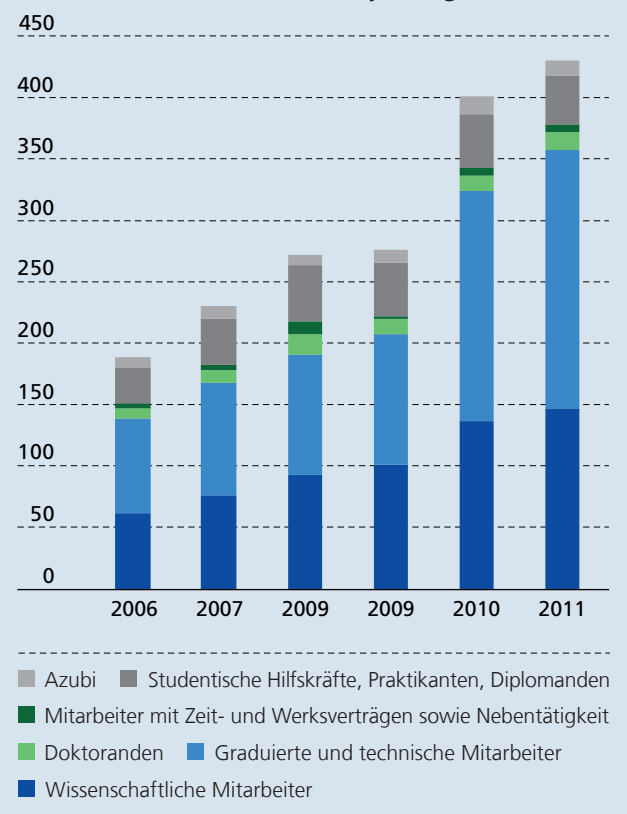
Neben den Energie- und Umweltthemen wurden die Kooperationen im Bereich der Formgebungs- und Fertigungstechnologien gestärkt. In der strategischen Partnerschaft mit dem Institut für Keramik, Glas und Baustofftechnik der TU Bergakademie Freiberg (Prof. Aneziris) wird das Arbeitsgebiet Feuerfestwerkstoffe im Hinblick auf die Anwendung von neuen Strukturkeramiken und angepassten Fertigungsverfahren bearbeitet und gewinnt zunehmend an Bedeutung. In Zusammenarbeit mit der Friedrich-Schiller-Universität Jena wurde das Konzept eines gemeinsamen Zentrums für Energie- und Umweltchemie (CEEC) entwickelt sowie zwei Forschergruppen gegründet. Diese Bündelung der materialwissenschaftlichen und system- bzw. verfahrenstechnischen Kompetenzen bildet eine wesentliche Entwicklungschance für Grundlagen- und angewandte Forschung und ist damit ein Innovationskeim für Thüringen und insbesondere für die Region Jena-Saale-Holzland.

Innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft ist das Fraunhofer IKTS sehr gut vernetzt. Die initiierten Eigenforschungsprojekte erleichtern die Generierung von eigenen IP-Rechten und damit die langfristige Möglichkeit, neue Industrieprojekte zu akquirieren. Durch die Integration des Institutsteils Hermsdorf stehen hierfür weitere Technologien und Werkstoffe zur Verfügung.

Personalentwicklung

Das Jahr 2011 ist durch einen starken Ausbau der Personalkapazität geprägt. Insgesamt ergibt sich mit einem Zuwachs um 10 Wissenschaftler- sowie 24 Graduierten- und Technikerstellen eine Gesamtzahl von 431 Vollstellen, die durch 381 Beschäftigte in Dresden und 140 Beschäftigte in Hermsdorf mit

Entwicklung des Personalbestands des Fraunhofer IKTS
Mitarbeiterzahl 2006 bis 2011, Vollstellenäquivalente
Personalstruktur zum 31.12. des jeweiligen Jahres



unterschiedlichsten Teilzeitfaktoren besetzt werden. Die Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl IfWW der TU Dresden bleibt wesentlicher Bestandteil der Personalakquisition. Gemeinsam werden aktuell über 50 Promotionen betreut, davon 14 im Rahmen des klassischen Doktorandenvertrags.

Im Jahr 2011 wurden insgesamt 13 Auszubildende beschäftigt. Durch die Ausbildung im Hause wird die langfristige Qualität der Laborarbeiten deutlich erleichtert und der Wissenstransfer zwischen den Gruppen gefördert. Auch der Austausch zwischen den Institutsteilen und Abteilungen stellt zunehmend eine wichtige Komponente dar.

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, Goslar
Leiter Zentralbereich Forschung und Entwicklung

Dr.-Ing. S. Blankenburg

Geschäftsführer Hermes Schleifkörper GmbH, Dresden

Dr. J. Damasky

Vorstandsmitglied Webasto AG, Stockdorf

A. Heller

Landrat des Saale-Holzland-Kreises

Prof. Dr.-Ing. J. Huber

Vorstandsmitglied CeramTec AG, Plochingen

Prof. Dr. C. Kaps

Bauhaus-Universität Weimar, Professur Bauchemie

A. Krey

Geschäftsführer Landesentwicklungsgesellschaft
Thüringen mbH (LEG), Erfurt

Dr. R. Lenk

CeramTec AG, Plochingen
Leiter Service Center Entwicklung

Dr. C. Lesniak

ESK Ceramics GmbH & Co. KG, Kempten
Vice President Technology and Innovation

Dr. F. Lindner

Robert Bosch GmbH, Gerlingen
Abteilungsleiterin Corporate Research and Development,
Advanced functional and sintered materials

Dr. H.-H. Matthias

Geschäftsführer Tridelta GmbH, Hermsdorf

Dr. R. Metzler

Geschäftsführer Rauschert GmbH, Judenbach-Heinersdorf

Dipl.-Ing. P. G. Nothnagel

Geschäftsführer Wirtschaftsförderung Sachsen GmbH, Dresden

Dipl.-Ing. M. Philipps

Endress+Hauser GmbH & Co. KG, Maulburg
Bereichsleiter Sensorik

Dr.-Ing. W. Rossner

Siemens AG, München
Leiter Zentralabteilung Technik, Keramik

Dr. K. R. Sprung

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

Prof. Dr. P. Woditsch

Sunicon GmbH, Freiberg

MR C. Zimmer-Conrad

Sächsischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst
Referatsleiter Technologiepolitik und Technologieförderung

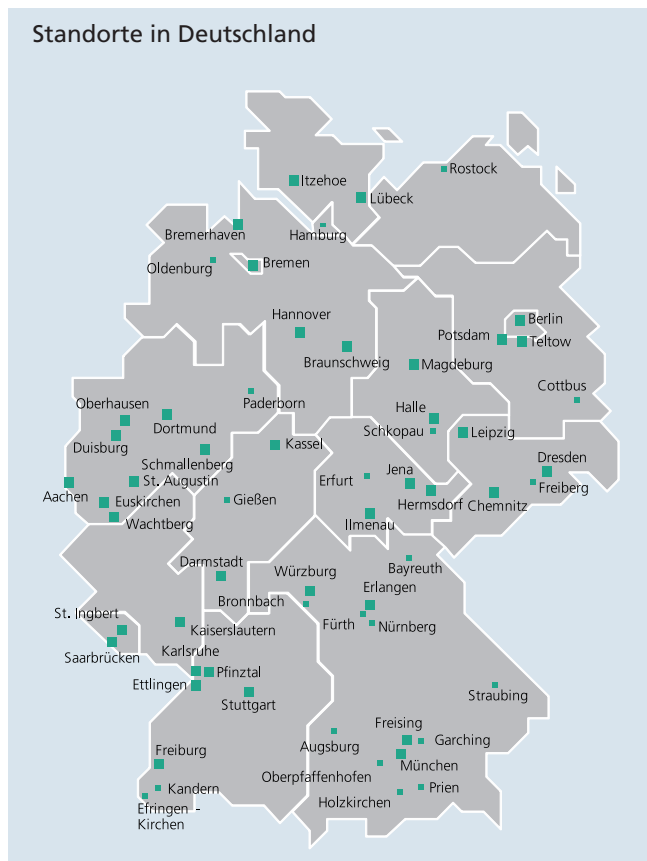
DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit mehr als 80 Forschungseinrichtungen, davon 60 Institute. Mehr als 18 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,66 Milliarden Euro. Davon fallen 1,40 Milliarden Euro 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.

Internationale Niederlassungen sorgen für Kontakt zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. 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 Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- 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, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studierenden eröffnen sich an Fraunhofer-Instituten wegen der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

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

FORSCHUNGSFELD WERKSTOFFE

Abteilungsleiter:**Dr. habil. Andreas Krell****Dr. Hagen Klemm**

Profil

Die Kernkompetenz des Forschungsfelds »Werkstoffe« liegt in der Entwicklung neuer bzw. modifizierter keramischer Werkstoffe und Keramik-Metall-Verbundwerkstoffe (Hartmetalle und Cermets) unter Nutzung sowie Generierung fortgeschrittenster Technologien.

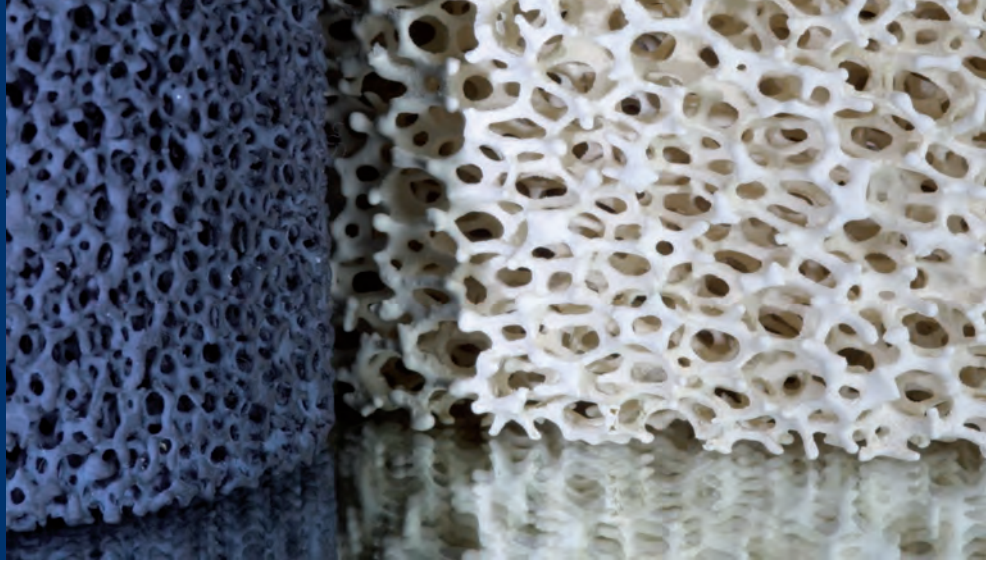
Die Angebotspalette erstreckt sich dabei von gezielten Rohstoffsynthesen aus prekeramischen Vorstufen oder nachwachsenden Rohstoffen über eine anwendungsorientierte Werkstoffentwicklung bis hin zur technologischen Anprobung und Herstellung von prototypischen Bauteilen und Systemen inklusive deren Charakterisierung und Testung. Dabei finden sowohl materialspezifische und technologische Aspekte für industrielle Anwendungen als auch sicherheits- bzw. gesundheitsrelevante Fragen Berücksichtigung.

Einen Schwerpunkt bei der Werkstoffqualifikation stellt die Entwicklung von defektvermeidenden und kostengünstigen Verfahren dar. Das breite Leistungsspektrum umfasst sowohl pulververarbeitende Technologien für einfach aufgebaute keramische Materialien als auch faserverarbeitende und Beschichtungstechnologien für Verbundwerkstoffe oder funktionelle Schichten für Solaranwendungen.

Die erfolgreiche Erschließung neuer Anwendungsfelder durch eine gezielte Verbindung von strukturellen und funktionellen Eigenschaften in keramischen Werkstoffen oder Keramik-Metall-Verbunden spiegelt sich u. a. in der Entwicklung von Hochtemperaturwerkstoffen, elektrisch leitfähigen Keramiken, Thermoelektrika, Umformwerkzeugen, transparenten Komponenten, funktionellen keramischen Schichten und Filtern wider.

Leistungsangebot

- Integrierte Werkstoff- und Verfahrensentwicklungen für neuartige Hochleistungskeramiken und Hartmetalle
- Entwicklung und Bereitstellung von Rohstoffen, Erprobungsmustern und komplexen Komponenten
- Expertisen zu Herstellungs- und Einsatzfragen
- Prüfungen (mechanische, tribologische, elektrische und korrosive Eigenschaften bei Raum- und Hochtemperatur)
- Schädigungs- und Versagensanalyse von Bauteilen und Werkzeugen
- Evaluierung von Sicherheits- und Gesundheitsrisiken beim Einsatz feinteiliger Pulver und Werkstoffe
- Charakterisierung des Benetzungsverhaltens für Beschichtungen und Oberflächenspannungen von Flüssigkeiten
- Charakterisierung des Korrosionsverhaltens unter anwendungsähnlichen Bedingungen (Heißgaskorrosion)



Abteilungsleiter
Oxidkeramik, Hartmetalle
und Cermets

Oxidkeramik
Dr. habil. Andreas Krell
Telefon +49 351 2553-7538
andreas.krell@ikts.fraunhofer.de



Abteilungsleiter
Nitridkeramik, Carbid- und
Filterkeramik, Precursorkeramik

Nitridkeramik
Dr. Hagen Klemm
Telefon +49 351 2553-7553
hagen.klemm@ikts.fraunhofer.de



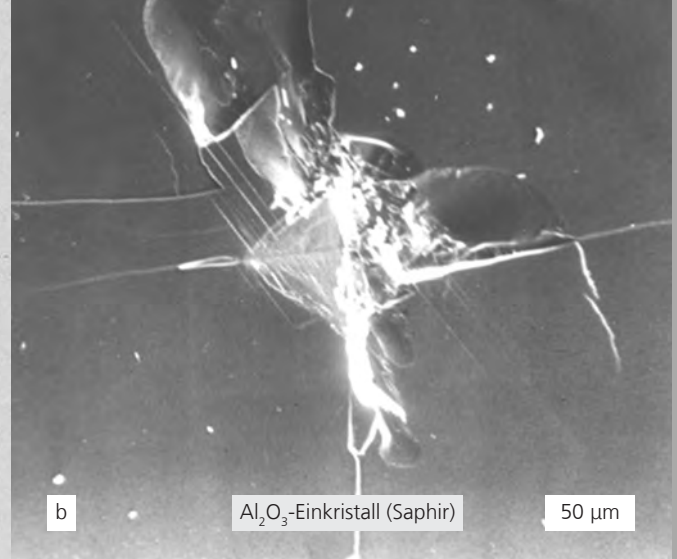
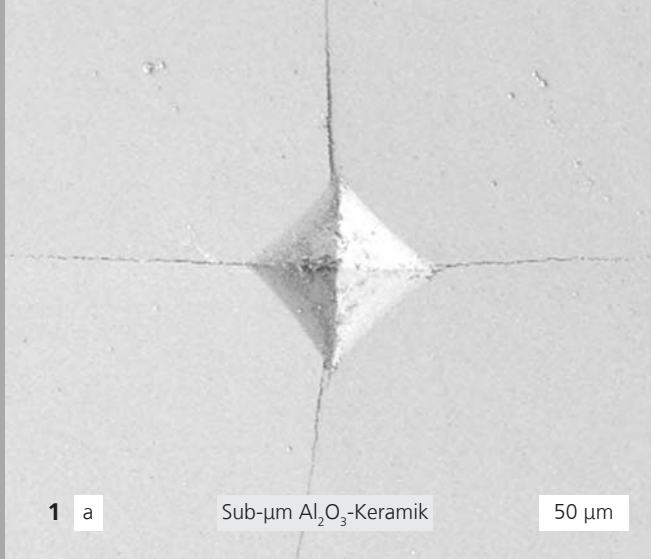
Hartmetalle und Cermets
Dr. Volkmar Richter
Telefon +49 351 2553-7614
volkmar.richter@
ikts.fraunhofer.de



**Carbid-, Filterkeramik und
Biogene Keramik**
Dipl.-Krist. Jörg Adler
Telefon +49 351 2553-7515
joerg.adler@ikts.fraunhofer.de



Precursorkeramik
Dr. Isabel Kinski
Telefon +49 351 2553-7560
isabel.kinski@ikts.fraunhofer.de



EINFLÜSSE FÜR HÖHERE STABILITÄT OPAKER UND TRANSPARENTER SCHUTZKERAMIKEN

Dr. Andreas Krell, Dipl.-Ing. Thomas Hutzler, Dr. Jens Klimke

Frühere Studien zum Einfluss von Materialauswahl, Gefügen und grundlegenden mechanischen Parametern auf die Schutzwirkung von Keramiken haben je nach Beschussart und Backing teils auf eine positive Rolle von z. B. hoher Härte, E-Modul oder Druckfestigkeit verwiesen, ließen diese Einflüsse unter wenig veränderten Testbedingungen aber auch vollkommen vermissen. Ausgehend vom Verständnis, dass

- die Schutzwirkung der Keramiken von der durch sie verursachten Projektilerosion bestimmt ist und
 - die erforderliche Kraft im Allgemeinen angesichts des fehlenden Festigkeitseinflusses von der Trägheit (d. h. der Größe) der Keramiktrümmer bestimmt sein dürfte,
- hatte das Fraunhofer IKTS in Analogie zum Verschleiß von Keramiken die Hypothese einer hierarchischen Ordnung der Einflussfaktoren aufgestellt: So sollte z. B. eine hohe Keramikhärte nur dann zu starker Erosion führen, wenn die Keramiktrüm-

mer groß genug sind. Dieser positive Härteeinfluss müsste jedoch schwinden, wenn ein enges Rissnetzwerk sehr kleine Keramikfragmente formt. Die aktuellen Untersuchungen überprüften diese Hypothese durch den Vergleich von

- Depth-of-Penetration (DoP) und Durchschuss-Tests der ballistischen Stabilität von ca. zehn hochdichten unterschiedlich fein- und grobkörnigen Al_2O_3 - und Spinellkeramiken sowie -einkristallen in Kombination mit unterschiedlichen Backingmaterialien
- mit an diesen Keramikplatten bestimmten Werten von E-Modul, Biegefestigkeit und Bruchzähigkeit (K_{Ic}) sowie statisch ($4 \cdot 10^{-3}/s$) und dynamisch ($10^3/s$) bestimmter Druckfestigkeit.

Die Bewertung bezog auch statisch und dynamisch ermittelte Härten sowie den HEL-Wert (Hugoniot Elastic Limit) solcher Keramiken ein.

Stark unterschiedliche Projektilerosion (Bild: Projektilfragmente nach Durchgang durch 2 mm Al_2O_3 -Keramik) je nach dynamischer Steifigkeit des Backingmaterials



Wirkung von 2 mm Al_2O_3 -Keramik vor Backing A: Panzerglas (transparenter Schutz)

Backing B: Al-Legierung (opaker Schutz)

Foto: E. Strassburger, Fraunhofer EMI

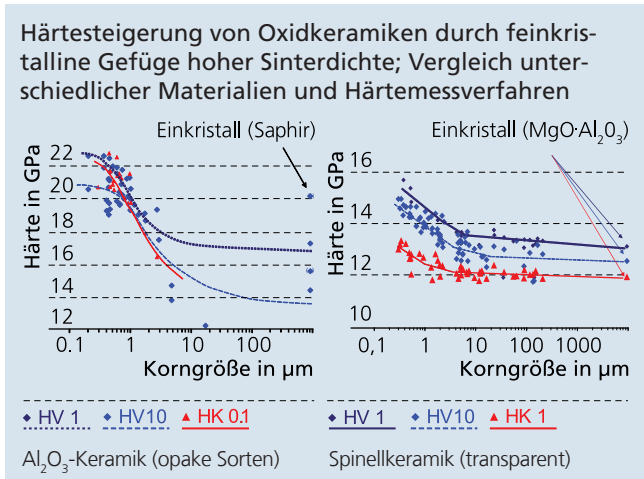
Hauptergebnis ist die Bestätigung der Idee hierarchisch geordneter Einflüsse mit nunmehr 3-facher Abstufung. Oberste Priorität hat die Art der Keramikfragmentierung. So führt beim Projektileinschlag das enge Rissnetzwerk des versagenden Saphirs ähnlich wie in der Härtemessung (Bild 1a/b) zu kleineren Bruchstücken und daher geringerer Projektilerosion durch Saphir (Bild 2b) als mit polykristalliner Al_2O_3 -Keramik (Bild 2a). Ein zweiter wesentlicher Einfluss auf die Keramikfragmentierung (und also auf die Projektilerosion) ergibt sich aus der dynamischen Steifigkeit des Backing. Die Abbildung links zeigt eine dramatisch stärkere Projektilerosion durch 2 mm Al_2O_3 vor Glas als mit Al-Backing – trotz ähnlicher E-Moduli von Glas und Aluminium. Offenkundig wird die Art der Keramikfragmentierung sowohl die Dwell- als auch die nachfolgende Penetrationsphase



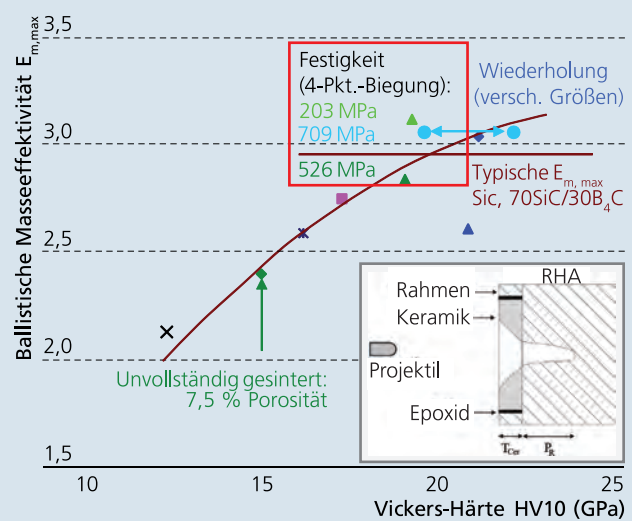
der Keramik-Projektile-Wechselwirkung bestimmen. Das Keramikversagen beeinflusst zuerst Dauer und Umfang der Dwell-Deformation des Projektils und später dessen Erosion vermittelt der Größe der Trümmer und deren Masseträgheit. Zweite Priorität hat die elastische Steifheit der Keramik beim Projektileinschlag (dwell). Aus diesem Grund hat bei gleicher Härte aber höherem E-Modul (abhängig von Beschuss und Backing) selbst die gröbere Al_2O_3 -Keramik gegenüber besser (feinkörnigster) Spinellkeramik eine etwas höhere Schutzwirkung. Nur unter den zuvor genannten vorteilhaften Voraussetzungen trägt eine hohe Härte (z. B. durch Korngrößen $< 1 \mu\text{m}$; vgl. untenstehende Graphik) wesentlich zu einer höheren Schutzwirkung bei (rechte Graphik). Verglichen mit den hier beschriebenen Einflussparametern erweisen sich alle Festigkeitsparameter (in Biegung oder Druck, statisch oder dynamisch bestimmt) wie auch K_{Ic} als für die Schutzwirkung weitgehend bedeutungslos (siehe roter Rahmen in rechter Graphik).

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Schutzkeramiken mit definiert eingestellten Eigenschaften für spezifische Testprogramme
- Ballistische Bewertung in Kooperation mit Fraunhofer EMI



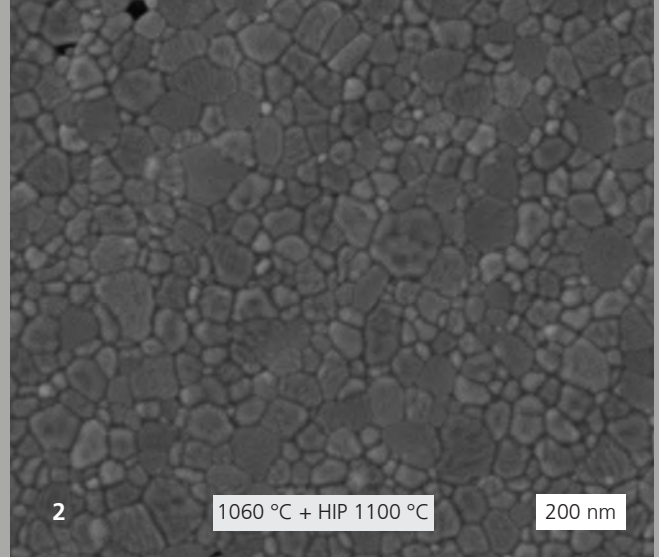
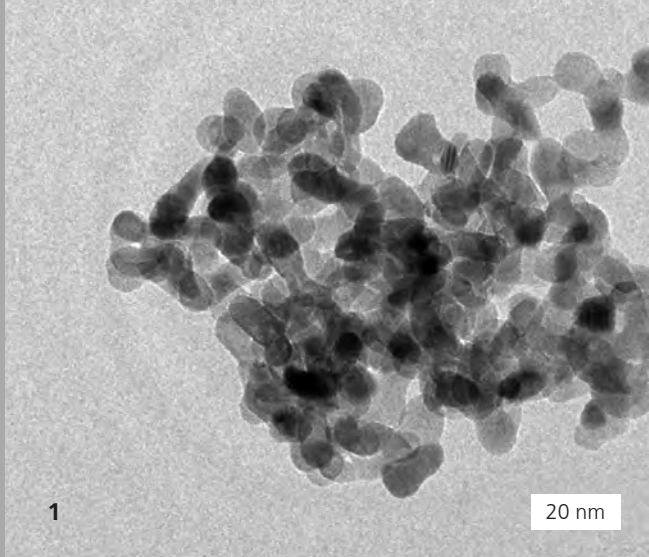
Vor steifem (Stahl-) Backing stark erhöhte Schutzwirkung durch positiven Einfluss hoher Härte infolge kleinerer Korngrößen – ohne Einfluss der Festigkeit



Danksagung

Die Arbeiten waren Gegenstand eines von der Bundeswehr (WTD91) beauftragten und mit dem Fraunhofer Ernst-Mach-Institut (EMI; ballistische Untersuchungen) von 2007 bis 2011 realisierten Gemeinschaftsprojekts.

- 1 Unterschiedliche Rissbildung unter gleicher Prüflast.
- 2 Aus unterschiedlicher Rissbildung resultierende unterschiedliche Einwirkung auf das eindringende Projektil (Hochgeschwindigkeitsaufnahme nach 8 μs : E. Strassburger, EMI).



TRANSPARENTES TETRAGONALES ZIRKONIUMOXID

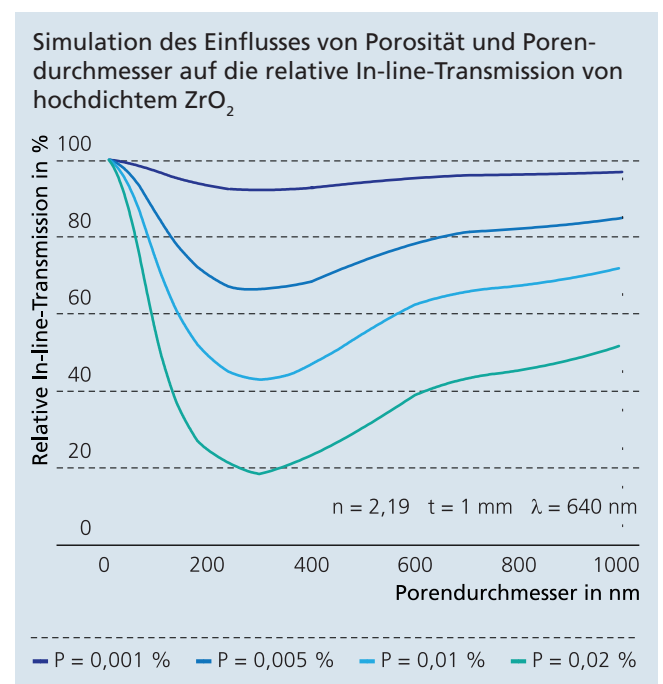
Dr. Jens Klimke, Dr. Andreas Krell

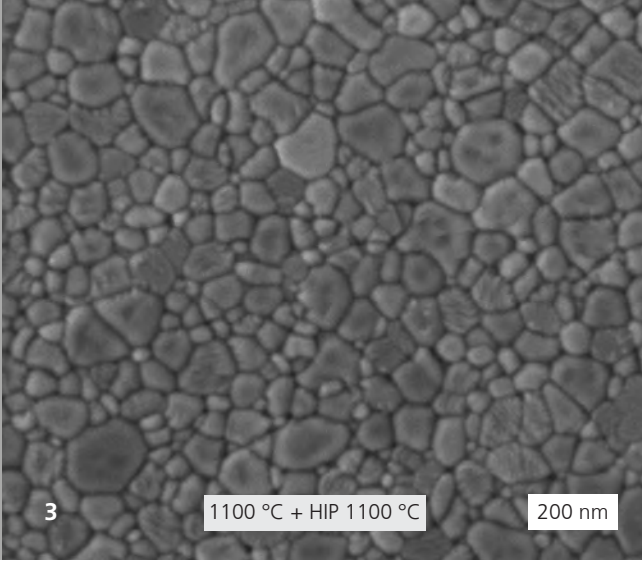
Die einzigartige Kombination guter optischer und mechanischer Eigenschaften insbesondere für Anwendungen als Fenster, Laser, Lampenkolben und ballistischen Schutz hat in den letzten Jahren zu verstärktem Interesse an transparenter Keramik geführt. Die meisten bisher untersuchten keramischen Materialien haben allerdings eine kubische Kristallstruktur und nur wenige nichtkubische transparente Keramiken sind bekannt. Durch ihre herausragenden mechanischen Eigenschaften wäre die tetragonale ZrO_2 -Modifikation ein besonders interessantes Material für transparente Keramik. Neben potenziellen Anwendungen als hochfeste Fenster gibt es insbesondere Bedarf an Zahnersatz aus transparenter bzw. transluzenter tetragonaler ZrO_2 -Keramik. Während der hohe Brechungsindex aller ZrO_2 -Modifikationen die Streuwirkung geringster Restporosität deutlich über das von anderen transparenten Keramiken bekannte Maß erhöht, wird im Unterschied zur kubischen ZrO_2 -Modifikation die Transmission beim porenfreien tetragonalen ZrO_2 noch zusätzlich durch Streuverluste begrenzt, die im porenfreien Zustand von der optischen Doppelbrechung der Gefügekörner verursacht werden.

Durch den Vergleich von optischen Streusimulationsrechnungen mit den Ergebnissen experimenteller Untersuchungen gibt die aktuelle Studie Aufschluss über die Bedingungen, unter denen es möglich wird, transparente tetragonale ZrO_2 -Keramik herzustellen. Die Mie-Rechnung zeigt, dass z. B. eine Porosität von nur 0,01 % bei einer Porengröße von 300 nm die Transparenz um 58 % verringert (Graphik rechts). Die Validierung der Simulationen erforderte extremen experimentellen Aufwand zur Herstellung hochdichter tetragonaler ZrO_2 -Keramik mit Korngrößen < 150 nm. Ein ZrO_2 -Nanopulver (stabilisiert mit

3 Mol-% Yttriumoxid) (Bild 1) wurde in Kooperation mit der TU Brno durch ein spezielles Sol-Gel-Verfahren hergestellt und bei 1000 MPa kaltisostatisch verpresst. Um eine vollständige Verdichtung zu erreichen, wurden die Plättchen in Luft vorge-sintert und anschließend heißisostatisch bei 1100 °C und 200 MPa gepresst (HIP) und in Luft bei 800 °C getempert. Die vollständige Verdichtung wurde durch Messung der In-line-Transmission in Verbindung mit elektronenmikroskopischen Analysen erfasst.

In Bild 2 ist ein Gefüge mit geringer Restporosität mit einer mittleren Korngröße von 95 nm und in Bild 3 ein dichtgesin-

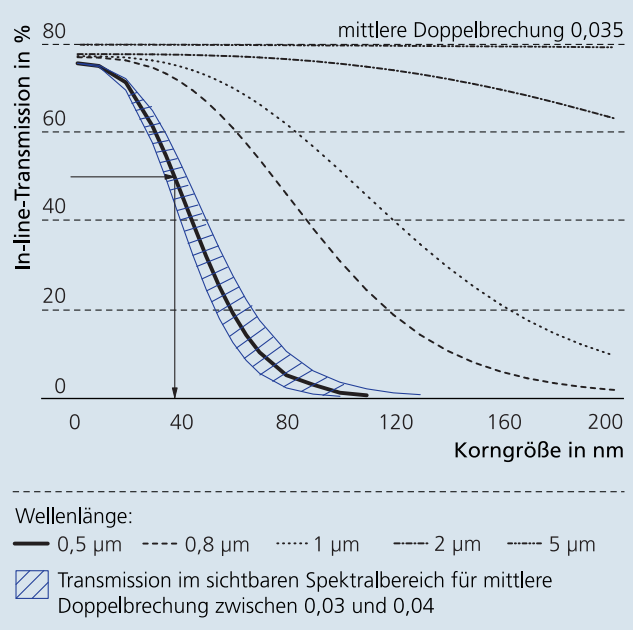




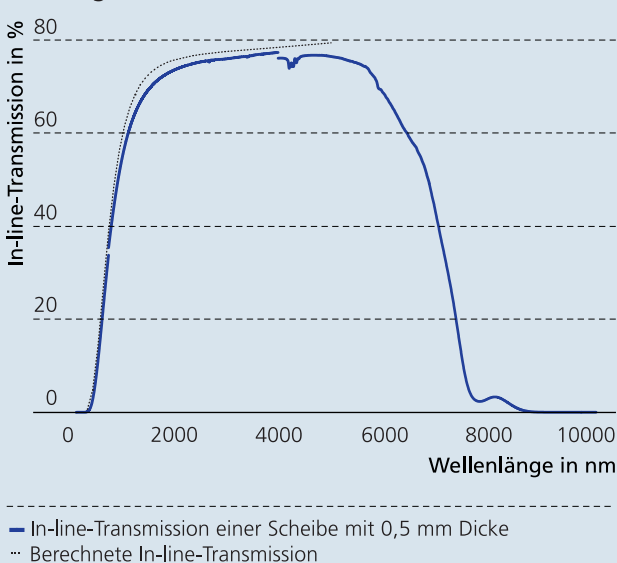
tertes Gefüge mit einer mittleren Korngröße von 118 nm zu sehen. Bild 4 zeigt die Durchsicht durch eine Scheibe dieses Materials. Die Totaltransmission, gemessen mit einem CARY4000 Spektrometer mit interner Ulbrichtkugel, beträgt auch bei geringer Restporosität 54 bis 57% im sichtbaren Spektralbereich. Die maximale In-line-Transmission der dichtgesinterten Keramik von 77% im IR-Bereich bei 4 bis 5 μm stimmt gut mit der berechneten Transmission für eine mittlere Doppelbrechung von 0.035 (untenstehende Graphik) überein.

Unter der Voraussetzung, dass eine Transmission von mindestens 50% im sichtbaren Bereich des Lichts notwendig ist, um durch die Keramik ähnlich wie durch ein Glasfenster hindurchschauen zu können, wäre bei 1 mm Dicke eine mittlere Gefügekorngröße von < 40 nm erforderlich. Allerdings ist auch bei 50% Transmission die weißliche oder gelbliche Lichtstreuung der Kristallite noch sichtbar und mit zunehmender Dicke des Fensters nimmt die Transmission weiter ab. Für eine anzustrebende Qualität mit > 70% Transmission sind entsprechend

Simulation des Einflusses von Korngröße auf In-line-Transmission bei verschiedenen Wellenlängen



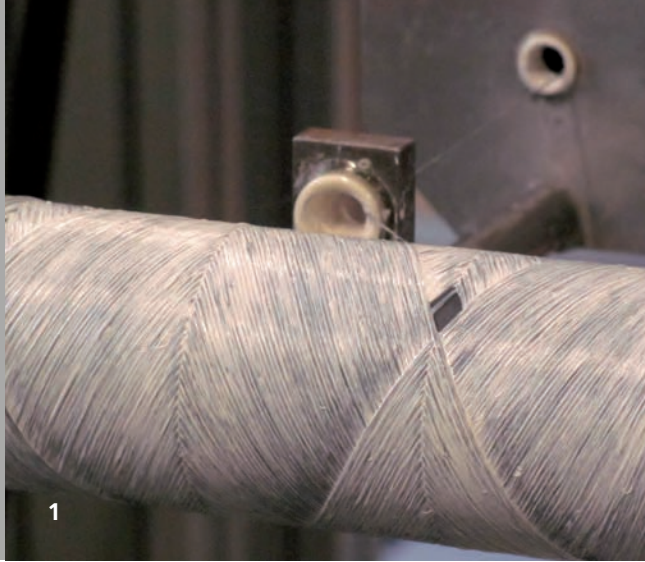
In-line-Transmission von tetragonalem ZrO_2 : Messung und Simulation



den Simulationsrechnungen Korngrößen < 20 nm erforderlich. Die Rechnungen zeigen allerdings auch, dass der Einfluss der Korngröße im IR-Bereich deutlich abnimmt.

Die hohe Transmission im mittleren IR-Bereich macht das dichtgesinterte nanoskalige tetragonale ZrO_2 zu einem aussichtsreichen und attraktiven Material für hochbeständige IR-Fenster mit verbesserten mechanischen Eigenschaften.

- 1 TEM-Aufnahme des ZrO_2 (3 Mol-% Y_2O_3)-Pulvers.
- 2 SEM-Aufnahme mit mittlerer Korngröße von 95 nm.
- 3 SEM-Aufnahme mit mittlerer Korngröße von 118 nm.
- 4 Foto einer ZrO_2 -Scheibe von 0,5 mm Dicke in Durchsicht.



FASERVERBUNDKERAMIKEN FÜR HOCHTEMPERATURANWENDUNGEN

Dipl.-Ing. Katrin Schönfeld, Dr. Hagen Klemm

Motivation

Keramische Faserverbundwerkstoffe (CMC) spielen aufgrund ihrer exzellenten Materialeigenschaften eine immer wichtigere Rolle. Vor allem beim Einsatz unter hohen Temperaturen ($> 800\text{ °C}$) besitzen keramische Werkstoffe ein hohes Potenzial, metallische Werkstoffe zu ersetzen bzw. Verfahren und Prozesse bei weitaus höheren Temperaturen zu ermöglichen. Das ist bei immer knapper werdenden natürlichen Rohstoffressourcen sowie unter Energie- und Umweltaspekten von großer Bedeutung. Durch eine gezielte Einlagerung von keramischen Fasern in eine keramische Matrix wird das ansonsten spröde Verhalten von monolithischen Keramiken (katastrophales Versagen durch Sprödbrech) dahingehend verändert, dass die unter mechanischer Belastung gebildeten Risse abgelenkt und verzweigt werden. Somit liegt ein schadenstolerantes Verhalten vor, das besonders bei zyklischer Beanspruchung von Bauteilen interessant ist.

Verfahrensentwicklung

Am Fraunhofer IKTS wurde eine Technologie zur Herstellung keramischer Faserverbundwerkstoffe entwickelt, deren Grundlage das gezielte Ablegen von keramischen Faserbündeln auf rotationssymmetrische Kerne ist. Mit Hilfe eines CAD-Programms können Geometrie, Faserausrichtung sowie Wickelstruktur variiert werden.

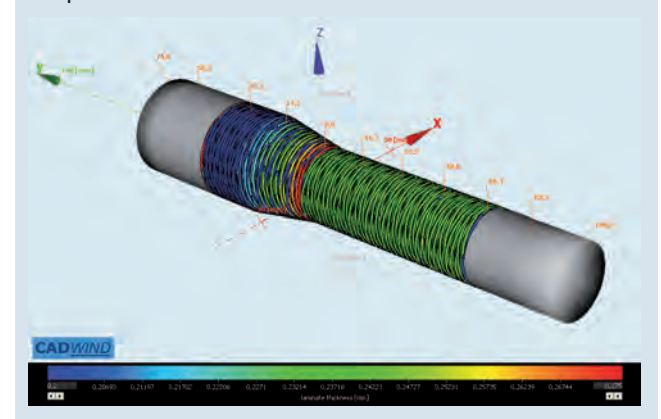
Ausgangsmaterial für die Entwicklung von nichtoxidischen CMC war eine hochtemperaturstabile SiC-Faser (UBE SA 3).

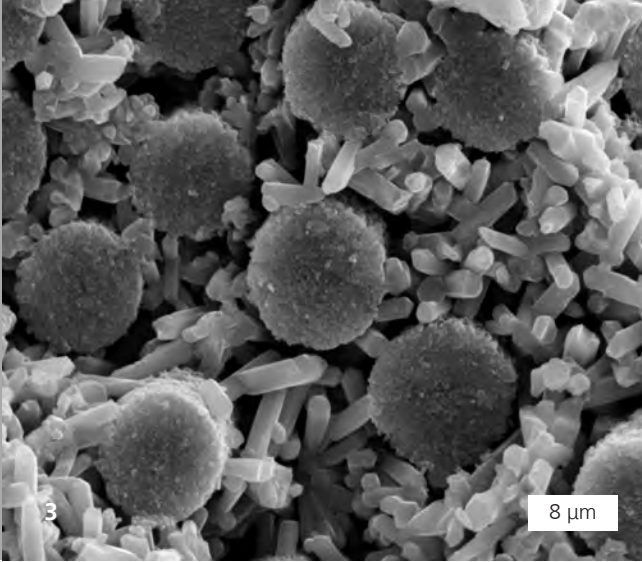
Während des Wickelprozesses wurde das Faserbündel mit einem keramischen Schlicker (SiC , Si_3N_4) getränkt, der die Grundlage für den späteren Matrixaufbau darstellt. Die mit diesem Verfahren hergestellten Rohkörper wurden im Anschluss mehrmals mit einem prekeramischen SiCN-Precursor infiltriert und pyrolysiert (PIP) sowie gesintert.

Ergebnisse

Durch eine gezielte Variation von Ausgangsmaterialien, Faserbeschichtung, Faser-Ablegemuster sowie Sinterbedingungen wurden SiC-Faser verstärkte $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiC}$ -Komposite mit unterschiedlichen Eigenschaften hergestellt. Bei einem Kreisringtest zeigten diese Werkstoffe ein schadenstolerantes Verhalten mit Festigkeiten von $> 200\text{ MPa}$.

CAD-Darstellung eines geplanten Faserverbundkörpers

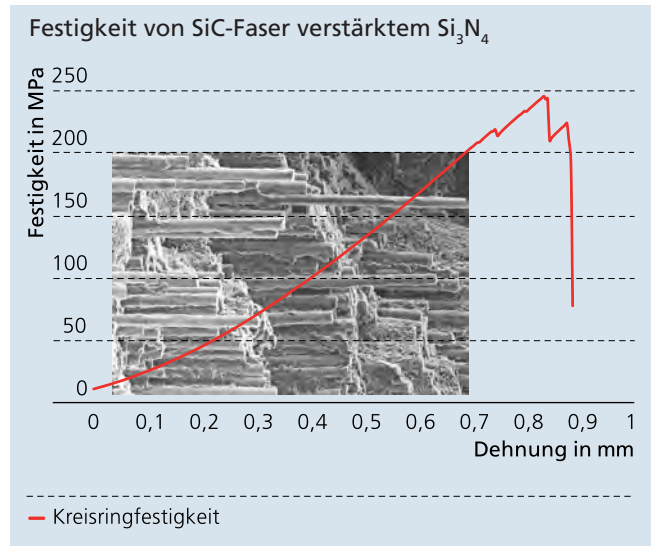




Den Schwerpunkt bei der Hochtemperaturcharakterisierung dieser Werkstoffe bildeten Oxidations- und Korrosionsuntersuchungen (Heißgas mit hoher Strömungsgeschwindigkeit) im Temperaturbereich von 1200 bis 1450 °C. Grundvoraussetzung für eine hohe Oxidations- und Korrosionsstabilität war die Bildung einer nahezu dichten Schicht auf der Oberfläche der Kompositmaterialien. Während bei Oxidationsprozessen eine in situ gebildete SiO₂-Oberflächenschutzschicht den Zutritt von Sauerstoff und somit die Oxidation im Inneren ausreichend verhinderten, mussten die Werkstoffe zur Unterdrückung der Heißgaskorrosion zusätzlich mit einer Oberflächenkorrosionsschutzschicht (environmental barrier coating, EBC) beschichtet werden. EBC-Schichten auf der Basis von Silikaten der Seltenen Erden zeigten hier erfolgversprechende Ergebnisse. Das Design des Oberflächengefüges der CMC-Werkstoffe mit oxidations- und korrosionsschützender Funktion ist Gegenstand zukünftiger Untersuchungen.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Werkstoffentwicklung für keramische Faserverbundwerkstoffe
- Herstellung von Bauteilen aus keramischen Verbundwerkstoffen
- Mechanische Werkstoffprüfung
- Hochtemperaturcharakterisierung in oxidierenden und korrosiven Medien
- Entwicklung von Oberflächenschutzschichten (EBC) auf CMC

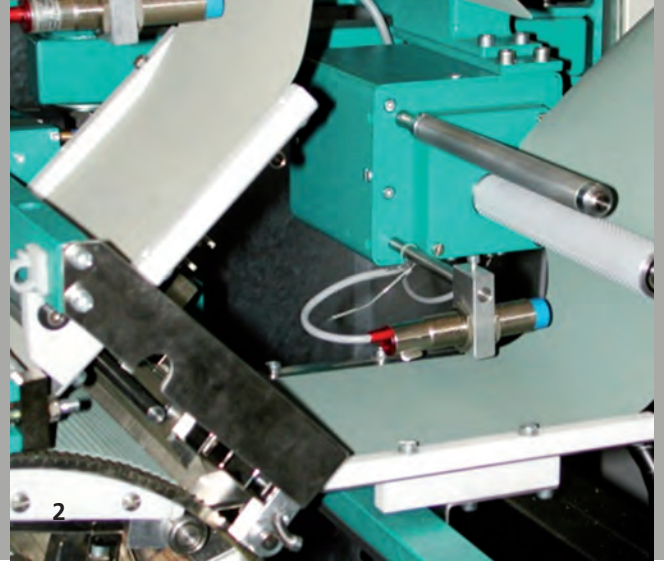
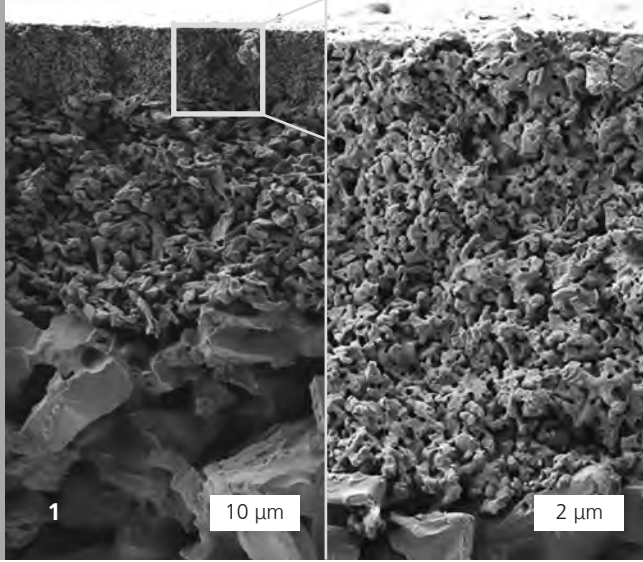


Danksagung

Die hier vorgestellten Arbeiten sind im Rahmen des Dresdner Innovationszentrums Energieeffizienz (DIZE^{eff}) mit freundlicher Unterstützung der EU entstanden.

- 1 Faserwickelprozess.
- 2 Bauteile aus SiC_f/Si₃N₄.
- 3 Gefügebild Faserverbundkeramik.
- 4 Armiertes SSiC-Rohr.





FERTIGUNGSaufbau für kostengünstige Keramikstacks zur Flüssigfiltration

Dipl.-Ing. Heike Heymer, Dr. Hans-Jürgen Richter, Dipl.-Ing. Olaf Scheithauer, Dr. Burkhardt Fassauer, Dipl.-Krist. Jörg Adler

Kommerziell werden zur Membranfiltration preiswerte Polymermembranen eingesetzt. Keramikmembranen weisen jedoch bessere Eigenschaften bezüglich chemischer Stabilität, definierter Porenweite und Langzeitstabilität auf. Ziel war es, ein kostengünstiges Werkstoff- und Technologiekonzept für keramische Mikrofiltrationsmembranen im großtechnischen Maßstab zu entwickeln.

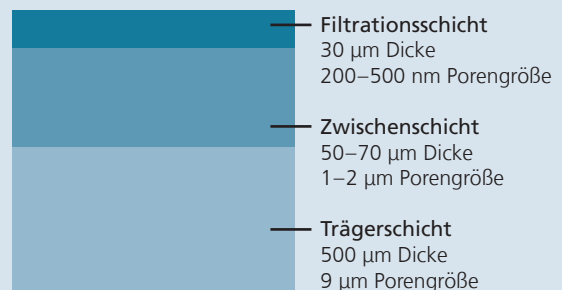
Das Fraunhofer IKTS hat im Rahmen eines durch das Land Sachsen geförderten Projekts ein Konzept zur Herstellung kostengünstiger Keramikmembranen für die Flüssigkeitsfiltration entwickelt und alle technologischen Voraussetzungen geschaffen, diese im Pilotmaßstab herstellen zu können. Neben der Materialauswahl und der Technologieentwicklung sind auch Prüfmethode für die Filterelemente konzipiert worden.

Das Konzept sieht einen 3-schichtigen Aufbau (Graphik rechts) vor. Als Werkstoff wurde ein glasgebundenes SiC gewählt, welches ein Cofiring der verschiedenen porösen Schichten ermöglicht. Die Gesamtporosität des Materials beträgt 45 %. Die Supportfestigkeit erreicht ein Niveau von 50 MPa. Das verwendete Glas ist im Bereich pH = 1,5 bis 9 chemisch beständig. Die für Mikrofiltrationsmembranen notwendige Reinigungsprozedur muss für dieses Glas jedoch im Einzelfall angepasst werden. Hierfür liegen am Fraunhofer IKTS bereits Erfahrungen durch Korrosionsversuche mit üblichen Membranreinigungsmitteln vor.

Für das glasgebundene SiC wurde ein Foliengießprozess auf Basis wässriger Suspensionen für die Herstellung 2-lagiger Folien (Träger- und Zwischenschicht) entwickelt. Durch wellen-

förmige Strukturierung der Grünfolien und anschließendes Verbinden von gewellter und planarer Folie werden flache Mehrkanalelemente hergestellt. Diese werden in einem Durchlaufofen mit einem speziell auf den Glasbinder abgestimmten Brennregime innerhalb von ca. 2,5 h gesintert. Anschließend erfolgt das Aufbringen der außen liegenden Membranschicht durch einen Tauchprozess (Dip-Coating), wobei zehn Filterelemente maschinell gleichzeitig getaucht werden können. Nach einem weiteren gleichartigen Sinterschritt werden die Mehrkanalelemente mittels Bubble-Point-Messung auf eventuelle Fehlstellen geprüft. Es ist prinzipiell möglich, in einem einstufigen Sinterverfahren alle drei Schichten gleichzeitig zu verfestigen. Dieses Verfahren befindet sich derzeit in der Entwicklung. Für den Aufbau eines Filterstapels (Stack) aus beispielsweise 31 Mehrkanalelementen werden die Einzelelemente mit einem Polyurethan-Gießharz eingegossen.

Filteraufbau





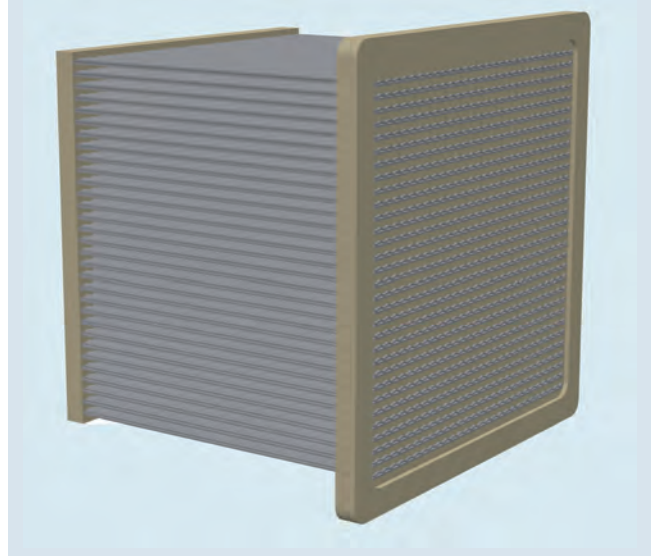
Das zu filtrierende Medium durchströmt die Zwischenräume zwischen den Mehrkanalelementen im Stack. Das Filtrat fließt durch die Kanäle ab. Durch die spezielle Membrangeometrie kommt es zur Auflösung der laminaren Strömungsverhältnisse und die Konzentrationspolarisation über der Membranoberfläche wird weitgehend verhindert, so dass schon bei niedrigen Überströmgeschwindigkeiten hohe Filtratflüsse erzielt werden können. Durch die Reduzierung der notwendigen Überströmgeschwindigkeit und damit der aufzubringenden Energiekosten ist das am Fraunhofer IKTS entwickelte Konzept eine sinnvolle Alternative zum bisherigen Stand der Technik (Rohrbündelmembranen aus Aluminiumoxid).

Die entwickelten SiC-Membranen weisen ein sehr breites Einsatzspektrum auf und eignen sich durch ihre hohe chemische Beständigkeit und die hohe Abrasionsstabilität z. B. für die Filtration von biogenen Systemen, wie Gärresten von Biogasanlagen oder Faulschlamm. Diese Medien stellen durch die darin enthaltenen Mikroorganismen, das dadurch verursachte Biofouling und den hohen Anteil an Feinstoffen eine große Herausforderung für Filtrationssysteme dar. Mit dem neuen System konnten in Laborversuchen bereits sehr gute Ergebnisse für den Nährstoffrückhalt bei der Gärrestentwässerung erzielt werden. Zurzeit erfolgt die Erprobung der Membranstacks auf einer großtechnischen Biogasanlage.

Leistungs- und Kooperationsangebot

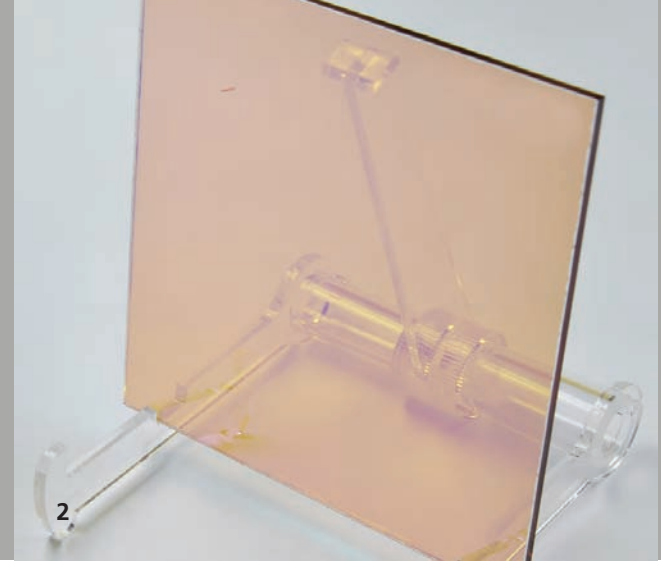
- Werkstoff- und Technologieentwicklung für kostengünstige Keramikmembranen
- Filtermodulentwicklung und -fertigung
- Verfahrens- und Anwendungstest
- Upscaling und Kommerzialisierung

3D-Darstellung des Filtermoduls mit 31 Filterelementen



- 1 3-Schichtaufbau des Filters.
- 2 Faltnlage (Strukturierung der Grünfolie).
- 3 Durchlaufofen.
- 4 Versuchsstand auf einer großtechnischen Biogasanlage.





PLASMA-CVD-ABSCHIEDUNG FUNKTIONALER DÜNNSCHICHTEN

Dipl.-Ing. Stefan Uhlig, Dr. Katja Wätzig, Dr. Isabel Kinski

Die plasmaunterstützte chemische Gasphasenabscheidung (PECVD) ist ein Verfahren in der industriellen Fertigung von Solarzellen auf Basis von dünnen, funktionalen Schichten. PECVD unterscheidet sich vom konventionellen (thermischen) CVD-Verfahren durch die Aktivierung der gasförmigen oder flüssigen Precursoren mittels einer rf-Anregung (beispielsweise 13,56 MHz). Durch das Plasma werden Reaktionen zur Bildung der Dünnschichten bereits bei niedrigeren Temperaturen ($< 450\text{ °C}$) als beim thermischen CVD (bis $> 1000\text{ °C}$) begünstigt. Somit lassen sich Materialien mit maßgeschneiderten Eigenschaften auch auf temperaturempfindlichen Substraten abscheiden. Dünnschichtsolarzellen basieren auf nacheinander abgeschiedenen dünnen Absorberschichten (z. B. amorphes, mikrokristallines Silizium oder SiC_x), funktionalen Schichten zur Kontaktierung (z. B. transparent leitfähige Oxide – TCO) und Reflexionszwischen-schichten (z. B. SiO_x , SiN_x).

Mit der AK 800 der Roth & Rau AG steht dem Fraunhofer IKTS eine Anlage im Pilotmaßstab mit Substratgrößen von bis zu $50 \times 50\text{ cm}^2$ zur Verfügung und ist der Schlüssel für die industrielle Maßstabsübertragung der am Institut optimierten Verfahrensschritte und entwickelten Materialien. Es können an dieser Anlage sowohl die Absorber- und Reflexionszwischen-schichten als auch die TCOs abgeschieden werden, sodass sich alle nötigen Schichten für die Dünnschichtsolarzelle im Multischichtverband erzeugen lassen.

In zwei durch ein Loadlock verbundenen Reaktionskammern sind Prozesse bei 0,1 bis 10 mbar Prozessdruck und Temperaturen bis 450 °C möglich. Die Parallelplattenanordnung mit variablem Plattenabstand und Plasmaleistungen bis 2500 W

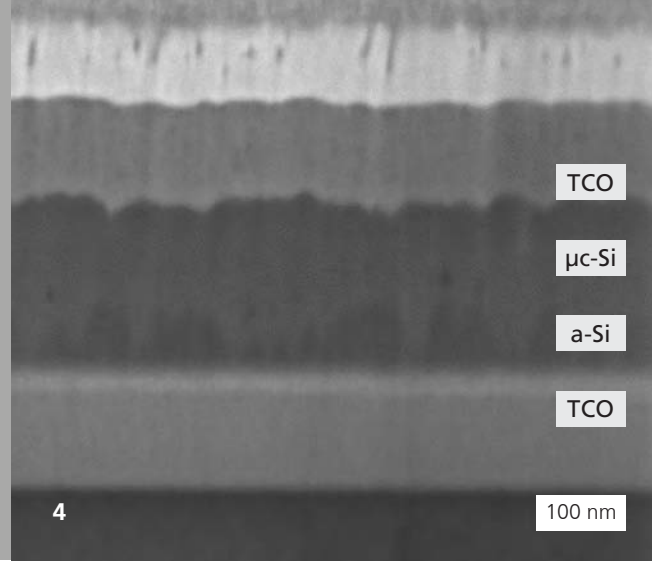
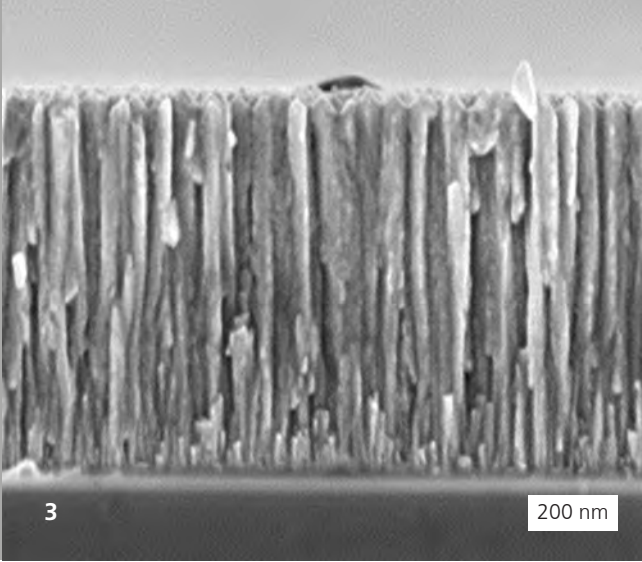
eignen sich für verschiedenste Abscheidungsprozesse je nach Schichtanforderung. Folgende Beispiele für dünne Siliziumabsorberschichten und transparente leitfähige Zinkoxidschichten unterstreichen die Vielfalt des PECVD-Prozesses.

Mikrokristallines und amorphes Silizium

Absorberschichten auf Siliziumbasis werden über Gase (z. B. Monosilan) oder flüssige Precursoren (z. B. höhere Silane) abgeschieden. Dabei kann durch die Variation der Prozessparameter der Kristallinitätsgrad gezielt eingestellt werden. Amorphe und mikrokristalline Siliziumschichten (a-Si und $\mu\text{-Si}$) weisen unterschiedliche Bandlücken auf und können in Kombination miteinander beispielsweise in der Tandem-Dünnschichtsolarzelle einen weiteren Bereich (400 bis 1100 nm) des Sonnenlichtspektrums absorbieren und tragen somit entscheidend zur Effizienzsteigerung bei.

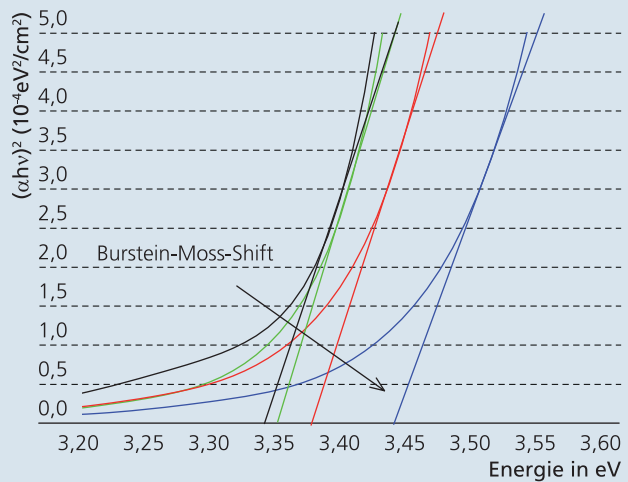
Transparent leitfähiges Zinkoxid

Optoelektronische Komponenten und Systeme (OLED, Dünnschicht-Solarzelle) verlangen nach einem transparenten und leitfähigen Material für die elektrische Kontaktierung der optischen Funktionsschichten bei gleichzeitigem breitbandigen Lichtdurchlass. Zinkoxid ist mit dem direkten Bandübergang von 3,4 eV ein herausragender Kandidat für hohe Lichtdurchlässigkeit und kann durch die Dotierung mit Elementen der Gruppe 13 zum n-Typ-Halbleiter werden. In enger Zusammenarbeit mit der Professur für Halbleiterphysik und der Professur



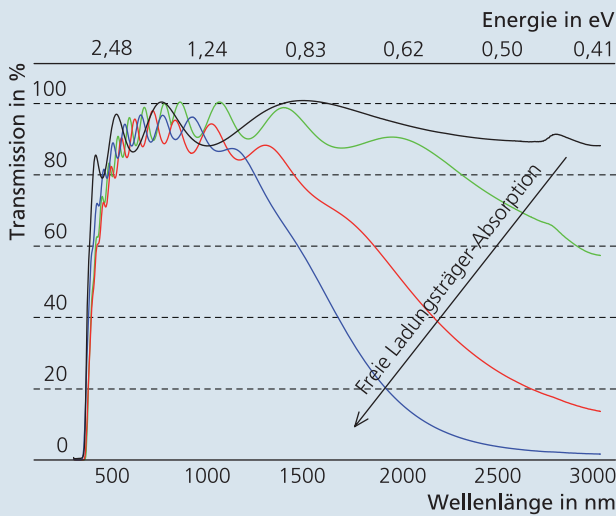
für Anorganisch-Nichtmetallische Werkstoffe der TU Dresden entwickeln Wissenschaftler in einem geförderten Verbundprojekt (Dresdner Innovationszentrum Energieeffizienz DIZE^{eff}) Zinkoxidschichten, die mittels PECVD auf Glassubstraten abgeschieden werden. Durch den Einsatz verschiedener Dotanden lassen sich die Mechanismen zur Ausbildung der n- oder p-Typ-Leitung im Zinkoxid untersuchen und die Einflussparameter auf das Schichtwachstum erforschen. In dotierten ZnO-Schichten (ZnO:B) wurden eine Transparenz von > 80 % im sichtbaren Lichtspektrum und hohe Ladungsträgerkonzentrationen > 10²⁰ cm⁻³ nachgewiesen.

Optische Bandlücke und Burstein-Moss-Shift durch Dotierung der ZnO-Schicht mit Bor



Verschiebung der optischen Bandlücke (Burstein-Moss-Shift) in Abhängigkeit vom Borgehalt in den ZnO-Schichten

Transmission der ZnO:B-Schicht in Abhängigkeit vom Dotiergaseinsatz



Zunahme der Absorption ($\lambda > 1200$ nm) und Verschiebung der optischen Bandlücke durch freie Ladungsträger in Abhängigkeit vom Borgehalt in den ZnO-Schichten

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Abscheidung funktionaler Schichten
- Evaluierung von Parametern für PECVD-Prozesse
- Prozessüberführung in den Pilotmaßstab
- Synthese von metallorganischen Verbindungen
- Evaluierung von Precursoren für PECVD-Prozesse

- 1 Zweikammer-PECVD-Anlage.
- 2 a-Si-Dünnschicht auf Glas.
- 3 TCO-Dünnschicht (ZnO).
- 4 Heterojunction-PV-Zelle.



FORSCHUNGSFELD

VERFAHREN UND BAUTEILE

Abteilungsleiter:
Dr. Michael Stelter

Profil

Das Forschungsfeld »Verfahren und Bauteile« umfasst Herstellungsverfahren für keramische Komponenten und Baugruppen. 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 sowie gesinterten Zustand bis hin zu Verbindungs- und Integrationstechniken. Die technischen Ausrüstungen erlauben ein Upscaling aller technologischen Einzelprozesse bis hin zur Übertragung in den industriellen Maßstab beim Kunden.

Das Design von keramischen und metallischen Werkstoffen sowie Verbundmaterialien und deren Vorprodukten steht im Mittelpunkt unserer Pulvertechnologie. Silikat- und Polymerkeramiken bilden weitere Werkstoffschwerpunkte. Die Komponentenentwicklung bedient sich der vielfältigen Möglichkeiten der plastischen, thermoplastischen und Gießformgebung sowie verschiedenster Presstechnologien. Bauteiloberflächen werden mit Plasmaspritzverfahren veredelt.

Die technologischen Ketten werden durch eine leistungsfähige und innovative Grün- und Finishbearbeitung komplettiert. Unser hoher Qualitätsanspruch wird durch ein erstklassiges QM-System und zahlreiche Zertifizierungen und Fachauditorien unterstrichen.

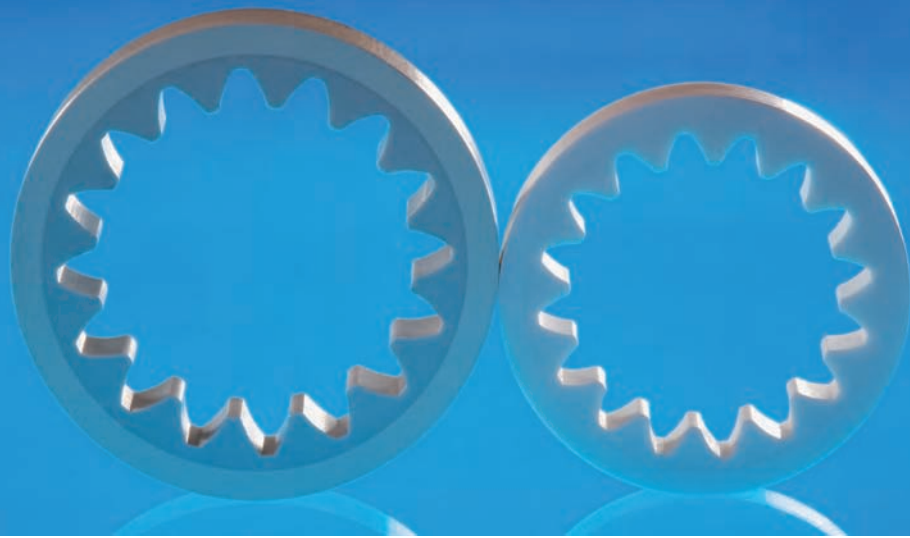
In der Summe bietet das Forschungsfeld hervorragende Möglichkeiten, neue Ideen für Komponenten, Systemlösungen sowie weiterentwickelte Werkstoffe schnell, zuverlässig und kostengünstig in Prototypen und Kleinserien umzusetzen. Das flexible Angebot und die schnelle Reaktionsfähigkeit helfen unseren Kunden, Markteinführungsintervalle neuer Produkte zu reduzieren.

Leistungsangebot

- Verfahrens-, Bauteil- und Systementwicklung im Technikumsmaßstab
- Auftragsforschung und Verbundprojekte
- Fertigungsprozessbezogene Dienstleistungen
- Technologietransfer
- Wissenschaftlicher Gerätebau
- Machbarkeitsstudien
- Beratung und Schulungsprogramme

Gemeinsam mit den weiteren Forschungsfeldern des Fraunhofer IKTS und deren Expertise in Modellierung, Werkstoffentwicklung und -charakterisierung bieten wir unseren Partnern eine kompetente Beratung und exzellente FuE-Leistungen. Bei Erfordernis binden wir die Kompetenzen weiterer Partner aus der Fraunhofer-Allianz AdvanCer ein.

www.advancer.fraunhofer.de



Abteilungsleiter

Dr. Michael Stelter
Telefon +49 351 2553-7648
michael.stelter@ikts.fraunhofer.de



Pulvertechnologie

Dr. Manfred Fries
Telefon +49 351 2553-7810
manfred.fries@ikts.fraunhofer.de



Thermisches Spritzen

Dipl.-Ing. (FH) Bernd Gronde
Telefon +49 36601 9301-4758
bernd.gronde@ikts.fraunhofer.de



Formgebung

Dr. Tassilo Moritz
Telefon +49 351 2553-7747
tassilo.moritz@ikts.fraunhofer.de



Pilotfertigung hochreine Keramik

Dipl.-Chem. Frank Kastner
Telefon +49 36601 9301-4300
frank.kastner@ikts.fraunhofer.de



Bauteilentwicklung

Dipl.-Ing. Jens Stockmann
Telefon +49 351 2553-7561
jens.stockmann@
ikts.fraunhofer.de



Oxid- und polymerkeramische Komponenten

Dipl.-Ing. Henry Ludwig
Telefon +49 36601 9301-4968
henry.ludwig@ikts.fraunhofer.de



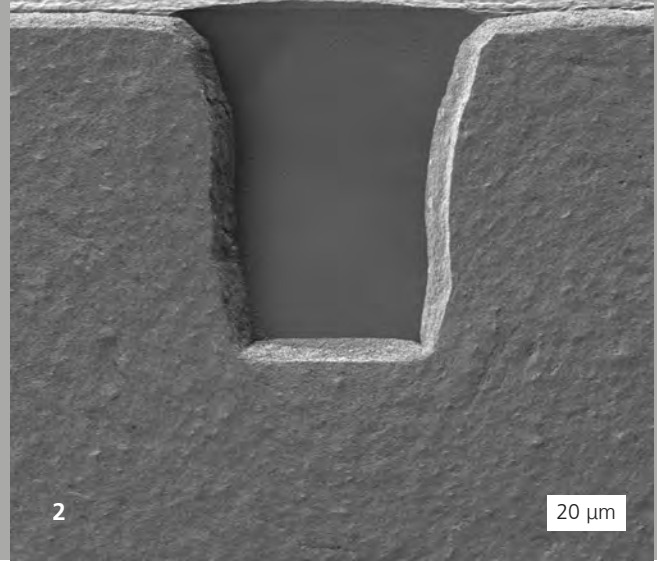
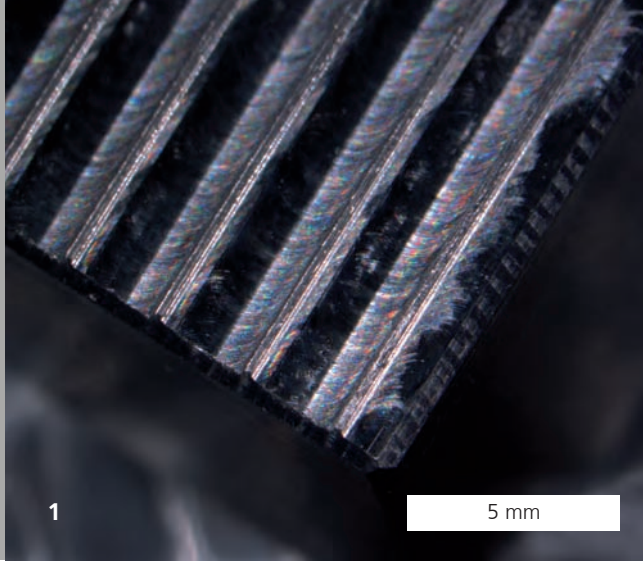
Finishbearbeitung

Mst. Matthias Nake
Telefon +49 351 2553-7586
matthias.nake@ikts.fraunhofer.de



Verfahrenstechnik und Silikatkeramik

Dipl.-Chem. Gundula Fischer
Telefon +49 36601 9301-1850
gundula.fischer@ikts.fraunhofer.de



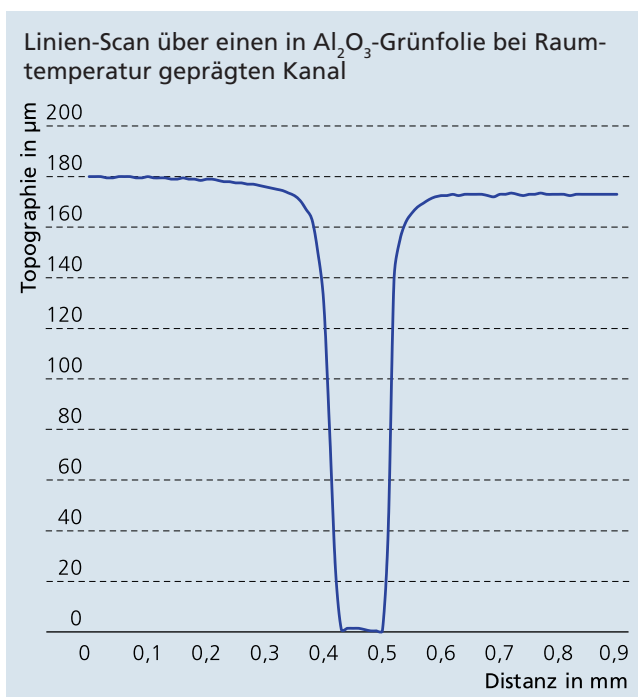
STRUKTURIERUNG KERAMISCHER GRÜNFOLIEN MITTELS PRÄGEN

Dip.-Ing. (FH) Anja Kucera, Dr. Tassilo Moritz

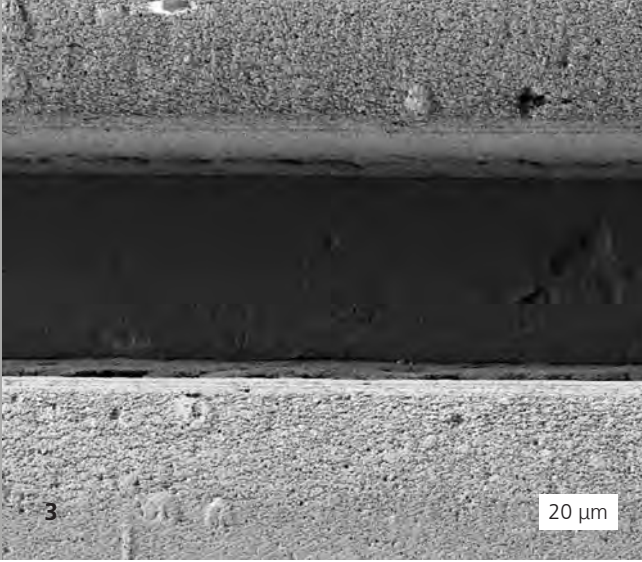
Der Einsatz keramischer Substrate erlaubt seit vielen Jahrzehnten die Herstellung von Funktionsbauteilen in Multilayer-Technologie. Die Integration von Kanalstrukturen ermöglicht zukünftige Anwendungen in der Bio- und Sensortechnologie oder der Mikroreaktionstechnik. Voraussetzung hierfür sind allerdings präzise, reproduzierbare und hochproduktive Fertigungsverfahren für die kostengünstige Serienfertigung strukturierter Multilayer.

Im Rahmen des EU-Large-Projekts MULTILAYER (FP7-NMP-2007-214222) wurden am Fraunhofer IKTS Aluminiumoxid-

und Zirkonoxid-Grünfolien entwickelt, die als Kanalelemente in einen Mikroreaktor integriert werden sollen. Beim Prägen als formgebenden Prozess können innerhalb eines Prägevorgangs dreidimensionale Strukturen erzeugt werden, deren Aspektverhältnisse innerhalb eines Bauteils variieren. Zukünftig soll die Strukturierung im Rolle-zu-Rolle-Verfahren ein Upscaling zur Großserienproduktion erlauben. Im Gegensatz zum Heißprägen, wie es in der Kunststoff verarbeitenden Industrie etabliert ist, sollen deshalb die keramischen Grünfolien bei Raumtemperatur prägbar sein, wodurch die Zykluszeit für die Bearbeitung deutlich verkürzt wird.



Der Schwerpunkt innerhalb des Projekts lag auf der Entwicklung von Folien mit wasserbasierten Bindersystemen, die für die Weiterverarbeitung mittels Prägen bei Raumtemperatur geeignet sind. Hierbei bestimmten zum einen Umweltaspekte und zum anderen die mechanischen Eigenschaften des Bindersystems die Auswahl der Einzelkomponenten. Dafür wurden eine Vielzahl an Folienrezepturen entwickelt und deren Fließverhalten während der Bearbeitung sowie der elastisch-plastische Anteil im Bindersystem charakterisiert. Dabei kamen unter anderem Zugversuche und Mikroindenterests zum Einsatz. Resultierend wurde eine geeignete Zusammensetzung gewählt, die als Bindersystem einsetzbar und skalierbar ist. Zur optimalen Prozesskontrolle wurden Prägeversuche an einer modifizierten Zug-Druck-Prüfmaschine durchgeführt. Als Prägewerkzeug kam ein Messing-Werkzeug zum Einsatz. Die Kanalhöhe und die Abformgeometrie wurden modifiziert, um den elastischen Anteil des Binders bei Verformung zu kompensieren. Verschiedene Prozessparameter, wie maximale Presskraft, Haltezeit oder Eindruckgeschwindigkeiten, wurden



variiert und deren Einfluss auf das Prägeergebnis untersucht. Das Ergebnis war eine Kanalstruktur, wie sie in den Graphiken und Bild 2 zu sehen ist. Deren Dimensionen können z. B. mittels der konfokalen Weißlicht-Mikroskopie sehr gut abgebildet und vermessen werden.

Durch Laminieren im Grünzustand kann ein Verbund einer derartig strukturierten Folie mit einer gleichartigen unstrukturierten Folie erreicht werden. Hierfür werden derzeit Entwicklungen zum kaltchemischen Laminieren durchgeführt. Auch konventionelle Verfahren wie heißisostatisches und uniaxiales Laminieren werden untersucht, um einen optimalen Verbund zwischen zwei Schichten bei gleichzeitiger Erhaltung der integrierten Struktur zu gewährleisten. Die somit erhaltenen Kanalelemente sollen dem Transport von Fluiden innerhalb eines Mikroreaktors dienen und gleichzeitig ein mechanisches Interface herstellen.

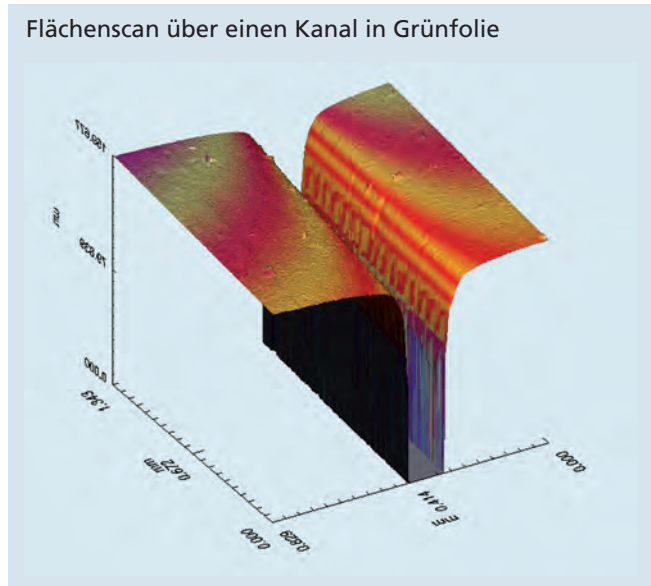
Danksagung

Die vorliegenden Ergebnisse wurden maßgeblich im Rahmen des EU-Large-Projekts MULTILAYER (FP7-NMP-2007-214222) erarbeitet. Die Bereitstellung des Prägewerkzeugs durch die BPE International Dr. Hornig GmbH sei dankend erwähnt.

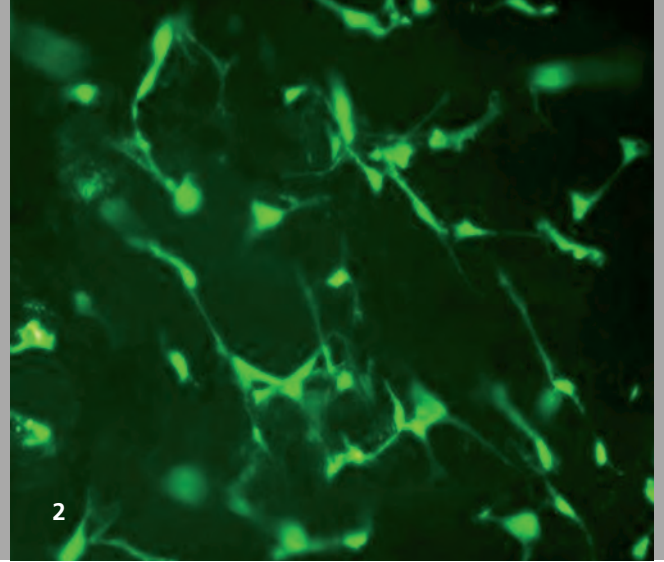
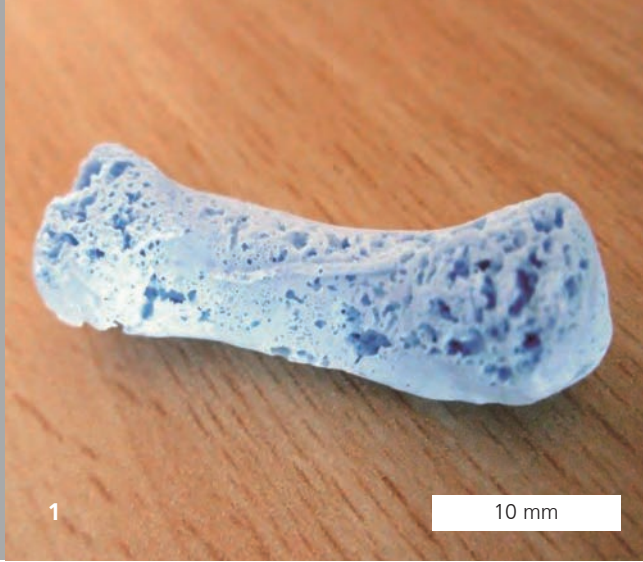
Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung wässriger und organischer sowie UV-härtbarer Foliengießschlicker
- Entwicklung von Grünfolien sowie deren Verarbeitung mittels Prägen, Tiefziehen, Wellen, Wickeln und Laminieren

Flächenscan über einen Kanal in Grünfolie



- 1 Prägewerkzeug aus Stahl.
- 2 REM-Aufnahme eines Querschliffes durch einen Kanal in Al_2O_3 -Grünfolie.
- 3 REM-Aufnahme einer Kanal-Draufsicht in Al_2O_3 -Grünfolie.



GEFRIERSCHÄUME – ZELLULARE STRUKTUREN FÜR VIELFÄLTIGE ANWENDUNGEN

M. Sc. (Chem.) Matthias Ahlhelm, Dr. Tassilo Moritz

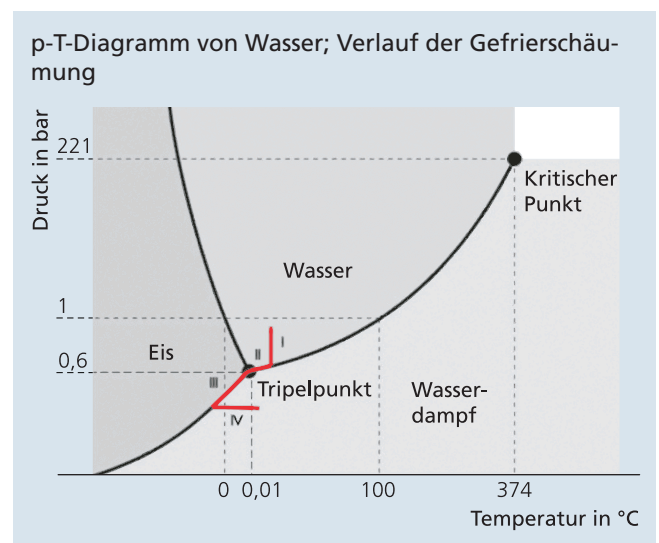
Poröse, zelluläre keramische Materialien zeichnen sich neben den bekannten typisch keramischen Eigenschaften (z. B. Verschleißfestigkeit, Sprödigkeit) durch eine hohe Vielfältigkeit in ihren Anwendungsmöglichkeiten aus. Dabei reichen die Applikationen von der Biomedizin (Membran-Bioreaktoren, Knochengestelle) über die Biomimetik (wabenhörmige Filter) bis in den Bereich der Technik (Reaktions- und Brenntechnik, Dämmmaterialien oder Feuerfesterzeugnisse).

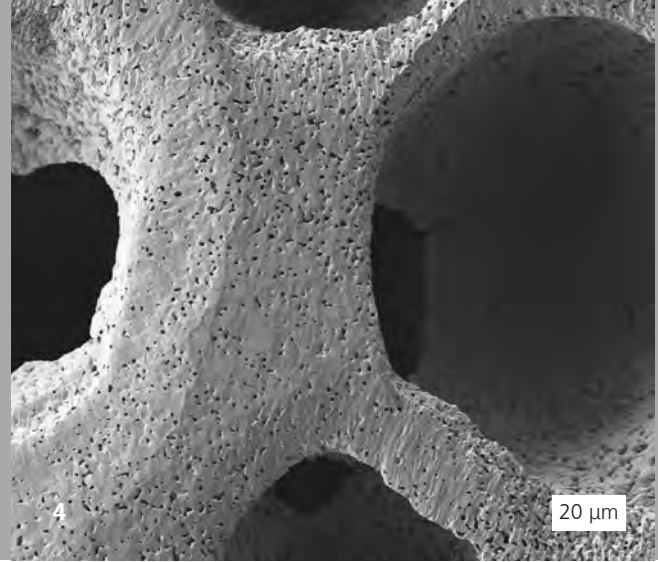
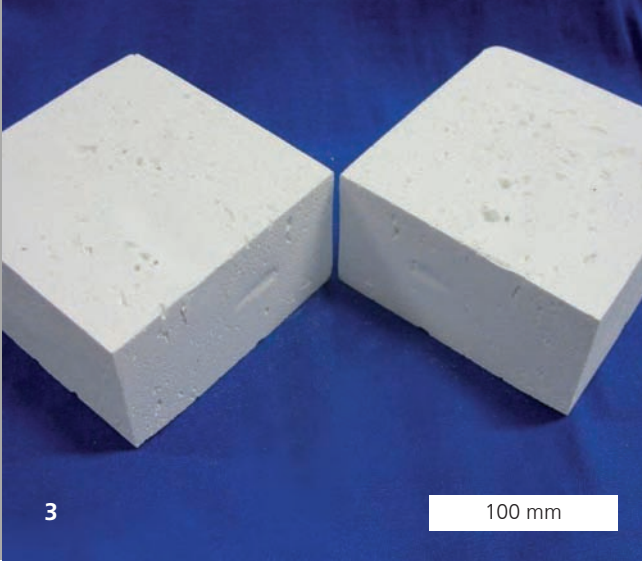
Der hier vorgestellte Prozess der Gefrierschäumung hat das Potenzial, mindestens zwei dieser Bereiche zu bedienen. Gefrierschäumen ist das Aufschäumen einer wässrigen keramischen oder metallischen Suspension mit direkt anschließender Gefriertrocknung der entstandenen porösen Struktur. Dazu wird in einem Gefriertrockner der Umgebungsdruck gesenkt, wodurch die prozesstechnisch eingebrachte Luft, vor allem aber der entstehende Wasserdampf, die Suspension aufbläht (nebenstehende Graphik, Kurvenabschnitte I-II). Da durch Verdampfung im wässrigen System die Temperatur weiter absinkt, friert am Übergangspunkt zwischen flüssigem, gasförmigem und festem Gleichgewichtszustand (Tripelpunkt) die aufgeschäumte Suspension schlagartig ein. Dieser stabile Protoschaum wird getrocknet, indem über die Stellflächen Heizwärme abgegeben wird, wodurch das gefrorene Wasser sublimiert (Kurvenabschnitt IV).

So wurde schließlich unter Verwendung von Hydroxylapatit (Merck KGaA und SIGMA-ALDRICH Cooperation) ein poröser, keramischer Schaum hergestellt, welcher nachweislich biokompatibel ist, als Medium zur Zellkultivierung (Bild 2) und sogar als Templat für die Differenzierung in unterschiedliche

Gewebetypen dienen kann. Nach Erreichen einer dem realen Knochen ähnlichen Härte wäre somit auch ein Einsatz als Implantat denkbar.

Dabei bietet das Verfahren der Gefrierschäumung ebenfalls die Möglichkeit, erwünschte zelluläre Strukturen, z. B. durch Kautschukformen, in anwendungsnahe Formen zu bringen. Bild 1 zeigt ein solches Hydroxylapatit-Replikat in Form eines Daumenknochens. Die für eine erfolgreiche Zellkultivierung notwendige Porenstruktur ist mittels zerstörungsfreier computertomographischer Aufnahmen (PROCON X-Ray, max. 150 kV) und Bildanalyseprogrammen (Porescan, Image J) sowie über Quecksilberdruckporosimetrie charakterisierbar.





In weiteren Studien gelang mit einem Mullitpulver (NABALTEC, K0/K0c) die Maßstabsübertragung auf größere Geometrien. Im Ergebnis wurden so Gefrierschäume realisiert, die die Abmaße 235 x 114 x 70 mm³ aufweisen und in ihrer Anwendung als potenzielle Feuerleichtsteine (Bild 3) dienen können. Wie in der untenstehenden Graphik zu sehen, wurden bereits für die ersten getesteten Proben (H01-H09) die Feuerfestanforderungen erfüllt. Es wurden ähnliche Wärmeleitfähigkeitswerte wie bei marktgängigen Produkten erzielt.

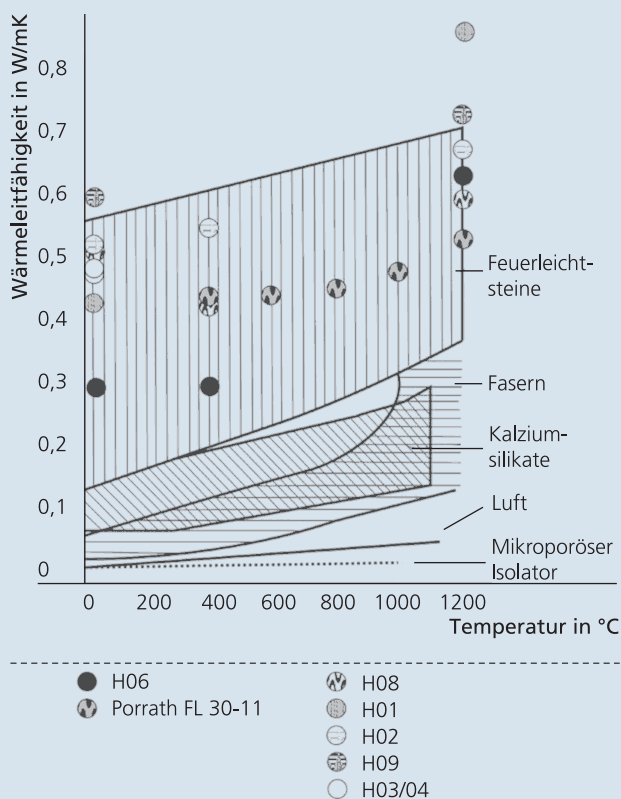
Bisher sind gefriereschäumte, zelluläre Strukturen nur im Labormaßstab herstellbar. Eine gezielte Steuerung der Prozesspa-

rameter sowie eine Anpassung der Apparatur lassen jedoch eine Steigerung der Herstellungsmenge realistisch erscheinen. Neben den vorgestellten Materialien sind auch andere keramische Ausgangsmaterialien wie SiC, ZrO₂, Al₂O₃, Hybridmischungen und ebenso Pulvermetalle (z. B. Stahl) mittels Gefrierschäumung in poröse Halbzeuge überführbar.

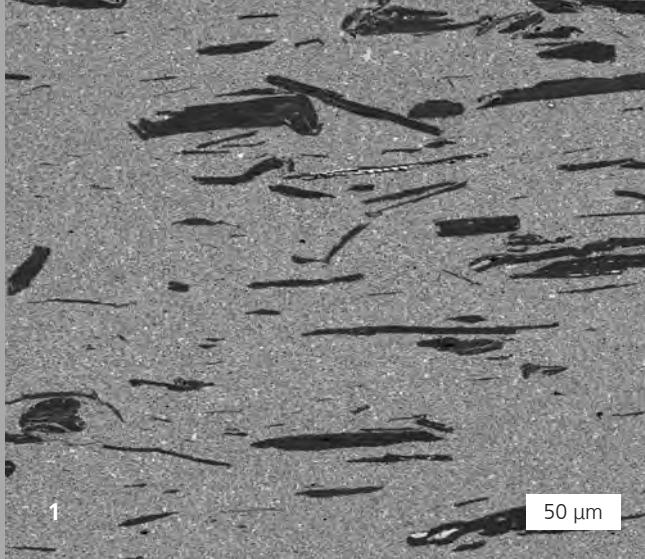
Leistungs- und Kooperationsangebot

- Gefrierschäumung
- Gefriertrocknung
- Suspensionsentwicklung

Vergleich Wärmeleitfähigkeiten gefriereschäumter Mullitproben mit Marktprodukt der Rath AG (Porrath FL 30-11)



- 1 Daumenknochenreplikate aus gefriereschäumtem Hydroxylapatit.
- 2 Lebendfärbung kultivierter hMSCs (human mesenchymal stem cells) im Hydroxylapatit-Schaum, Nachweis mit Fluoresceindiacetat; in Kooperation mit dem Fraunhofer IBMT.
- 3 Feuerleichtstein, gefriereschäumt.
- 4 Gefriereschäumte Mikrostruktur, ionenpoliert (Hydroxylapatit).



GRADIERTE MEHRLAGENSTRUKTUREN FÜR FEUERFESTBAUTEILE

Dipl.-Ing. Uwe Scheithauer, Dipl.-Ing. Kristin Haderk

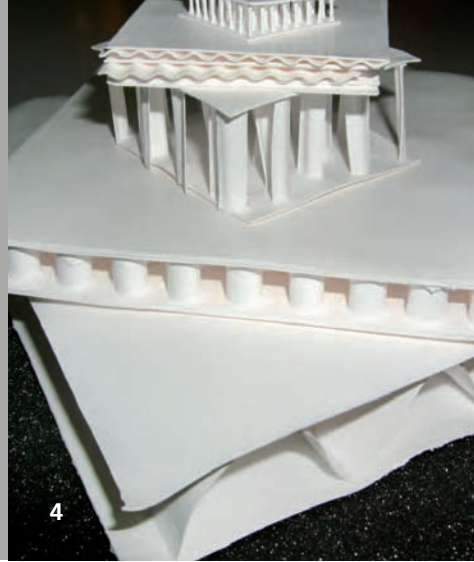
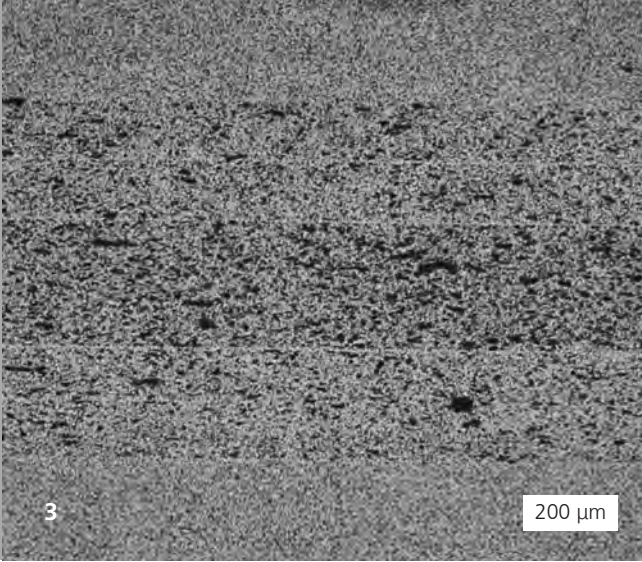
Im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms 1418 »Feuerfest – Initiative zur Reduzierung von Emissionen« werden neue Herstellungstechnologien und Charakterisierungsmethoden für die Feuerfesterzeugnisse der nächsten und übernächsten Generation entwickelt. Diese sollen sich vor allem durch eine kohlenstofffreie Zusammensetzung auszeichnen, wodurch die Oxidationsstabilität im feuerfesten Werkstoff erhöht und die Wärmeleitfähigkeit gesenkt werden kann. Hierdurch wird aufgrund verbesserter Isolationseigenschaften eine Energieeinsparung im Betrieb erwartet. Allerdings überzeugen kohlenstoffhaltige Feuerfesterzeugnisse bisher durch ihr sehr gutes Thermoschockverhalten.

Um den Verzicht auf Kohlenstoff mit einem gleichbleibenden oder besseren Thermoschockverhalten zu kombinieren, wird am Fraunhofer IKTS die keramische Mehrlagenteknologie weiterentwickelt. Sie umfasst das Gießen keramischer Grünfolien und deren Weiterverarbeitung zu Laminaten und großvolumigen Bauteilen. Ziel dabei ist es, verbesserte Thermoschockseigenschaften durch die gezielte Einbringung von Poren und die Gradierung der Porenstruktur innerhalb des Bauteils zu erreichen. Dazu werden aus wasserbasierten Foliengießschlickern Grünfolien mit verschiedenen Anteilen an Porenbildnerzusätzen gefertigt, zugeschnitten, gestapelt und laminiert. Ein neuartiges Laminierverfahren erlaubt es, die einzelnen Lagen fehlerfrei und mechanisch fest zu verbinden und diese zu einem kompakten Bauteil mit definiert gradierter Mikrostruktur zu versintern. Zudem ist es durch die Adaption eines papiertechnologischen Wickelverfahrens möglich, rotationssymmetrische Bauteile, aber auch Bauteile mit rechteckigem

Querschnitt zu fertigen, die ebenfalls eine gradiente Porenstruktur in radialer Richtung aufweisen.

Als Porenbildner werden den einzelnen Schlickern verschiedene Mengen an Cellulosefasern oder Graphitplättchen zugesetzt, die vor der Versinterung der keramischen Partikel wieder ausgebrannt werden und Poren mit definierter Größe und Ausrichtung hinterlassen. Die Besonderheit beim Foliengießen besteht in den Scherkräften, die zwischen Foliengießbrakel und Trägerfolie innerhalb des Schlickers auf die Schlickerbestandteile wirken. Da Fasern (eindimensional) und Graphitplättchen (zweidimensional) Vorzugsausrichtungen bei einwirkenden Scherkräften annehmen, werden diese horizontal im Schlicker ausgerichtet und hinterlassen nach dem Ausbrand ebenso ausgerichtete Poren. Bei der späteren Anwendung werden in diesen Poren die durch Thermoschock induzierten Risse, die sich senkrecht zu den Folienebenen ausbreiten, abgefangen und in ihrem weiteren Wachstum verlangsamt, so dass ein katastrophaler Bruch des Bauteils verzögert werden kann.

Mit Hilfe geeigneter Charakterisierungsmethoden werden die Proben mit verschiedenen Zusätzen hinsichtlich ihrer temperaturabhängigen Wärmeleitfähigkeit (spezifischer Wärmekapazität, technischer Ausdehnungskoeffizient, Dichte und Temperaturleitfähigkeit) und mechanischen Festigkeit sowie Restfestigkeit nach Thermoschock im 4-Punkt-Biegeversuch untersucht. Die so erhaltenen Daten ermöglichen Projektpartnern an der TU Bergakademie Freiberg, verschiedenste Mehrlagenstrukturen zu simulieren, um thermoschockbeständige Gradierungen im Gefüge der Bauteile zu ermitteln. Diese Mehrlagenstrukturen sollen anschließend im Fraunhofer IKTS

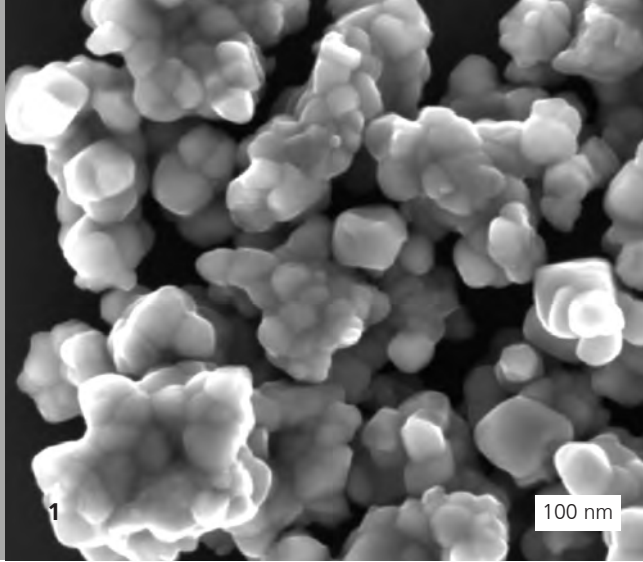


produziert und charakterisiert werden. Dazu wird ein neuer Thermoschockversuchsstand aufgebaut, der die einseitige thermische Belastung der gradiert aufgebauten Proben ermöglicht und somit die im späteren Einsatz auftretenden Belastungen des Bauteils sehr gut nachbildet. Bisher werden die Proben lediglich im Ofen homogen durchwärmt und dann abgeschreckt. Weitere Kooperationen im Bereich der einseitigen thermischen Belastung von Proben wurden initiiert.

Eine weitere wichtige Größe zur Charakterisierung des Verhaltens der Bauteile bei Thermoschock ist die Rissenergie, die beschreibt, wie viel Energie benötigt wird, damit ein initiiertes Riss weiter fortschreitet. Projektpartner in Jülich haben mittels der Keilspaltmethode bereits nachgewiesen, dass die Art und Menge der eingebrachten Porenbildner sowie deren Ausrichtung einen Einfluss auf die Rissausbreitung in den gesinterten Proben haben. Hierzu sind ebenfalls Untersuchungen an Proben mit speziellen Gradierungen geplant.

Durch die Kombination verschiedener keramischer Formgebungsverfahren und die Weiterverarbeitung keramischer Grünfolien mittels Umformen sind beim Aufbau der Bauteile nahezu keine Beschränkungen bezüglich der Geometrie vorhanden. So können mittels umgeformter Folien, die mit ebenen Folien laminiert und gemeinsam gesintert werden, großvolumige Bauteile mit einer geringen Masse und geringer Wärmekapazität realisiert werden. Dabei ist nicht nur die definierte Einbringung von Porosität und Porositätsgradienten möglich, sondern auch der Einsatz unterschiedlicher Materialien, um den verschiedenen Anforderungen bezüglich chemischer und thermischer Beständigkeit sowie mechanischer Festigkeit, aber auch ökonomischen Gesichtspunkten Rechnung zu tragen. Die neu entwickelten gradierten Mehrlagenstrukturen können beispielsweise als Brennhilfsmittel, Ofenauskleidungen, hochtemperaturstabile Wärmeisolierungen oder Wärmetauscher eingesetzt werden.

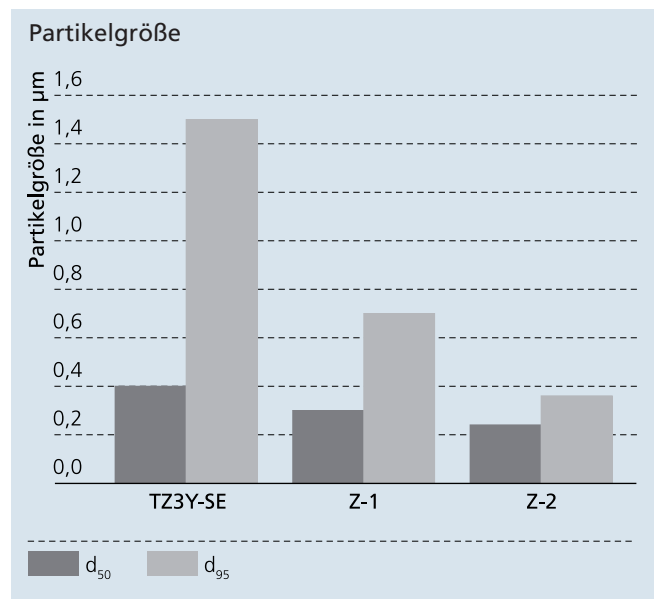
- 1 Längsschnitt einer Grünfolie mit Graphitplättchen.
- 2 Gewickelte und gesinterte Auslassdüsen.
- 3 Querschnitt eines 7-lagigen symmetrisch gradierten Bauteils.
- 4 Verschiedene Demonstratoren für alternative Anwendungen.



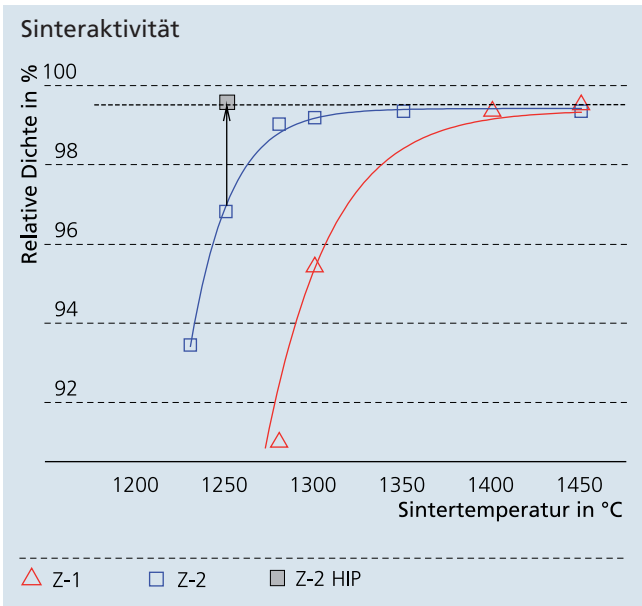
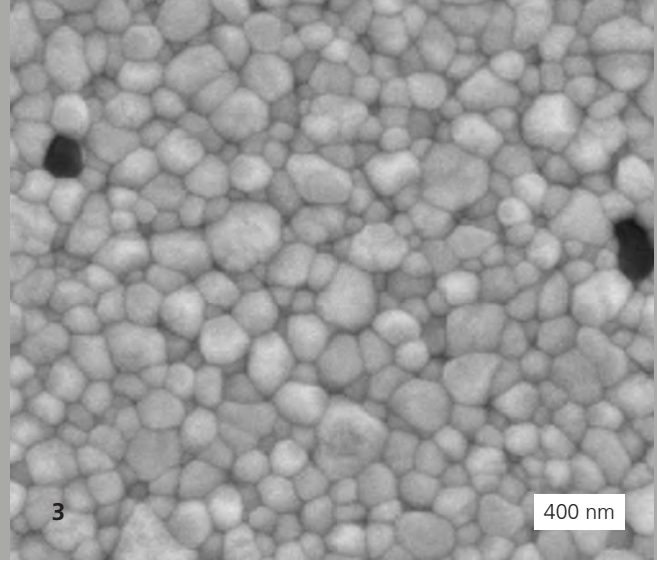
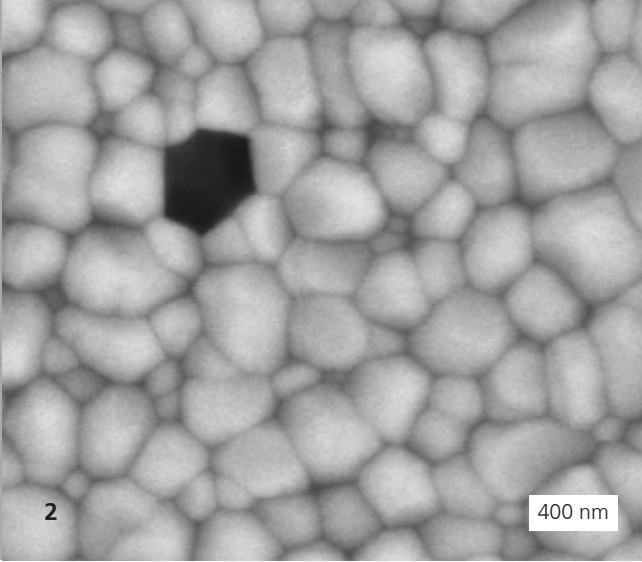
ALTERUNGSSTABILE ZrO_2 -KERAMIK AUS KOMMERZIELL VERFÜGBAREN PULVERN

Dipl.-Chem. Martina Johannes, Dipl.-Ing. Jens Schneider

Yttrium stabilisiertes Zirkonoxid (Y-TZP) besitzt hervorragende mechanische Eigenschaften wie eine Biegefestigkeit von größer 1000 MPa und eine Bruchzähigkeit von bis zu $8 \text{ MPam}^{-1/2}$. Aus diesem Grund ist Y-TZP seit mehreren Jahrzehnten als Bio-keramik für Hüft- und Knieimplantate bekannt. Seit etwa zehn Jahren wird es hauptsächlich als Werkstoff für dentale Restaurationen verwendet und über CAD/CAM-Prozesse gefertigt. Aufgrund der hydrothermalen Alterung wirft Y-TZP jedoch Fragen hinsichtlich seiner Langzeitstabilität auf. Grundsätzlich kann die Alterungsresistenz von Y-TZP durch eine Reduzierung der Korngröße und eine homogene Verteilung des Stabilisators (Yttriumoxid) verbessert werden. Aus der Literatur ist bekannt, dass durch den Einsatz kostenintensiver (Nano)-Pulver und durch aufwendige Herstellungsverfahren feinkörnige, alterungsstabile Gefüge erzielt werden können. Die hier beschriebenen Ergebnisse zeigen, dass durch moderne, scale-up-fähige Mahltechnik und unter Verwendung von Kleinstmahlkörpern ($\geq 50 \mu\text{m}$) dichte, feinstkörnige und alterungsstabile Zirkonoxidkeramik aus kommerziellen Submikrometer-Pulvern reproduzierbar herstellbar ist. Um den Unterschied zu verdeutlichen, wurden zwei Y-TZP-Chargen verglichen. Die Aufbereitung von Charge Z-1 erfolgte nach einer Standardmethode und die von Charge Z-2 mit einem optimierten Verfahren. Die Pulver (TZ3Y-SE, Tosoh, Japan) wurden unter Verwendung einer Rührwerkskugelmühle zu Schlickern verarbeitet und mittels Schlickerguss zu Scheiben geformt. Die erzielten Korngrößen für Schlicker und Rohstoff sind aus der nachfolgenden Darstellung zu entnehmen. Aufgrund der erzielten Mahlfineinheit konnte für Z-2 die Sinteraktivität deutlich gesteigert werden.

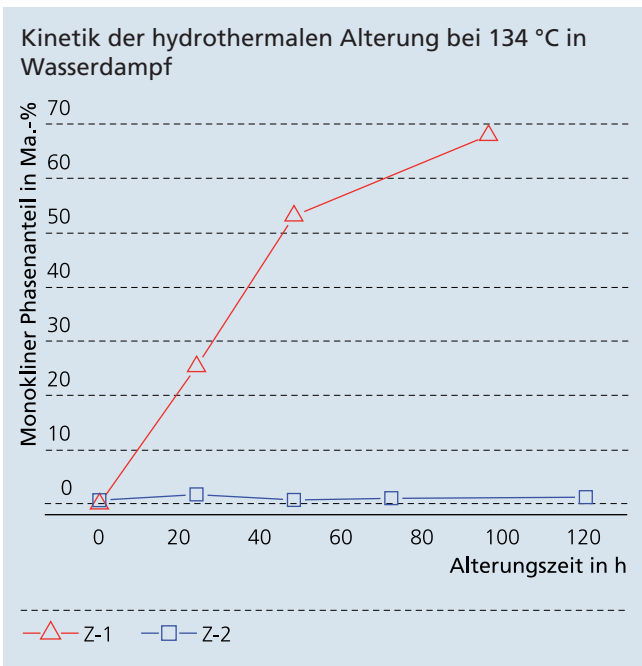


Die relativen Dichten der gesinterten bzw. heißisostatisch gepressten Formkörper lagen bei über 99,5 % der theoretischen Dichte von $6,1 \text{ g/cm}^3$. Die Oberflächen der Proben wurden poliert (Ra 0,01 bis 0,008 μm). Eine hydrothermale Behandlung der Proben erfolgte bis zu 120 h in einem Autoklaven bei $134 \text{ }^\circ\text{C}$ und 2 bar Wasserdampf-atmosphäre. Die Phasenzusammensetzung der gealterten Proben wurde mittels XRD gemessen und mit der Rietveld-Verfeinerung quantifiziert. Des Weiteren wurde die mittlere Korngröße der Gefüge mit dem Linienschnittverfahren ermittelt. Sie betrug für die Probe Z-1 $340 \pm 30 \text{ nm}$ und für die Probe Z-2 $150 \pm 30 \text{ nm}$.



In der unteren Graphik ist die Kinetik der hydrothermalen Alterung für Z-1 und Z-2 dargestellt. Während die Probe Z-1 einen raschen Anstieg der monoklinen Phase zeigte, war bei der Probe Z-2 kein Anstieg im untersuchten Zeitraum zu beobachten. Identische Ergebnisse wurden für den Rohstoff TZ3Y-S (Tosoh, Japan) erzielt.

Es konnte gezeigt werden, dass die Sinteraktivität kommerzieller Pulver durch moderne Aufbereitungstechnik erhöht werden kann. Die aus den Rohstoffen (TZ3Y-SE, TZ3YS) gefertigten Keramiken verfügen über eine neue Werkstoffqualität. Damit wird ein Weg aufgezeigt, langzeitstabile biokompatible Keramikimplantate aus kostengünstigen kommerziellen Pulvern herzustellen. In fortführenden Arbeiten werden zurzeit die mechanischen, optischen (Transparenz) und Verschleißigenschaften der feinstdispersen 3Y-TZP-Keramik untersucht. Zudem wird die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die Herstellung von Formkörpern mittels Sprühgranulierung und Pressen geprüft.



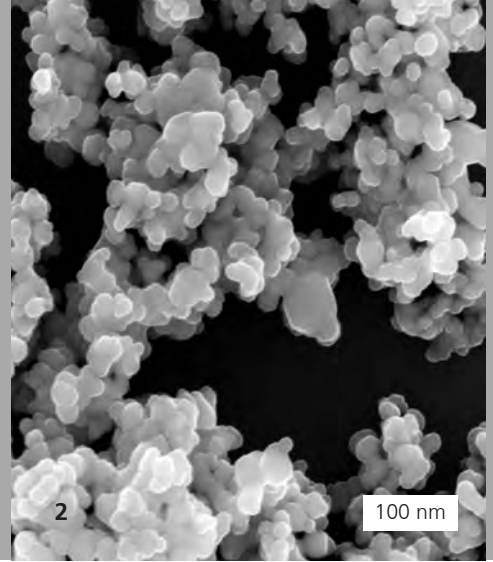
Leistungs- und Kooperationsangebot

- Aufbereitung von Schlickern und Dispergierung/Mahlung der eingesetzten Rohstoffe z. B. Aluminiumoxid, Zirkonoxid und deren Dispersionen
- Einstellung der Prozessparameter in Laborrührwerkskugelmühlen (Ansatzgrößen 800 g bis 5 kg) und Upscaling auf industrielle Anlagen (Ansatzgröße 50 kg) unter Verwendung von Mahlkörpern $\geq 50 \mu\text{m}$

1 REM-Aufnahme des Rohstoffs TZ3Y-SE.

2 REM-Aufnahme des Gefüges Z-1 ($340 \pm 30 \text{ nm}$).

3 REM-Aufnahme des Gefüges Z-2 ($150 \pm 30 \text{ nm}$).



TRANSPARENTER $MgAl_2O_4$ -KERAMIK ÜBER AUTOMATISIERTE PRESSVERFAHREN

Dr. Uwe Reichel, Dipl.-Ing. Henry Ludwig

Ausgangssituation

Neue transparente polykristalline Keramikwerkstoffe vereinen die Vorteile hoher Bruchfestigkeit, Härte, chemischer Beständigkeit und Zuverlässigkeit moderner Hochleistungskeramiken mit den speziellen optischen Eigenschaften von Gläsern oder Einkristallen. Sie bieten jedoch auch eine Erweiterung der optischen Applikation. Dabei besteht aus physikalischen Gründen theoretisch die Möglichkeit, Werkstoffe mit außergewöhnlichen optischen Eigenschaften (wie z. B. sehr niedrigen/hohen Brechzahlen oder besonderen spektralen Eigenschaften) gezielt herzustellen.

Die Gesetzmäßigkeiten der Optik stellen allerdings hohe Anforderungen an den polykristallinen Werkstoff. Für eine maximale Transmission ist ein fehlerfreies Gefüge erforderlich (keine Poren, Lunker oder Kristallfehler). Bei nichtkubischen Materialien ist zur Unterdrückung der Doppelbrechung zusätzlich eine maximale Kristallitgröße im Sub- μm -Bereich (kleiner 500 nm bis unter 50 nm) notwendig. Das stellt wiederum hohe Anforderungen an die Ausgangsmaterialien.

Basismaterial für die neu zu entwickelnden transparenten Spinellwerkstoffe (siehe nebenstehende Graphik) sollten, unter dem Gesichtspunkt einer späteren wirtschaftlichen Serienfertigung, hochreine und hochdisperse kommerziell verfügbare Rohstoffe sein, die für den Einsatz in den projektierten Keramiktechnologien modifiziert werden. Voraussetzung für dichte porenfreie keramische Gefüge und somit transparente Keramiken sind polydisperse Ausgangspulver, die zum einen eine breitere Verteilung der Primärpartikeldurchmesser unterhalb

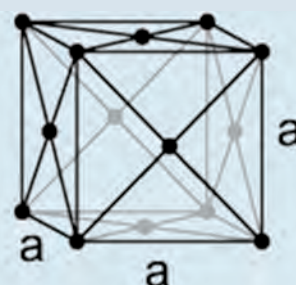
150 nm aufweisen und zum anderen vollkommen frei von größeren Partikeln sind.

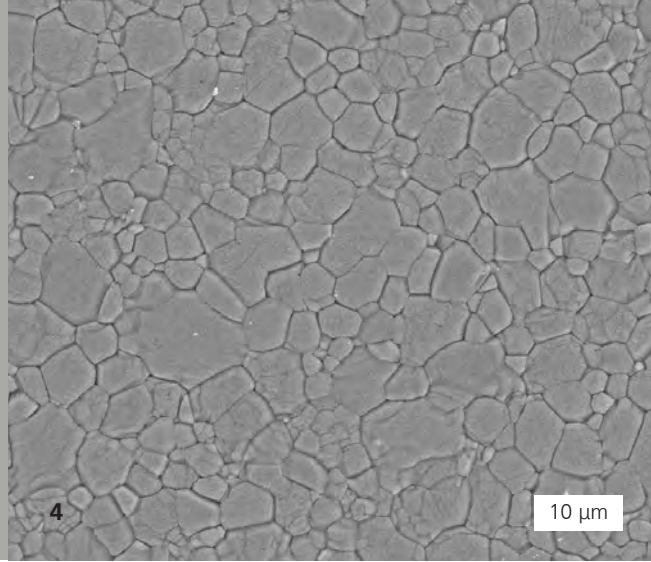
Zur Anpassung an die Erfordernisse der keramischen Formgebungstechnologie ist es notwendig, geeignete Dispergatoren sowie Binde- und Presshilfsmittel in die Pulver einzuführen. Für die Formgebung selbst soll das wirtschaftliche Uniaxialpressen angewendet werden. Für diese Technologie besteht im Fraunhofer IKTS ein sehr umfangreiches Know-how. Im Rahmen des Vorhabens muss daher speziell die Verarbeitbarkeit der Ausgangspulver entwickelt werden.

Lösungsansatz

Auf Basis kommerziell verfügbarer Spinellpulver mit $d_{50} = 180 \text{ nm}$, $SSA = 30 \text{ m}^2/\text{g}$ (BET) und einer Reinheit $> 99,95 \%$ wurden mittels wässriger Aufbereitung in Hochleistungs-Rührwerkskugelmöhlen und anschließender Sprühtrocknung (2-Stoffdüse) pressfähige Granulate ($d_{50} = 40 \mu\text{m}$)

Kubisches Kristallgitter von Spinell

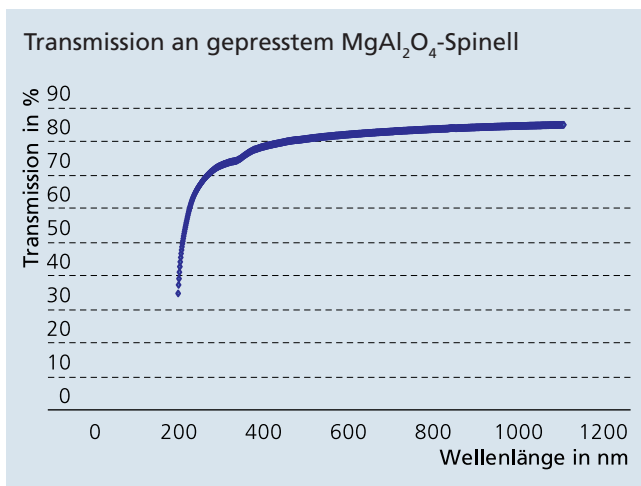




hergestellt. Über uniaxiales Pressen mit Pressdrücken von 200 bis 300 MPa und anschließendes heißsostatisches Nachverdichten (HIP) bei 1600 °C/2 h unter Argonatmosphäre wurden transparente Spinellkeramiken hergestellt.

Ergebnisse

An den erhaltenen Spinellkeramiken mit einer Sinterdichte von > 99,7 % der theoretischen Dichte wurden Transmissionswerte von bis zu 98 % der theoretisch möglichen Transmission gemessen (theoretische maximale Transmission entsprechend Brechungsindex beträgt $T = 86,9\%$ – siehe untenstehende Graphik). Somit konnte gezeigt werden, dass mit der gewählten Herstellungstechnologie transparente Spinellkeramiken über ein automatisiertes uniaxiales Pressverfahren herstellbar sind. In weiteren Untersuchungen werden die mechanischen Eigenschaften der gepressten transparenten Spinelle charakterisiert.



Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung ein- bzw. mehrphasiger oxidkeramischer Komponenten für spezielle optische Anwendungsprofile
- Uniaxiales Trockenpressen von Musterbauteilen

Danksagung

Die vorgestellten Ergebnisse sind Teil eines laufenden Projekts (BMW Reg. Nr. MF090093).

- 1 Blick durch transparente Spinellscheibe.
- 2 Sub-µm-Spinell-Ausgangspulver.
- 3 Uniaxialpresse für die automatisierte Fertigung.
- 4 Gefüge einer transparenten Spinellkeramik.

FORSCHUNGSFELD

UMWELTECHNIK UND BIOENERGIE

Abteilungsleiter:
Dr. Ingolf Voigt

Profil

Das Forschungsfeld »Umwelttechnik und Bioenergie« umfasst die Entwicklung von Werkstoffen, Technologien und Systemen zur effizienten, sicheren und wirtschaftlichen Gewinnung, Umwandlung, Transport, Speicherung und Nutzung von Energie, insbesondere von Bioenergie. Darüber hinaus werden Technologien und Prozesse zur Wasser- und Luftreinigung untersucht.

Im Mittelpunkt der Forschungsaktivitäten stehen keramische Membranen für die Flüssigfiltration, Pervaporation, Dämpferpermeation und Gastrennung sowie Katalysatoren für die Abgasreinigung und nasschemische Katalyse. Einen weiteren Schwerpunkt bilden leistungsfähige Batterien und Akkumulatoren zur Pufferung von Energiespitzen aus regenerativen Energiequellen. Darüber hinaus werden leistungsfähige Prozesstechniken zur Zerkleinerung und zum Aufschluss (Desintegration) biogener Substrate sowie Membranmodule und -anlagen zur Stofftrennung und Reaktion entwickelt. Deren Integration in bereits existierende Technologien (z. B. zur Gewinnung von Biogas und Bioalkohol) ermöglicht eine signifikante Effizienzsteigerung und bietet neue Ansätze in der Verfahrensoptimierung.

Zum Schutz der Umwelt und zur nachhaltigen Ressourcenschonung werden innovative Lösungen zur Substitution bzw. zum sparsamen Verbrauch chemischer Hilfsstoffe entwickelt sowie effiziente Technologien zur Wertstoffrückgewinnung und -nutzung erarbeitet.

Leistungsangebot

Unser Leistungsangebot reicht von der Entwicklung, Optimierung und Planung bis zur wissenschaftlichen Begleitung beim Aufbau von Anlagen und deren Überführung in den dauerhaften Praxisbetrieb. Innovative Aufbereitungstechnologien und ein umfangreiches Know-how in den Bereichen der Ultraschallbehandlung, der biologisch katalysierten Prozesse und der Fermentation werden angewendet, um eine hocheffiziente Nutzung natürlicher Rohstoffe und biogener Reststoffe zu ermöglichen.

- Situations- und Systemanalyse beim Kunden und im Labor
- Innovative Verfahrensentwicklung und -festlegung zur Biomassebehandlung
- Ermittlung des Gaspotenzials biogener Substrate
- Optimierung der Reaktionskinetik für anaerobe Abbauprozesse
- Verfahren zur Abwasserreinigung und Wasseraufbereitung im kommunalen und industriellen Bereich
- Ultraschallanwendung zur Entgasung und Desintegration
- Energetische Optimierung von Rührprozessen
- Membranentwicklung und Membranprüfung
- Applikation und Pilotierung von Membranverfahren
- Katalysatorentwicklung und Katalysatorprüfung
- Lieferung von Mustern keramischer Membranen und Katalysatoren für Pilot- und Demonstrationsanlagen
- Entwicklung und Prototypenbau von Membrananlagen
- Engineering von Biogasanlagen unter Verwendung neuer, innovativer Verfahrensschritte
- Entwicklung von Batterien und Akkumulatoren für die stationäre Energiespeicherung
- Erstellung von Expertisen und Gutachten



Abteilungsleiter

Dr. Ingolf Voigt
Telefon +49 36601 9301-2618
ingolf.voigt@ikts.fraunhofer.de



Wassertechnologie

Dr. Burkhardt Faßauer
Telefon +49 351 2553-7667
burkhardt.fassauer@
ikts.fraunhofer.de



Nanoporöse Membranen

Dr. Hannes Richter
Telefon +49 36601 9301-1866
hannes.richter@ikts.fraunhofer.de



Bioenergie

Dr. Eberhard Friedrich
Telefon +49 351 2553-7826
eberhard.friedrich@
ikts.fraunhofer.de



Membranverfahrenstechnik und Modellierung

Dr. Marcus Weyd
Telefon +49 36601 9301-3937
marcus.weyd@ikts.fraunhofer.de



Gemischtleiter und Katalyse

Dr. Ralf Kriegel
Telefon +49 36601 9301-4870
ralf.kriegel@ikts.fraunhofer.de



CNT-SCHICHTEN FÜR MEMBRANTRENNUNG UND KATALYSE

Dipl.-Ing. (FH) Susanne Kämnitz, Dr. Hannes Richter

Wasserstoff gewinnt als Energieträger beim weiteren Ausbau regenerativer Energien und auf dem Weg zur Wirtschaftlichkeit zunehmend an Bedeutung. Um Wasserstoff für Automobiltechnik, Haushalt und Industrie effizient nutzen zu können, benötigt man jedoch spezielle Trennverfahren und einsatzfähige Speichermaterialien, die eine Speicherkapazität von zunächst 6,5 Gewichtsprozent für Wasserstoff (DoE) erzielen. Metallhydride und Zeolithe erreichen diese Zielwerte bereits, wobei die hohen Desorptionstemperaturen und langsamen Desorptionsraten das Anwendungsspektrum bisher noch deutlich einschränken. Als eine weitere Materialklasse werden Kohlenstoff, insbesondere Carbon Nanotubes (CNT) diskutiert, deren Einsatz sich derzeit auf Elektrodenmaterialien für Energiespeicher und zur Erzeugung elektrisch leitfähiger Komposite fokussiert.

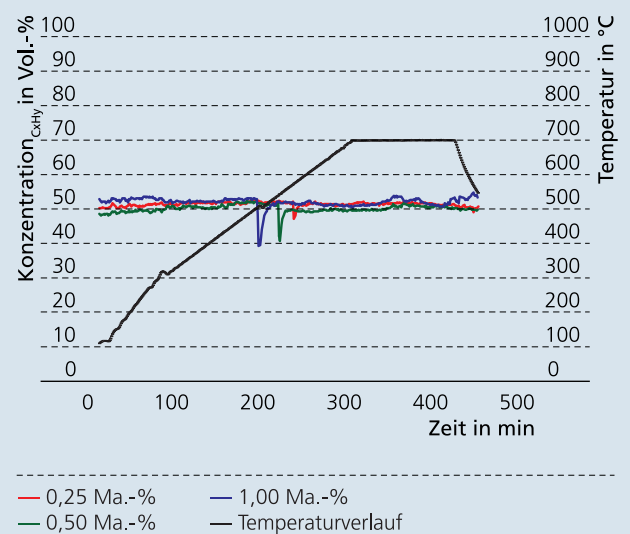
Im Fraunhofer IKTS in Hermsdorf wurde eine CVD-Anlage entwickelt, die es erstmalig ermöglicht, dünne CNT-Schichten auf der Innenseite poröser, keramischer Einkanalrohre unterschiedlicher Röhrendurchmesser und Längen herzustellen. Die Abscheidung der CNT-Schichten kann dabei aus verschiedenen flüssigen oder gasförmigen Kohlenstoffprecursoren erfolgen. Durch gekoppelte Analysemethoden wie IR-Spektroskopie und Gaschromatographie können die in den CVD-Prozessen ablaufenden Reaktionsschritte direkt analysiert werden.

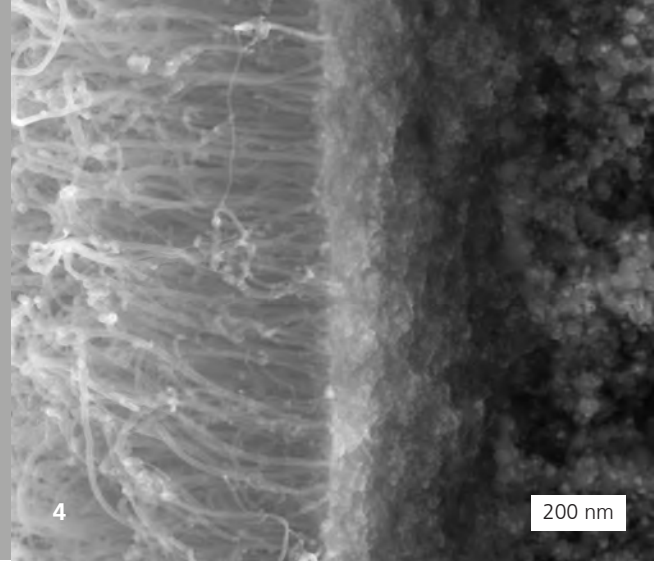
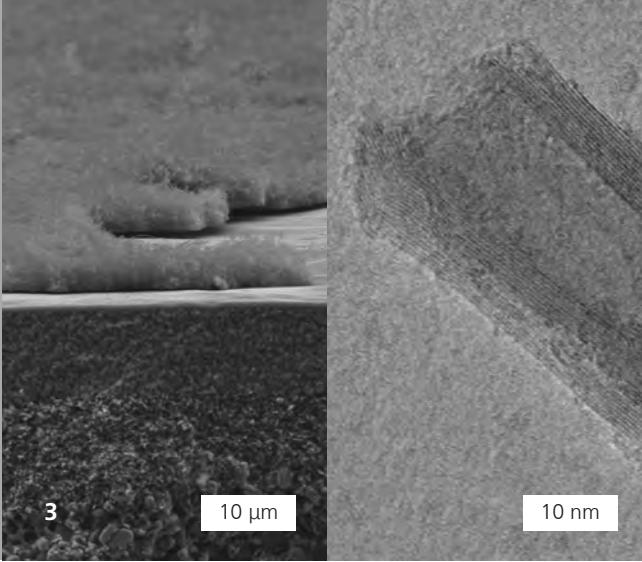
Für die CNT-Abscheidung wurden vorwiegend katalysierte Trägermaterialien aus z. B. Aluminiumoxid eingesetzt. Die Auswahl der Katalysatoren, der Träger und der Kohlenstoffprecursoren beeinflusste das Wachstumsverhalten der abgeschiedenen CNT-Schichten. So verschob sich mit zunehmendem

dem Katalysatorgehalt die katalytische Zersetzung des Kohlenstoffprecursors zu niedrigeren Temperaturen und es erhöhte sich die CNT-Ausbeute.

Mit der neuen CVD-Anlage des Fraunhofer IKTS in Hermsdorf konnten gleichmäßige CNT-Schichten mit Schichtdicken $< 5 \mu\text{m}$ auf porösen, keramischen Trägern hergestellt werden. Je nach Prozessparameter wuchsen gerichtete oder ungeordnete CNTs mit mittleren Röhrendurchmessern $< 200 \text{ nm}$. Die abgeschiedenen CNTs waren an den Röhrendenden häufig mit Metallpartikeln oder mit Kohlenstoff verschlossen. In den Gaspermeationsmessungen zeigten die CNT-Schichten adsorptionsselektive Gastrenneigenschaften. Durch Variation des

IR-Analyse während der Abscheidung der CNT-Schichten auf porösen, keramischen Trägern





Katalysators konnten die Einzelgaspermeanzen und die Permeabilitäten verändert werden. Mit zunehmender Katalysatorkonzentration und folglich steigender CNT-Ausbeute konnte eine Erhöhung der Permeanzen und der H_2/CO_2 -Permeabilitäten belegt werden. Der Anstieg der H_2 -Permeanzen ist auf Adsorptions- und Kapillareffekte an der Oberfläche der nanoskaligen Röhrengemetrien zurückzuführen. Durch Adsorptionsmessungen konnte die Aufnahme von H_2 in den CNT-Schichten nachgewiesen werden.

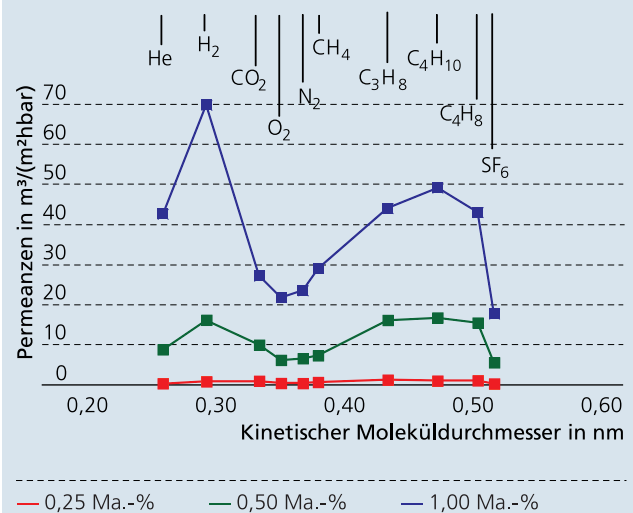
Anwendungsmöglichkeiten

Die hier vorgestellten CNT-Schichten zeigen Potenzial zur Trennung von Gasen unterschiedlicher Molekülgrößen, wie z. B. die H_2/CO_2 -Trennung. Eine weitere Einsatzmöglichkeit bietet die Separation von Gasen mit ähnlichen Molekülgrößen aber unterschiedlicher Adsorptivität, wie es bei der Paraffin/Olefin-Trennung der Fall ist. Aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften ist ein wachsendes Interesse an Carbon Nanotubes für zukunftsorientierte Anwendungsfelder, wie z. B. die Bereitstellung von Kraftstoffen, zu beobachten. CNT-Schichten könnten wegen ihrer großen aktiven Oberfläche, neben den Membrananwendungen, ein ideales Material zur Speicherung von Gasen sein und als Mikroreaktor in Katalyseprozessen eingesetzt werden.

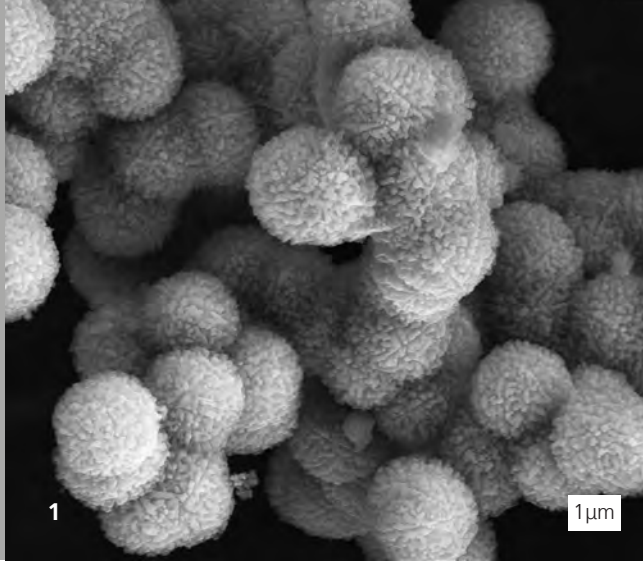
Leistungs- und Kooperationsangebot

- Herstellung von CNT-Schichten auf unterschiedlichen porösen, keramischen Rohr- und Flachgeometrien
- Optimierung und Weiterentwicklung von CNT-Schichten für Anwendungen in Membrantrennung, Gasspeicher und Katalyse
- Kombination von Membrantrennung und katalytischer Umsetzung (Membranreaktor)

Einzelgaspermeanzen einer CNT-Schicht in Abhängigkeit der Katalysatorkonzentration



- 1 CVD-Anlage im Fraunhofer IKTS Hermsdorf.
- 2 Poröse, keramische Trägerrohre vor und nach der CNT-Abscheidung.
- 3 FE-REM-Aufnahme einer abgeschiedenen CNT-Schicht und HR-TEM-Aufnahme eines CNTs.
- 4 FE-REM-Aufnahme mit gerichteten CNTs.



HYDROTHERMAL STABILE ZEOLITH-MEMBRANEN FÜR DIE H₂-ABTRENNUNG

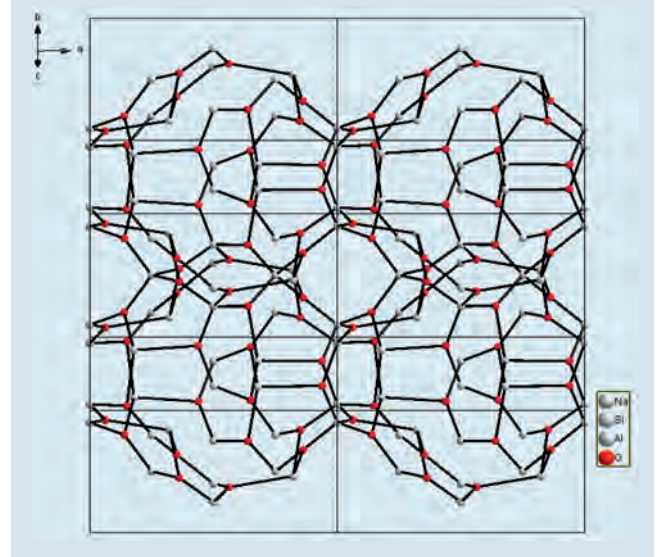
Dipl.-Chem. Christiane Günther, Dr. Hannes Richter

Nach einer Studie der International Energy Agency wird der Bedarf an elektrischer Energie in den nächsten 20 Jahren auf das Doppelte ansteigen. Hauptenergieträger bleiben fossile Brennstoffe (Braunkohle, Steinkohle, Erdöl und Erdgas), die derzeit in Deutschland etwa 60 % der Gesamtenergie produzieren. Für das Jahr 2050 wird weltweit eine Energieerzeugung von etwa 70 % durch fossile Kraftwerke prognostiziert.

Damit ist eine weitere Steigerung der Emissionen von Klimagasen wie CO₂ verbunden, wobei derzeit bereits ca. ein Drittel der gesamten globalen CO₂-Emissionen durch Kraftwerke verursacht werden. Um den problematischen CO₂-Ausstoß zukünftiger Kraftwerke zu senken, kann die Kohle vor der Verbrennung zu H₂ und CO₂ vergast (IGCC) und anschließend das CO₂ vom Wasserstoff getrennt werden. Der Wasserstoff wird in einer Gasturbine verbrannt, wobei der entstandene Wasserdampf zum Antreiben einer Dampfturbine genutzt wird (GuD).

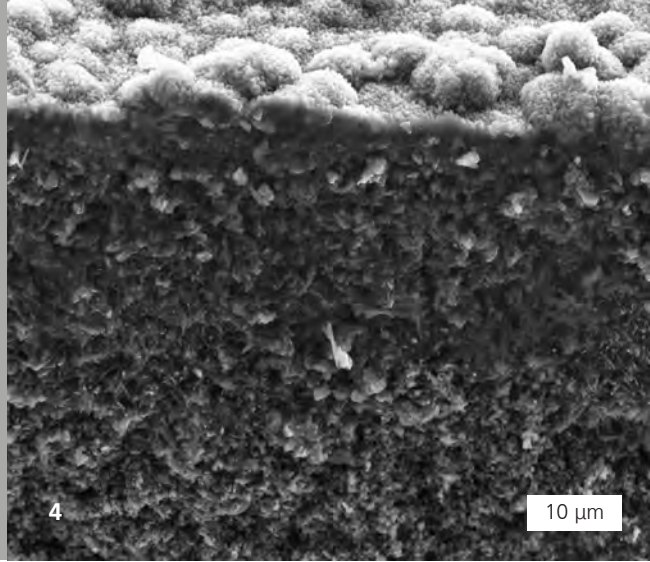
Um die Wirkungsgradverluste durch die Gastrennung mit herkömmlichen Verfahren wie Gaswäsche oder Adsorption zu verringern, können nanoporöse Membranen zur Trennung von H₂ und CO₂ eingesetzt werden. Hierbei soll die Trennung nach Möglichkeit direkt nach der Wassergasshift-Reaktion (sweet shift, 350 °C, 25 bar, 25 % H₂O) erfolgen, was hohe Anforderungen an die Membranstabilität stellt. Zeolithe sind kristalline Gerüstsilikate mit definierten Nanoporen, die, abgeschieden als dünne Schicht auf porösen Trägern, vergleichsweise preiswerte, thermisch und hydrothermal stabile Membranen hoher Selektivität ergeben sollten.

Kubische Kristallstruktur des Sodalith (SOD)
z. B. [Na₈[Al₆Si₆O₂₄]Cl₂]



Sodalith (SOD) besitzt Porengrößen im Bereich des Moleküldurchmessers von Wasserstoff. Deshalb sind Sodalithmembranen potenzielle Kandidaten für die H₂/CO₂-Trennung.

Zunächst wurden verschiedene Sodalith-Pulver hergestellt und auf ihre hydrothermale Beständigkeit getestet. Der klassische und leicht zu synthetisierende Hydroxosodalith (H-SOD) erwies sich als nicht hydrothermal stabil. Der aluminiumfreie Si-SOD zeigte ausgezeichnete Stabilitäten, ließ sich jedoch nicht als rissfreie Membran synthetisieren. Deshalb wurde ein neues Verfahren zur Stabilisierung des H-SOD durch den Einbau von Schwefel in die Kristallstruktur entwickelt. Der so hergestellte



S-SOD (Bild 1) erwies sich als thermisch und hydrothermal stabil und erlaubte erstmalig die Herstellung rissfreier Membranschichten.

Die Synthese der Zeolithmembranen erfolgte auf der Innenseite von asymmetrisch strukturierten Einkanalrohren ($l = 250 \text{ mm}$). Träger mit $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ - und $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ -Deckschichten von unterschiedlicher Porengröße wurden getestet. Die Träger wurden zunächst mit Zeolithnanokristallen oder aufgemahlene Zeolithpulvern (Schlickertechnik) bekeimt (Bild 2). Unter hydrothermalen Bedingungen im Autoklaven (Bild 3) verwachsen die Keime zu geschlossenen Schichten.

Nach ersten Optimierungsschritten der Bekeimung und Synthese konnten gut verwachsene Schichten ohne Fremdphasen und mit einer Dicke von wenigen Mikrometern erhalten werden (Bild 4). Bei Einzelgaspermeationsmessungen wurde eine bis zu 14 mal höhere Permeation von Wasserstoff gegenüber CO_2 ermittelt. Damit lag erstmalig eine thermisch und hydrothermal stabile Membran zur gröbenselektiven Trennung (Molsieben) von H_2/CO_2 -Gemischen vor. Die Verringerung der noch vorhandenen Membrandefekte (Permeation großer Moleküle) und die Erhöhung der H_2 -Permeanz sind Gegenstand der

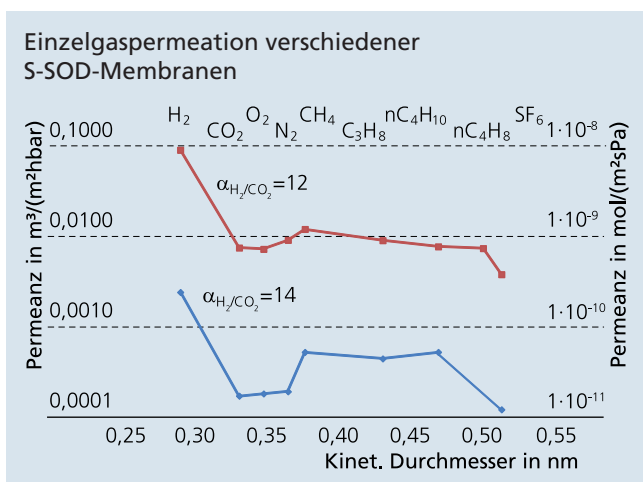
aktuellen Entwicklung und Voraussetzung für einen industriellen Einsatz der neuartigen Zeolithmembranen.

Danksagung

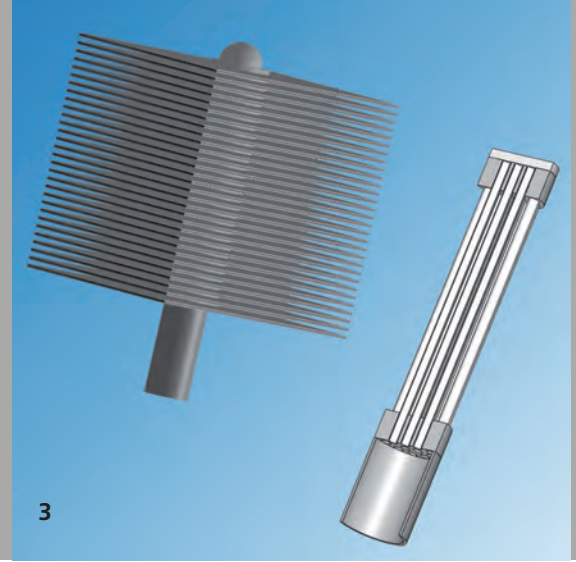
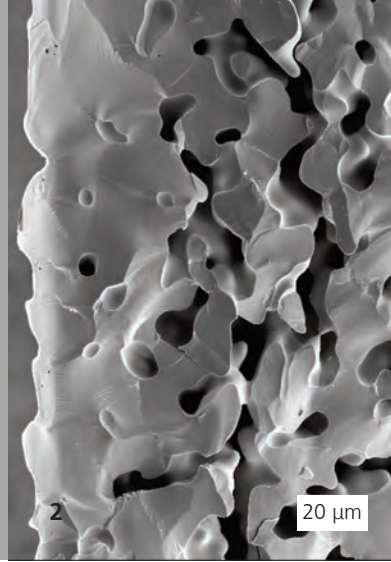
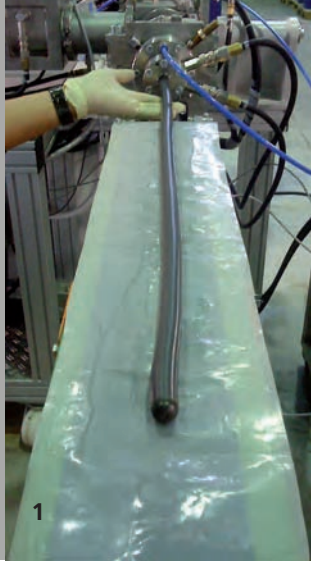
Wir danken der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren für die Förderung der Forschungsarbeiten mit Finanzmitteln aus dem Impuls- und Vernetzungsfonds im Rahmen der Helmholtz Allianz MEM-BRAIN.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung von Membranen für die Auftrennung kundenspezifischer Gasgemische
- Membrantrennversuche (Einzel- und Gemischgas, Dämpfe, Flüssigkeiten) nach Kundenwunsch und unter Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten



- 1 REM-Aufnahme des S-SOD Pulvers.
- 2 Bekeimung einer Membran.
- 3 Hydrothermalsynthese im Autoklaven.
- 4 REM-Aufnahme vom Bruch einer mit S-SOD beschichteten Membran.



DESIGN UND HERSTELLUNG VON MEMBRAN-KOMPONENTEN FÜR DIE O₂-GEWINNUNG

Dr. Ralf Kriegel, Dr. Matthias Schulz

Sauerstoffpermeable keramische Membranen

Der Einsatz von Sauerstoff für Verbrennungsprozesse ermöglicht die Einsparung von Primärenergie und damit die Minderung von CO₂-Emissionen. So erlaubt eine Verbrennung mit reinem Sauerstoff (»Oxyfuel«) eine einfache CO₂-Abtrennung. Die Bereitstellung des Sauerstoffs über mischleitende keramische Membranen bei hoher Temperatur ist eine energieeffiziente Alternative zur kryogenen Luftzerlegung und zur Druckwechseladsorption. Eine Überführung in die industrielle Anwendung erfordert jedoch eine deutliche Senkung der Membrankosten und damit eine Weiterentwicklung der am Fraunhofer IKTS verfügbaren Einkanal-Rohrmembranen (Bild 1).

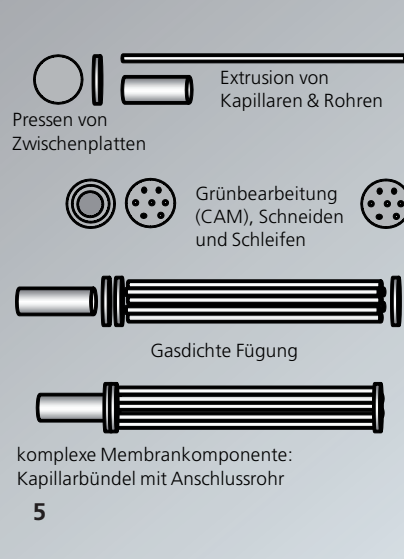
Erhöhung der Sauerstoffpermeation

Eine Erhöhung der O₂-Permeation führt zu einer Senkung der Investitionskosten bzw. zu kleineren Reaktoren. Bei gegebenen Betriebsbedingungen (z. B. O₂-Erzeugung im Vakuumbetrieb) und geeignetem Membranmaterial kann dies durch Minimierung der Membrandicke (Bild 2) und/oder durch Maximierung der Membranfläche durch den Aufbau komplexer Membrankomponenten (Bild 3) erreicht werden. Kritisch ist in beiden Fällen die Einhaltung einer niedrigen Leckagerate, die eine fehlerfreie Beschichtung bzw. eine gasdichte Fügung der Einzelteile erfordert. Die nebenstehende Graphik (rechts unten) zeigt den experimentell bestimmten sowie den flächennormierten O₂-Fluss von unterschiedlichen BSCF-Membranen (Ba_{0,5}Sr_{0,5}Co_{0,8}Fe_{0,2}O_{3-δ}). Den höchsten Fluss zeigt die asymmetrische Membran, aber auch mit einer dünnwandigen Kapillare

wird gegenüber der Einkanal-Rohrmembran (1,5 mm Membrandicke) eine deutliche Steigerung erreicht. Das bei der Kapillare auftretende Abknicken bei hohen Triebkräften wird durch zunehmende Druckverluste im Vakuum verursacht. Dies ist jedoch unkritisch, da für eine energieeffiziente Betriebsweise i. d. R. Triebkräfte < 1 angestrebt werden.

Bewertung mechanischer Spannungen

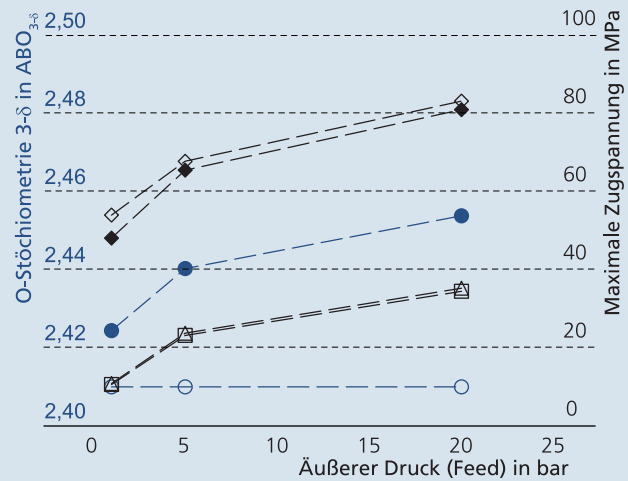
Bei der druckgetriebenen Erzeugung von reinem Sauerstoff führt der Druckunterschied zwischen Feed und Permeat stets zu mechanischen Spannungen, wobei für Keramik die maximal auftretende Zugspannung als kritisch anzusehen ist. Zugspannungen entstehen bei Rohrmembranen und Überdruck auf der Außenseite nur bei Abweichung von der Rundheit. Bei Flachmembranen kommt es hingegen stets zu diesen Spannungen. Hier steigt die maximale Zugspannung mit dem Abstand der Unterstützungselemente und ist bereits bei Kanalbreiten von 1 mm als kritisch zu bewerten. Hinzu kommt die chemisch induzierte Spannung, die durch die zunehmende Expansion des Kristallgitters mit sinkendem O₂-Partialdruck bedingt ist und im Allgemeinen die gesamte Spannungssituation dominiert. Die nebenstehende Graphik (rechts oben) zeigt die O-Stöchiometrie an den Membranoberflächen und die daraus berechneten maximalen Zugspannungen (FEM) für Rohr- und Flachmembranen in Abhängigkeit vom Druck im Feed. Offensichtlich weisen auch in diesem Fall rohrförmige Membranen deutlich niedrigere Zugspannungen auf, was eine höhere Lebensdauer erwarten lässt.



Ökonomie und Realisierung

Für eine vergleichende ökonomische Bewertung unterschiedlicher Membrankomponenten wurde der finanzielle Aufwand zur Herstellung von 10 000 m² Membranfläche, der O₂-Fluss sowie die Reaktorgröße für festgelegte Betriebsbedingungen berechnet. Es zeigte sich, dass bei dieser Vorstufe der Serienproduktion das Rohmaterial z. T. mehr als 50 % der Kosten verursacht. Deutliche ökonomische Vorteile ergeben sich deshalb aufgrund des reduzierten Materialeinsatzes insbesondere bei Kapillarbündeln. Bezieht man die Herstellungskosten der Membrankomponenten auf die produzierte Sauerstoffmenge, so resultieren bei einer Standzeit von fünf Jahren Investitionskosten von 7 €/t O₂ für das Kapillarbündel, für Einkanal-Rohrmembranen 50 €/t O₂ bzw. für planare Stacks 30 €/t O₂. Aufgrund der vielfältigen Vorteile von Kapillarbündeln bzw. Mehrkanalrohren wurden entsprechende keramische Bauteile

O-Stöchiometrie an den Membranoberflächen und resultierende chemisch induzierte Zugspannung

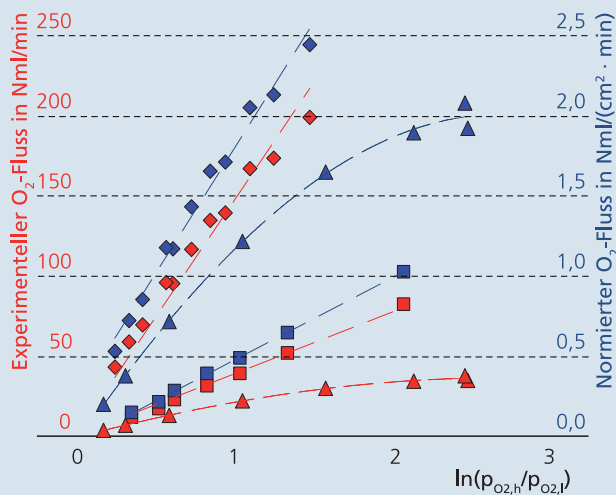


- Rohrmembran, Außen-Ø: 10 mm, Wandstärke: 1 mm
- △ Kapillare, Außen-Ø: 3,5 mm, Wandstärke: 0,25 mm
- ◆ Flachmembran, Wandstärke: 0,5 mm, Unterstützungsabstand 3 mm (gefüllt), Unterstützungsabstand 10 mm (offen)
- O-Stöchiometrie auf Feedseite (gefüllt) und Permeatseite (offen)

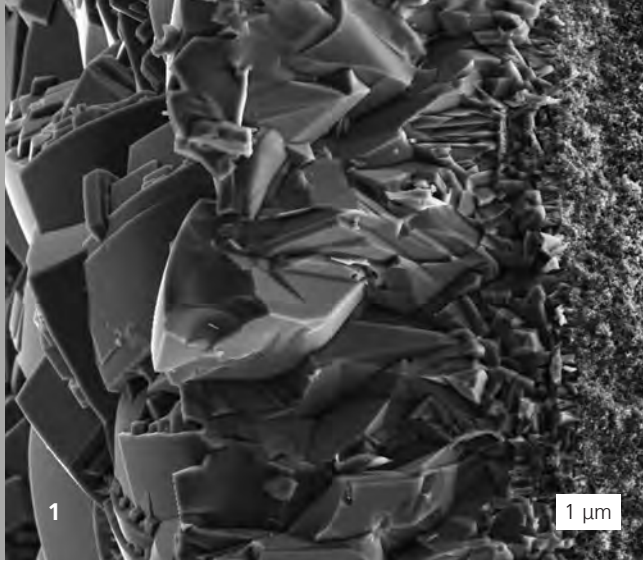
(Bild 4) hergestellt, Bearbeitungs- und Fügeverfahren entwickelt (Bild 5) und erste komplexe Membrankomponenten (Bild 6) realisiert. Die experimentell bestimmte O₂-Permeation der Kapillarbündel stimmt gut mit der Vorhersage überein.

- 1 Extrusion von Einkanal-Rohrmembranen.
- 2 Querbruch einer asymmetrischen BSCF-Membran.
- 3 CAD-Entwürfe: Stack aus planaren Zellen, Kapillarbündel.
- 4 Rohre, Kapillaren, Kapillarbündel, Anschlussrohre.
- 5 Schema des Aufbaus von Membrankomponenten.
- 6 7er-Kapillarbündel mit Anschlussrohr.

O₂-Fluss von BSCF-Membranen abhängig von der Triebkraft



- Rohrmembran, Außen-Ø: 14,2 mm, Wandstärke: 1,5 mm
- △ Kapillare, Außen-Ø: 3,2 mm, Wandstärke: 0,25 mm
- ◇ Asymmetrische Rohrmembran, Außen-Ø: 14,4 mm, Wandstärke: 1,4 mm, Trennschichtdicke: 0,04 mm



ABTRENNUNG VON ALKOHOL MIT HYDROPHOBEN MEMBRANEN

Dr. Marcus Weyd, Dr. Hannes Richter, Dipl.-Ing. Oliver Tröber

Durch Vergärung nachwachsender Rohstoffe gewonnene Alkohole stellen eine wichtige Alternative und eine Ergänzung zu fossilen Kraftstoffen dar. Das bei der alkoholischen Gärung und bei der Verwendung des Alkohols frei werdende CO_2 wurde zuvor während des Wachstumsprozesses in der Pflanze gebunden. Neben dem bereits verbreitet als Kraftstoffadditiv verwendetem Ethanol wird dem Butanol eine zunehmende Bedeutung zugemessen, da es noch besser mit den bestehenden Kraftstoffen und deren Infrastruktur harmonisiert. Butanol hat einen höheren Brennwert als Ethanol und ist zudem mit Ottokraftstoff in jedem Verhältnis mischbar. Darüber hinaus kann es als einziger biostämmiger Treibstoff Flugzeugkerosin beige-mischt werden. Nachteilig ist, dass bei dessen fermentativer Herstellung geringere Konzentrationen als bei der Ethanolfermentation erreicht werden. Wichtig für einen möglichst ökologischen und ökonomischen Einsatz dieser alternativen Kraftstoffe sind optimierte Herstellungsprozesse.

Besonders energieaufwändig und kostenintensiv sind die Alkoholkonzentrierung und -trocknung. Hier stellen nanoporöse Membranen eine aussichtsreiche Alternative zu herkömmlichen Verfahren dar. Am Fraunhofer IKTS wurden bereits keramische Membranen entwickelt, mit denen z. B. Ethanol durch Dampfermeation effizient über den azeotropen Punkt hinaus entwässert werden kann. Diese Membranen werden bereits in Pilotanlagen im industriellen Maßstab eingesetzt.

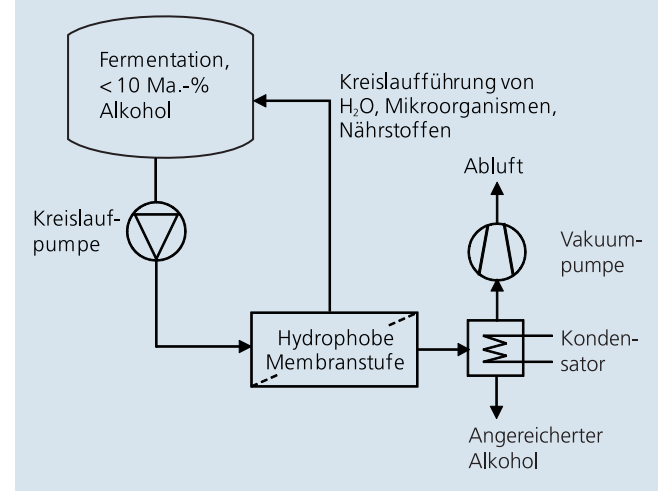
Im Mittelpunkt des aktuellen Interesses stehen nun Membranen, die selektiv Alkohole aus wässrigen Gemischen abtrennen können. Durch das Membranverfahren Pervaporation soll einer alkoholischen Fermentationsbrühe ein an Alkohol angereicher-

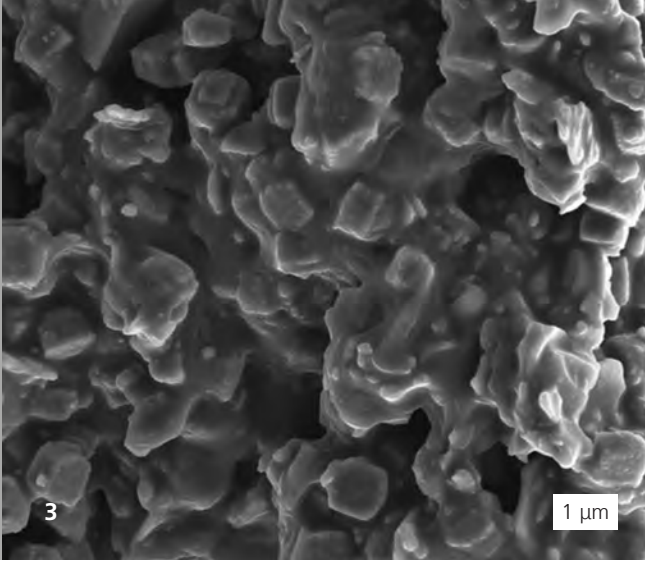
tes Gemisch entzogen werden. Dies erfolgt bei der Temperatur der Fermentation. Somit können die von der Membran zurückgehaltenen Komponenten wieder dem Fermenter zugeführt werden. Zudem wird thermische Energie im Vergleich zur herkömmlichen Destillation gespart.

Von besonders hoher Bedeutung ist die Verwendung von kosten- und energiesparenden Membranverfahren, wenn nur geringe Alkoholkonzentrationen fermentativ erreicht werden, so z. B. bei Biotreibstoffen der zweiten Generation oder der Vergärung zu Butanol.

Aus dieser Anwendung ergeben sich diverse Anforderungen. Zum einen sind die Alkoholmoleküle größer als die des Was-

Schematische Darstellung der Anreicherung von Alkoholen durch hydrophobe Membranen





sers und können somit nicht im mikroskopischen Maßstab »gesiebt« werden. Zum anderen bieten die vielen Begleitstoffe der alkoholischen Fermentationsbrühen ein hohes Foulingpotenzial. Daher werden am Fraunhofer IKTS zwei Strategien verfolgt: die Entwicklung rein anorganischer Zeolithmembranen und die Entwicklung von Kompositmembranen, in denen Zeolithpartikel in ein Polymer eingebettet werden.

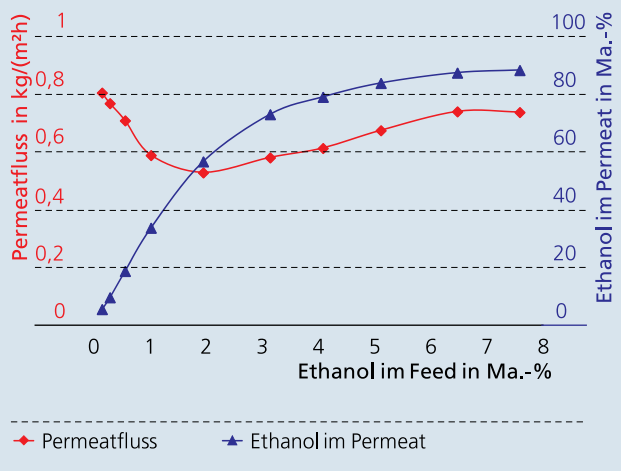
Beide Membrankonfigurationen weisen spezifische Vorteile auf. So haben die Zeolithmembranen höhere Flüsse und Trennfaktoren sowie eine strömungstechnisch günstige Rohrform. Mit den Kompositmembranen lassen sich jedoch auf kleinem Raum größere Flächen realisieren. Zudem können sie preiswerter hergestellt werden. Die Zeolithmembranen lassen sich zur Verbesserung der Antifoulingeneigenschaften zusätzlich beschichten. Bei den Kompositmembranen dagegen können die Oberflächeneigenschaften durch die Wahl und Verarbeitung des Polymers beeinflusst werden.

Es wurden Pervaporationsversuche mit binären Gemischen durchgeführt. Bei einer Feedtemperatur von 40 °C wurden mit den bisher entwickelten Zeolithmembranen Permeatflüsse von ca. 0,8 kg/(m²h) und höchste Selektivitäten erreicht. So lässt sich aus einem 5%igen Ethanol-Wasser-Gemisch mit nur einem Membranschritt 80%iges Ethanol gewinnen. Mit Kompositmembranen wurde bis zu 55%iges Ethanol abgetrennt. Aus einer wässrigen Lösung mit nur 1,4 % Butanol konnte bis zu 45%iges Butanol angereichert werden. Sowohl die Zeolith- als auch die Kompositmembranen haben damit ihre prinzipielle Eignung zur Abtrennung von Alkoholen bei niedrigen Temperaturen bewiesen.

Danksagung

Wir danken dem BMELV (FKZ: 22006508) und dem BMWi (FKZ: MF090032) sowie der GFT Membrane Systems GmbH für die finanzielle Unterstützung.

Anreicherung von Ethanol mit hydrophober Zeolithmembran bei 40 °C



Leistungs- und Kooperationsangebot

- Versuche zur Aufkonzentration von kundenspezifischen Lösemitteln
- Anwendungsbezogene Membranentwicklung
- Planung, Aufbau und Ausstattung von Membran(test-)anlagen
- Lieferung von Membranmustern

- 1 REM-Aufnahme einer Zeolithmembran.
- 2 Keramische Membranträgerrohre für Zeolithmembranen.
- 3 REM-Aufnahme einer Kompositmembran.
- 4 Beschichtung von Kompositmembranen im Pilotmaßstab.



APPLIKATIONSZENTRUM BIOENERGIE PÖHL

Dr. Eberhard Friedrich, Dr. Karin Jobst, Dipl.-Ing. André Wufka

Damit Biogasanlagen ihrer Bedeutung in zukünftigen Energieversorgungssystemen gerecht werden, müssen bei der Errichtung und beim Betrieb die steigenden Anforderungen erfüllt werden. Neben den intensiven Bemühungen die Nutzungskonkurrenzen bei der Biomasseversorgung durch Einbeziehung bisher nicht wirtschaftlich nutzbarer Substrate und Reststoffe zu senken, erfolgt die konsequente weitergehende Beachtung des Treibhausgas-Minderungspotenzials. Dabei geht es insbesondere um die stetige Effizienzsteigerung in der Anlagentechnik, um steigende Ausnutzungsgrade der Substrate, um die Erhöhung der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Ausrüstungen und die Verbesserung der Prozessstabilität durch angepasste Verfahrensführung und Prozesssteuerung. Neuartige Behälterkonstruktionen und Baustoffe sowie modifizierte energieeffizientere Mischsysteme sorgen für deutlich wirtschaftlichere innovative Lösungen in der Biogastechnologie.

Im Rahmen der vorgenannten Zielstellungen arbeitet das Fraunhofer IKTS federführend und erfolgreich in mehreren Verbundprojekten mit KMUs der Region, die mit EFRE-Mitteln, Mitteln des Freistaates Sachsen bzw. des BMU und des BMBF unterstützt werden. Die neu entwickelten Technologien und Ausrüstungen bedürfen einer schnellen nachhaltigen Praxisanwendung mit dauerbetriebsstabiler Technik bei hoher Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit. Am Standort der 500-kW-Biogasanlage (Modell- und Demonstrationsanlage) im Bioenergiepark Pöhl der LEHMANN Maschinenbau GmbH (LMB) hat das Fraunhofer IKTS mit Wirkung zum 1. Januar 2011 das Applikationszentrum Bioenergie (AZB) Pöhl gegründet. Damit wurden die wissenschaftlichen Kompetenzen des Fraunhofer IKTS mit den langjährigen Erfahrungen und Fertigkeiten von

LMB bei der Konstruktion und Fertigung von Ausrüstungen und Systemen für alle Teilprozesse der Biogaserzeugung und -nutzung verknüpft. Einen weiteren Vorteil bieten die Möglichkeiten einer vollautomatischen Pilot-Biogasanlage zur Verfahrens- und Erzeugniserprobung an einem Standort. Somit wird die Kette zwischen der Forschung und Entwicklung, der Konstruktion und Fertigung sowie dem Erkenntnisrücklauf aus der großtechnischen Langzeiterprobung zum Nutzen der zukünftigen Anwender geschlossen.

Technische Ausrüstungen

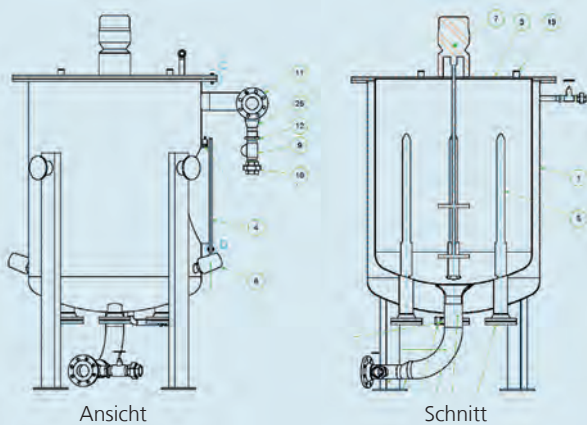
- Ausrüstungen im AZB in Verantwortung des Fraunhofer IKTS:
- Substratvorbehandlungscontainer (Wasch- und Presstechnik sowie Doppelwellenextruder inkl. EMSR-Technik)
 - 3-stufige vollautomatische Pilot-Biogasanlage (Hydrolyse, zwei Fermenter je 5 m³)
 - Zwei Fermenter inkl. Mischsysteme (je 1 m³) zur Bewertung von Mischprozessen
 - Biogasreinigungs- und Entschwefelungsreaktoren
 - Ultraschallreaktor zur Entgasung von Gärresten
 - In Vorbereitung: Biotechnisches Labor inkl. Analytik sowie Membrantechnik zur CH₄-Anreicherung im Biogas

Schwerpunktaufgaben

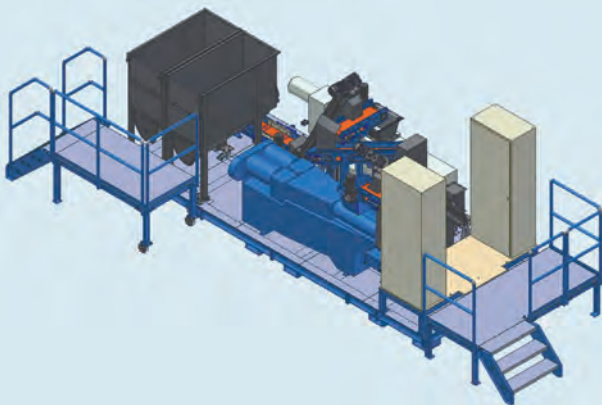
Das AZB bietet beste Voraussetzungen, potenziellen Anwendern, die Wirkungsweise und Betriebsergebnisse unmittelbar im Einsatz zu demonstrieren. Neueste FuE-Ergebnisse werden



Entwickelter Reaktor zur Entgasung von Gärresten aus Biogasanlagen auf Basis von Leistungsschall



Konzipierte und produzierte mehrstufige Substratvorbehandlungseinheit auf Grundlage des entwickelten DECONDIS®-Verfahrens



in Tagungen jährlich vor Ort präsentiert. Die Organisation und Durchführung von thematischen Schulungen und Lehrgängen für Planer, Betreiber von Biogasanlagen, Organisationen und Fachbehörden ergänzt die Aufgaben des AZB. Im gleichen Zusammenhang werden nationale und internationale Fachtagungen im Fraunhofer IKTS geplant. Für die Qualifizierung von jungen Wissenschaftlern und Technikern auf dem Gebiet der

Zukunftstechnologien bietet das AZB beste Perspektiven und sorgt sowohl für wissenschaftlichen Nachwuchs als auch für die Schaffung neuer Arbeitsplätze in der Region.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Analytische Ermittlung und Bewertung des Gas- und Restgaspotenzials von Substraten und biogenen Reststoffen sowie der erforderlichen Nähr- und Spurenstoffe für die Fermentation
- Verfahrensfestlegung und Bemessung von Fermentationsprozessen unter Einbeziehung regionaler Substratquellen auch für Sonderlösungen; Nachweis der Wirtschaftlichkeit
- Mitwirkung bei der Genehmigung, Planung und Realisierung von Anlagen und Systemen
- Mess- und ingenieurtechnische Begleitung zur Leistungssteigerung vorhandener Anlagen
- Entwicklung und Realisierung von Sonderlösungen auf den Gebieten der Gasreinigung und Gärrestbehandlung/-lagerung

1 Pilot-Biogasanlage des Fraunhofer IKTS.

2 Model- und Demonstrationsanlage mit 500 kW.

3 Weizenstroh – agrarischer Reststoff mit hohem energetischen Potenzial.

4 Weizenstroh in verschiedenen Zerkleinerungszuständen.

FORSCHUNGSFELD SINTERN UND CHARAKTERISIERUNG

Abteilungsleiter:

Dr. habil. Mathias Herrmann

Profil

Innerhalb dieses Forschungsfelds konzentriert sich ein umfangreiches Know-how in den Themenbereichen Sintern und Analytik sowohl am Standort Hermsdorf als auch in Dresden. 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 keramographische Gefügepräparation mittels konventioneller und ionenstrahlbasierter Verfahren bis hin zur quantitativen Phasen- und Gefügeanalyse. Darüber hinaus steht eine breite Palette thermoanalytischer und thermophysikalischer Charakterisierungstechniken sowie Methoden zur tribologischen, mechanischen und elektrischen Charakterisierung zur Verfügung. Die Beherrschung dieser ausgereiften analytischen Methoden ist mit detailliertem Prozesswissen sowie werkstoff- 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:

- Partikelcharakterisierung vom Mikro- bis in den Nanobereich
- Anwendungsspezifische Suspensionscharakterisierung in allen Konzentrationen
- Bestimmung thermoanalytischer und thermophysikalischer Kennwerte
- Untersuchung des Sinterverhaltens von Werkstoffen und Bauteilen
- Auslegung, Durchführung und Optimierung von Wärmebehandlungen einschließlich des Upscalings auf großtechnische Maßstäbe
- Charakterisierung von Werkstoffen und Bauteilen hinsichtlich des Gefüges, des Phasenbestands sowie der mechanischen und tribologischen Eigenschaften
- Prüfung elektrischer Geräte und Ausrüstungen (CE- und GS-Kennzeichen, Zusammenarbeit mit TÜV und VDE)
- Simulation von Umwelteinflüssen (Temperatur, Klima, mechanische Belastungen, Korrosion)
- Schadensanalyse von Bauteilen und Beratung zum Einsatz keramischer Werkstoffe
- Kalibrierung von Messgeräten (Länge, Temperatur, elektrische Messgrößen)
- Beratung zu Qualitäts- und Umwelt-Managementsystemen



Abteilungsleiter

Keramographie und Phasenanalyse

Dr. habil. Mathias Herrmann
Telefon +49 351 2553-7527
mathias.herrmann@
ikts.fraunhofer.de



Thermische Analyse und Thermophysik

Dr. Tim Gestrich
Telefon +49 351 2553-7814
tim.gestrich@ikts.fraunhofer.de



Labor für Qualität und Zuverlässigkeit, Mechanisches Labor

Dipl.-Ing. Roy Torke
Telefon +49 36601 9301-1918
roy.torke@ikts.fraunhofer.de



Wärmebehandlung

Dipl.-Ing. Gert Himpel
Telefon +49 351 2553-7613
gert.himpel@ikts.fraunhofer.de



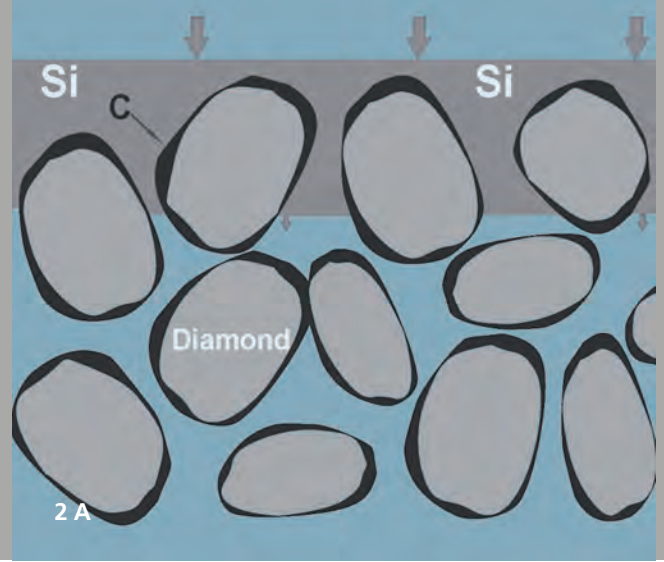
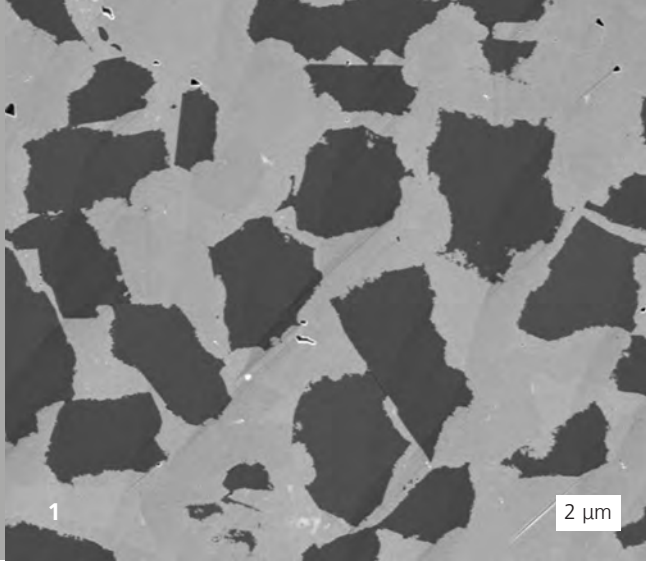
Chemische und Struktur-analyse

Dipl.-Phys. Jochen Mürbe
Telefon +49 36601 9301-4946
jochen.muerbe@
ikts.fraunhofer.de



Pulver- und Suspensions- charakterisierung

Dr. Annegret Potthoff
Telefon +49 351 2553-7761
annegret.potthoff@
ikts.fraunhofer.de



SUPERHARTE SiC-DIAMANTKERAMIK

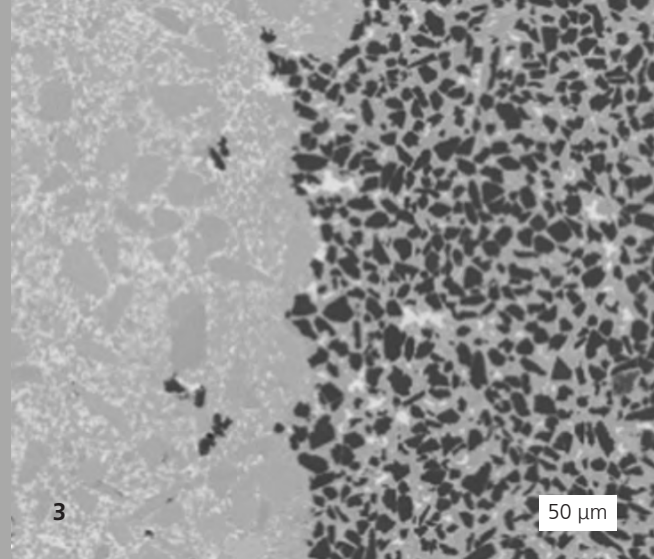
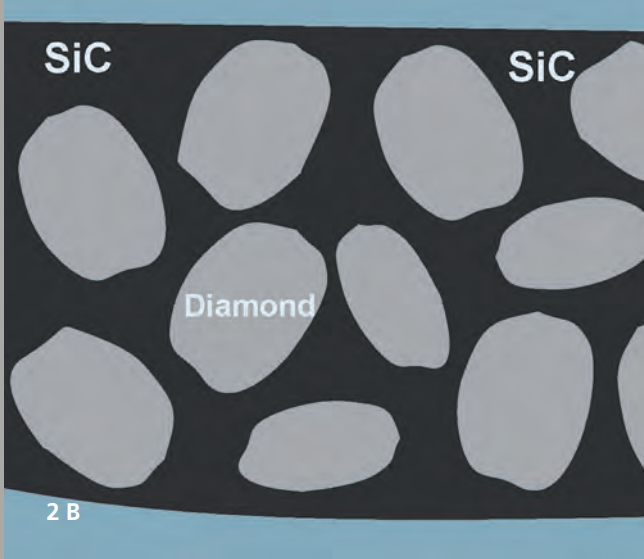
Dr. habil. Mathias Herrmann, Dipl.-Ing. Björn Matthey

Diamantschichten oder polykristalline Diamantwerkstoffe (PKD) finden aufgrund ihrer hohen Härte und chemischen Beständigkeit Einsatz unter extremen Bedingungen z. B. als Schneidwerkstoff, Gesteinsbohrer oder Fenster für Sensoren. Sie haben jedoch den Nachteil, dass sie unter Hochdruckbedingungen hergestellt werden und dadurch ihr Einsatz aufgrund der Bauteilgröße und Kosten begrenzt ist. Ein weiteres aussichtsreiches Material für Verschleißanwendungen sind CVD-Diamantbeschichtungen, die unlängst unter Mitwirkung des Fraunhofer IKTS (DiaCer®) für Gleitringdichtungen entwickelt [1] und als Diamondfaces® von der EagleBurgmann Germany GmbH & Co. KG erfolgreich in den Markt eingeführt wurden [2]. Allerdings ist der Beschichtungsprozess sehr langwierig (> 10 bis 20 h) und CVD-Diamantbeschichtungen haben Einschränkungen hinsichtlich der Geometrie und Lebensdauer. Insbesondere bei Abrasivbelastungen (z. B. Sandstrahlen) oder wenn Verschleiß im Bereich von mehreren 100 µm oder mm zugelassen werden kann, kommen solche Beschichtungen an die Grenzen ihrer Einsetzbarkeit.

Daher wird intensiv nach möglichen Alternativen gesucht. Eine Erfolg versprechende Möglichkeit sind dabei SiC-gebundene Diamantwerkstoffe. Solche Werkstoffe werden kommerziell unter Hochdruckbedingungen für Gesteinsbohrkronen hergestellt [3-4]. Diese besitzen Diamantgehalte von ca. 90 % und führen zu Herstellungskosten, die denen der traditionellen PKD-Werkstoffe gleichen. Im Fraunhofer IKTS wurde nun ein prinzipiell neuer, vielversprechender Lösungsansatz für eine kosteneffektive Herstellung von Diamantwerkstoffen entwickelt [5]. Diese Diamant-SiC-Werkstoffe basieren auf gradierten Kompositen mit einem SiSiC-Grundkörper und einer

1 bis 3 mm starken SiC-gebundenen Diamantschicht (Diamantgehalte von 30 bis 50 Vol.-%) als Verschleißoberfläche. Die Bindung der Diamanten in der SiC-Matrix erfolgt durch Infiltration des aus SiC- und Diamantpulver geformten gradierten Grundkörpers mit Silizium. Das Silizium reagiert dabei mit dem Diamanten und dem zur Formgebung genutzten Binder zu SiC ohne Dimensionsänderung des Bauteils. Dadurch sind hohe Diamantgehalte und eine feste Bindung der Diamanten in der Verschleißschicht möglich. Die angestrebte Gradierung erlaubt im Vergleich zu ungradierten Werkstoffen die Reduktion der Rohstoff- und Fertigungskosten. Die werkstoffwissenschaftliche Vorteile bestehen darin, dass auch Diamanten mit einer Korngröße kleiner 5 bis 10 µm genutzt werden können.

Damit ergeben sich vollkommen neue Möglichkeiten des Werkstoffdesigns. Neben der Entwicklung der technologischen Grundlagen für die Herstellung dieser Werkstoffe und der Ausbildung der Gefüge [6] erfolgt zurzeit die Untersuchung des tribologischen Verhaltens (Wechselwirkung mit Metallen, Simulation des Verschleißes bei Ziehprozessen) in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IWM in Freiburg. Diese Arbeiten beinhalten auch die Entwicklung von Methoden zur Gefügedarstellung dieser superharten Werkstoffe und die Quantifizierung der Phasen und Spannungen, die die Basis für das Verständnis von Gefüge-Eigenschafts-Beziehungen dieser Werkstoffe darstellen. Ein Beispiel zeigt die nebenstehende Graphik. Die Graphitschichtdicke am Interface Diamant/SiC, die durch Variation der Herstellungsparameter eingestellt werden kann, hat erheblichen Einfluss auf die Härte und die Verschleiß Eigenschaften. Unter Nutzung angepasster Herstellungsparameter können Werkstoffe mit einer Härte von mehr

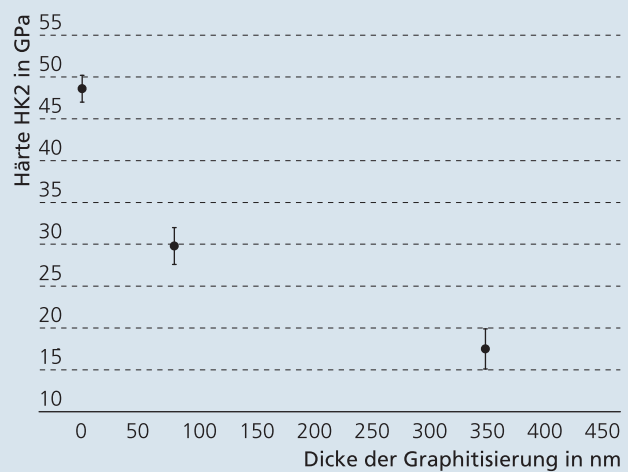


als 47 GPa reproduzierbar hergestellt werden. Auch wenn sich Kosteneffektivität und Diamant auszuschließen scheinen, sind kosteneffektive Bauteile auf Basis dieser Werkstoffe möglich, da die Preise von Diamantpulvern in den letzten Jahren gesunken sind (unter 1 €/g), eine effektive Herstellungstechnologie existiert und Standzeiterhöhungen um mehr als das Zehnfache gegenüber herkömmlichen Lösungen auf Basis von Keramik oder Hartmetall nachgewiesen werden konnten. Auf Basis der bisherigen Entwicklung sollen erste Tests von Mustern und Prototypen unter Einsatzbedingungen erfolgen, zu der wir Interessenten aus der Industrie gern einladen.

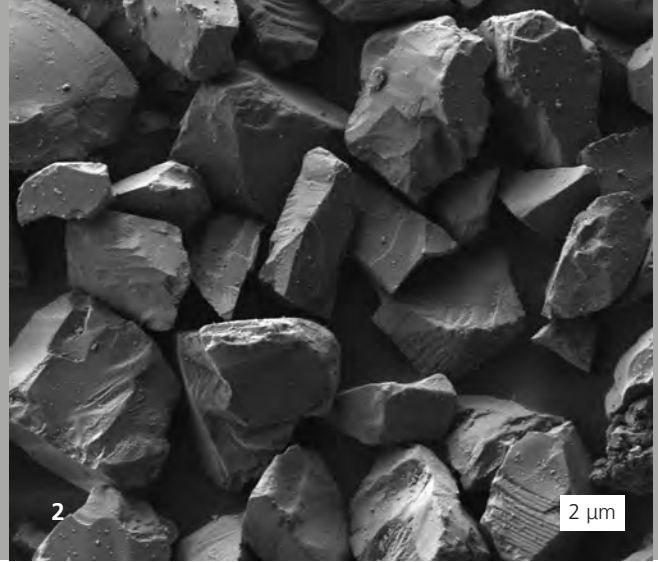
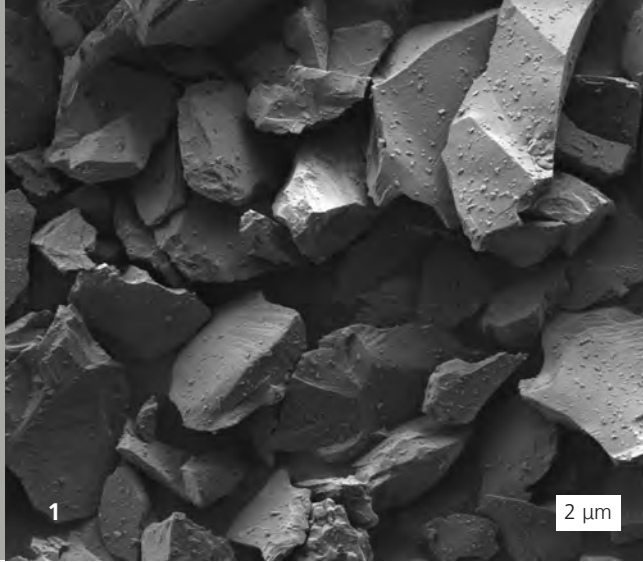
Quellen

- [1] www.fraunhofer.de/ueber-fraunhofer/wissenschaftliche-exzellenz/fraunhofer-wissenschaftspreise/Preis-Stifterverband
- [2] www.eagleburgmann.com
- [3] P. N. Tomlinson, et al. , IDR., 6, (1985)299-304
- [4] ScD Werbeblatt elementsix (2010)
- [5] M. Herrmann, H. P. Martin, DE 10 2007063517 B3
- [6] M. Herrmann, B. Matthey, S. Höhn, I. Kinski et al. Diamond-ceramics composites – New materials for a wide range of challenging applications; J. Europ. Ceram. Soc. (online verfügbar)

Abhängigkeit der Härte (HK2) von der Diamantschichtdicke am Interface Diamant/SiC



- 1 Gefüge einer SiC-Diamantkeramik (dunkel Diamant, grau SiC).
- 2 Schematische Darstellung der Werkstoffbildung.
 - A Vorkörper mit beginnender Infiltration mit Silizium.
 - B Struktur der Diamantschicht nach der Infiltration.
- 3 Gefüge des Verbunds.



WAFERSÄGEN, STRÖMUNGSSCHLEIFEN – ABRASIVE PARTIKEL IN SUSPENSIONEN

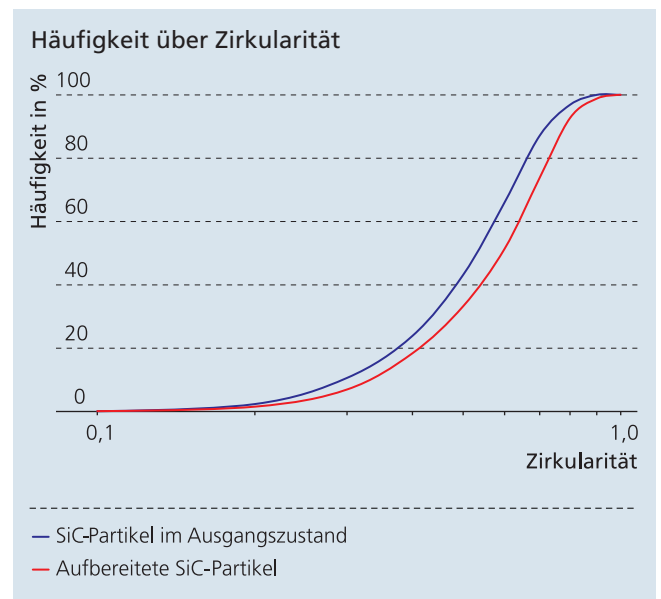
Dr. Annegret Potthoff, Dipl.-Ing. Sören Höhn

Zur präzisen und energieeffizienten Nachbearbeitung von Hochleistungsbauteilen kommen Technologien wie Strömungsschleifen oder Wasserabrasivstrahlschneiden zum Einsatz. Siliziumwafer als wesentlicher Baustein für die Halbleiterindustrie und die Photovoltaik werden mittels Drahtsägen aus Blöcken gewonnen. Die Effizienz all dieser Prozesse wird wesentlich von den Eigenschaften der eingesetzten Suspensionen bestimmt.

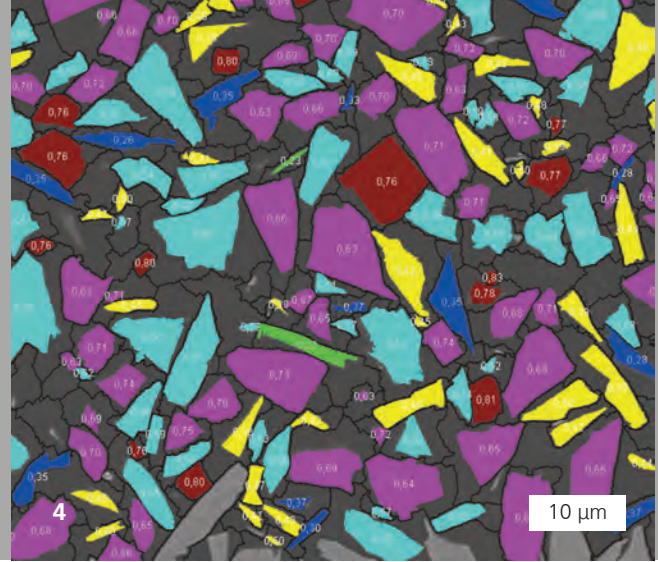
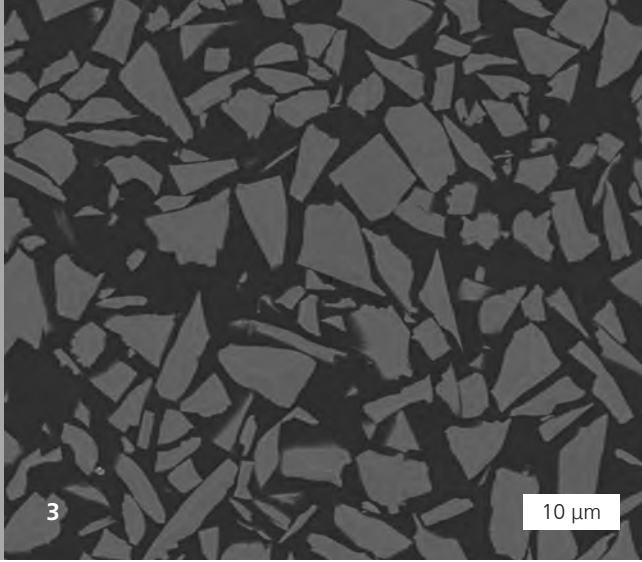
Als abrasiv wirkende Partikel in den Schleif- oder Sägesuspensionen werden häufig Silizium- oder Borcarbid genutzt, wobei die Original-Partikelgrößen zwischen unter 5 und 500 μm variieren. Während die Größe durch Anmusterung der Partikel gut definierbar ist, werden Oberflächenbeschaffenheit und Kornform der Partikel vom Herstellungsprozess bestimmt und sind nur in Grenzen einstellbar. Allen Parametern ist gemeinsam, dass sie sich während der Anwendung verändern. Idealerweise müssen relevante Partikeleigenschaften daher mit Hilfe von Offline- und Online-Analytik bestimmt werden.

Zur Kornformauswertung wurde ein Bildauswertungsverfahren entwickelt, mit dem auch visuell kaum zu erkennende, jedoch potenziell anwendungsrelevante Unterschiede zwischen den Partikeln verlässlich detektiert werden können (Bilder 1 und 2). Mit den Verfahrensschritten »Probeneinbettung – Probenpräparation mittels Schleifen und Polieren – kantenscharfe Ionenstrahlpräparation – hochauflösende Bildaufnahme – Partikeldetektion durch Grauwertanalyse – Partikelquantifizierung mittels Software zur Bildauswertung« steht ein Werkzeug zur Verfügung, mit dessen Hilfe Partikel in allen Größen analysiert werden können (Bilder 3 und 4). Es ist

messtechnisch nachweisbar, dass sich Partikel, die einer mechanischen Beanspruchung im Prozess unterlegen haben und anschließend aufbereitet wurden, in Partikelformparametern gemäß ISO/DIS 9276-6 wie Zirkularität oder Aspektverhältnis unterscheiden.



Die statische Bildauswertung bietet den Vorteil einer sehr guten Sensitivität. Allerdings ist der Aufwand für die Probenpräparation hoch. Die dynamische Bildauswertung zeichnet sich hingegen durch einen geringen Präparationsaufwand und eine sehr gute Statistik aus, d. h. es kann eine große Anzahl von Partikeln in kurzen Messzeiten analysiert werden. Für größere Partikel sind verfügbare Messsysteme, die teilweise auch online-fähig sind, geeignet. Für die Analyse feinerer Materia-



lien (z. B. F800-Körnung nach der Anwendung) besteht jedoch noch Entwicklungsbedarf.

Das Vorliegen der SiC- oder B₄C-Partikel im Suspensionsfluid während der Anwendung bestimmt die Prozesseffizienz maßgeblich und ist daher ebenfalls Gegenstand aktueller Untersuchungen. Aus Ergebnissen der Oberflächenladungsmessung lassen sich Schlussfolgerungen auf die elektrostatische Stabilität und damit das Agglomerationsverhalten von Partikeln in Fluiden ziehen. Reaktionen an den Partikeloberflächen, die durch Verunreinigungen aus dem Prozess oder durch (teilweise) Ausbildung einer Oxidschicht hervorgerufen werden können, sind indirekt nachweisbar. Das Fließverhalten der Suspensionen wird neben dem Feststoffgehalt und der Temperatur von sterischen Effekten bestimmt, die beispielsweise durch die Ausbildung amorpher oxidischer Verbindungen hervorgerufen werden können.

Die komplexe Charakterisierung von Partikeln, gelösten Materialien und Fluiden (Wasser, organische Lösungsmittel) in Suspensionen eröffnet neue Möglichkeiten für die Optimierung verschiedener Prozesse wie Wafersägen, Strömungsschleifen oder Wasserabrasivstrahlschneiden. Die Ergebnisse bilden eine Grundlage für die partikelbasierte Simulation. In dem gemeinsamen Projekt »AbraSus« von Fraunhofer IWM, IKTS und IPK wird durch Kombination von experimentellen Methoden und Multiskalenmodellierung ein tieferes Verständnis der Prozesse angestrebt.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Anwendungsspezifische Bewertung von (abrasiv wirkenden) Partikeln
- Charakterisierung von Kornformen für Partikel im Nanometer- bis Millimeterbereich
- Analyse der Partikeleigenschaften in wässrigen und organischen Suspensionen mittels Oberflächenladungsmesstechnik, Sedimentationsanalyse und rheologischer Messtechnik

- 1 SiC-Partikel im Original.
- 2 SiC-Partikel nach Aufbereitung.
- 3 Präparierte SiC-Probe.
- 4 Klassifizierung der Partikel nach einem Kornformparameter.

FORSCHUNGSFELD ENERGIESYSTEME

Abteilungsleiter:

Dr. Mihails Kusnezoff

Dr. Matthias Jahn

Dr. Christian Wunderlich

ABTEILUNG

WERKSTOFFE UND KOMPONENTEN

Profil

Die Abteilung »Werkstoffe und Komponenten« befasst sich mit der Entwicklung und Herstellung funktionskeramischer Werkstoffe und deren Applikation im Funktionselement.

Traditionelle Felder sind die Dickschichttechnik, die Glasentwicklung, die Hochtemperatur-Brennstoffzelle (SOFC) und die chemische Hochtemperatur-Sensorik. Langjährige Erfahrungen und eine ausgezeichnete technische Ausstattung ermöglichen es, komplexe Anforderungen und Wechselwirkungen in anspruchsvollen Anwendungen, wie Brennstoffzellen, Lithium-Ionen-Batterien und Supercaps, Sensoren, Mikrosystemen sowie in der Aufbau- und Verbindungstechnik in komplexen Werkstoffsystemen zu beherrschen. Am Standort Dresden werden Siebdruckpasten, Tinten und Schlicker für den Aufbau von elektrochemischen Komponenten und Mikrosystemen entwickelt.

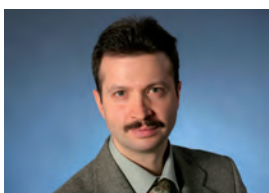
Die Werkstoffentwicklung in Kombination mit unterschiedlichen Beschichtungsverfahren insbesondere für Anwendungen in Elektrochemie und Fügetechnik bildet die Basis für die Realisierung neuer Komponenten (SOFC/SOEC, thermoelektrische Generatoren, Sensoren).

Die enge Verzahnung mit den Abteilungen »Module und Systeme« sowie »Industrialisierung Energiesysteme« sichert die Praxisrelevanz der Ergebnisse. Wir sind dadurch in der Lage, unseren Kunden attraktive Angebote zu Ma-

terialien, Prototypen und Dienstleistungen in allen Stufen der Prozesskette zu unterbreiten.

Leistungsangebot

- Entwicklung und Herstellung von Pasten für Siebdruck, Dispensierung und Roll-Coating sowie deren Fertigung im Pilotmaßstab
- Entwicklung und Herstellung von Nanotinten für Inkjet- und Aerosoldruck
- Entwicklung und Herstellung von Fügegläsern und -elementen sowie Loten
- Glasentwicklung für spezielle Anwendungen
- Entwicklung von Elektrodenmaterialien und Beschichtungen für Lithium-Ionen-Batterien und Supercaps
- Test- und Prüfkapazität für Werkstoffe und funktionelle Hochtemperatur-Komponenten für Gassensoren, SOFC/SOEC und thermoelektrische Generatoren
- Entwicklung, Herstellung und Test von SOFC-Stacks
- Aufbau- und Verbindungstechnik für keramische Systeme
- Beratung und Werkstoffanalyse



Abteilungsleiter
Werkstoffe und Komponenten

Dr. Mihails Kusnezoff
Telefon +49 351 2553-7707
mihails.kusnezoff@
ikts.fraunhofer.de



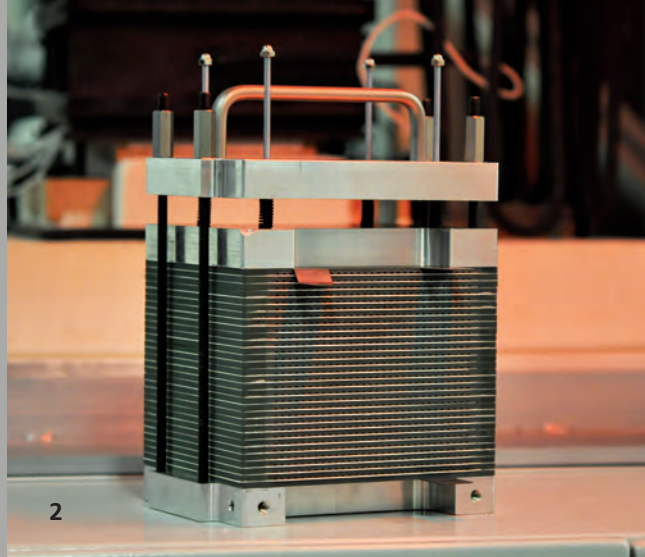
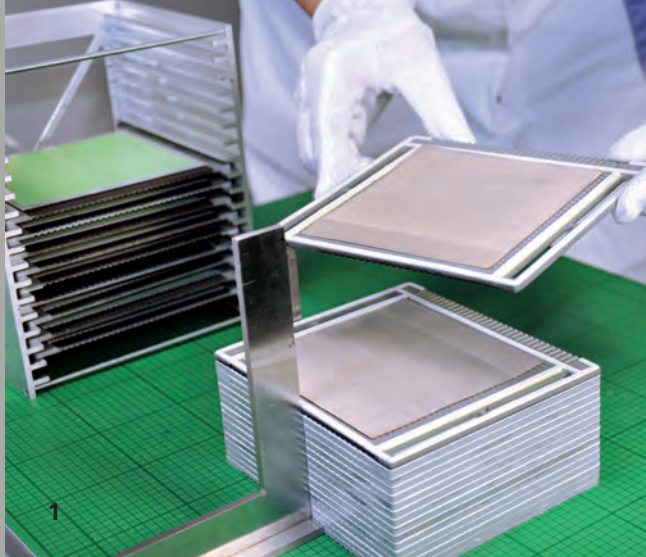
Fügetechnik und AVT
Dr. Jochen Schilm
Telefon +49 351 2553-7824
jochen.schilm@ikts.fraunhofer.de



**Hochtemperatur-Elektrochemie
und Katalyse**
Dr. Nikolai Trofimenko
Telefon +49 351 2553-7787
nikolai.trofimenko@
ikts.fraunhofer.de



Keramische Energiewandler
Dr. Stefan Megel
Telefon +49 351 2553-7505
stefan.megel@ikts.fraunhofer.de



CFY-STACKS: TECHNOLOGIE FÜR ROBUSTE SYSTEME

Dr. Stefan Megel, Dr. Mihails Kusnezoff

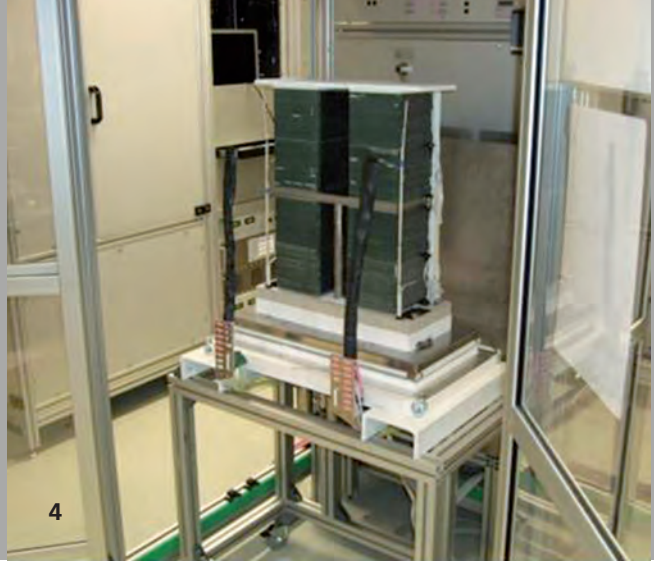
Mittels langzeitstabilen und robusten Hochtemperatur-Brennstoffzellen (SOFC-Stacks) können stationäre Energieversorgungssysteme modular aufgebaut und mit minimaler Sensierung geregelt werden. Die planaren SOFC-Stacks besitzen hohe Energiedichten und eine hohe elektrische Effizienz. Mit elektrolytgetragenen Zellen aus vollstabilisiertem Zirkondioxid (10ScSZ) können Leistungsdichten von $> 500 \text{ mW/cm}^2$ erreicht werden. Aufgrund der thermomechanischen Eigenschaften dieser Zellen kann das hohe Leistungspotenzial nur in Stacks mit CFY-Interkonnektoren (Cr5Fe1Y-Werkstoff von Plansee SE) genutzt werden.

Das neu entwickelte Stackdesign MK351 besitzt wenige Einzelteile und ermöglicht einen einfachen und automatisierbaren Aufbau (Graphik rechts). Der Stack wird aus den Komponenten, die teilweise kommerziell zur Verfügung stehen und teilweise schon in einem Pilotmaßstab bei Unternehmen gefertigt werden, aufgebaut. Die Interkonnektoren mit den Abmessungen von $130 \times 150 \text{ mm}$ sind zurzeit die weltgrößten pulvermetallurgisch hergestellten SOFC-Interkonnektoren und werden mit integrierter Schutzschicht von Plansee SE im Rahmen eines gemeinsamen Entwicklungsprogramms beigestellt. Die Glasentwicklung für die Stackherstellung erfolgt in Zusammenarbeit mit SCHOTT Electronic Packaging GmbH. Die wesentlichen und für den Stackbau wichtigen Qualitätsmerkmale der einzelnen Komponenten (Zellen, Interkonnektoren, Glasfügungen) werden am Fraunhofer IKTS ermittelt. Die passend ausgewählte Toleranzkette aller Stackbauteile sorgt für eine hohe Ausbeute, sogar bei der manuellen Fertigung. Alle Komponenten der Stacks überstehen hohe Temperaturen, Temperaturzyklisierungen und mehrmalige Oxidation und anschließende

Reduktion auf der Gasseite unter relevanten Betriebsbedingungen. Verschiedene Tests an Modellproben unterstützen die Entwicklung der Materialien für Schutzschichten, Kontaktschichten und Glasfügungen. Ein wesentlicher Punkt der Stackherstellung ist die Fügung. Aus diesem Grund wurden Fügemaschinen entwickelt, die den Dichtungsprozess, die Aktivierung und die Qualitätskontrolle der Stacks automatisiert durchführen (Bild 3).

Die hergestellten Stacks werden für Lebensdauer- und Zyklisierungstests in Hotboxen integriert, damit einfache Schnittstellen und standardisierte praxisnahe Testmöglichkeiten für die Systemintegratoren geschaffen werden. Gegenwärtig liegt die Leistungsdegradation von in Hotboxen integrierten Stacks mit 30 Ebenen (Leistung von $> 800 \text{ W}$) bei $< 1,5 \text{ \%}/1000 \text{ h}$.





Die Leistungsdegradation im Stack wird durch unterschiedliche Effekte hervorgerufen: (i) Oxidschichtbildung auf der Kathodenseite des Interkonnektors, (ii) Degradation der Zelleistung, (iii) Defekte in der Zelle bzw. Glasfügung, (iv) Kontaktflächenreduzierung zwischen Zelle und Bipolarplatte. Insbesondere bei niedrigen absoluten Stackwiderständen werden auch kleine Degradationseffekte sichtbar. Das Thema Degradation wird in einem umfangreichen Forschungsprogramm, das Materialtests, Analyse der Stackfehler und Auswirkung der Betriebsbedingungen beinhaltet, adressiert. Die Langzeitdegradation soll demnächst durch neu entwickelte Schutzschichten minimiert werden.

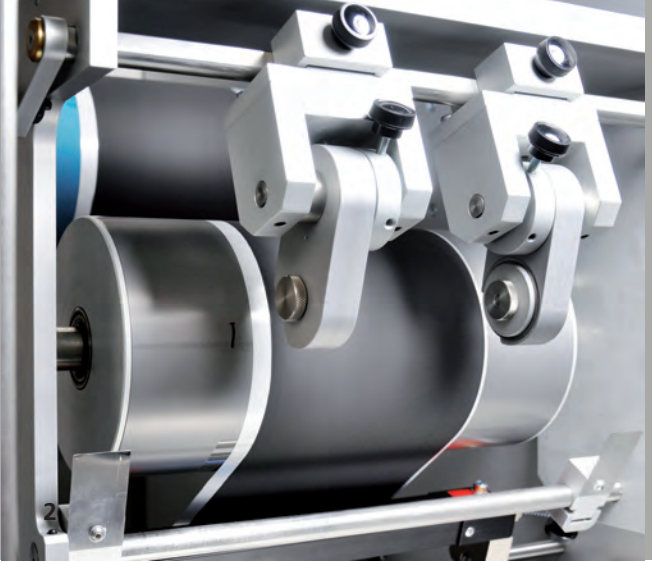
Insbesondere die Robustheit gegenüber zyklischen Belastungen (Thermo- und Redoxzyklus) stellt eine Herausforderung für die Hochtemperatur-Brennstoffzelle dar. Die Verwendung eines stabilen keramischen Substrats und einer dünnen Anodenschicht erlaubt es für den Stack, den Lufteintritt im Brenngasraum ohne Totalausfall zu überstehen, obwohl Nickel in der Anode durch Sauerstoff aus der Luft oxidiert wird. Die Stacks können damit mehrfach aufgeheizt und abgekühlt werden, ohne dass schützende Gase eingeleitet werden müssen. Dabei wurde ein minimaler Leistungsverlust von $< 1\%$ nach 20 Temperaturzyklen ohne Gaszufuhr gemessen. Durch eine separate Untersuchung der Thermozyklen und der wechselnden Reduktion und Oxidation der Anode (RedOx-Test) konnte die Degradation auf die Veränderung in der Anode und deren Kontaktierung zurückgeführt und verringert werden.

In einem am Fraunhofer IKTS entwickelten System zur Verstromung von Biogas wurde ein CFY-Stack mit 30 Ebenen erfolgreich eingesetzt. Mit den Partnern von Plansee SE, AVL List GmbH, SCHOTT Electronic Packaging GmbH und dem Forschungszentrum Jülich wird auf Basis dieses Stackdesigns ein Demonstrationssystem mit einer elektrischen Leistung von $> 5000\text{ W}$ entwickelt, das Erdgas mit einem elektrischen Wirkungsgrad von $> 50\%$ in Strom umwandelt (Bild 4). Dieser Prototyp soll den Weg zu großen SOFC-Systemen ebnen.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Tests von Komponenten im SOFC-Stack: Ermittlung der Komponenteneignung und Langlebigkeit unter realen SOFC-Betriebsbedingungen
- Stackintegration in Module
- Auslieferung von SOFC-Stacks oder Stackmodulen im Leistungsbereich $0,5$ bis 10 kW_{el}

- 1 Stapelung eines 30-Ebenen-Stacks.
- 2 Gefügter 30-Ebenen-Stack.
- 3 Fügemaschine.
- 4 Stackmodul aus acht Stacks mit 30 Ebenen.



SKALIERBARE FOLIEN-TECHNOLOGIE FÜR SUPERCAPS

Dr. Marco Fritsch, Dr. Mihails Kusnezoff, Dr. Michael Schneider, M. Sc. Mathias Weiser

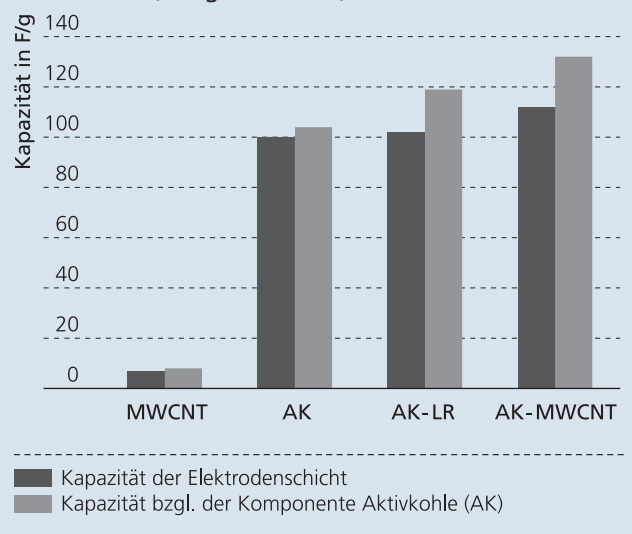
Elektrische Energiespeicher sind ein wesentlicher Baustein für die nachhaltige Gestaltung unserer zukünftigen Energieversorgung. Superkondensatoren umfassen eine Gruppe von Hochleistungscaps wie den Doppelschichtkondensator (EDLC), den Pseudokondensator bzw. den Hybridkondensator. Sie zeichnen sich durch eine hohe Leistungsdichte, kurze Lade- und Entladezeiten sowie eine hohe Lebensdauer aus. In Kombination mit der Lithium-Ionen-Batterie gibt es zahlreiche interessante Anwendungen für mobile und stationär autarke Energiespeichersysteme. Für die Realisierung der prognostizierten Ziele der Energiewende und Elektromobilität sind skalierbare Technologien zur Fertigung der Komponenten für Supercaps notwendig.

Bei den allgemein bekannten EDLC-Supercaps beruht die Speicherung elektrischer Energie (Kapazität) auf der Ausbildung einer elektrochemischen Doppelschicht an mikroporösen Kohlenstoffen. Die Produktion solcher Aktivpulver ist international weit fortgeschritten. Am Fraunhofer IKTS werden durch werkstoffwissenschaftliche Ansätze und produktionstechnische Lösungen Aktivpulver in dünne Elektrodenfolien überführt. Bei der Dispergierung der Pulver, Herstellung der Gießschlicker und Abscheidung der Elektroden im kontinuierlichen Foliengießprozess kommen keramische Technologien zum Einsatz. Wesentlich ist, dass die so hergestellte Elektrodenfolie in Form einer Rolle an nachgelagerte Prozesse wie der Kalanderverdichtung oder Wicklung des Kondensators übergeben werden kann.

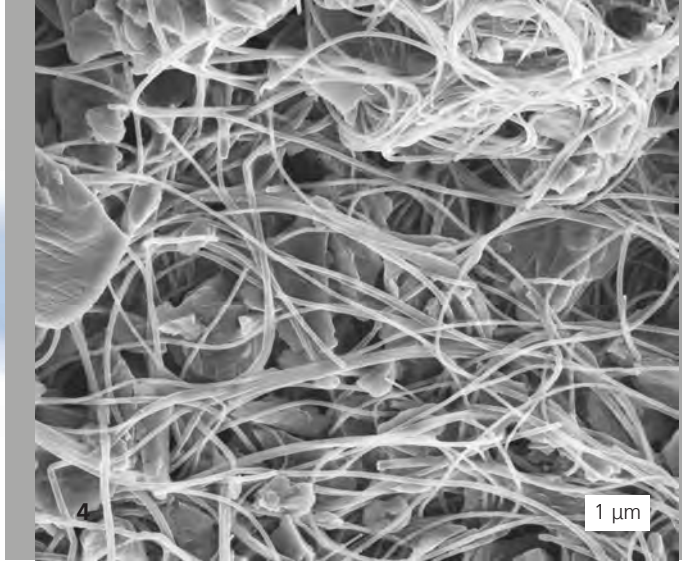
Die erreichbare Speicherkapazität und der Innenwiderstand eines solchen Kondensators werden maßgeblich durch das

Elektrodengefüge beeinflusst. Die elektrische Kontaktierung der Aktivkohle (AK)-Partikel untereinander spielt dabei eine wichtige Rolle. Durch Integration nanopartikulärer Leitpulver wie Leitruß oder Kohlenstoff-Nanoröhren (MWCNT) konnte nachgewiesen werden, dass die auf das Elektrodengewicht bezogene Kapazität gesteigert werden kann. Dabei weist das Leitpulver an sich eine zu vernachlässigende Eigenkapazität auf, vielmehr werden somit elektrisch isolierte Bereiche im Elektrodengefüge vermieden.

Gravimetrische Kapazität von EDLC-Folien mit MWCNT, AK bzw. Komposite von AK/Leitruß und AK/MWCNT (Swagelok®-Zelle)



Für CNT-haltige Elektroden wurde ein Dispergierv erfahren entwickelt, das die Nanoröhren im Gießschlicker vereinzelt und nach dem Folienguss zu einer homogenen Elektroden-schicht



führt. Die Beschichtung wurde beidseitig auf einer dünnen Aluminium-Kollektorfolie aufgebracht. Nach Verdichtung der Elektrodenfolien mittels Kalanders wurde durch elektrochemische Untersuchungen sowohl anhand von Schraubzellen als auch von Wickelkondensatoren der Klasse 100 Farad das Speicherverhalten realitätsnah beurteilt. Das zeitliche Lade- und Entladeverhalten solcher Speicherfolien konnte durch den Einsatz von Kohlenstoff-Nanoröhren wesentlich verbessert werden. Dies ließ sich auch mit Hilfe von erhöhten Schichtleitfähigkeiten bzw. eines dann zu vernachlässigenden Innenwiderstandsanteil der Elektrodenschicht im Speicher nachweisen.

Bei der Entwicklung wurde auf die Verwendung von umwelt- und gesundheitsschonenden Materialien Wert gelegt. Bei einer massiven Marktdurchdringung solcher Speicher rücken Fragen zur Sicherheit, Entsorgung und dem Recycling in den Vordergrund. Auch aufgrund einer erhöhten Temperaturbeständigkeit werden deshalb am Fraunhofer IKTS nicht Acetonitril, sondern Propylencarbonat basierende Elektrolytsysteme

primär untersucht. Die geringe Eigenleitfähigkeit von Propylencarbonat basierender Elektrolyte führt zu einem erhöhten Innenwiderstand im Supercap, dem durch Verringerung der Separatorstärke begegnet werden kann. Dies stellt allerdings erhebliche Anforderungen an die Oberflächenqualität der zu fertigenden Elektrodenfolien, da Kurzschlüsse im Wickel infolge eines Durchstechens des Separators durch Oberflächenspitzen unbedingt zu vermeiden sind. Gemeinsam mit Industriepartnern wird aktuell die industrielle Überführung solcher Speicherfolien in die Produktion von Wickelkondensatoren untersucht.

Danksagung

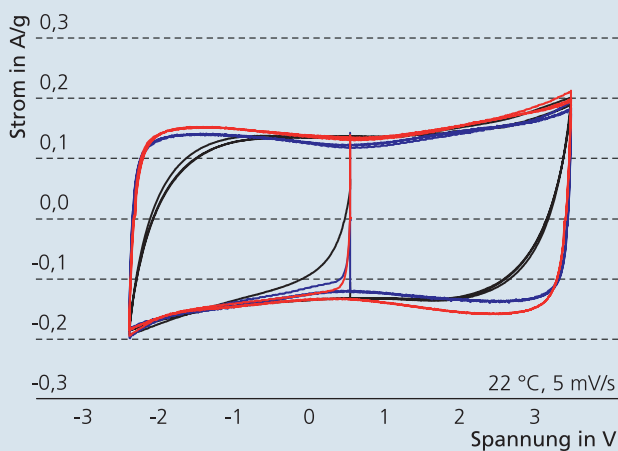
Wir danken dem BMBF und dem Projektträger Jülich für die Unterstützung der Forschungsarbeiten innerhalb des Forschungsprojekts SuperCap (03X0076B).

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Rezeptformulierung der Schlicker für Supercaps
- Gießtechnologien zur Fertigung von Elektrodenfolien
- Bewertung von Aktivmaterialien im Fertigungsprozess und deren Performance
- Mikroskopische, elektrochemische und mechanische Charakterisierung dünner Elektrodenfolien
- Fertigung im Labormaßstab bis hin zum Upscaling für eine Technikumsproduktion

- 1 Foliengießanlage.
- 2 Schichtabscheidung der Elektrode.
- 3 Gießschlicker.
- 4 Elektrodengefüge bestehend aus Aktivkohle und Kohlenstoff-Nanoröhren.

Zyklovoltammogramm Aktivkohle basierender EDLC-Folien (Swagelok®-Zelle)



- Folie mit Aktivkohle (AK)
- Folie aus Komposit AK mit Leitruß
- Folie aus Komposit AK mit MWCNT

FORSCHUNGSFELD ENERGIESYSTEME

Abteilungsleiter:

Dr. Mihails Kusnezoff

Dr. Matthias Jahn

Dr. Christian Wunderlich

ABTEILUNG

MODULE UND SYSTEME

Profil

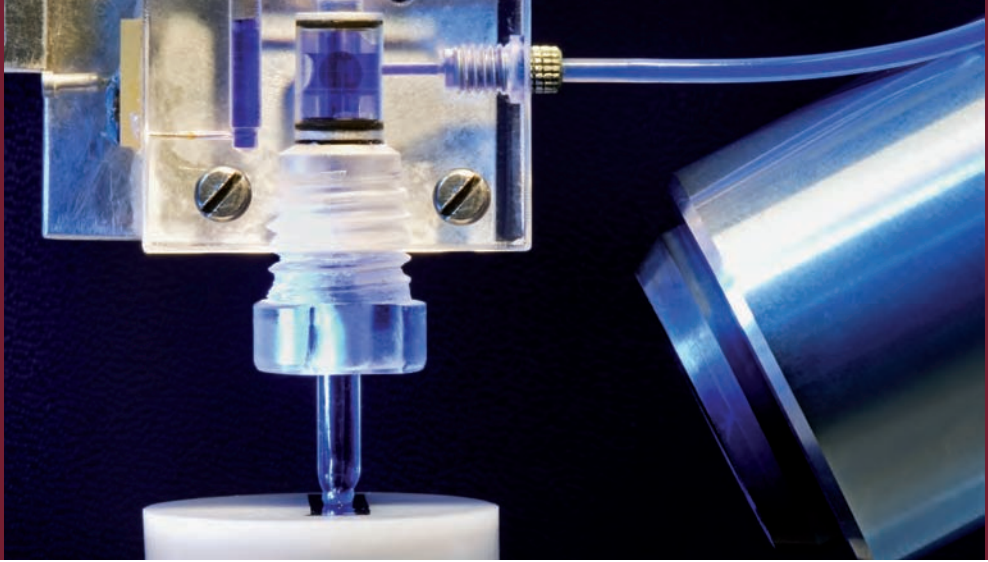
Die Arbeitsgruppen der Abteilung »Module und Systeme« decken mit ihren definierten Forschungsschwerpunkten wesentliche Fachkompetenzen für die Entwicklung von energie- und verfahrenstechnischen Anlagen ab. Es werden Systeme und Systemkomponenten zur effizienten Bereitstellung von Strom und Wärme entwickelt, aufgebaut und unter praxisnahen Bedingungen erprobt. Einen wesentlichen Bestandteil bilden dabei Systeme unter Nutzung der Festoxid-Brennstoffzelle (SOFC) als Energiewandler für die stationäre Energieversorgung (z.B. Mikro-KWK mit $P_{el} = 1 \text{ kW}$).

Einen weiteren thematischen Schwerpunkt stellt die Untersuchung von Elektrodenmaterialien für Supercaps und Batterien zur Speicherung von elektrischer Energie dar. Neben der Implementierung neuer Materialien und Fertigungstechnologien liegt der Fokus der Arbeiten auf der Charakterisierung und Modellierung.

Methodische Basis dafür bilden umfangreiche Aktivitäten im Bereich der Multiphysik-Modellierung und Simulation von Applikationen (SOFC, heterogene Katalyse und Batterien) sowie der (Spektro)elektrochemie.

Leistungsangebot

- Komponenten- und Systemauslegung
- Simulation von chemischen und elektrochemischen Prozessen und Reaktoren
 - CFD mit Ansys/CFX
 - Multiphysics mit Matlab, FlexPDE, Comsol und Modellica/Dymola
- Entwicklung und Betrieb von Systemen
- Reaktionstechnische Prozessanalyse in Testständen und Systemen
- Katalysatorentwicklung
- Gasanalyse (FID-GC, WLD-GC, PFPD-GC und GC/MS)
- Anodische und galvanische Funktionsschichten für Dielektrika, Photovoltaik, Korrosion- und Verschleißschutz, Sensorik und Brennstoffzellentechnik
- Entwicklungen zum Hochdurchsatzscreening für Anwendungen in der chemischen und biochemischen Analytik
- Mikro- und spektroelektrochemische Materialcharakterisierung von Batterien und Kondensatoren
- Untersuchungen zur elektrochemischen Bearbeitung (ECM)
- Lebensdaueranalysen für Komponenten und Systeme



Abteilungsleiter
Module und Systeme

Systemverfahrenstechnik

Dr. Matthias Jahn

Telefon +49 351 2553-7535

matthias.jahn@ikts.fraunhofer.de



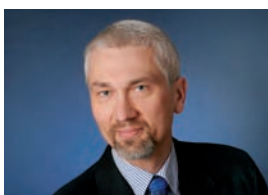
Modellierung und Simulation

Dr. Wieland Beckert

Telefon +49 351 2553-7632

wieland.beckert@

ikts.fraunhofer.de



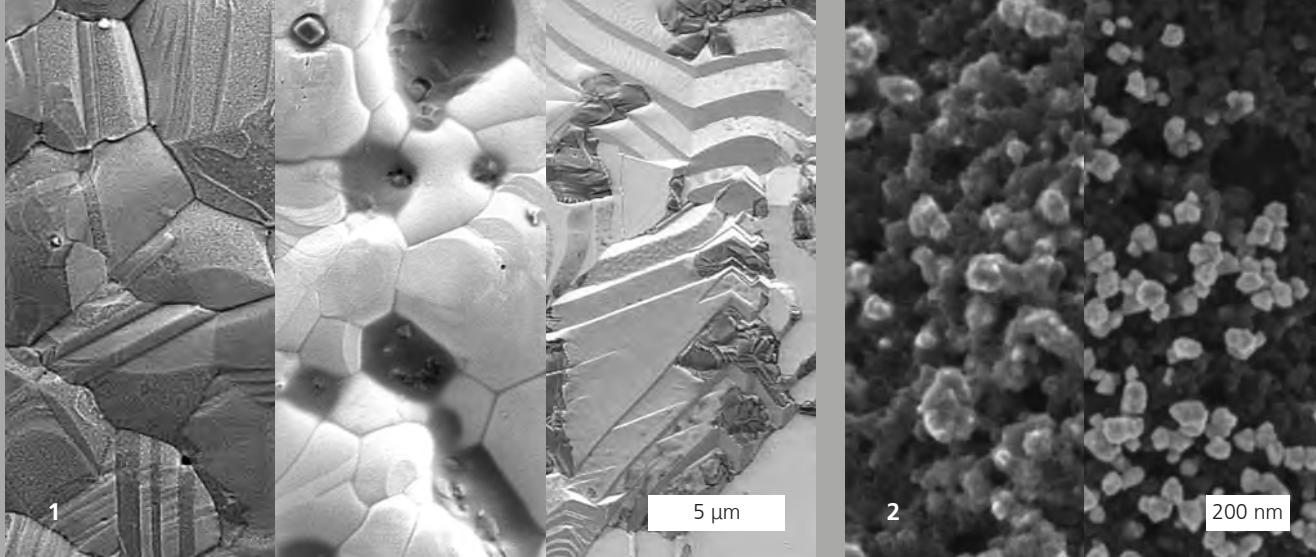
Elektrochemie

Dr. Michael Schneider

Telefon +49 351 2553-7793

michael.schneider@

ikts.fraunhofer.de



OBERFLÄCHENMODIFIZIERTE ELEKTRODEN FÜR DIE BIOSENSORIK

Dr. Thomas J. Rabbow, Dipl.-Ing. Uta Gierth, Dr. Michael Schneider

Die Siebdruck- und Multilayertechnologie stellen eine optimale Basis zum kostengünstigen Aufbau von Sensorsystemen in hoher Stückzahl dar. Die chemische Beständigkeit des Materials sowie die einfache Integration weiterer Funktionalitäten in das Sensorsystem sind weitere Vorteile dieser Technologien. Elektronische Schaltkreise zur Auswertung von Messsignalen und fluidische Strukturen lassen sich ebenso in die Keramik integrieren wie unterschiedliche Sensoren in einem Multisensor-Array zum Screening komplexer Analytgemische. Die Modifizierung der Oberfläche des Sensors durch elektrolytische Abscheidungen, elektrophoretische Beschichtungen oder über die chemische Anlagerung von Monolayern und Polymeren erlaubt eine Funktionalisierung für unterschiedlichste Anwendungen.

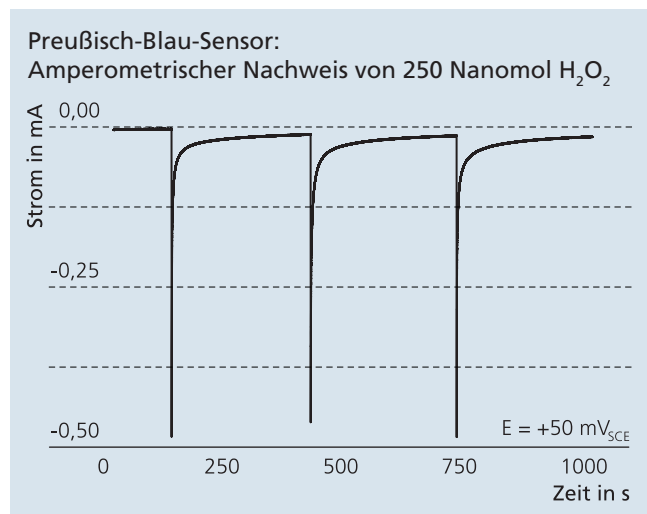
H₂O₂-Sensor

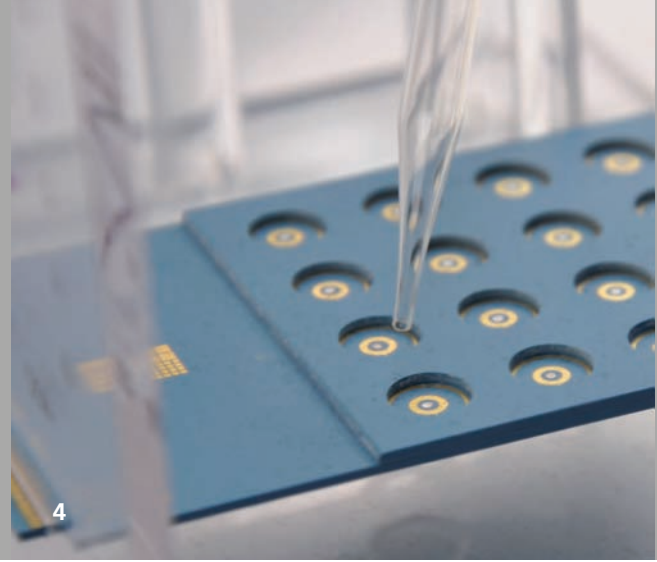
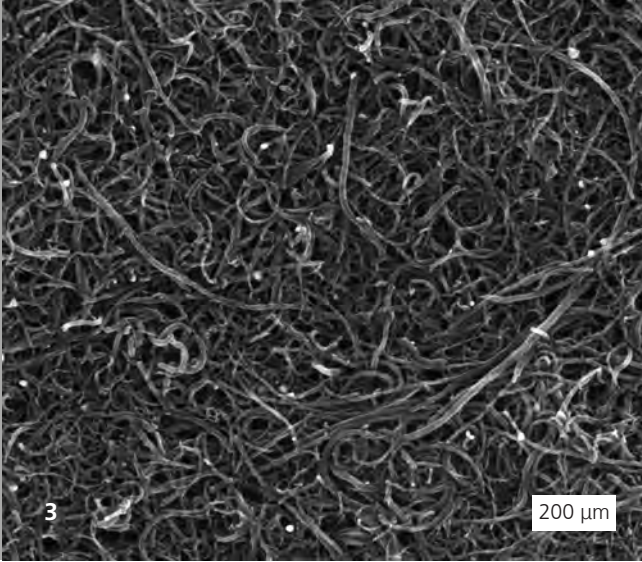
Für die Atemgasdiagnostik bei chronischen Erkrankungen der Lunge wird Wasserstoffperoxid als Entzündungsmarker ein großes Potenzial zugesprochen. Der anorganische Halbleiter Preußisch Blau (Fe₄^{III}[Fe^{II}(CN)₆]₃) wirkt als Elektrokatalysator für die Oxidation und Reduktion von Wasserstoffperoxid. Mit einer optimierten elektrochemischen Abscheidung von Preußisch Blau lassen sich Stoffmengen von Wasserstoffperoxid im Nanomol-Bereich nachweisen. Hierzu ist es nötig, eine offene Schicht aus Preußisch Blau mit einer hohen Grenzfläche aufzubauen, an der sich Wasserstoffperoxid anlagern kann und umsetzen lässt. Die Sensitivität kann mit einer zusätzlichen Schicht von Goldnanopartikeln weiter gesteigert werden, die mittels galvanischer Pulstechnik hergestellt wird. Als Grund-

lage von Preußisch-Blau-Sensoren sind siebgedruckte Carbon-elektroden, die sich leicht in keramische Sensorsysteme integrieren lassen, hervorragend geeignet.

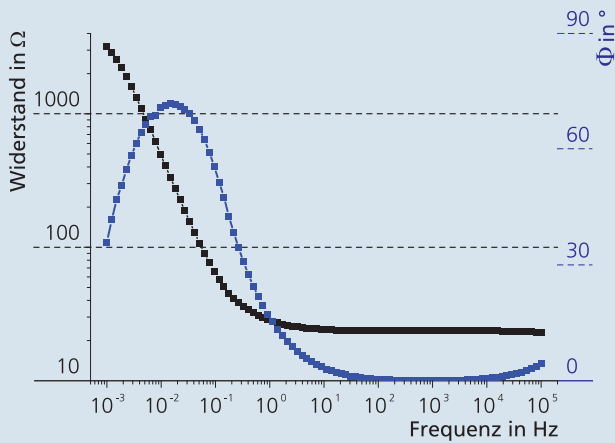
Hochempfindliche Mikroelektroden

Für die Medizintechnik werden Mikroelektroden-Arrays entwickelt, um biochemische Vorgänge im Zellgewebe und an Nervenzellen lokal aufgelöst vermessen und stimulieren zu können. Die starke Miniaturisierung zur Integration einer großen Zahl von Sensorelementen erfordert hochsensitive Einzelelektroden. Die elektrophoretische Beschichtung mit chemisch modifizierten Kohlenstoff-Nanoröhren (CNT) ermöglicht eine deutliche Steigerung der sensorisch aktiven Grenzfläche der

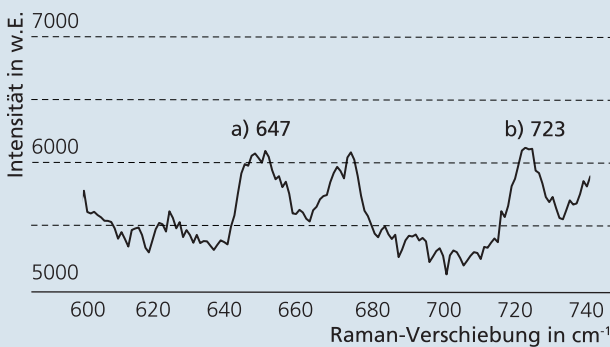




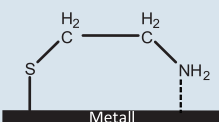
**Impedanzspektrum:
Elektrophoretische CNT-Schicht auf Gold**



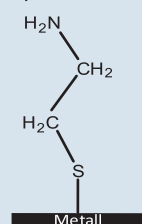
**Raman-Spektroskopie:
Cysteamin-Monolayer auf Gold**



a) gauche



b) trans



Mikroelektroden. Alternativ hierzu können modifizierte CNT molekular an Monolayer auf den Sensoren angekoppelt werden.

Danksagung

Wir danken der AiF für die Förderung im Projekt Biosensor (KF2087309AJ9) und dem BMBF für die Förderung im Projekt InMEAs (16SV5323).

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Chemische Modifizierung von Grenzflächen
- Elektrochemische und elektrophoretische Funktionalisierung
- Entwicklung und Test von Sensoren
- Spektroelektrochemische Charakterisierung von Schichten und Sensoren

- 1 Gefüge von Golddickschichten.
- 2 Preußisch-Blau-Schicht auf Sensor mit Goldnanopartikeln.
- 3 Elektrophoretische Abscheidung von Kohlenstoff-Nanoröhren.
- 4 Elektrochemisches Multisensor-Array.

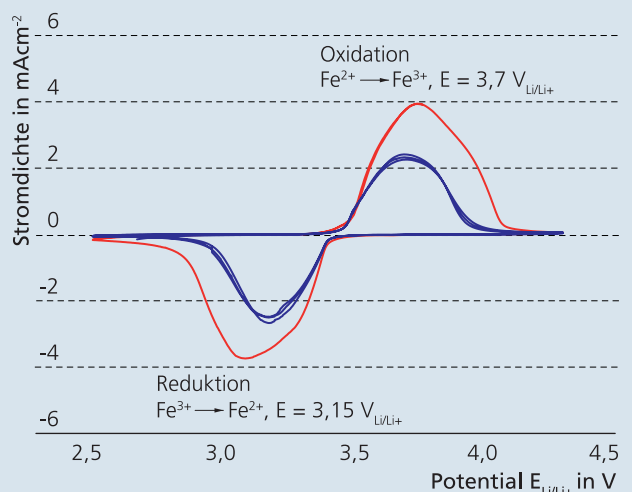


ELEKTROCHEMISCHE UND SPEKTROSKOPISCHE CHARAKTERISIERUNGEN

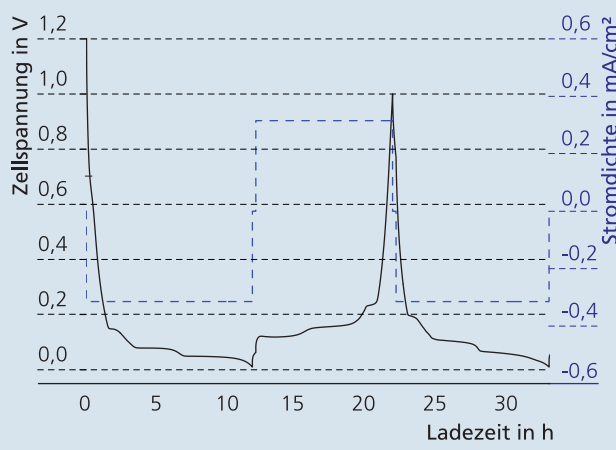
Dr. Michael Schneider, Dipl.-Chem. Ulrike Langklotz

Die Entwicklung leistungsfähiger und sicherer Energiespeicher ist der Schlüssel für die immer dringlicher werdende Wende hin zu erneuerbaren Energien. Dabei erfordert das breite Anwendungsspektrum im stationären wie mobilen Bereich die Entwicklung und Fertigung maßgeschneiderter Werkstoffe hoher Energie- und Leistungsdichte bei gleichzeitig steigender Lebensdauer. Das Fraunhofer IKTS hat bei der Entwicklung und Fertigung von keramischen Elektrodenwerkstoffen langjährige Erfahrung. Basis dafür ist ein umfassendes Verständnis der elektrochemischen Prozesse, die den neuen Speicherkonzepten zugrunde liegen, sowie die elektrochemische Charakterisierung der Werkstoffe. Die Arbeitsgruppe Elektrochemie verfügt über eine breite Palette elektrochemischer und spektroskopischer Methoden zur Untersuchung elektrochemischer Vorgänge während des Lade- bzw. Entladevorgangs und des

Cyclovoltammetrische Bestimmung der Redoxpotentiale einer Lithiumeisenphosphat-Kathode (LFP), gemessen in 3-Elektrodenanordnung



Lade-/Entladeverhalten einer Kohlenstoffanode, gemessen gegen Lithium

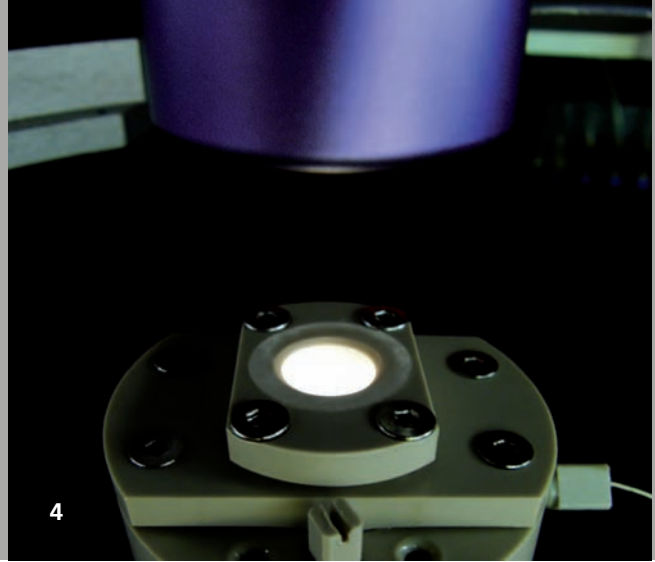


Verhaltens von Elektrodenmaterialien. Aktuell stehen Kathodenmaterialien wie lithiumhaltige Oxide und Phosphate sowie die Anodenwerkstoffe Kohlenstoff, Lithiumtitanat und Silizium-Nanodrähte im Mittelpunkt der Untersuchungen. Erfolgreich eingesetzte Methoden der Charakterisierung sind vor allem:

- Zyklovoltammetrie (CV)
- Impedanzspektroskopie (EIS)
- Verschiedene Lade-Entlade-Zyklen (z. B. CC/CV)
- Galvanostatische und potentiostatische Pulsmethoden (GITT, PITT)



3



4

Neben der Ermittlung von technologisch relevanten Materialkenngrößen (Zellspannung, spezifische Kapazität, Wassergehalt, Zyklenstabilität) werden auch mechanismenorientierte Untersuchungen durchgeführt. Sie sind die Voraussetzung, um in der interaktiven Zusammenarbeit mit verschiedenen anderen Arbeitsgruppen des Fraunhofer IKTS die Material- und Fertigungsentwicklung schneller und gezielter voranzutreiben.

Der Anspruch, grundlegendes Verständnis des Werkstoffverhaltens und der elektrochemischen Mechanismen zu gewinnen, erfordert einen methodenkombinatorischen Untersuchungsansatz. Dazu gehören die teilweise eigene Entwicklung spezieller Messzellen und der Einsatz spektroskopischer Untersuchungsverfahren in Verbindung mit elektrochemischen Messungen (Spektroelektrochemie). Insbesondere die In-situ-Anwendung spektroskopischer Methoden (Raman-spektroskopie, IR-Spektroskopie) eröffnet attraktive Möglichkeiten der Charakterisierung von Batteriematerialien, z. B.:

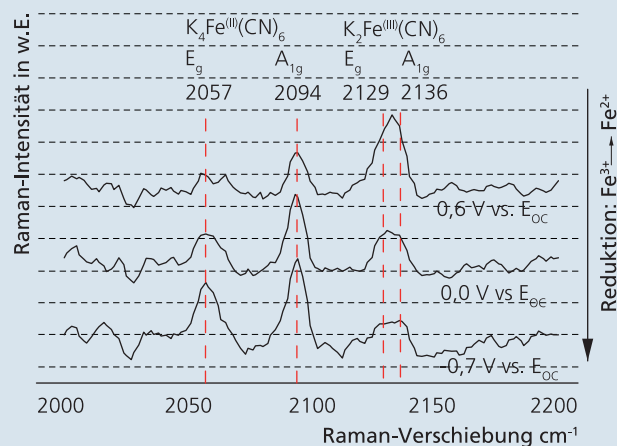
- Bestimmung des Lithisierungsgrads von Elektrodenmaterialien
- Beurteilung der Ladekapazität (State of Charge)
- Degradationsverhalten von Elektrodenmaterialien

Auf diese Weise ist es möglich, elektrochemische und strukturelle sowie zusätzliche Informationen über Festkörper-Elektrolyt-Wechselwirkungen direkt miteinander zu koppeln.

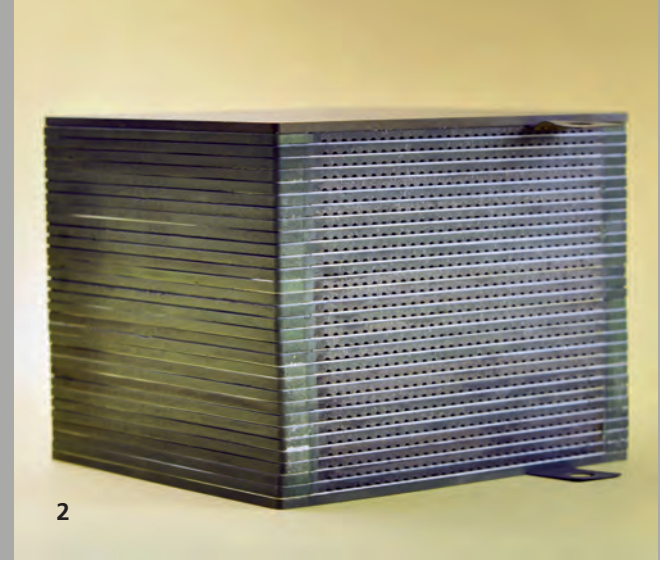
Leistungs- und Kooperationsangebot

- Elektrochemische und schwingungsspektroskopische Elektroden- und Elektrolytcharakterisierung
- Wasserbestimmung in Elektroden und Elektrolyten (Karl-Fischer-Titration)
- Mechanismenaufklärung und elektrochemisches Werkstoffverhalten

In situ Raman-spektroskopische Untersuchung der elektrochemischen Reduktion von Blutlaugensalz



- 1 Glovebox.
- 2 Schraubzellen für elektrochemische Materialcharakterisierung.
- 3 Wassergehaltsbestimmung über Karl-Fischer-Titration.
- 4 Spektroelektrochemische Raman-Messzelle.



ENTWICKLUNG UND AUTOMATISIERTER BETRIEB EINES BIOGAS-SOFC-SYSTEMS

Dipl.-Ing. Marc Heddrich, Dr. Matthias Jahn, Dr. Mihail Kusnezoff, M. Sc. Ralf Näke,
Dipl.-Ing. Aniko Weder

Motivation und Zielsetzung

Die Kopplung von regenerativer Biogaserzeugung und elektrochemischer Umsetzung in SOFC-Systemen zu elektrischem Strom und Wärme ist nicht nur aus Gründen des hohen elektrischen Wirkungsgrads besonders attraktiv. Die Festoxid-Brennstoffzelle (SOFC) erlaubt die Nutzung von Biogas ohne vorherige Abtrennung von Kohlendioxid und sogar ohne die für hohe elektrische Wirkungsgrade normalerweise notwendige Bereitstellung von Wasser für die Brennstoffaufbereitung – das Reforming. Thermodynamische Berechnungen zeigen deutlich, dass trockenes Biogas-Reforming besonders gute Reformatqualitäten von $x_{H_2} + x_{CO} > 75\%$ bei $T = 800\text{ °C}$ hervorbringen kann. Diese Art des Reforming ähnelt dem Steam-Reforming, wobei hier das Kohlendioxid die Rolle des Wassers einnimmt. Dadurch kann die bei anderen Brennstoffen benötigte, den Wirkungsgrad mindernde, hohe Reformierluftzahl auf $\lambda_{ref} < 0,1$ drastisch gesenkt werden. Mit einem solchen Konzept ist somit ein elektrischer Bruttowirkungsgrad im Bereich $\eta_{el,bru} = 50\%$ ohne Wassermanagement möglich.

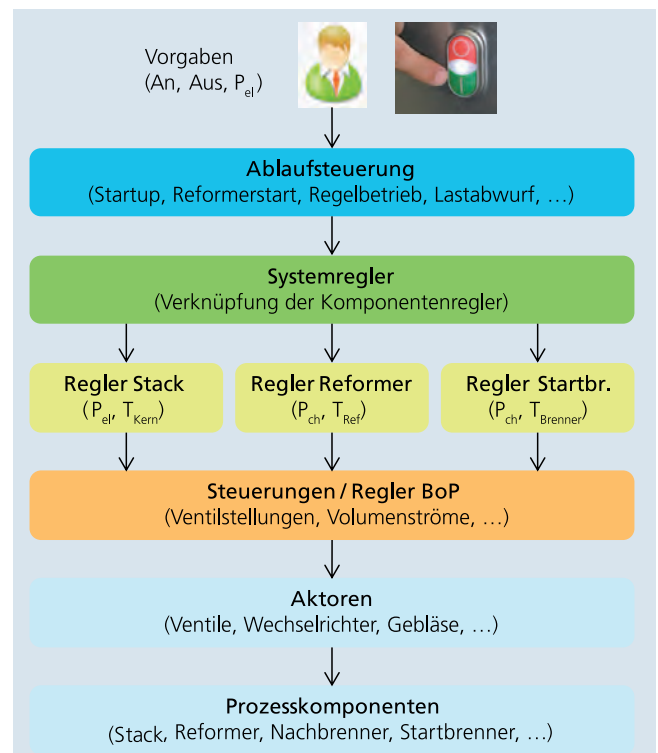
Verfahrenstechnische Entwicklung

Nach Systementwurf und Prozessauslegung fällt zur Zielerreichung das Hauptaugenmerk auf die Komponente Reformer. Hier müssen die stark endothermen Reformingreaktionen mit der exothermen Nachverbrennung des Brennstoffzellenabgases sinnvoll gekoppelt werden. In den Freigaberversuchen der Komponente konnte gezeigt werden, dass für den geplanten Betriebsbereich der für das Reforming notwendige Wärme-

strom bereitgestellt wird. Die vorausberechneten thermodynamischen Gleichgewichtszusammensetzungen werden erreicht.

Automatisierung

Die Ziele der Automatisierungsaktivitäten sind bei jeder unserer Systementwicklungen der sichere unbeaufsichtigte Betrieb mit vollautomatischer Betriebsführung und die einfache Bedienung mit einer minimalen Anzahl von Betriebsvorgaben. Dabei

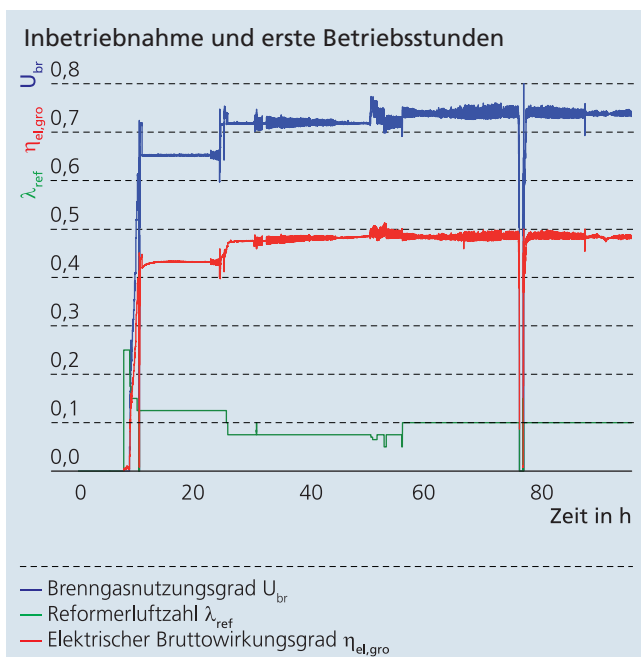




werden ausdrücklich auch die Unwägbarkeiten des realen Gerätebetriebs berücksichtigt (netzbedingte Lastabwürfe, unbekannte Brenngaszusammensetzungen etc.). Für den gewünschten überwachungsfreien Betrieb wird zunächst die stabile Mediendosierung mit praxisrelevanten BoP-Komponenten realisiert. Die Betriebsführung insbesondere der degradationsbehafteten Komponenten wird durch adaptive modellbasierte Regler gewährleistet. Die Systemregelung verknüpft und priorisiert die Komponentenregler und wird von der übergeordneten Ablaufsteuerung in definierte Zustände (Startup, Nennbetrieb etc.) versetzt. Damit muss der Bediener nur einfachste Informationen wie »An«, »Aus«, »Nenn-« oder »Teillast« vorgeben.

Erzielte Ergebnisse

Das Biogas-SOFC-System konnte aufgrund des strukturierten Entwicklungsprozesses planmäßig in Betrieb genommen und direkt in einen ersten Dauerbetrieb überführt werden. Der



Spezifikation Biogas-SOFC

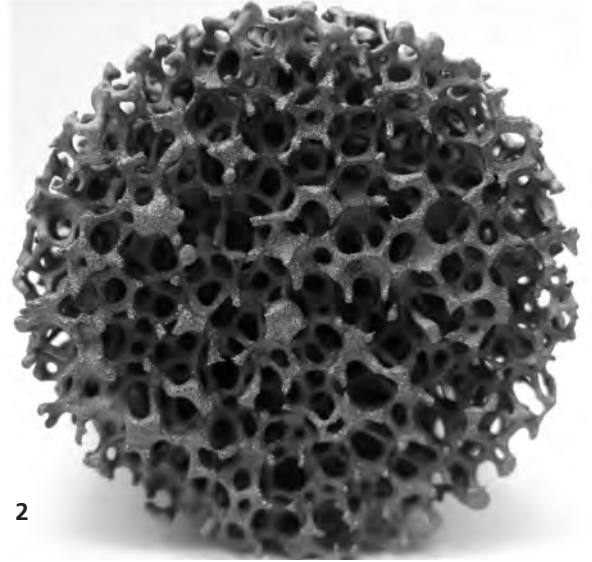
Brennstoff	Biogas	
Zusammensetzung	$x_{CH_4} = 0,4 \dots 0,7$	$x_{CO_2} = 0,3 \dots 0,6$
El. Leistung, brutto (pro eingesetztem Stack)	0,75 kW	
Reformerluftzahl	0,1	
Stack	CFY 30 Ebenen	
Betriebstemperatur	850 °C	
Brennstoffumsatz	75 %	
El. Wirkungsgrad, brutto	0,45 ... 0,51	
Therm. Wirkungsgrad	0,40 ... 0,48	
Gesamtwirkungsgrad	0,88 ... 0,94	
Start/Stop-Fähigkeit	Ja	
Emissionen	Gemäß Blauer Engel	

elektrische Bruttowirkungsgrad beträgt im Nennbetrieb $\eta_{el,bru} > 45 \%$ und die gute thermische Einbindung des Reformers ermöglicht eine extrem niedrige Reformerluftzahl bis zu $\lambda_{ref} = 0,05$. Da sicherheitstechnische Verfahren den Entwicklungsprozess begleiten, ist auch die Zertifizierungsfähigkeit der entwickelten Systeme immer im Blick.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Komponenten- und Systemauslegung
- Multiphysiksimulation von chemischen und elektrochemischen Prozessen und Reaktoren
- Entwicklung und Betrieb von Systemen
- Reaktionstechnische Untersuchungen an Reaktoren
- Katalysatorentwicklung
- Lebensdaueranalysen für Komponenten und Systeme
- Gasanalyse (FID-GC, WLD-GC, PFPD-GC und GC/MS)

- 1 Stroh zur Biogasherstellung.
- 2 CFY-Stack des IKTS.
- 3 Systemdesign.
- 4 Systemaufbau.



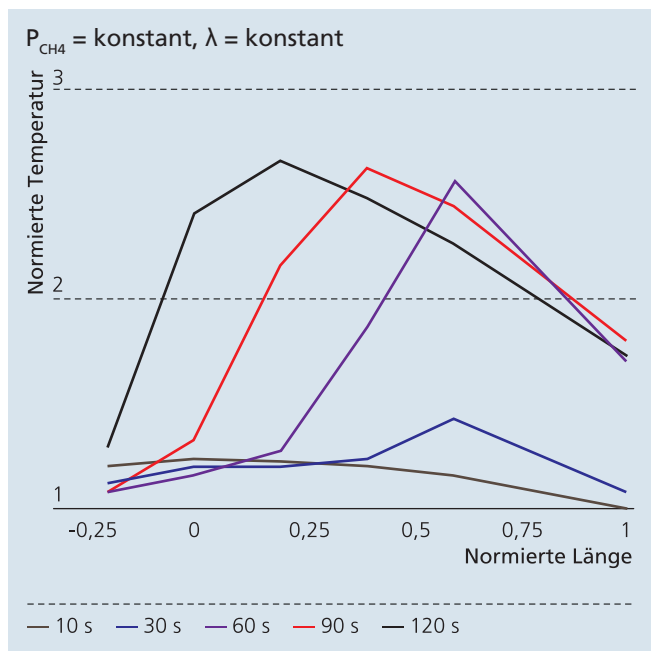
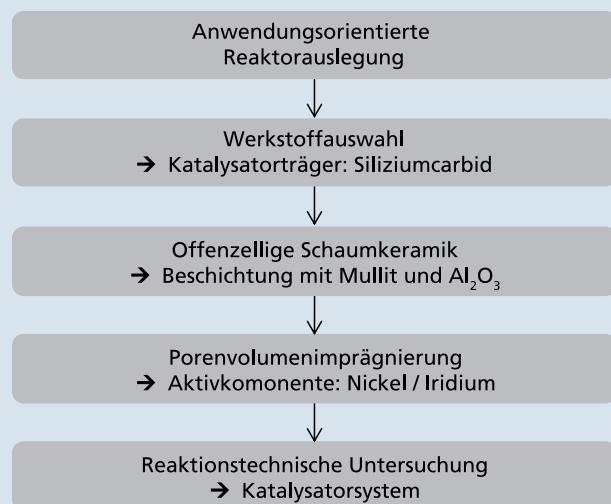
UNTERSUCHUNG DES DYNAMISCHEN VERHALTENS VON KATALYTISCHEN REFORMERN

Dipl.-Ing. Markus Pohl, Dipl.-Chem. Manuela Breite, Dipl.-Chem. Dorothea Männel, Dr. Matthias Jahn

Motivation und Zielsetzung

In einem mit Kohlenwasserstoffen betriebenen Brennstoffzellensystem wird durch Reformierung das notwendige wasserstoff- und kohlenmonoxidhaltige Brenngas für den Betrieb der Brennstoffzelle erzeugt. Mögliche Verfahren sind dabei die Wasserdampfreformierung, die partielle Oxidation oder eine Mischung aus Beidem. Für ein einfaches und robustes Systemkonzept wird die partielle Oxidation bevorzugt. Auf Betriebszustandsänderungen des Systems muss der Reformier möglichst dynamisch reagieren. Beim Start des Brennstoffzellensystems sollte die Zündtemperatur und die Zeit bis zu einem annähernd stationären Zustand möglichst gering sein.

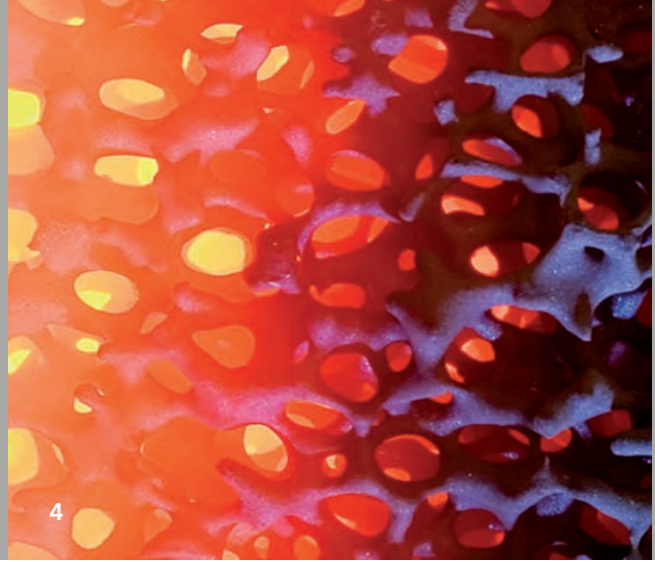
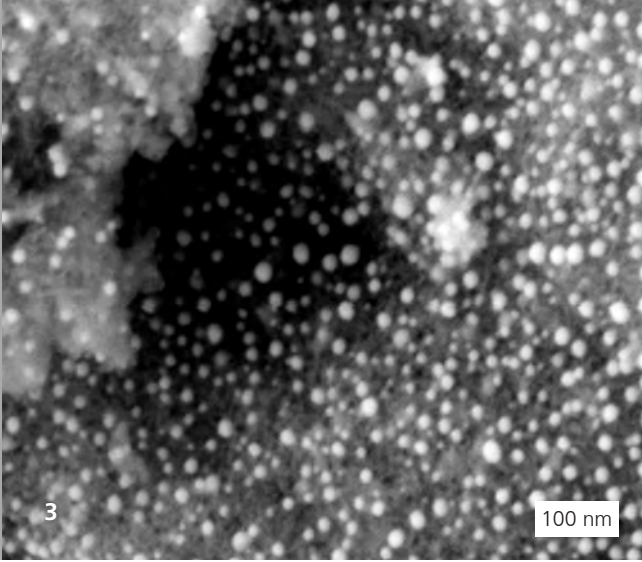
Vorgehensweise bei der Entwicklung von Katalysatoren



Das dynamische Verhalten des Reformers kann durch eine geeignete Reaktorauslegung und -gestaltung sowie durch die Wahl des Katalysators beeinflusst werden.

Katalysatorentwicklung

Als Katalysator wird eine beschichtete Schaumkeramik verwendet. Das Verfahren zur Herstellung des Katalysators ist in der linken Graphik schematisch wiedergegeben. Zunächst wird der keramische Schaum mit einem Washcoat beschichtet. Dann wird mittels Porenvolumenimprägnierung ein Edelmetall oder Nickel als Aktivkomponente aufgebracht. Ziel ist es, mög-

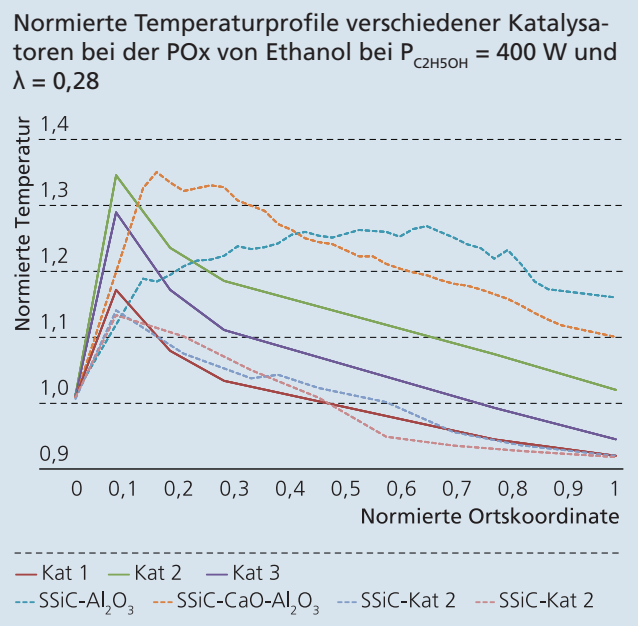


lichst wenig Edelmetall einzusetzen. Die Kenntnis der Zündtemperatur und des axialen Temperaturprofils wird durch Messungen an Prototypen erworben. Bei der Zündung des Reformers soll das Temperaturprofil möglichst flach verlaufen, d. h. die maximale Temperatur sollte möglichst niedrig sein.

In Kombination mit geringen Mengen Iridium kann die Zündtemperatur eines mit Nickel beladenen Katalysators gesenkt werden. Der Reformertart erfolgt innerhalb von 120 s nach Zugabe der Edukte. Im Vergleich zu Cordierit zeichnet sich SiC durch eine hohe Wärmeleitfähigkeit aus und eignet sich daher sehr gut als Trägermaterial für den Katalysator. Versuche mit keramischen Schaumstrukturen und Ethanol zeigen, dass deutlich geringere Temperaturgradienten erzielbar sind als mit kommerziellen Cordieritwaben. Zudem sinken die maximal gemessenen Temperaturen auf dem Katalysator.

Zündbedingungen: $P_{CH_4} = \text{konstant}$, $\lambda = \text{konstant}$

Aktivkomponente	$T_{\text{Zündung}}$	Katalysator
Nickel	> 500 °C	edelmetallfrei
Iridium	< 350 °C	edelmetallhaltig
Nickel/Iridium	< 500 °C	geringer Iridiumanteil



Leistungs- und Kooperationsangebot

- Reaktorentwicklung und Testung für katalytische Reaktionen und Prozesse
- Katalysatorentwicklung
- Messtechnik für die Validierung unterschiedlicher Brennstoffe für verschiedene Katalysatoren
- Entwicklung von beschichteten Schäumen für die Gasaufbereitung und Gasnachbehandlung

- 1 Katalysatorpellets.
- 2 SiC-Trägerstruktur.
- 3 Katalysatoroberfläche mit Aktivkomponente.
- 4 Reaktion im porösen Medium.

FORSCHUNGSFELD ENERGIESYSTEME

Abteilungsleiter:

Dr. Mihails Kusnezoff

Dr. Matthias Jahn

Dr. Christian Wunderlich

ABTEILUNG

INDUSTRIALISIERUNG ENERGIESYSTEME

Profil

Die Abteilung »Industrialisierung Energiesysteme« bündelt als Schnittstelle zur Applikation und zum Kunden die umfangreichen Werkstoff- und Technologiekompetenzen des Fraunhofer IKTS mit dem Ziel, komplette Energiesysteme zu entwickeln. Den Fokus der Aktivitäten bilden derzeit Brennstoffzellensysteme und Batteriespeicher, aber auch thermoelektrische Generatoren und weitere Energiespeichersysteme werden betrachtet.

Neben der Bearbeitung von isolierten Material- oder Technologiefragen auf den einzelnen Stufen der Wertschöpfungskette wird damit eine zielgerichtete Systementwicklung auf Grundlage der Markt- und Kundenanforderungen einerseits und der verfügbaren technologischen Optionen andererseits möglich. Auf Basis einer umfangreichen Validierung und Soll-Ist-Analyse der Marktreife werden die Rückkopplung in die Material- und Komponentenentwicklung sowie die zügige Lösung der identifizierten erfolgskritischen Fragestellungen sichergestellt.

In den Laboren und Werkstätten des Hauses oder in Kooperation mit Kunden kann eine Kleinserienfertigung der Prototypen zur Entwicklung serientauglicher Fertigungs- und Qualitätsprozesse realisiert werden. Damit qualifiziert sich das Fraunhofer IKTS als Komplett-Dienstleister für den gesamten Prozess der Technologieentwicklung und den schrittweisen Wissenstransfer in die Serienentwicklung des Kunden.

Leistungsangebot

- Systemkonzeption, simulationsgestützte Synthese bis hin zur dynamischen Simulation komplexer Energiewandler und Speichersysteme
- Multikriterielle Optimierung der Systemstruktur nach Paretoprinzip auf Basis vom Kunden vorgegebener Funktionsziele
- Prototypenaufbau, Funktionstest und Validierung der Leistungs- und Lebensdauerparameter von Energiesystemen in den speziell dafür ausgestatteten Laboren im Leistungsbereich von derzeit wenigen mW bis aktuell ca. 10 kW (Schwerpunkt: Brennstoffzellen- und Batteriesysteme)
- Prüfstandsbauelemente und -betrieb zur Untersuchung spezieller Fragestellungen u. a. im Hochtemperaturbereich
- Realisierung von Prototypenfertigung und QS-Prozessen im Werkstatt-, Technikums- oder Fabrikmaßstab



Abteilungsleiter

Industrialisierung Energiesysteme

Dr. Christian Wunderlich
Telefon +49 351 2553-7232
christian.wunderlich@
ikts.fraunhofer.de



Systemkonzepte

Thomas Pfeifer
Telefon +49 351 2553-7822
thomas.pfeifer@ikts.fraunhofer.de



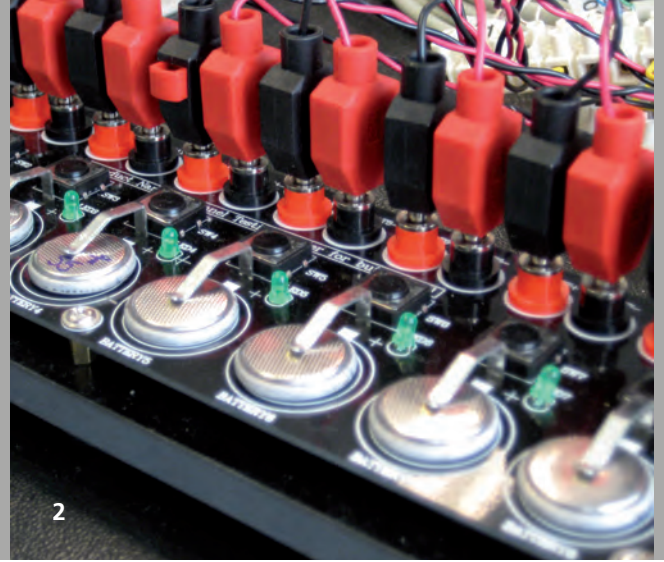
Validierung

Jens Baade
Telefon +49 351 2553-7338
jens.baade@ikts.fraunhofer.de



Energiespeichersysteme

Dr. Mareike Wolter
Telefon +49 351 2553-7971
mareike.wolter@
ikts.fraunhofer.de



CHARAKTERISIERUNG VON MATERIALIEN UND PROZESSEN FÜR DIE LI-BATTERIE FERTIGUNG

Dr. Mareike Wolter, Dipl.-Phys. Diana Leiva, Dipl.-Ing. Georg Fauser, Dr. Christian Bretthauer

Vor dem Hintergrund des steigenden Anteils erneuerbarer Energien und der forcierten Entwicklung der Elektromobilität gewinnen effiziente, leistungsstarke Energiespeicher signifikant an Bedeutung. Lithium-Ionen-Batterien (LIB) werden in diesem Zusammenhang als Schlüsseltechnologie angesehen, da sie nicht nur hohe Energie- und Leistungsdichten, sondern bei entsprechender Handhabung auch eine hohe Lebensdauer aufweisen. Sie gelten damit als eine der aussichtsreichsten Speichertechnologien für den Einsatz in den Bereichen Smart Grid und Elektromobilität.

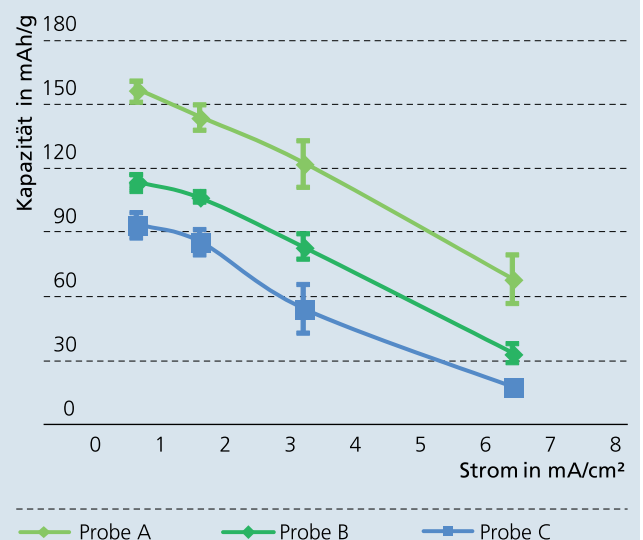
Zellfertigung im Technikumsmaßstab

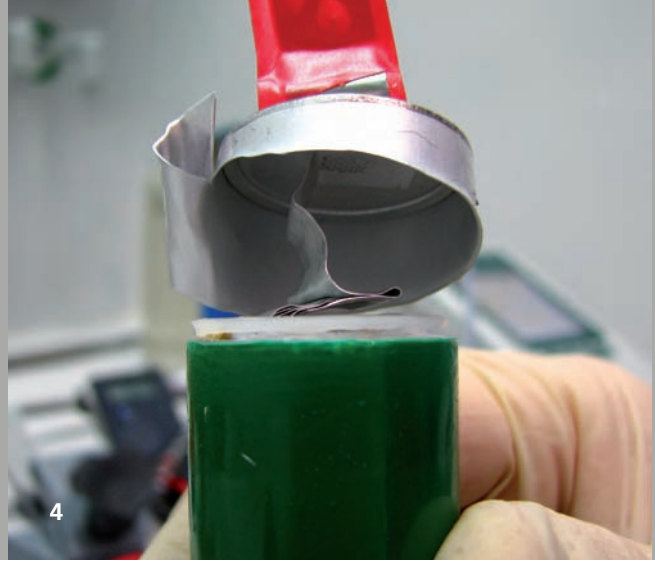
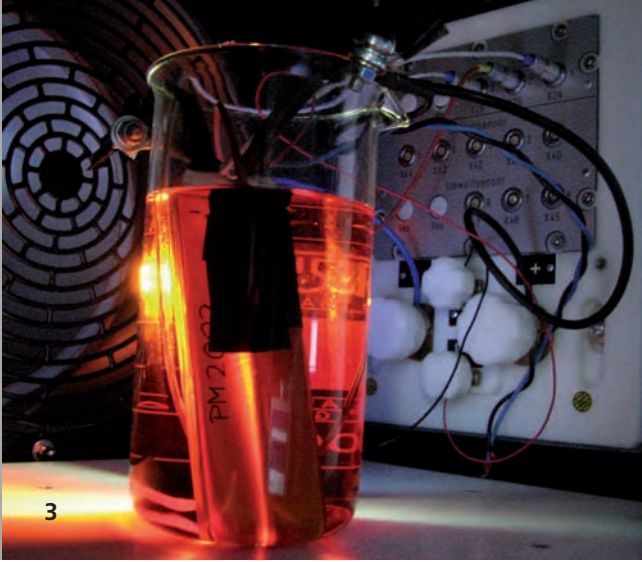
Entscheidend für die Qualität von LIB ist neben der Verwendung leistungsfähiger Speichermaterialien auch deren Verarbeitung. Die Arbeitsgruppe Energiespeichersysteme arbeitet daher in Kooperation mit industriellen Partnern an der Entwicklung und Optimierung innovativer Fertigungstechnologien für LIB im Technikumsmaßstab. Ziel ist es, eine kosteneffiziente, modulare, geometrie- und zellchemieflexible Anlagentechnik zu etablieren. Eine der zentralen Aufgaben des Fraunhofer IKTS in diesem Projekt ist die Entwicklung produktionsstauglicher Beschichtungstechnologien sowie die Herstellung entsprechend optimierter Schlickersysteme. Ausgehend von der Elektrodencharakterisierung an Knopf- und Pouch-Zellen mit abschließender Post-Mortem-Analyse werden geeignete Test- und Charakterisierungsmethoden entwickelt, die sich als In-line-Prozesskontrolle zur Qualitätssicherung in den Fertigungsprozess integrieren lassen.

Elektrische und thermische Charakterisierung

So breit gefächert wie die Einsatzmöglichkeiten sind auch Größe und Eigenschaften der zum Einsatz kommenden LIB-Zellen. Die Bandbreite reicht von Mikrobatterien mit einer Speicherkapazität von wenigen Milliamperestunden bis zu Großzellen für industrielle und automobiler Anwendungen mit einer Kapazität von einigen hundert Amperestunden. Um dieses Spektrum an Zellen charakterisieren zu können, stehen entsprechende Testsysteme zur Verfügung. An Knopfzellen werden z. B. die Materialeigenschaften von am Fraunhofer

Kapazität pro Kathodenmasse in Abhängigkeit der Entladerate für Elektroden mit unterschiedlichen Aktivmaterialien





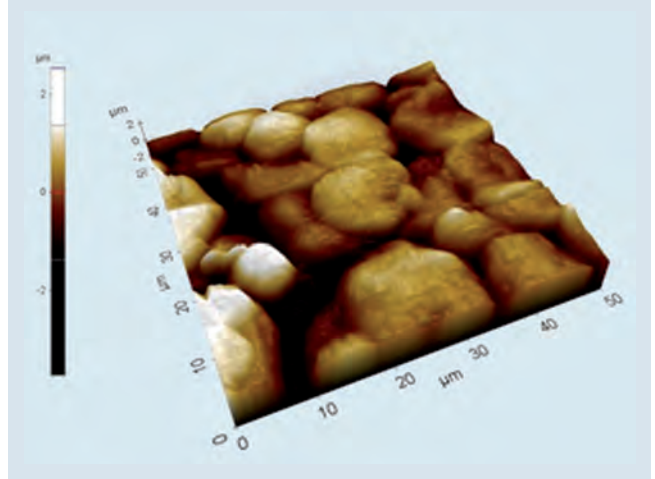
IKTS hergestellten Elektrodenfolien bestimmt (Graphik links unten). Kommerzielle Zellen werden dagegen unter applikationsspezifischen Bedingungen getestet, um Aussagen zu ihrer Einsetzbarkeit als stationäre Energiespeicher oder in Elektrofahrzeugen treffen zu können. Des Weiteren wird die Charakterisierung zur Aufklärung von Fehlermechanismen genutzt.

Typische Lastzyklen dieser Applikationen können durch am Fraunhofer IKTS verfügbare Testsysteme simuliert werden. Im Besonderen ist der Einfluss der Umgebungstemperatur auf die elektrischen Eigenschaften der Zellen zu berücksichtigen. Aus den gewonnenen Daten wie Leistungsdichte, Zyklenbeständigkeit oder Innenwiderstand der Zellen können außerdem Rückschlüsse auf die Güte des Produktionsprozesses gezogen werden.

Post-Mortem-Analyse

In Post-Mortem-Analysen werden Batterien auf Ursachen hin untersucht, die zum Versagen bzw. zur Degradation der Zelle geführt haben. Dabei werden bildgebende Verfahren wie Computertomographie, Licht-, Rasterelektronen- und Rasterkraftmikroskopie (Graphik rechts) mit analytischen Verfahren wie energiedispersiver Röntgen- und Ramanspektroskopie sowie BET- und DSC-Messungen kombiniert. So können aussagekräftige Informationen über die jeweiligen Versagensmechanismen gewonnen sowie Alterungs- und Fehlermechanismen wie beispielsweise Dendritenbildung, Exfoliation, Separatorverdichtung, Korrosion oder Kontamination lokalisiert werden. Diese Untersuchungen bieten wiederum die Basis für eine gezielte Anpassung von Materialien und Prozessen im Rahmen der Elektroden- und Zellfertigung.

Rasterkraftmikroskopie zur Untersuchung der Oberflächentopographie einer Graphitanode



- 1 Herstellung von Knopfzellen.
- 2 Charakterisierung von Knopfzellen.
- 3 Charakterisierung einer kommerziellen Pouch-Zelle in einer Temperaturprüfkammer.
- 4 Post-Mortem-Analyse.

FORSCHUNGSFELD INTELLIGENTE MIKROSYSTEME

Abteilungsleiter:

Dr. Andreas Schönecker

Dr. Uwe Partsch

ABTEILUNG

INTELLIGENTE MATERIALIEN UND SYSTEME

Profil

Die Abteilung »Intelligente Materialien und Systeme« befasst sich mit der Entwicklung und Integration dielektrischer Funktionskeramiken in Bauelemente, Mikrosysteme und aktive Strukturen. Die Bearbeitungstiefe reicht dabei von der Werkstoffsynthese bis zum Funktionsnachweis in prototypischen Systemen.

Bei der Lösung applikativer Fragestellungen werden Koppel-eigenschaften elektrokeramischer Werkstoffe, Funktionsverdichtung über Werkstoffverbunde sowie Komponenten-anpassung an die Systemumgebung genutzt.

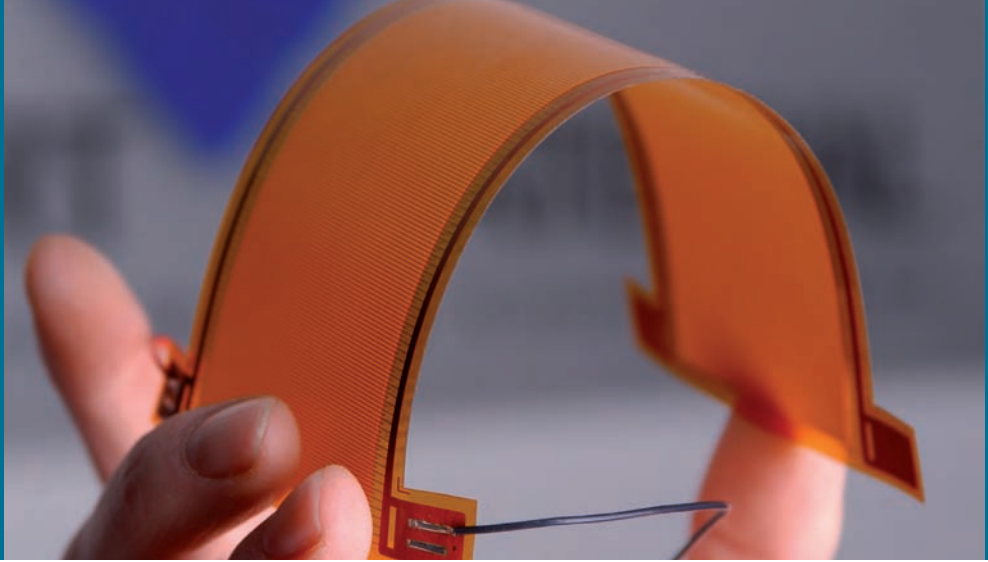
Langjährige Werkstoffkompetenz besteht für Komplex-perowskite, die als piezoelektrische, ferroelektrische bzw. dielektrische Hochleistungskeramiken Träger aktorischer, sensorischer und elektronischer Funktionen in monolithischen Bauelementen und Werkstoffverbunden mit Polymeren, Metallen, Gläsern und weiteren Keramiken sind. Dickschicht-, Multilayer- und Piezokomposittechnologien sind als geschlossene technologische Ketten für die Projektbearbeitung verfügbar.

Zur Darstellung von Dünnschichten werden CVD-, PVD- und Sol-Gel-Verfahren sowie das reaktive Ionenätzen für die Strukturierung eingesetzt. Auf Basis dieses Technologieportfolios können neue Werkstofflösungen für die Halb-

leitertechnologie und den Verschleißschutz erarbeitet werden. Im Hinblick auf Anwendungen im System werden Entwurfs- und Charakterisierungstools entwickelt und eingesetzt, die die Wechselwirkung piezoelektrischer Wandler mit elektronischen Schaltungen sowie mit mechanischen und akustischen Teilsystemen beschreiben. Dies erlaubt innovative Entwicklungen in der Piezotechnik, Adaptronik/Mechatronik und Ultraschall-technik.

Leistungsangebot

- Entwicklung, Herstellung und Charakterisierung dielektrischer Funktionskeramiken
- Technologieentwicklungen auf Basis funktionskeramischer Pulver, Fasern und Schichten
- Komponenten- und Bauteilentwicklung für spezifische Applikationen in der Sensorik, Aktorik, Ultraschalltechnik, Elektronik, im Verschleißschutz und funktionsintegrierten Leichtbau
- Modellierung und Simulation auf Werkstoff-, Bauteil- und Systemebene
- Charakterisierung di-, piezo- und ferroelektrischer Funktionseigenschaften
- Vibrations- und Schallfeldmessungen
- Wissenschaftlicher Gerätebau für Spezialausrüstungen



Abteilungsleiter
Intelligente Materialien und
Systeme

**Multifunktionale Werkstoffe
und Bauteile**

Dr. Andreas Schönecker
Telefon +49 351 2553-7508
andreas.schoenecker@
ikts.fraunhofer.de



**Funktionsschichten für
Mikroelektronik und
Verschleißschutz**

Dr. Ingolf Endler
Telefon +49 351 2553-7693
ingolf.endler@ikts.fraunhofer.de



Piezosysteme

Thomas Rödiger
Telefon +49 351 2553-7709
thomas.roedig@ikts.fraunhofer.de



RÜCKSEITENPASSIVIERUNG VON KRISTALLINEN SOLARZELLEN DURCH ALD

Dr. Ingolf Endler, Dipl.-Phys. Mario Krug

Einleitung

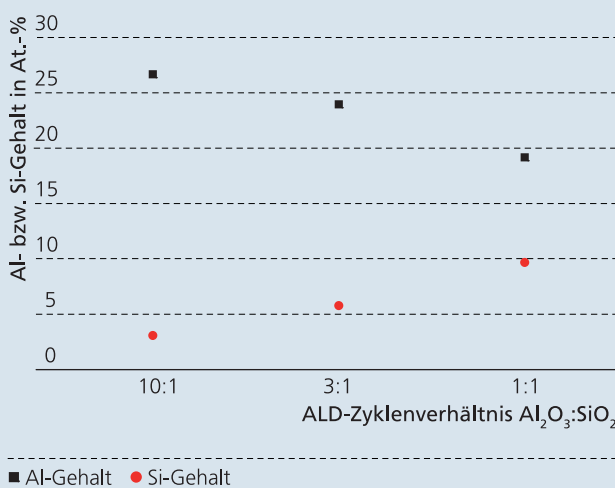
Aufgrund des guten Preis-Leistungs-Verhältnisses von Solarzellen auf der Basis von kristallinem Silizium besitzen diese eine vorherrschende Stellung in der Photovoltaik. Die degressive Gestaltung der garantierten Einspeisevergütung für erzeugten Photovoltaikstrom generiert einen erheblichen Kostendruck für die Herstellung und den Absatz von neuen Photovoltaikmodulen. Eine Steigerung der Effektivität der Solarzellen kann durch eine Rückseitenpassivierung erreicht werden, die zu einer Reduktion der Verluste durch ungewünschte Ladungsträgerrekombination führt. Damit lassen sich die Herstellungskosten pro Watt Peak der Solarzellenleistung deutlich verringern.

Ergebnisse

Im Fraunhofer IKTS stehen zwei Versuchsanlagen zur Abscheidung von dünnen Oxid- bzw. Mischoxidschichten zur Verfügung, die nach dem Verfahren der Atomlagenabscheidung (ALD) arbeiten. Mit diesen Versuchsanlagen können Proben bis zu einem Durchmesser von 300 mm beschichtet werden. Beim ALD-Prozess werden die Precursoren sequenziell zugeführt, jeweils getrennt durch Spülgaspulse. Dabei wird ein Mischoxid aus $(Al, Si)O_x$ durch Einfügen von SiO_2 -ALD-Zyklen in die ALD-Abscheidungszyklen für Al_2O_3 hergestellt. Als Precursoren kommen Trimethylaluminium (TMA), Trisdimethylaminosilan (3DMAS) und Ozon zur Anwendung.

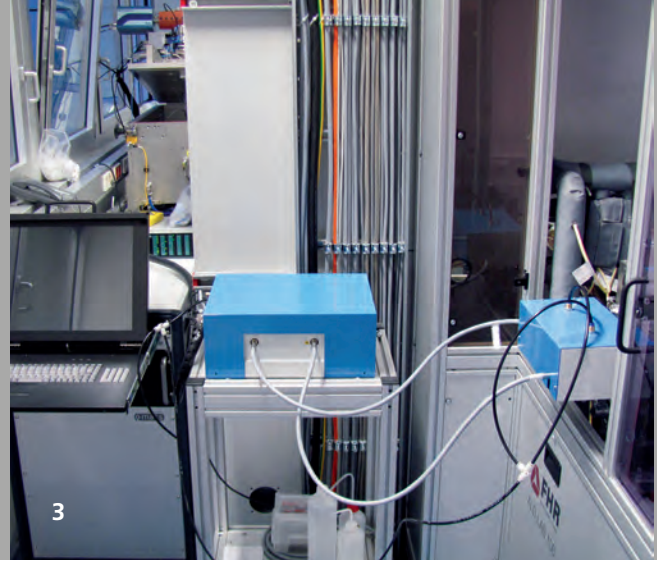
Durch das festgelegte Zyklenverhältnis der beiden Oxide kann die Stöchiometrie der resultierenden Mischoxidschicht repro-

Silizium- und Aluminiumgehalt der Mischoxidschichten in Abhängigkeit vom ALD-Zyklenverhältnis



duzierbar und genau eingestellt werden. Die obere Graphik zeigt den Silizium- und Aluminiumgehalt der resultierenden Mischoxidschichten.

In der nebenstehenden Graphik ist die gemessene Ladungsträgerlebensdauer für rückseitenpassiviertes Silizium in Abhängigkeit der Siliziumkonzentration in den $(Al, Si)O_x$ -Schichten bei verschiedenen Wärmebehandlungen dargestellt. Dabei zeigt sich, dass die Ladungsträgerlebensdauer durch den Einbau von Silizium merklich gesteigert werden kann. Durch eine zusätzliche Wärmebehandlung nach Abscheidung der Passivierungsschicht kann die Ladungsträgerlebensdauer nochmals wesentlich verbessert werden. Ein Maximum der Ladungsträgerlebensdauer wird bei geringen Siliziumkonzentrationen in den $(Al, Si)O_x$ -Passivierungsschichten erreicht. Die Art der Wär-



mebehandlung hat hier keinen nennenswerten Einfluss auf die Höhe des Maximums. Sowohl bei reinen Al_2O_3 -Schichten als auch bei $(\text{Al}, \text{Si})\text{O}_x$ -Schichten mit höherem Siliziumgehalt differenziert die erreichbare Ladungsträgerlebensdauer jedoch in Abhängigkeit von der Art der angewandten Wärmebehandlung. Damit verbessern $(\text{Al}, \text{Si})\text{O}_x$ -Passivierungsschichten mit optimalem Siliziumgehalt die Effizienz der Solarzellen deutlich.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten

Neben der hier vorgestellten Möglichkeit des Einsatzes von ALD-Schichten zur Rückseitenpassivierung von kristallinen Solarzellen werden diese bisher vorwiegend in der Mikroelektronik für die Abscheidung von sehr dünnen und exzellent oberflächenkonformen Schichten eingesetzt, wie z. B. für Schichten mit sehr hohen Dielektrizitätskonstanten (high-k). Aufgrund der sehr guten Schichtdickenkontrolle sowie der

sehr geringen Defektdichte bei der Abscheidung von ALD-Schichten sind ebenfalls Anwendungen in der Präzisionsoptik sowie als Barrierschichten denkbar.

Danksagung

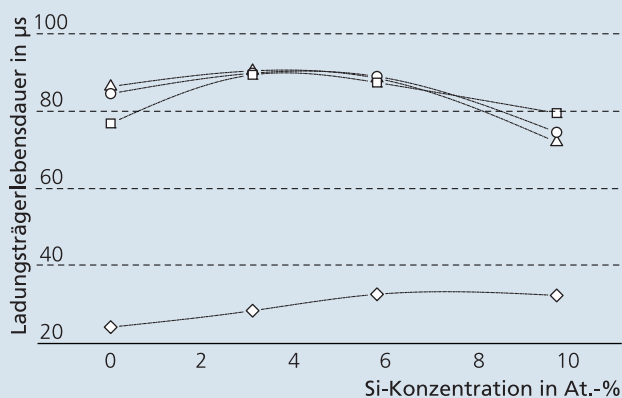
Die hier vorgestellten Arbeiten sind Ergebnisse eines gemeinsamen Projekts (Nr. 12461/2043) des Fraunhofer IKTS, der NaMLab gGmbH, des Fraunhofer CNT und der Technischen Universität Dresden, das durch das Sächsische Ministerium für Wissenschaft und Kultur finanziell mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und des Freistaates Sachsen gefördert wurde.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Test von ALD-Precursoren mit Bestimmung von Reaktionsprodukten durch Massenspektrometrie und Laserabsorptionsspektroskopie
- Entwicklung von ALD-Prozessen
- Musterbeschichtungen zur Produktentwicklung
- Komplexe Charakterisierung der abgeschiedenen Schichten

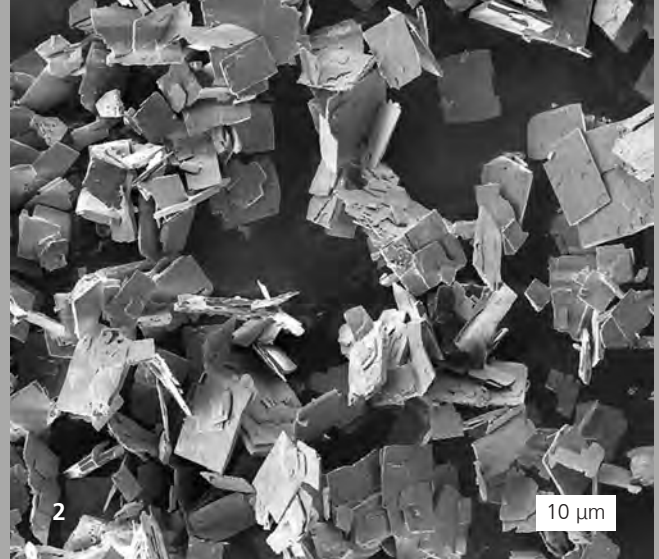
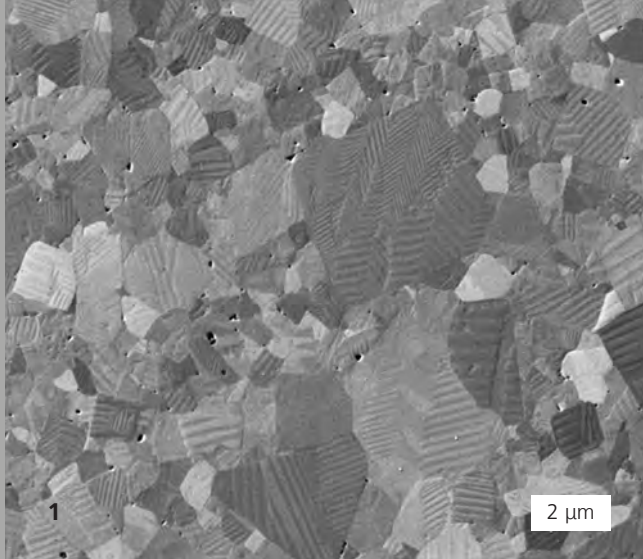
- 1 ALD 300 Beschichtungsanlage im Reinraum des Fraunhofer CNT.
- 2 ALD 100 Beschichtungsanlage im Fraunhofer IKTS.
- 3 Laserabsorptionsspektrometer Q-MACS an der ALD 100.

Gemessene Ladungsträgerlebensdauer auf $(\text{Al}, \text{Si})\text{O}_x$ -passivierten CZ-Wafern in Abhängigkeit des Si-Gehalts und der nachfolgenden Wärmebehandlung; $(\text{Al}, \text{Si})\text{O}_x$ -Dicke: 20 nm



- ◇ Ohne zusätzliche Wärmebehandlung
- △ 800 °C Kurzzeitwärmebehandlung in N_2
- 500 °C Wärmebehandlung in N_2
- 500 °C Wärmebehandlung in Formiergas





HERSTELLUNG UND CHARAKTERISIERUNG AKUSTISCHER WANDLER AUF BASIS VON KNN

Dr. Andreas Schönecker, Dipl.-Ing. Thomas Rödiger

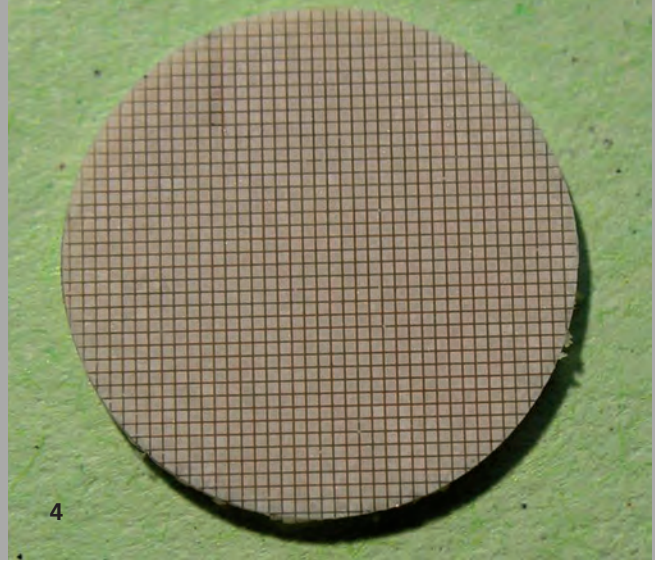
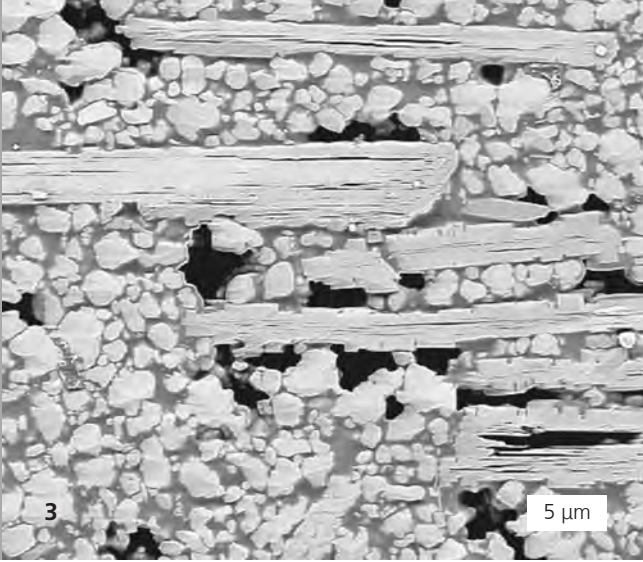
Motivation

Triebkräfte zur Entwicklung bleifreier Piezokeramiken resultieren aus Bedenken zur Umweltverträglichkeit konventioneller Piezokeramiken des Systems PZT und gesetzlichen Regelungen der EU. Die starke Unterstützung von Forschungsaktivitäten für die Entwicklung alternativer bleifreier Werkstoffe führte in jüngster Zeit zu deutlichen Fortschritten, wobei Kalium-Natrium-Niobat basierte Keramiken (KNN) ein hohes Entwicklungspotenzial offenbarten. Gegenstand der hier beschriebenen Untersuchungen sind mögliche Vorteile von KNN-Keramiken für Ultraschallanwendungen, die sich aus der geringeren akustischen Impedanz im Vergleich zu der von PZT-Keramiken ergeben. Untersucht wurden KNN-Keramiken mit einer bereits optimierten chemischen Zusammensetzung auf Basis einer im Fraunhofer IKTS entwickelten Technologie. Im Fokus standen zwei Ziele: die Prozessqualifizierung zur Herstellung akustischer Wandler und deren Bewertung für die Anwendung als akustische Sensoren in Medien mit niedriger akustischer Impedanz.

Herstellung der KNN-Werkstoffe

Als Rohstoffe für die KNN-Keramik dienten reine Metalloxid- oder Karbonatpulver. Zusätzliches Dotieren mit 0,5 Mol-% Mn erfolgte zur Verbesserung der dielektrischen Kennwerte. Die Ausgangspulver wurden getrocknet, entsprechend der Zielzusammensetzung eingewogen und 24 h mit ZrO_2 -Kugeln in Isopropanol gemischt. Nach der Kalzinierung bei 800 °C für 6 h erfolgte die erneute Mahlung des Kalzinats mit ZrO_2 -Mahlkörnern in Isopropanol. Die erhaltenen Pulver wurden anschlie-

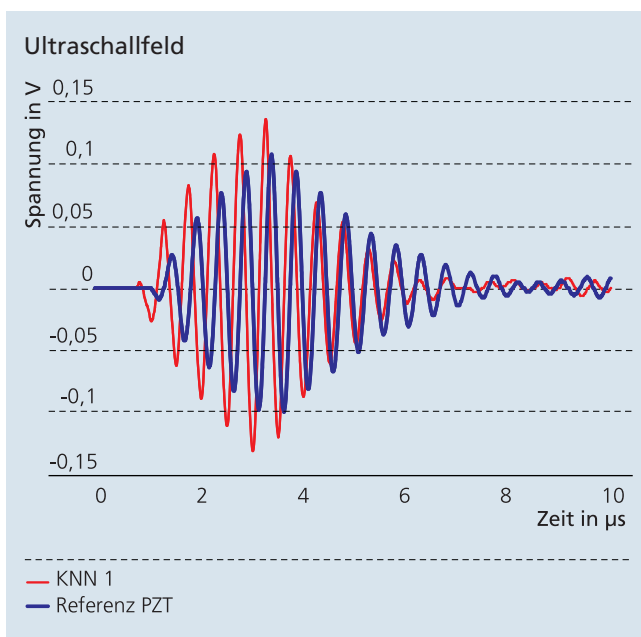
ßend zu Tabletten verpresst, die nach dem vierstündigen Sinterprozess in Sauerstoffatmosphäre bei 1125 °C Sinterkörper mit 10 mm Durchmesser und 1,5 bis 2 mm Dicke ergaben. Abschließend wurden Dickschichtelektroden auf die beiden parallelen Flächen aufgebracht. Texturierte Gefüge konnten durch Steuerung des Kornwachstums über orientiert eingebrachte $NaNbO_3(NN)$ -Keimkristalle, die im Fraunhofer IKTS entwickelt wurden, erreicht werden. Die Keimherstellung basierte auf einem zweistufigen Salzsammelprozess mit Bildung anisotroper Teilchen aus Na_2CO_3 , Bi_2O_3 , Nb_2O_5 im ersten Schritt und anschließender Transformation in NN-Keime in einer NaCl-Schmelze. In beiden Stufen wurden die Keimkristalle aus der erstarrten Schmelze mit heißem Wasser ausgewaschen. Die Herstellung texturierter KNN-NN-Keramiken in relevanter Dicke mit definiertem Anteil an NN-Keimen erfolgte durch Foliengießen und anschließende Stapelung der Einzeltapes mit einer Dicke $< 50 \mu m$, in denen die Keime ausgerichtet vorlagen. Die Beimengung der NN-Keime entsprach einer geringfügigen Dotierung mit NN. Im Ergebnis sank die relative Dielektrizitätszahl ϵ_r . Die Übergangstemperatur zwischen orthorhombischer und tetragonaler Symmetrie im Bereich 0 °C bis 20 °C blieb jedoch unbeeinflusst. XRD-Messungen zeigten eine klare (100)-Textur der KNN-NN-Keramik. Zur Herstellung von 1-3 Kompositen wurde die »Dice & Fill«-Technologie eingesetzt, bei der eine automatische, wassergekühlte Wafersäge (Disco 3350) zur Anwendung kam. Die keramischen Elemente waren regulär mit einem Mittenabstand von 250 μm , einer Grabenweite von 50 μm und einer Grabentiefe von 800 μm angeordnet. Nach Füllung mit Epoxidharz, Schleifen, Aufbringen der Elektrode und Polarisierung lagen messbare Wandler vor.



Akustische Messungen

Die akustische Charakterisierung erfolgte durch räumliche Vermessung des Schallfelds im Wasserbad mit einem hochempfindlichen Hydrophon in einem kommerziellen Teststand (AIMS Scanning Tank, Onda Corp.). Die am Hydrophon gemessene Spannung ist proportional zum Schalldruck. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

- KNN-Wandler zeigen eine höhere akustische Ausgangsleistung als PZT-Referenzwandler.
- Bei vorgegebener akustischer Impedanz erlauben KNN-Komposite einen höheren Keramikanteil als PZT-Komposite. Damit sind höhere Schalldrücke erreichbar.
- Die hohe Schallgeschwindigkeit von 5850 m/s für KNN hat eine höhere Resonanzfrequenz bei gegebener Dicke zur Folge. Damit können mit gleicher Technologie höhere Grenzwerte der Arbeitsfrequenz erreicht werden, als dies mit PZT-Keramiken möglich ist.



- KNN-Wandler zeigen Potenzial für eine größere Bandbreite (Annahme 20 %), was höhere Empfindlichkeiten insbesondere von Kompositwandlern erwarten lässt.

Die bisher vorliegenden experimentellen Ergebnisse versprechen für KNN-Ultraschallwandler eine Erhöhung der Arbeitsfrequenz und Erweiterung der Bandbreite. Sie sind insbesondere zur Untersuchung von Objekten mit niedriger akustischer Impedanz geeignet. Verbesserte Wandlercharakteristiken sind durch Einführung von Anpassschichten zu erwarten. Diese sind gegenwärtig in Arbeit.

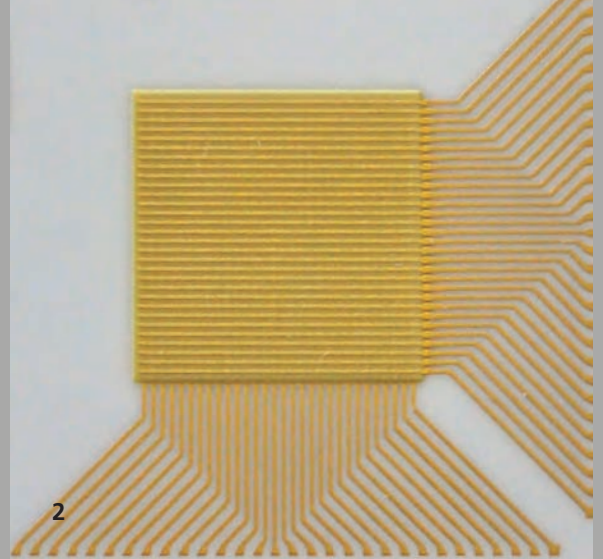
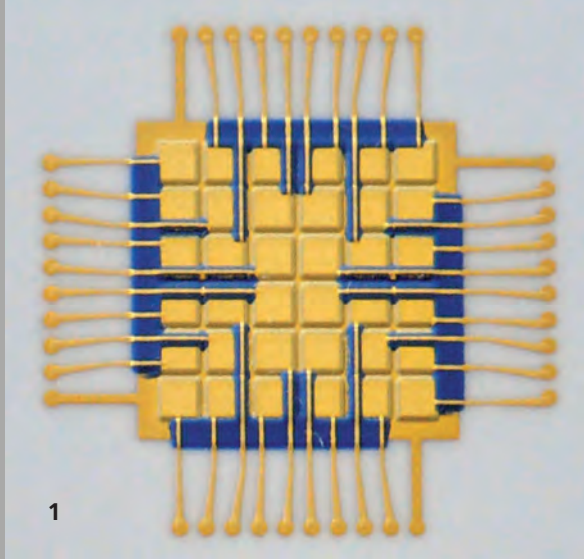
Angebot

- Entwicklung und Charakterisierung von Ultraschallwandlern
- Untersuchungen zum Einsatz von KNN-basierten Piezokeramiken für Ultraschallanwendungen

Danksagung

Wir danken dem BMBF (Projekt RealMAK 03X4007H), der DFG (Sonderforschungsbereich/Transregio 39 PT-PIESA) und der AIF (Projekt PiezoFAST 15805 BR) für die Förderung und finanzielle Unterstützung.

- 1 FESEM-Aufnahme einer polierten KNN-Piezokeramik.
- 2 NN-Keime mit optimierter Form.
- 3 Querschnittsfläche durch eine keramische Grünfolie des Materialsystems KNN mit ausgerichteten NN-Keimen.
- 4 Gesägte KNN-Scheibe zur Herstellung von 1-3 Kompositen.



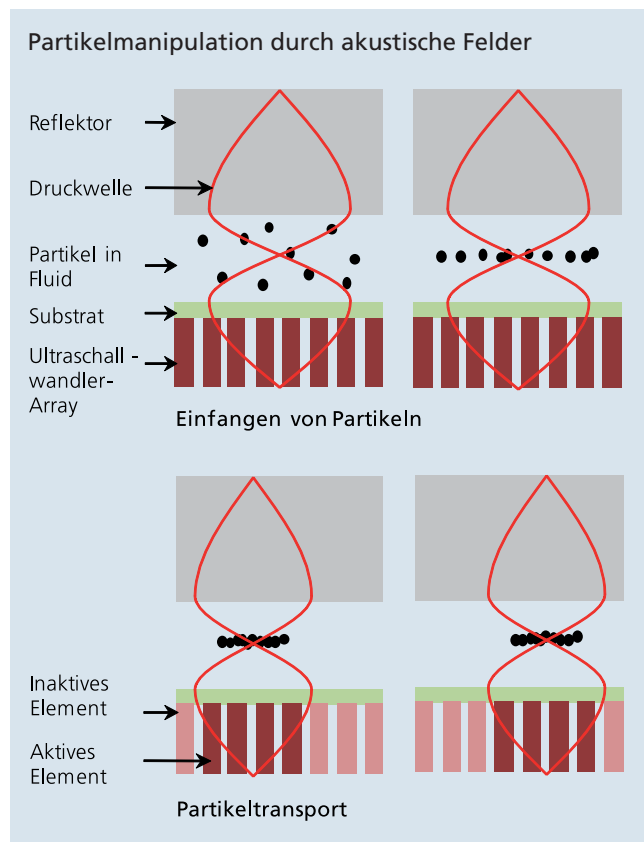
ULTRASCHALLWANDLER-ARRAYS ZUR PARTIKELMANIPULATION

Dr. Sylvia Gebhardt

Motivation

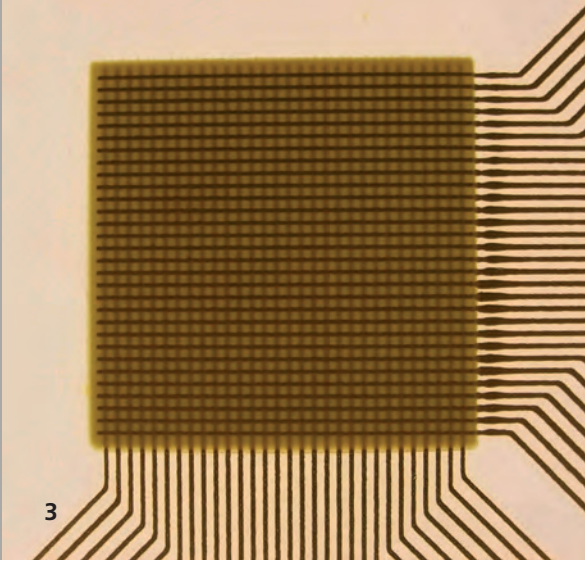
Besonders auf dem Gebiet der Biotechnologie werden Methoden zur Handhabung und Bewegung von kleinsten Teilchen benötigt. Dies betrifft insbesondere die Trennung und Sortierung von Zellen, die Erforschung von Zelleigenschaften, die Messung von Zellkräften sowie die Züchtung von Gewebe [1].

Ultraschallwellen ermöglichen das Halten und Bewegen von Teilchen mit einer Größe von $< 1 \mu\text{m}$ bis wenigen hundert μm , wie z. B. Zellen und Zellclustern. Das Prinzip dieser so genannten Ultraschallpinzetten beruht auf der Erzeugung stehender akustischer Wellen in einem Fluid, in deren Knoten Partikel eingefangen und gehalten werden können (Graphik links). Für einige Anwendungen ist es jedoch auch interessant, die Teilchen im Flüssigkeitsstrom zu bewegen und zu manipulieren. Dies ist durch den Aufbau von Ultraschallwandler-Arrays möglich, die eine phasenweise Ansteuerung der Einzelwandler und damit eine gezielte Bewegung der eingefangenen Teilchen erlauben. Die Größe, der Abstand und die Anzahl der Elemente im Array bestimmen dabei die Genauigkeit der Positionierung. Bisher ungelöst ist die Entwicklung einer effektiven Technologie zur Herstellung von 2D-Ultraschallwandler-Arrays, die 3D-strukturierte Ultraschallfelder für die Teilchenmanipulation erzeugen können.



Ultraschallwandler-Arrays in Dickschichttechnik

Piezokeramische Dickschichten auf Basis von Bleizirkonattitanat (PZT) sind aus der Mikrosystemtechnik bekannt. Sie bieten die Möglichkeit integrierter Systemlösungen, wobei die piezokeramische Schicht direkt auf das Substrat aufgebracht wird und damit fest mit dem Trägermaterial verbunden ist. Der Aufbau aus Grundlektrode, PZT-Dickschicht, Isolationsschichten und Deckelektrode erfolgt über Siebdrucktechnologie und wiederholte Wärmebehandlung. Das Verfahren gewährleistet neben einer sehr guten technologischen Reproduzierbarkeit die Applikation frei strukturierbarer Schichten auf Substraten



wie Zirkonoxid, Aluminiumoxid, Silizium und Low Temperature Cofired Ceramics (LTCC).

Zur Herstellung eines 2D-Ultraschallwandler-Arrays in Dickschichttechnik wurden 6 x 6 PZT-Elemente mit jeweils 2 mm Kantenlänge und 0,3 mm Abstand auf einem Al_2O_3 -Substrat gedruckt (Bild 1). Durch Mehrfachbeschichtung wurde die PZT-Schichtdicke auf 90 μm bzw. 140 μm eingestellt. Die Kontaktierung der einzelnen Deckelektroden erfolgte über Siebdruck von Isolations- und Elektrodenschichten und zeigt damit das Potenzial der Dickschichttechnik, auch relativ komplexe Aufbauten zu realisieren. Eine Weiterführung der Kontaktierung z. B. auf die Rückseite der Substrate ist durch die Verwendung von Mehrlagensubstraten mit entsprechenden Durchkontaktierungen möglich.

Zur Herstellung eines Ultraschallwandler-Arrays mit 900 Elementen und geringeren Elektrodenabständen wurde ein weiteres Design auf Basis sich kreuzender Grund- und Deckelektroden aufgebaut (Bild 2). Dabei wurde eine kontinuierliche PZT-Dickschicht zwischen jeweils 30 Grund- und Deckelektrodenlinien einer Breite von 300 μm und einem Mittenabstand von 500 μm aufgebracht. Dieser Aufbau erlaubt eine relativ einfache Herstellung und Kontaktierung mit sehr feinen Rastermaßen.

Mit beiden Designs ist eine gezielte Ansteuerung von Einzelelementen oder Elementclustern möglich. Ihr Einsatz zur Erzeugung strukturierter akustischer Felder in einer Fluidkammer sowie zur Handhabung und spezifischen Positionierung von Partikeln bzw. Zellen in x-y-Richtung wird getestet.

Quellen

- [1] C. Demore, Y. Qiu, S. Cochran, P. Glynne-Jones, C. Ye, M. Hill: Transducer Arrays for Ultrasonic Particle Manipulation, Proc. Ultrasonics Symposium (IUS) 2010, IEEE, S. 412-415

Danksagung

Wir danken dem Institute for Medical Science and Technology der Universität Dundee in Großbritannien für die Zusammenarbeit innerhalb des Projekts Sonotweezers.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Herstellung von strukturierten PZT-Dickschichten auf ZrO_2 , Al_2O_3 , LTCC und Si
- Entwicklung von Ultraschallwandlern, Sensoren und Aktoren auf Basis von PZT-Dickschichten
- Auslegung von planaren Sensor- und Aktorsystemen und Simulation des Systemverhaltens

1 2D-Ultraschallwandler-Array.

2 2D-Ultraschallwandler-Array auf Basis sich kreuzender Elektroden.

3 Durchlichtaufnahme zu Bild 2.

FORSCHUNGSFELD INTELLIGENTE MIKROSYSTEME

Abteilungsleiter:

Dr. Andreas Schönecker

Dr. Uwe Partsch

ABTEILUNG

HYBRIDE MIKROSYSTEME

Profil

Die Entwicklung funktionskeramischer Werkstoffe, miniaturisierter Komponenten und Systeme steht im Fokus der Abteilung »Hybride Mikrosysteme«. Die Anwendungen liegen in den Bereichen Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT) für Elektronik und Leistungselektronik, Sensorik sowie Energietechnik (Mikrobrennstoffzellen, Batterietechnik und Photovoltaik).

Neben der Entwicklung kundenspezifischer Pasten und Tinten für klassische Anwendungen der Hybridelektronik (z. B. Leit-, Widerstands- und Abdeckpasten für AlN) profitieren unsere Kunden vom umfangreichen Werkstoff-Know-how bei der Entwicklung bzw. Adaptierung z. B. von Magnetwerkstoffen sowie nichtlinearen Dielektrika und Widerständen (PTC, NTC). Eine besondere Kompetenz stellt die Möglichkeit dar, eigene applikationsspezifische Gläser zu entwickeln und herzustellen, welche als funktionsentscheidende Komponenten in Pasten, Tinten und Folien zum Einsatz kommen.

Für die strukturierte Abscheidung von Funktionsschichten können neben der klassischen Siebdrucktechnologie weitere maskenbasierte (Schablonen- und Gravurdruck) und digitale Druckverfahren (Aerosol- und Inkjet-Druck) entsprechend der Applikationserfordernisse eingesetzt werden. Die minimale laterale Auflösung dieser Druckverfahren liegt bei $< 10 \mu\text{m}$.

Einen Schwerpunkt unserer Aktivitäten stellt das »Kompetenzzentrum Foliengießen« dar. Am Standort Hermsdorf besteht im Technikumsmaßstab die Möglichkeit der Entwicklung und Fertigung kundenspezifischer keramischer Folien. Entsprechend der

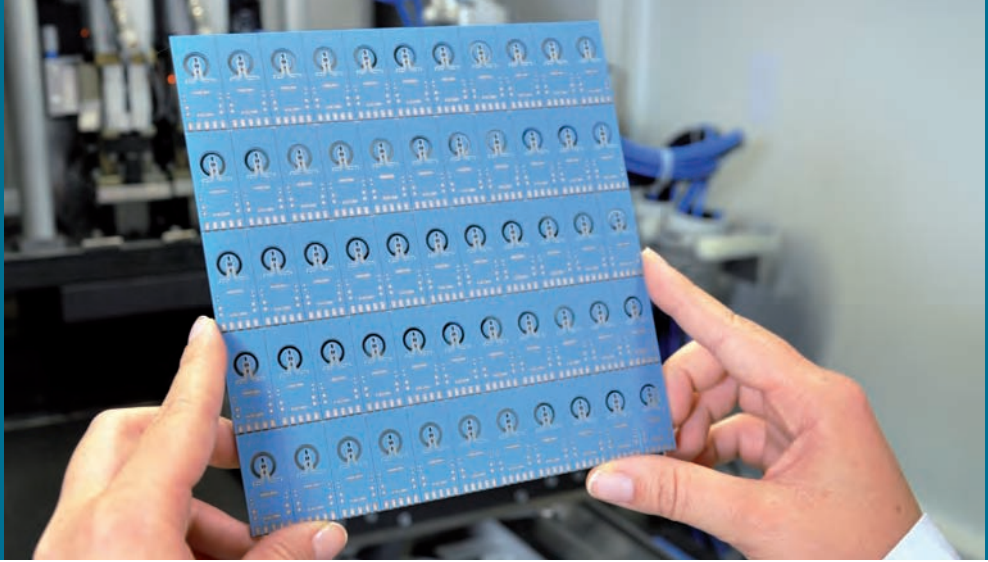
Anforderungen an die Folien und Eigenschaften der eingesetzten Schlicker werden unterschiedliche Gießverfahren genutzt (z. B. Doctor-Blade, Comma-Bar und Slot-Die).

Für die Weiterverarbeitung der keramischen Folien zu 3D-strukturierten Komponenten steht am Fraunhofer IKTS eine komplette keramische Multilayertechnologielinie (LTCC, HTCC) zur Verfügung. In Kooperation mit Industriepartnern werden zudem zwei Technika betrieben, in denen entwickelte Werkstoffe und Prozesse im semiindustriellen Umfeld mit Kunden getestet und optimiert werden können (PV-Technikum mit Roth & Rau AG, Batterietechnikum mit Thyssen-Krupp System Engineering GmbH).

Auf dem Gebiet der Aufbau- und Verbindungstechnik bieten wir unseren Kunden ein breites Spektrum an Technologien zur elektrischen Kontaktierung (Lotten, Kleben, Bonden) sowie zur mechanischen und mikrostrukturellen Charakterisierung von elektrischen Verbindungen an.

Leistungsangebot

- Entwicklung, Herstellung und Charakterisierung applikationsspezifischer funktionskeramischer Werkstoffe (Tinten, Pasten und Folien)
- Komponentenauslegung, -entwicklung und -charakterisierung
- Elektrische Aufbau- und Verbindungstechnik funktionskeramischer Komponenten
- Technologieentwicklung und -optimierung sowie Skalierung im Technikumsmaßstab



Abteilungsleiter
Hybride Mikrosysteme

Dr. Uwe Partsch
Telefon +49 351 2553-7696
uwe.partsch@ikts.fraunhofer.de



**Dickschichttechnik und
Photovoltaik**

Dr. Markus Eberstein
Telefon +49 351 2553-7518
markus.eberstein@
ikts.fraunhofer.de



Mikrosysteme, LTCC und HTCC

Dr. Steffen Ziesche
Telefon +49 351 2553-7875
steffen.ziesche@
ikts.fraunhofer.de



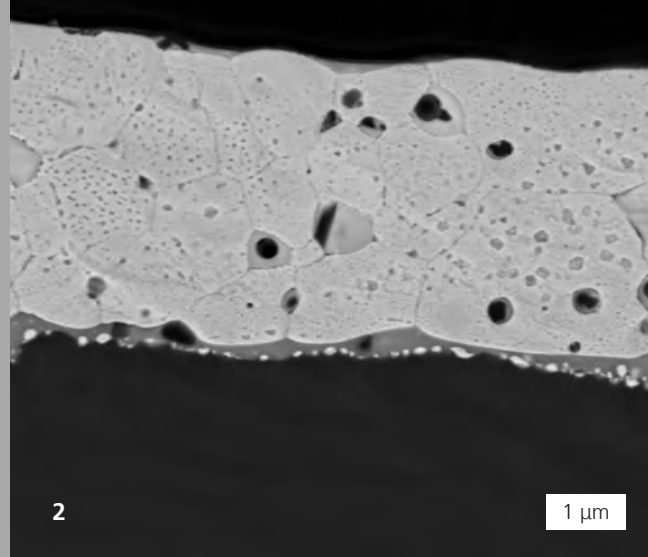
**Funktionswerkstoffe für
Hybride Mikrosysteme**

Dr. Stefan Barth
Telefon +49 36601 9301-1868
stefan.barth@ikts.fraunhofer.de



Systemintegration, AVT

Dr. Lars Rebenklau
Telefon +49 351 2553-7986
lars.rebenklau@ikts.fraunhofer.de

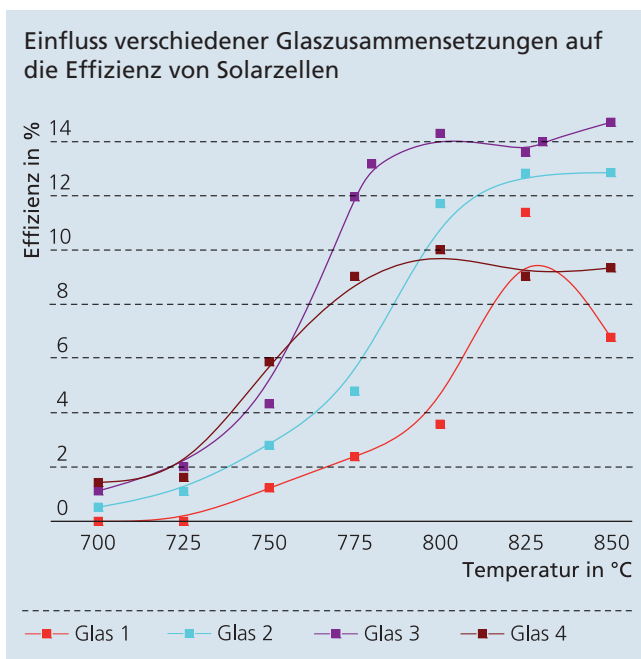


KUNDEN- UND TECHNOLOGIESPEZIFISCHE PASTEN UND TINTEN FÜR PV-ANWENDUNGEN

Dr. Markus Eberstein, Dr. Jochen Schilm, Dr. Christel Kretschmar, Dr. Marco Fritsch, Dipl.-Ing. (FH) Robert Jurk, Dr. Sindy Mosch

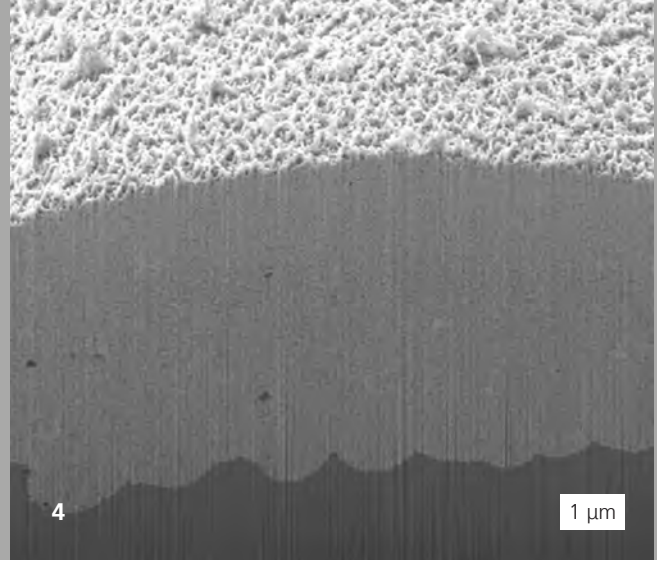
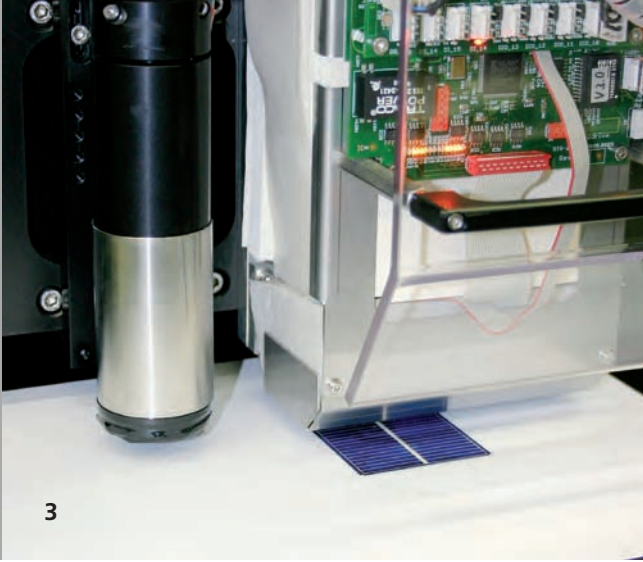
Die Frontseitenmetallisierung stellt einen entscheidenden Prozessschritt bei der Herstellung kristalliner Si-Solarzellen dar. Sie bestimmt in hohem Maße das Solarzellendesign sowie die resultierende Effizienz und ist dabei eine Hauptkostenkomponente in der Produktion. Trotz einer Vielzahl am Markt vorhandener Konzepte ist eine Metallisierung über siebgedruckte und anschließend eingebrannte Ag-Dickschichtpasten aus Kostengründen heute noch sehr weit verbreitet. Im Rahmen unterschiedlicher Projekte wurden Ag-basierte Siebdruckpasten für unterschiedliche Technologien (Feinlinien-Doppeldruck, Hotmelt-Druck, Pasten für selektive Emitter) entwickelt.

Die Entwicklung von Pasten und Tinten behandelt neben den einzelnen Komponenten (Silberpulver, Glasfritte, Additive, Bindersystem) auch die Wechselwirkungen komplexer Pastensysteme mit den Si-Wafern selbst sowie der Gefügeentwicklung beim Einbrand. Die Sinterkinetik von glashaltigen Ag-Pulvern wurde untersucht und mit der Pastenhaftung sowie der elektrischen Kontaktierung korreliert. Hier konnten starke Einflüsse der Partikelgröße von Silberpulvern und der Glasviskosität nachgewiesen werden. Weiterhin stellt die Bildung von Silberkolloiden am Interface zwischen Paste und Si-Wafer während des Einbrands eine kritische Größe für das Erreichen geringer Kontaktwiderstände und hoher Effizienzen der Solarzellen dar (Bild 2). Dabei kommt der Zusammensetzung der eingesetzten Glasfritten in den Pasten eine Schlüsselrolle zu. Die linke Graphik zeigt den Einfluss verschiedener schwermetalloxidfreier Glasfritten auf die Effizienzen von Solarzellen nach Kontaktierung mit Silberpasten unter Beteiligung dieser Gläser.



Für den Test von PV-Pasten unter realistischen Bedingungen in einer industrienahen Umgebung nutzt das Fraunhofer IKTS gemeinsam mit der Roth & Rau AG eine 10-MW-Pilotlinie in Hohenstein-Ernstthal. Eine neue Frontseitenpaste mit einer Effizienz von 16,5 % auf 60-Ohm/sq-Standardwafern konnte im Sommer 2011 in der Pilotlinie vorgestellt werden. Aktuelle Entwicklungsarbeiten richten sich auf PbO- bzw. schwermetallfreie Pasten sowie Pasten für n-Typ-Zellen.

Der Inkjet-Druck (Tintenstrahldruck) ist ein digitales Druckverfahren, bei dem Tropfen einer Materialtinte auf die Substratoberfläche kontaktfrei mit hoher Auflösung abgeschieden werden. Vorteile für den Vorderseitendruck der Metallisierung



von PV-Zellen ergeben sich hinsichtlich der Handhabung extrem dünner und bruchgefährdeter Wafer sowie in der Verringerung der Ag-Leitbahnbreite bei gleichzeitiger Absenkung der Zellabschattung.

Die Entwicklung einer eigenständigen Nanopartikelsynthese führte zu einer wasserbasierenden blei- und cadmiumfreien Tinte, welche als Vorderseitenmetallisierung direkt auf die Antireflexionsschicht (ARC) kristalliner Solarzellen aufgebracht wird. Das Verfahren der Ag-Partikel-Dispergierung wurde so optimiert, dass hoch gefüllte Ag-Tinten bis 75 Ma.-% Feststoff, bei für den Inkjet-Druck ausreichend geringer Viskosität < 20 mPas, herstellbar sind. Daraus resultieren für diese Druckmethode außergewöhnlich hohe Schichtdicken und erreichbare Aspektverhältnisse der Ag-Metallisierung von 1:3 ($50 \mu\text{m}$ Linienbreite bei $15 \mu\text{m}$ Schichtdicke). Die Kompatibilität der entwickelten Ag-Tinten wurde anhand industriell bekannter Druckköpfe der FUJIFILM Dimatix Inc. demonstriert. Dabei stellten sich Tinten mit 50 bis 300 nm Partikelgröße und 40 Ma.-% Feststoffgehalt als zufriedenstellend und reproduzierbar im Druck heraus.

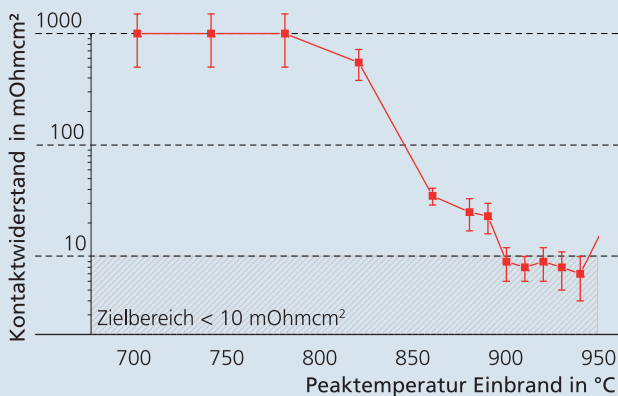
Im PV-Schnelleinbrand durchätzt die Tinte, vom Verfahrensablauf vergleichbar zu heutigen Dickschichtpasten, die ARC und führt zu einem elektrischen Kontakt zur Siliziumzelle. Die erreichbare elektrische Leitfähigkeit der Metallisierung liegt im Bereich von 5 bis $7 \mu\text{Ohmcm}$. Metalloxid basierende Additive in der Tinte führen im Kontaktierungsprozess zur Ausbildung zahlreicher Silberkeime an der Grenzschicht zum Silizium. Dabei sind Kontaktwiderstände kleiner 10 mOhmcm^2 erreichbar, sodass eine aufwendige vorherige Öffnung der Antireflexionsschicht nicht notwendig ist.

In Zusammenarbeit mit der Roth & Rau AG wurden in einer Pilotlinie für Solarzellen erfolgreich funktionsfähige Zellen der Größe 6 Zoll für mc-Si 60 Ohm/sq und 75 Ohm/sq mit dieser Technologie hergestellt. Die erreichten Effizienzen von $15,9 \%$ (beste Zelle, $15,7 \%$ Durchschnitt von acht Zellen einer Charge) demonstrieren das Potenzial dieser neuen Druckmethode.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Pasten- und Tintenentwicklung
- Prozessentwicklung für Sieb- und Inkjet-Druck
- PV-spezifische Charakterisierungsmethoden

Verlauf des Kontaktwiderstands eines Inkjet gedruckten Ag-Leitfingers auf mc-Si mit ARC



— Ag-Tinte des Fraunhofer IKTS auf 60 Ohm/sq mc-Si mit ARC

- 1 Inspektion des Siebdrucks auf einer Solarzelle.
- 2 Gefüge einer eingebrannten Siebdruckmetallisierung.
- 3 Inkjet-Druck einer Solarzelle.
- 4 Gefüge einer Inkjet gedruckten Ag-Metallisierung.



KERAMISCHE SUBSTRATE FÜR FERNABFRAGBARE TEMPERATURSENSOREN

Dr. Michael Arnold

Ausgangssituation

Passive fernabfragbare Temperatursensoren auf Basis piezoelektrischer Oberflächenwellenwandler (OFW) sind für die drahtlose Überwachung und Steuerung komplexer technischer Prozesse von Interesse. Exemplarisch sei hier die Erfassung von Temperaturmesswerten in geschlossenen Reaktionsräumen genannt.

Funktionselement eines solchen OFW-Sensors sind bestimmte Kristallflächen piezoelektrischer Einkristalle, z. B. Quarz, LiNbO_3 , Langasit oder Galliumorthophosphat, auf die mittels Dünnschichtprozessen Interdigitalwandler aufgebracht werden. Bei Erfüllung bestimmter Resonanzbedingungen können an diesen Interdigitalstrukturen mit Hilfe von HF-Impulsen akustische Oberflächenwellen angeregt werden. Diese generieren umgekehrt aufgrund des Piezoeffekts ein Antwortsignal, indem der Oberflächenzustand des Kristalls und damit dessen Schwingungszustand abgebildet werden. Dieser ist temperatur- und druckabhängig. Das Antwortsignal kann deshalb zur Erfassung dieser physikalischen Größen herangezogen werden.

Obleich einkristalline OFW-Sensoren vor etwa 20 Jahren zur technischen Reife gebracht wurden und verschiedene Systeme seit dieser Zeit kommerziell verfügbar sind, wird deren Einsatzgebiet gegenwärtig durch zwei wesentliche Faktoren beschränkt: die obere Einsatztemperatur und die Empfindlichkeit. Die Einsatztemperatur konventioneller OFW-Sensoren wird nach oben hin durch starke Volumenschwingungen, hohe dielektrische Verluste, Phasenübergänge und zunehmende elektrische Leitfähigkeit begrenzt. Aus diesem Grund

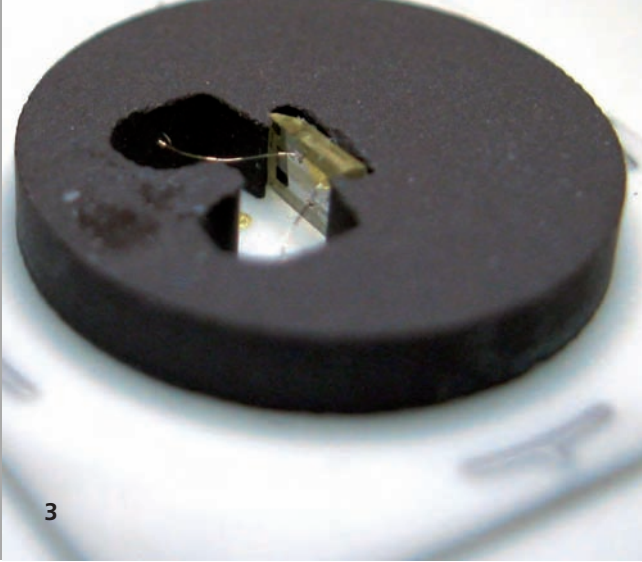
können fernabfragbare Temperatursensoren gegenwärtig nur bis etwa 350 °C eingesetzt werden.

Lösungsansatz

Durch die Anwendung piezoelektrischer Dünnschichten können die zwei wesentlichen Nachteile der Störschwingungen, wie z. B. Bulkwellen, und der hohen dielektrischen Verluste umgangen werden. Dazu sollten neuartige OFW-Sensoren in Dünnschichttechnik entwickelt werden, in dem auf einem polykristallinen Substrat hoher Gittersymmetrie und hoher Oberflächengüte durch Dünnschichtprozesse eine monokristalline Schicht eines piezoelektrischen Materials aufgebracht wird. Durch einen HF-Impuls wird in diesem Fall nur die piezoelektrische Schicht mit einer Stärke von etwa 10 μm angeregt, so dass Bulkwellen weitgehend unterbunden werden.

Aufgrund seiner hohen Gittersymmetrie wurde Yttrium-Aluminium-Granat (YAG) als Substratmaterial ausgewählt. Als Dünnschichtkompatible Piezomaterialien dienen ZnO und AlN. Die polykristallinen YAG-Substrate wurden durch kaltisostatisches Pressen (CIP) reaktiver Pulver und anschließende Sinterung im Hochvakuum zwischen 1700 und 1800 °C hergestellt. Die erreichte Sinterdichte betrug 99,98 % der theoretischen Dichte. Die gesinterten YAG-Blöcke wurden anschließend in Scheiben von 0,5 mm Dicke getrennt, poliert, mit Aluminiumnitrid besputtert und mit Interdigitalstrukturen metallisiert.

Durch die Kombination von Substraten aus YAG-Keramik und aufgesputterten einkristallinen Schichten aus Aluminiumnitrid



wurde ein piezoelektrisches Vielschichtsystem realisiert, das bei hohen thermischen Belastungen relativ geringe Impedanzverluste zeigt. Hauptursache hierfür war die geringere Dämpfung aufgrund der verminderten Auskopplung von Bulkwellen. Durch eine komplette keramische Hausung der fernabfragbaren Temperatursensoren konnte deren thermische und mechanische Stabilität hinsichtlich der Aufbau- und Verbindungstechnik deutlich verbessert werden.

Ergebnisse

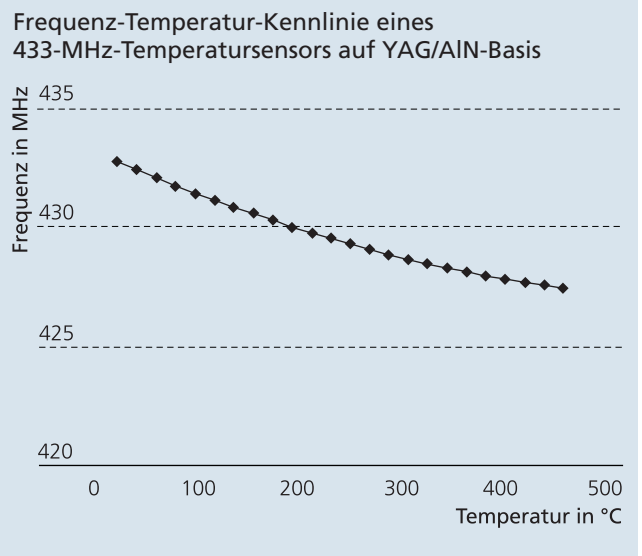
Es wurden neuartige passive OFW-Wandler in Dünnschichttechnik entwickelt, mit denen fernabfragbare Temperatursensoren für das 433-MHz-Band aufgebaut werden können. Damit lassen sich Temperaturen bis zu 450 °C reproduzierbar mit einer Auflösung von 3 K oberhalb von 400 °C messen.

Danksagung

Die Ergebnisse entstanden im Rahmen eines BMWi-Projekts (Reg.-Nr. IW091116), das gemeinsam mit der Micro-Hybrid Electronic GmbH, der Siebert Thin Film Technology GmbH und dem Institut für Photonische Technologien e.V. bearbeitet wurde.

Leistungs- und Kooperationsangebot

- Bereitstellung von YAG-Substraten
- Entwicklung von Applikationsmustern



- 1 Transparente YAG-Keramik.
- 2/3 Fernabfragbare Temperatursensoren bis 450 °C mit keramischer Hausung.
- 4 Temperatursensor in einem Industrieofen.

VERANSTALTUNGEN UND AUSSTELLUNGEN



1



14. April 2011

Königlicher Besuch am Fraunhofer-Institutszentrum

Die niederländische Königin Beatrix, Kronprinz Willem-Alexander und Kronprinzessin Máxima absolvierten im April einen mehrtägigen Staatsbesuch in Deutschland. Neben den wirtschaftlichen Beziehungen der beiden Länder war die Entwicklung, die Deutschland seit der Wiedervereinigung durchlaufen hat, ein Schwerpunkt des Besuchs. Die Königsfamilie verbrachte unter anderem einen Tag in Dresden, wo sie am »Dutch-German Seminar on Energy Innovations – Connecting PV Industries from Saxony and the Netherlands« teilnahm. Rund 150 niederländische und deutsche Experten folgten der Einladung nach Dresden zu diesem Niederländisch-Deutschen Seminar über innovative Energien, welches von der Botschaft des Königreichs der Niederlande in Zusammenarbeit mit den Wirtschaftsförderungen Brabant und Sachsen sowie dem Fraunhofer-Institutszentrum Dresden veranstaltet wurde. Das Treffen trug dazu bei, grenzüberschreitende Kooperationen rund um die Photovoltaik auf- und auszubauen. Damit könnten niederländische wie auch deutsche Unternehmen und Forschungseinrichtungen ihre Wettbewerbspositionen im globalen Wettbewerb entscheidend stärken.

21. September 2011

1. Hermsdorfer Werkstoff- und Technologiekolloquium

Auf Anregung des Bundesverbands mittelständischer Wirtschaft (BVMW), Orstverbund Jena/Saale-Holzland-Kreis fand das 1. Hermsdorfer Werkstoff- und Technologiekolloquium in den Räumlichkeiten des Fraunhofer IKTS statt. In drei Fachvorträgen wurden aktuelle Entwicklungen aus den Bereichen Energie- und Umwelttechnik, Werkstoffcharakterisierung sowie Kunststofftechnik vorgestellt. 60 Teilnehmer von überwiegend regionalen Unternehmen informierten sich beim anschließenden Institutsrundgang über die Kooperationsangebote des Fraunhofer IKTS.

22.–23. September 2011

ISPA 2011 – International Symposium on Macro Fiber Composite Applications

Am 22. und 23. September fand zum nunmehr fünften Mal die ISPA in der Gläsernen Manufaktur von Volkswagen statt. Die Tagungsreihe verfolgt das Ziel, Teilnehmern aus Industrie und Forschung sowohl einen repräsentativen Überblick zur Vielfalt fortgeschrittener Anwendungen als auch zu neuesten kommerziellen Entwicklungen und Trends im Technologiefeld der aktiven Strukturen zu geben. Das gemeinsam vom Fraunhofer IKTS, der Volkswagen AG und der Smart Material Corp. getragene Symposium ISPA 2011 wurde dieser Zielstellung in besonderer Weise gerecht. Es hatte internationale Ausstrahlung, beinhaltete Präsentationen hoher Qualität und förderte die Netzwerkbildung. Das Programm umfasste rund 30 Vorträge international renommierter Ingenieure und Wissenschaftler, offene Diskussionsrunden, Postersessions sowie eine Industrieausstellung. Die aktive Beteiligung führender Wissenschaftler aus neun Ländern, darunter die USA, Kanada, Spanien, Frankreich und Singapur, sowie erfahrener Führungskräfte aus der Industrie sorgten bei den rund 100 Teilnehmern für einen hohen Informationsgewinn. Aufgrund des großen Interesses der Teilnehmer wird die Tagungsreihe fortgesetzt. Die nächste ISPA findet im September 2013 erneut in Dresden statt.

- 1 Begrüßung der niederländischen Königin Beatrix beim »Dutch-German Seminar on Energy Innovations« durch Prof. Alexander Michaelis.
- 2 Kronprinz Willem-Alexander während seiner Rede auf dem Seminar.
- 3 Teilnehmer der fünften ISPA in der Gläsernen Manufaktur von Volkswagen in Dresden.



1. Juli 2011

Lange Nacht der Wissenschaften

Am 1. Juli luden bereits zum neunten Mal Hochschulen und Forschungseinrichtungen der Stadt Dresden zur Langen Nacht der Wissenschaften ein. Auch das Fraunhofer-Institutszentrum öffnete erneut seine Türen, um Forschung hautnah erlebbar zu machen. Vor allem an Kinder und forschungsinteressierte Jugendliche richtete sich das diesjährige attraktive Programm am Fraunhofer IKTS. So konnten hier kleine Detektive ihre Fingerabdrücke elektrochemisch sichtbar machen, Riesenpuzzle zusammensetzen und dabei Wissenswertes zum Herstellungsprozess und zur Nutzung von Schaumkeramiken erfahren oder einfach beim Blitzschachturnier mit kostbaren keramischen Schachfiguren spielen. Darüber hinaus gab es Gelegenheit, Mikroorganismen bei ihren wertvollen Reinigungsarbeiten von Abwässern in einer gläsernen Kläranlage zu beobachten und Fraunhofer-Wissenschaftlern beim automatisierten Spritzgießen von keramischen Bauteilen über die Schulter zu schauen.

4.–6. November 2011

Fraunhofer-Talent-School

Nach den Erfolgen von 2009 und 2010 luden drei Dresdner Fraunhofer-Institute erneut Schülerinnen und Schüler der zehnten bis dreizehnten Klasse zu einem Forscherkurs ein. Ein Wochenende lang konnten hier 35 naturwissenschaftlich begeisterte Jugendliche gemeinsam mit erfahrenen Fraunhofer-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern über aktuelle Forschungsthemen diskutieren und in einem von drei thematischen Workshops experimentieren und Ideen mitentwickeln. Im Workshop am Fraunhofer IKTS drehte sich alles um die zukunftsweisende Technologie der Brennstoffzelle. Hier erfuhren die Schülerinnen und Schüler in spannenden Experimenten, wie die verschiedenen Brennstoffzellen funktionieren, wozu man sie braucht und wie hier die Welten der Energietechnik, Thermodynamik, Chemie und Werkstoffwissenschaft aufeinander-

treffen. Die Fraunhofer-Talent-School fand im Jahr 2011 an zehn Standorten in Deutschland statt. In Dresden ist die vierte Fraunhofer-Talent-School für November 2012 geplant.

www.talent-school-dresden.de

10. November 2011

4. Sächsischer Brennstoffzellentag

Die Brennstoffzellen Initiative Sachsen lud gemeinsam mit der EnergieCity Leipzig zum nunmehr vierten Sächsischen Brennstoffzellentag nach Leipzig ein. Diese federführend vom Fraunhofer IKTS organisierte Veranstaltung fungierte als Präsentations-, Informations- und Kommunikationsplattform für sächsische Brennstoffzellenentwickler und -forscher und diente somit der gesamtdeutschen Vernetzung im Bereich der Systementwicklung. Neben den Brennstoffzellenthemen widmete sich erstmals eine zweite Session mit zehn weiteren hochkarätigen Vorträgen dem Thema »Chemische Energiespeichersysteme«, welche künftig in Form von Hybridsystemen eine große Bedeutung sowohl in mobilen als auch stationären Applikationen erlangen werden.

Preise

Dr. Bärbel Voigtsberger mit Böttger-Medaille geehrt

Dr. Bärbel Voigtsberger, stellvertretende Institutsleiterin des Fraunhofer IKTS, Institutsteil Hermsdorf, wurde im Rahmen der Jahrestagung der DKG am 29. März 2011 mit der Böttger-Medaille ausgezeichnet. Diese in der Staatlichen Porzellan-Manufaktur Meissen aus braunem Böttgersteinzeug gefertigte Plakette wird seit 1929 auf Beschluss des Vorstands der DKG für besondere Verdienste um die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Industrie auf dem Gebiet der Keramik verliehen. Mit dieser Auszeichnung wird das langjährige Wirken von Dr. Bärbel Voigtsberger sowohl als stellvertretende Vorsitzende



© Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur

und Mitglied des Präsidiums der DKG als auch als Mitglied des Gemeinschaftsausschusses »Hochleistungskeramik«, dessen Vorsitz sie seit Ende 2010 innehat, gewürdigt.

Thüringer Forschungspreis für die Entwicklung von keramischen Membranen zur Sauerstofferzeugung

Die Forschergruppe um Dr. Ralf Kriegel vom Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS in Hermsdorf ist einer der drei Preisträger des Thüringer Forschungspreises 2011, die Wissenschaftsminister Christoph Matschie am 1. April 2011 in der Jenaer Friedrich-Schiller-Universität übergeben hat. Die Auszeichnung, welche seit 1995 für herausragende Forschungs- und Entwicklungsleistungen vergeben wird, würdigt die zukunftsweisenden Arbeiten zum Thema »Keramische Membranen für die Sauerstoff-Erzeugung«. Die Wissenschaftler um Dr. Ralf Kriegel haben ein neuartiges Verfahren zur Fertigung keramischer Membranen entwickelt, die bei hoher Temperatur 100%igen Sauerstoff von anderen Gasen abtrennen, der dann per Unterdruck abgepumpt wird. Auf diesem Wege können mit einem transportablen Versuchsgerät derzeit 170 Liter reiner Sauerstoff pro Stunde erzeugt werden. Dieses Verfahren bietet neue Möglichkeiten, beispielsweise bei Verbrennungs- und Vergasungsprozessen Energie und wertvolle Rohstoffe einzusparen und Kohlendioxidemissionen deutlich zu senken. Neben dem Einsatz in der Kraftwerkstechnik und zur Stahlerzeugung sind die keramischen Membranen auch in der Glas- und Keramikindustrie oder aber auch bei der Biomassevergasung anwendbar.

Prof. Alexander Michaelis mit Bridge Building Award der American Ceramic Society ausgezeichnet

Am 23. Januar 2012 nahm Prof. Alexander Michaelis den Bridge Building Award im Rahmen der 36. International Conference and Exposition on Advanced Ceramics and Composites (ICACC) in Daytona Beach entgegen. Mit mehr als 1100 Teilnehmern aus über 50 Nationen ist diese Konferenz eine der

wichtigsten internationalen Veranstaltungen auf dem Gebiet der Hochleistungskeramik. Mit der jährlichen Verleihung des Preises zeichnet die American Ceramic Society Wissenschaftler aus, die außergewöhnliche Leistungen auf dem Gebiet der Keramikentwicklung erbringen und somit wesentlich zur Steigerung des internationalen Renommées dieses Forschungsfelds beitragen. Der Preis wurde speziell für die Leistungen von Prof. Alexander Michaelis auf dem Gebiet der Energie- und Umwelttechnologie verliehen.

Zwei Ehrungen für beste Auszubildende der Fraunhofer-Gesellschaft gehen an das Fraunhofer IKTS

Seit 2004 werden in der Fraunhofer-Gesellschaft die besten Auszubildenden eines Abschlussjahrgangs, die mit der Prüfungsnote »sehr gut« oder als Kammerbeste abgeschlossen haben, zusammen mit ihren Ausbilderinnen und Ausbildern in einer Festveranstaltung vom Fraunhofer-Vorstand für ihre hervorragenden Prüfungsergebnisse ausgezeichnet. In diesem Jahr wurden gleich zwei Auszubildende aus dem Fraunhofer IKTS geehrt: Stephanie Kaiser (Chemielaborantin) und ihre Betreuerin Dr. Annegret Potthoff sowie Andreas Böhme (Physiklaborant) und seine Betreuerin Christine Peschka.

- 1 *Besuch der Sächsischen Staatsministerin für Wissenschaft und Kunst Prof. Sabine von Schorlemer anlässlich der Langen Nacht der Wissenschaften.*
- 2 *Teilnehmer des Brennstoffzellen-Workshops während der dritten Fraunhofer-Talent-School in Dresden.*
- 3 *Verleihung des Thüringer Forschungspreises an Forschergruppe des Fraunhofer IKTS Hermsdorf.*

MESSE- UND AUSSTELLUNGSBETEILIGUNGEN



Januar

Enertec/Terratec

Leipzig, 25.–27. Januar 2011

Februar

nano tech

Tokio, 16.–18. Februar 2011

Fraunhofer-Gemeinschaftsstand

März

Innovation Materials and Technologies

Moskau, 1.–3. März 2011

Z Zuliefermesse

Leipzig, 1.–4. März 2011

Gemeinschaftsstand Fraunhofer-Allianz autoMOBILproduktion

Internationale Dental-Schau IDS

Köln, 22.–26. März 2011

April

Hannover Messe

Hannover, 4.–8. April 2011

- Gemeinschaftsstand Fraunhofer IKTS/TASK GmbH
- Gemeinschaftsstand der BZS e.V.
- Gemeinschaftsstand der Fraunhofer-Allianz Energie
- Gemeinschaftsstand der LEG Thüringen

Mai

SMT/HYBRID/PACKAGING

Nürnberg, 3.–5. Mai 2011

Gemeinschaftsstand »Future Packaging 2011«

Internationale Biomassekonferenz Leipzig

24./25. Mai 2011

Gemeinschaftsstand mit Fraunhofer UMSICHT



2



3 © Leipziger Messe

Juni

Sensor + Test

Nürnberg, 7.–9. Juni 2011
Gemeinschaftsstand Sachsen

9. Dresdner Motorenkolloquium

Dresden, 8./9. Juni 2011

Energy Harvesting and Storage

München, 21./22. Juni 2011

September

EU PVSEC

Hamburg, 5.–8. September 2011

Oktober

EURO PM

Barcelona, 9.–12. Oktober 2011

IMAPS

Long Beach, 9.–13. Oktober 2011

POWTECH

Nürnberg, 11.–13. Oktober 2011

Biotechnica

Hannover, 11.–13. Oktober 2011
Gemeinschaftsstand Sachsen

Materialica

München, 25.–27. Oktober 2011

November

FAD-Konferenz

Dresden, 2.–4. November 2011

Agritechnica

Hannover, 13.–19. November 2011

Productronica

München, 15.–18. November 2011
Gemeinschaftsstand mit ANCCeram GmbH

Hagener Symposium

Hagen, 24./25. November 2011

Dezember

EuroMold

Frankfurt/Main, 29. November–2. Dezember 2011
Fraunhofer-Gemeinschaftsstand Allianz Generative Fertigung

- 1** Vorstellung des Exponats »Strom aus Stroh« vor Vertretern des Fraunhofer-Vorstands sowie Industriekunden am Gemeinschaftsstand der Fraunhofer-Allianz Energie auf der Hannover Messe.
- 2** Besuch der Ministerpräsidentin des Freistaates Thüringen Christine Lieberknecht im Treffpunkt Keramik auf der Hannover Messe.
- 3** Erstmalige Präsentation des Gläsernen Abgasstrangs auf der Z Zuliefermesse in Leipzig.

KOOPERATIONSAUSBAU IN VERBÜNDEN, ALLIANZEN UND NETZWERKEN

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

Mitgliedschaft in Fraunhofer-Verbänden, Allianzen, Netzwerken und Demonstrationszentren

Arbeitsgemeinschaft Elektrochemischer Forschungsinstitutionen e.V. (AGEF)

Brennstoffzellen Initiative Sachsen e.V. (BZS)

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

Deutsche Keramische Gesellschaft e.V. (DKG)

Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e.V. (DGM)

Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. (DVS)

Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V. (EFB)

European Powder Metallurgy Association (EPMA)

Expertenkreis Keramikspritzguss (CIM) in der Deutschen Keramischen Gesellschaft e.V. (DKG)

Fachhochschule Jena, Hochschulrat

Förderkreis Abgasnachbehandlungstechnologien für Dieselmotoren e.V. (FAD)

Fraunhofer-Allianz Adaptronik

Fraunhofer-Allianz AdvanCer

Fraunhofer-Allianz Energie

Fraunhofer-Allianz Generative Fertigung

Fraunhofer-Allianz Nanotechnologie

Fraunhofer-Allianz Numerische Simulation von Produkten, Prozessen

Fraunhofer-Allianz SysWasser

Fraunhofer-Demonstrationszentrum AdvanCer

Fraunhofer-Netzwerk Sensorik

Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS

Gesellschaft für Wissens- und Technologietransfer der TU Dresden mbH (GWT)

Gemeinschaft Thermisches Spritzen e.V. (GTS)

Gemeinschaftsausschuss Hochleistungskeramik der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde e. V. und der Deutschen Keramischen Gesellschaft e.V.

Gesellschaft für Fertigungstechnik und Entwicklung e.V. (GFE)

International Zeolite Association

Informations- und Beratungszentrum TransNanoPowder

Materialforschungsverbund Dresden e.V. (MFD)

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

Mikro-Nanotechnologie Thüringen e.V. (MNT)

NanoMat – überregionales NETZWERK für Materialien der Nanotechnologie

Nanotechnologie-Kompetenzzentrum »Ultradünne funktionale Schichten«

Netzwerk BioMeT Dresden

ProcessNet – eine Initiative von DECHEMA und VDI-GVC, Fachausschuss Produktionsintegrierte Wasser- und Abwassertechnik

Silicon Saxony e.V.

Treffpunkt Keramik Dresden

Verband der Wirtschaft Thüringens e.V. – Ausschuss für Forschung und Innovation

Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI)

DER FRAUNHOFER-VERBUND WERKSTOFFE, BAUTEILE – MATERIALS

Fraunhofer-Materialwissenschaft und Werkstofftechnik 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 – MATERIALS den gesamten Bereich der metallischen, anorganisch-nichtmetallischen, polymeren und aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugten Werkstoffe sowie Halbleitermaterialien ab.

Mit Schwerpunkt setzt der Verbund sein Know-how in den Geschäftsfeldern Energie und Umwelt, Mobilität, Gesundheit, Maschinen- und Anlagenbau, Bauen und Wohnen, Mikrosystemtechnik sowie Sicherheit ein. Über maßgeschneiderte Werkstoff- und Bauteilentwicklungen sowie die Bewertung des kundenspezifischen Einsatzverhaltens werden Systeminnovationen realisiert.

Schwerpunktthemen

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

- Erhöhung der Integrationsdichte und Verbesserung der Gebrauchseigenschaften von Bauteilen der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik
- Verbesserung der Nutzung von Rohstoffen und Qualitätsverbesserung der daraus hergestellten Produkte

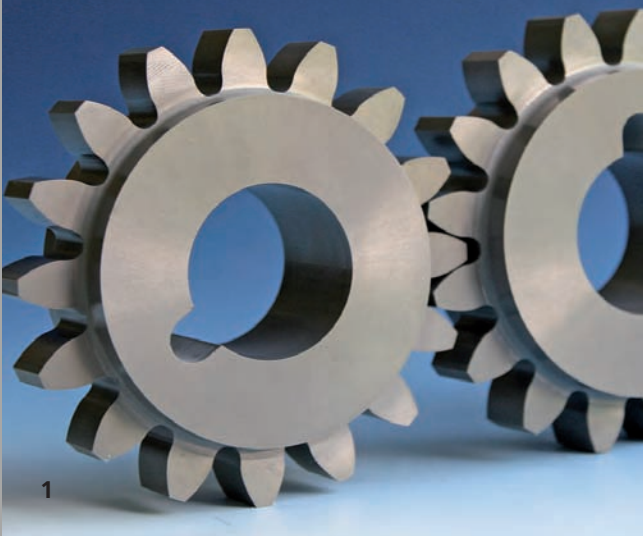
Beteiligt sind die Fraunhofer-Institute für

- 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
- System- und Innovationsforschung ISI
- Werkstoffmechanik IWM
- Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP
- Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM (Gastinstitut)
- Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB (Gastinstitut)

Verbundvorsitzender

Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka
Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF

www.materials.fraunhofer.de



DIE FRAUNHOFER-ALLIANZ ADVANCER

Systementwicklung mit Hochleistungskeramik

Der Einsatz von Hochleistungskeramik ermöglicht neue Anwendungen in der Energietechnik, dem Maschinen- und Anlagenbau oder der Medizintechnik. Bekannte Beispiele sind Brennkammerauskleidungen, Wälzlager und Implantate. Keramische Hochleistungswerkstoffe haben sich als ausgewiesenes Kompetenzfeld der Fraunhofer-Gesellschaft etabliert.

In der Allianz AdvanCer haben sich sieben Fraunhofer-Institute (IKTS, IPK, IPT, ISC, IWM, IZFP und LBF) 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 zerstörungsfreier Prüfung unter Einsatzbedingungen. Aktuelle Schwerpunkte der Forschung und Entwicklung (FuE) sind Verbundtechnologien und Integrationstechniken für eine keramikgerechte Systemauslegung.

Mit dem Fraunhofer-Demonstrationszentrum AdvanCer haben die Institute der Allianz ein umfassendes Präsentations-, Schulungs- und Beratungsangebot zur Hochleistungskeramik aufgebaut, um vor allem kleine und mittelständische Unternehmen bei komplexen Aufgabenstellungen von der Prototypentwicklung bis hin zum Technologietransfer zu unterstützen.

Seit 2005 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.

Aufgabenspektrum

- Werkstoffentwicklung für Strukturkeramik, Funktionskeramik, faserverstärkte Keramik, Cermets, Keramikverbunde und adaptive Verbundwerkstoffe
- Bauteilauslegung und Funktionsmusterentwicklung
- Systemintegration und Nachweis der Serienfähigkeit
- Pulver-, Faser- und Beschichtungstechnologien
- Werkstoff-, Bauteil- und Prozesssimulation
- Material- und Bauteilprüfung, Prooftest und zerstörungsfreie Prüfverfahren
- Fehlerbewertung, Schadensanalysen, Qualitätsmanagement

Leistungsangebot

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

Sprecher der Allianz

Dr. Michael Zins
Fraunhofer IKTS
michael.zins@ikts.fraunhofer.de

www.advancer.fraunhofer.de

1 Kugelgestrahlte keramische
Zahnräder.



TREFFPUNKT KERAMIK DRESDEN

Zunehmend nutzen Unternehmen den schnellen Zugang über den Treffpunkt Keramik zur Forschungsinfrastruktur der Fraunhofer-Gesellschaft. Die Kooperation zwischen dem Fraunhofer IKTS, der TASK GmbH und den verschiedenen Mitgliedern ist die Basis für verschiedenste Industrieprojekte, von der Charakterisierung von Werkstoffen bis zum exklusiven Entwicklungsprojekt für die Serienproduktion. Die Möglichkeit, in einem Raum die aktuellsten Forschungsthemen zu sehen und gleichzeitig den Kontakt zu potenziellen Lieferanten herstellen zu können, wird als echter Mehrwert bei einem Besuch des Fraunhofer IKTS bewertet. Über die Fraunhofer-Allianz AdvanCer werden weitere Institute eingebunden.

Gemeinsam wird der Bogen vom Rohstoff bis zum System und von den Prototypen bis zur industriellen Serienkomponente gezeigt. In den Seminarveranstaltungen und Schulungen des Demonstrationszentrums AdvanCer wird durch die Einbindung des Treffpunkts die von den Teilnehmern gewünschte Praxisnähe verstärkt. Durch die enge Verbindung von Forschungskapazität mit kommerziellen Angeboten der Keramikhersteller können Anwender ihre Ideen schnell umsetzen. Damit besteht insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen ein Projektforum, das die Kontakte zu Projektträgern und Forschungseinrichtungen vereinfacht.

Die Mitglieder im Treffpunkt Keramik



Durch die Einbindung in zahlreiche Veranstaltungen des Fraunhofer IKTS haben sich im Jahr 2011 1850 Besucher in Dresden über Produktinnovationen und Bezugsquellen informiert. Viele neue Exponate stammen aus dem Bereich der Energie- und Umwelttechnologie. Zunehmend steigt das Interesse von Zulieferern der Branche. Neben der Hannover Messe bildet sich dadurch die Ceramitec in München als weiterer strategischer Schwerpunkt aus.

1 Besucherrundgang durch den Treffpunkt Keramik.

NAMEN, DATEN, EREIGNISSE

PATENTE

Erteilte Patente 2011

Adler, J.; Standke, G.; Quadbeck, P.;
Hauser, R.; Stephani, G.

Offenzellige Titan-Metall- schäume

DE 10 2009 054 605 B3

Boden, G.; Ruthendorf-Przewoski
von, M.; Heckmann, K.; Müller, R.;
Knapp, M.

Verfahren zur Konditionierung nichtoxidischer Feinstpulver

DE 101 30 161 B4

Boden, G.; Thiele, S.; Nebelung, M.
Verfahren zur Dispergierung
und Passivierung von feinteili-
gen Pulvern in Wassern und
wässrigen Medien

CA 2 564 450

EP 1 742 726 B1

IN 247 938

CN 101027120 B

JP 4 792 589

Böer, J.; Grützmann, D.; Rothe, P.;
Sikora, J.-R.

Vielschichtkaltleiter und Verfah- ren zu seiner Herstellung

DE 198 38 067 B4

Goldberg, A.; Partsch, U.;
Schneider, M.; Männel, D.; Jurk, R.

3D-Mikro-Strukturierung zur Erzeugung von Misch- und Ka- nalstrukturen in Multilayertechno- logie zur Verwendung in oder

zum Aufbau von Reaktoren

DE 10 2009 038 019 B4

Goretzki, L.; Hoyer, T.; Kriegel, R.;
Reinhardt, W.; Voigt, I.; Reinhardt, T.
Oberflächenbehandelter Beton-
werkstein und Verfahren zu des-
sen Herstellung

EP 1 492 743 B1

Grzesiak, A.; Lenk, R.; Refle, O.;
Richter, H.-J.

Vorrichtung und Verfahren zur
Beschickung einer Material-
schicht auf eine Bauplattform
oder auf wenigstens eine auf
der Bauplattform befindlichen
Materialschicht zur Herstellung
eines Gegenstandes im Wege
eines generativen Herstellungs-
verfahrens

DE 10 2009 024 334 B4

Herrmann, M.; Klemm, H.;
Moritz, T.; Lenk, R.; Goettler, A.;
Richter, H.-J.

Glühkerze und Verfahren zu ihrer Herstellung

CN 1973163 B

JP 4815440

Herrmann, M.

Werkstoff auf Basis von α - β -SiA-
LON, Verfahren zu dessen Her-
stellung und dessen Verwendung

DE 10 2006 059 403 B4

Herrmann, M.; Bales, A.; Weise, B.;
Räthel, J.

Werkstoff auf Siliciumnitrid-

Basis, Verfahren zu dessen Her- stellung und dessen

Verwendung

DE 10 2006 059 402 B4

Jurk, R.; Scheithauer, U.;
Schneider, M.; Pfeifer, T.

Verfahren für die Herstellung
einer offenporigen und von
einem Fluid durchströmbaren
Struktur sowie eine Verwen-
dung der mit dem Verfahren
hergestellten Struktur

DE 10 2009 033 716 B4

Kaps, C.; Kühnert, J.-T.; Rotter, F.;
Schöps, W.; Bettziesche, H.;
Buchwald, A.; Hohmann, H.;
Hohmann, M.

Verfahren zur Herstellung ge-
formter und gebrannter Bauele-
mente aus Schaumton

DE 103 00 043 B4

Kriegel, R.; Kircheisen, R.; Ritter, K.
Verfahren zur hochtemperatur-
festen Verbindung von sauer-
stoffpermeablen Oxidkeramiken
auf der Basis substituierter Erd-
alkalicobaltate durch dotie-
rungsunterstützendes diffusives
Reaktionssintern

DE 10 2009 050 019 B3

Kusnezoff, M.; Beckert, W.;

Milcheva I.; Stelter, M.;

Waeschke, U.

Verfahren und System zum Be-
treiben einer Hochtemperatur-
brennstoffzelle

DE 10 2006 003 740 B4

Martin, H.-P.; Herrmann, M.;
Petasch, U.; Kaskel, S.; Kockrick, E.

Verfahren zur Herstellung porö-
ser SiC-Komposite und mit die-
sem Verfahren hergestelltes
SiC-Komposit

DE 10 2007 031 537 B4

Moritz, T.; Lenk, R.

Verfahren zur Herstellung kera-
mischer und pulvermetallurgi-
scher geformter Körper

DE 103 24 828 B4

Neubert, H.; Partsch, U.

Sensor zur Ermittlung der elek-
trischen Leitfähigkeit flüssiger
Medien und ein Verfahren zu
seiner Herstellung

EP 2 018 547 B1

Otschik, P.; Eichler, K.; Megel, S.
Stapelbare Hochtemperatur-
Brennstoffzelle

US 7 897 289

Partsch, U.

Ceramic pressure sensors and
method for producing the same

US 8 079 268 B2

**PATENTE, PATENTANMELDUNGEN,
BUCH- UND ZEITSCHRIFTENBEITRÄGE**

Sauchuk, V.; Otschik, P.; Eichler, K.; Kusnezoff, M.	Verfahren zur Herstellung EP 2 210 308 B1	stoffverbindungen enthalten sind sowie deren Verwendung	seiner Herstellung und seine Verwendung
Katalytisch aktives Bauelement für Thermoionisationsdetektoren zum Nachweis von halogenhaltigen Verbindungen und Verfahren zur Herstellung eines oxidkeramischen Werkstoffs für das Bauelement TW I 350 277	Tupaika, F.; Voigtsberger, H.-J.; Grützmann, D. Elektrisches Widerstandsheizelement mit einem Wabenkörper DE 100 60 301 B4	Endler, I.; Scholz, S. Hartstoffbeschichtete Körper aus Metall, Hartmetall, Cermet oder Keramik sowie Verfahren zur Herstellung derartiger Körper	Lausch, H.; Arnold, M.; Brand, M. Anordnung zur topischen Stimulation der Ossifikation/Osteo-/Soft-Tissue-Genese und/oder Suppression
Scheithauer, U.; Schönecker, A.; Seffner, L.; Gebhardt, S.; Michaelis, A.	Verfahren zur reproduzierbaren Herstellung keramischer Formkörper DE 10 2008 056 721 B4	Grzesiak, A.; Graf, C.; Visotschnig, R.; Refle, O.; Richter, H.-J.; Haderk, K.; Kraft, T.; Ziegler, T.; Schäfer, R. Verfahren zur Herstellung eines keramischen Formkörpers	Lausch, H.; Brand, M.; Arnold, M. Monitoringzelle und Verfahren zur Analyse eines Zell- und Gewebewachstums
Standke, G.; Böttge, D.; Adler, J.	Verfahren und Anordnung zum Aufbringen elektrisch leitender Schichten mit hoher Stromtragfähigkeit auf die Wandungen der von einem zu erwärmenden Medium zu durchströmenden Kanäle eines elektrischen Widerstandsheizelementes DE 10 2009 057 289 B3	Herrmann, M.; Matthey, B. Verbundbauteil und Verfahren zu seiner Herstellung	Pawlowski, B.; Fischer, G.; Müller, M.; Prehn, V.; Betz, T. Gesintertes flächiges Zirkonprodukt
Offenzellige Keramik- und/oder Metallschäume mit rauer umhüllender Oberfläche und Verfahren zu ihrer Herstellung DE 10 2008 054 596 B4	----- Patentanmeldungen 2011 -----	Herrmann, M.; Räthel, J.; Matthey, B. Verfahren zur Herstellung eines Werkstoffes, in dem Diamantkristalle oder cBN-Partikel enthalten sind, und mit dem Verfahren hergestellter Werkstoff	Pfeifer, T.; Nusch, L. System und Verfahren zum Betreiben von Festoxid-Brennstoffzellen
Trofimenko, N.; Kusnezoff, M.; Mosch, S.; Lucke, K.	Adler, J.; Heymer, H.; Gusek, C.; Eisner, F.; Hülstrung, J.; Jindra, F.; Willeke, B.-H.; Blumenau, M.; Kovac, M.; Jendrischik, G.; Peitz, A.; Schönenberg, R.	Verfahren zur Herstellung eines Werkstoffes, in dem Diamantkristalle oder cBN-Partikel enthalten sind, und mit dem Verfahren hergestellter Werkstoff	Räthel, J.; Herrmann, M.; Weise, B. Druckstempelwerkzeug für das Funkenentladungssintern oder das feldaktive Sintern
Elektrisch leitfähiger Aufbau aus zwei Bauteilen und Verfahren zur Herstellung des Aufbaus DE 10 2006 055 836 B4	Vorrichtung zur Druckminderung in Hohlkörpern in Medien bei höheren Temperaturen	Krell, A.; Strassburger, E. Transparente Komposit-Scheibe für Sicherheitsanwendungen	Richter, H.; Lenke, N.; Voigt, I. Verfahren zur Herstellung eines mikroporösen Materials für die molsiebende Gastrennung
Trofimenko, N.; Mosch, S.; Sauchuk, V.; Lucke, K.; Kusnezoff, M.	Breite, M.; Jahn, M.; Goldberg, A. Vorrichtung zur Verdampfung flüssiger Kohlenwasserstoffverbindungen oder von Flüssigkeiten in denen Kohlenwasser-	Kusnezoff, M.; Trofimenko, N.; Belda, C.; Girdauskaite, E.; Guth, U.; Vashook, U. Bauelement für Hochtemperaturanwendungen Verfahren zu	Schilm, J.; Rost, A.; Kusnezoff, M. Festelektrolyt für den Einsatz in Lithium-Luft- oder Lithium-Wasser-Akkumulatoren

- Scheithauer, U.; Haderk, K.; Richter, H.-J.; Zins, M.; Bergner, A.
Brennhilfsmittel, als Träger für Bauteile bei einer Wärmebehandlung
- Scheithauer, U.; Richter, H.-J.; Moritz, T.
Vorrichtung zur Herstellung von Grünfolien aus keramischen und/oder metallischem Werkstoff
- Scheithauer, U.; Haderk, K.; Reuber, S.; Goldberg, A.
Wärmedämmendes Isolations-element für Hochtemperaturanwendungen und ein Verfahren zu ihrer Herstellung
- Schubert, R.; Fischer, G.; Häusler, A.; Roßberg, A.; Uehlin, T.; Lopatin, S.
Kompositwerkstoff, Formkörper, elektronisches Gerät mit Formkörper, und Verfahren zur Herstellung für einen Formkörper
- Schweizer, S.; Henke, B.; Miclea, P.T.; Wehrspohn, R.B.; Kinski, I.; Meinhard, S.
Solarzellen mit verlängerter und ausgleichender Wirkungsdauer
- Slawik, T.; Baumann, A.; Scholl, R.; Handke, T.; Moritz, T.; Richter, H.-J.; Scheithauer, U.; Zins, M.; Zelm, R.
Keramische und/oder pulvermetallurgische Formteile und Verfahren zu ihrer Herstellung
- Trofimenko, N.; Sauchuk, V.; Kusnezoff, M.; Lucke, K.; Michaelis, A.; Bandner, M.; Schmid, J.; Venskutonis, A.
Schicht zur Vorsehung zwischen einem Interkonnektor und einer Kathode
- **Buch- und Zeitschriftenbeiträge**

- Ahlhelm, M.; Fruhstorfer, J.; Moritz, T.; Michaelis, A.
Die Herstellung von Feuerleichtsteinen über die Gefrier-Direktschäumungsmethode
Keramische Zeitschrift 63(2011), Nr.6, in press
- Ahlhelm, M.; Fruhstorfer, J.; Moritz, T.; Michaelis, A.
The manufacturing of lightweight refractories by direct freeze foaming technique
Interceram – International Ceramic Review 60(2011), Nr.6, S.394-399
- Baumann, A.; Michaelis, A. (Hrsg.)
Pulverspritzgießen von Metall-Keramik-Verbunden
Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2011 (Kompetenzen in Keramik. Schriftenreihe, 9), Zugl.: Freiberg, Univ., Diss., 2010
ISBN 978-3-8396-0236-2
- Boyko, T.D.; Zvoriste, C.E.; Kinski, I.; Riedel, R.; Hering, S.; Huppertz, H.; Moewes, A.
Anion ordering in spinel-type gallium oxonitride
Physical Review. B 84(2011), Nr.8, Art.085203
- Busch, W.; Bastian, S.; Trahorsch, U.; Iwe, M.; Kühnel, D.; Meißner, T.; Springer, A.; Gelinsky, M.; Richter, V.; Ikonomidou, C.; Potthoff, A.; Lehmann, I.; Schirmer, K.
Internalization of engineered nanoparticles into mammalian cells in vitro: Influence of cell type and particle properties
Journal of Nanoparticle Research 13(2011), Nr.1, S.293-310
- Chen, H.; Klemm, H.
Environmental barrier coatings for silicon nitride
Key engineering materials 484(2011), S.139-144
- de Moraes, I.R.; Scholz, S.; Lüsse, B.; Leo, K.
Analysis of chemical degradation mechanism within sky blue phosphorescent organic light emitting diodes by laser-desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry
Organic Electronics 12(2011), Nr.2, S.341-347
- de Moraes, I.R.; Scholz, S.; Lüsse, B.; Leo, K.
Role of oxygen-bonds in the degradation process of phosphorescent organic light emitting diodes
Applied Physics Letters 99(2011), Nr.5, 053302
- Eckhard, S.; Nebelung, M.
Investigations of the correlation between granule structure and deformation behavior
Powder Technology 206(2011), Nr.1/2, S.79-87
- Farack, J.; Wolf-Brandstetter, C.; Glorius, S.; Nies, B.; Standke, G.; Quadbeck, P.; Worch, H.; Scharnweber, D.
The effect of perfusion culture on proliferation and differentiation of human mesenchymal stem cells on biocorrosible bone replacement material
Materials Science and Engineering, B. Solid state materials for advanced technology 176(2011), Nr.20, S.1767-1772
- Freemantle, C.S.; Johnson, O.T.; Sigalas, I.; Herrmann, M.
Interaction of boron suboxide with compacted graphite cast iron
Ceramics international: CI 37(2011), Nr.3, S.1121-1125

BUCH- UND ZEITSCHRIFTENBEITRÄGE

- Freund, S.; Gaal, A.
AdvanCer Newsletter
Ausgabe 2011/1-3
Dresden: Fraunhofer IKTS, 2011
- Füssel, A.; Klemm, H.; Böttge, D.; Marschallek, F.; Adler, J.; Michaelis, A.
Advancement of cellular ceramics made of silicon carbide for burner applications
IOP conference series. Materials science and engineering 18(2011), Symposium 12, Art.182001
- Füssel, A.; Böttge, D.; Adler, J.; Marschallek, F.; Michaelis, A.
Cellular ceramics in combustion environments
Advanced Engineering Materials. Special Issue: Cellular Materials 13(2011), Nr.11, S.1008-1014
- Glöß, B.; Fries, M.; Nebelung, M.
Keramische Pressgranulate: Mechanische Eigenschaften und deren Einfluss auf das Fließverhalten
Chemie Ingenieur Technik 83(2011), Nr.5, S.626-631
- Herrmann, M.; Matthey, B.; Höhn, S.; Kinski, I.; Rafaja, D.; Michaelis, A.
Diamond-ceramics composites – New materials for a wide range of challenging applications
Journal of the European Ceramic Society (2011), doi:10.1016/j.jeurceramsoc.2011.11.005, online first
- Herrmann, M.; Swarnakar, A.K.; Thiele, M.; van der Biest, O.; Sigalas, I.
High temperature properties of B₆O-materials
Journal of the European Ceramic Society 31(2011), Nr.13, S.2387-2392
- Herrmann, M.; Räthel, J.; Höhn, S.; Eichler, J.; Michaelis, A.
Interaction of titanium diboride/boron nitride evaporation boats with aluminium
Journal of the European Ceramic Society 31(2011), Nr.13, S.2401-2406
- Herrmann, M.; Höhn, S.; Bales, A.
Kinetics of rare earth incorporation and its role in densification and microstructure formation of α -Sialon
Journal of the European Ceramic Society (2011), doi:10.1016/j.jeurceramsoc.2011.05.026, online first
- Herrmann, M.; Thiele, M.; Jaenicke-Rößler, K.; Freemantle, C.S.; Sigalas, I.
Oxidation resistance of B₆O-materials with different additives
Journal of the European Ceramic Society 31(2011), Nr.9, S.1771-1777
- Herrmann, M.; Bodkin, R.; Coville, N.J.; Sigalas, I.; Thiele, M.
Sintering mechanical properties of AlMgB14 composite materials
Journal of Ceramic Science and Technology 2(2011), Nr.1, S.55-60
- Höhn, S.; Sempf, K.; Herrmann, M.
Artefact-free preparation and characterization of ceramic materials and interfaces
cfi - ceramic forum international 88(2011), Nr.11-12, S.E1-E5
- Höhn, S.; Eckhard, S.; Fries, M.; Matthey, B.; Herrmann, M.; Michaelis, A.
Methods of quantification of the internal structures of spray granules
Journal of Ceramic Science and Technology 2(2011), Nr.2, S.75-88
- Kahle, I.; Tröber, O.; Trentsch, S.; Richter, H.; Grünler, B.; Hemeltjen, S.; Schlesinger, M.; Mehring, M.; Spange, S.
Functional mesoporous aluminosilicate nanoparticles as host material to fabricate photo-switchable polymer films
Journal of Materials Chemistry 21(2011), Nr.13, S.5083-5088
- Kailer, A.; Amann, T.; Krummhauer, O.; Herrmann, M.; Sydow, U.; Schneider, M.
Influence of electric potentials on the tribological behaviour of silicon carbide
Wear 271 (2011), Nr.9/10, S.1921-1927
- Klemm, H.; Nake, K.; Bales, A.
Bestimmung der Warmhärte von metallischen und keramischen Hochtemperaturwerkstoffen
HTM Journal of Heat Treatment and Materials 66(2011), Nr.5, S.269-274
- Klimke, J.; Trunec, M.; Krell, A.
Transparent tetragonal yttria-stabilized zirconia ceramics: Influence of scattering caused by birefringence
Journal of the American Ceramic Society 94(2011), Nr.6, S.1850-1858
- Krell, A.; Bales, A.
Grain size-dependent hardness of transparent magnesium aluminate spinel
International Journal of Applied Ceramic Technology 8(2011), Nr.5, S.1108-1114
- Kriegel, R.; Schulz, M.; Ritter, K.; Kiesel, L.; Pippardt, U.; Stahn, M.; Voigt, I.
Advanced membrane design for oxygen separation
Efficient Carbon Capture for Coal Power Plants, Book of Extended Abstracts, Frankfurt/M.: Dechema (2011), S.114-117

- Kurama, S.; Schulz, I.; Herrmann, M.
Wear properties of α - and α -/ β -SiALON ceramics obtained by gas pressure sintering and spark plasma sintering
Journal of the European Ceramic Society 31(2011), Nr.5, S.921-930
- Langklotz, U.; Schneider, M.; Seifert, C.; Michaelis, A.
Investigation concerning the applicability of raman spectroscopy for prospective inline monitoring of electrode processing for lithium ion batteries
Materialwissenschaft und Werkstofftechnik 42(2011), Nr.9, S.820-826
- Machaka, R.; Derry, T.E.; Sigalas, I.; Herrmann, M.
Analysis of the indentation size effect in the microhardness measurements in B_2O_3
Advances in Materials Science and Engineering. Online journal 2011(2011), Art.539252
- Mannschatz, A.; Ahlhelm, M.; Moritz, T.; Michaelis, A.
3D visualization of flow patterns in injection moulded ceramic green parts
Powder injection moulding international: PIM 5(2011), Nr.2, S.60-65
- Mannschatz, A.; Müller, A.; Moritz, T.
Influence of powder morphology on properties of ceramic injection moulding feedstocks
Journal of the European Ceramic Society 31(2011), Nr.14, S.2551-2558
- Matizamhuka, W.R.; Sigalas, I.; Herrmann, M.; Dubrovinsky, L.; Dubrovinskaia, N.; Miyajima, N.; Mera, G.; Riedel, R.
Characterization of the materials synthesized by high pressure-high temperature treatment of a polymer derived t-BC₂N ceramic
Materials 4(2011), Nr.12, S.2061-2072
- McKie, A.; Winzer, J.; Sigalas, I.; Herrmann, M.; Weiler, L.; Rödel, J.; Can, N.
Mechanical properties of cBN-Al composite materials
Ceramics international: CI 37(2011), Nr.1, S.1-8
- Megel, S.; Girdauskaite, E.; Sauchuk, V.; Kusnezoff, M.; Michaelis, A.
Area specific resistance of oxide scales grown on ferritic alloys for solid oxide fuel cell interconnects
Journal of power sources 196(2011), Nr.17, S.7136-7143
- Meulenbergh, W.A.; Voigt, I.; Kriegel, R.; Baumann, S.; Ivanova, M.; van Gestel, T.
Materials for membrane separation of CO₂
Efficient Carbon Capture for Coal Power Plants/ed. by D. Stolten
Weinheim: Wiley-VCH, 2011, S.319-350
ISBN 978-3-527-33002-7
- Meyer, A.; Lenzner, K.; Potthoff, A.
Influence of energy input on suspension properties
Advances in science and technology 62(2011), S.141-146
- Missal, W.; Kita, J.; Wappler, E.; Gora, F.; Kipka, A.; Bartnitzek, T.; Bechtold, F.; Schabbel, D.; Pawlowski, B.; Moos, R.
Miniaturized ceramic differential scanning calorimeter with integrated oven and crucible in LTCC technology
Sensors and Actuators. A, Physical 172(2011), Nr.1, S.21-26
- Neher, R.; Herrmann, M.; Brandt, K.; Jaenicke-Röbber, K.; Pan, Z.; Fabrichnaya, O.; Seifert, H.J.
Liquid phase formation in the system SiC, Al₂O₃, Y₂O₃
Journal of the European Ceramic Society 31(2011), Nr.1-2, S.175-181
- Paepcke, A.; Michaelis, A. (Hrsg.)
Untersuchung des Hochtemperaturbrennstoffzellenstapels unter realen Betriebsbedingungen durch Finite-Elemente-Modellierung
Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2011 (Kompetenzen in Keramik. Schriftenreihe, 8), Zugl.: Dresden, Univ., Diss., 2010
ISBN 978-3-8396-0224-9
- Pönicke, A.; Böhm, G.; Schilm, J.; Schnee, D.
Aktivlöten von Kupfer mit Aluminiumnitrid- und Siliziumnitridkeramik
Keramische Zeitschrift 63(2011), Nr.5, S.334-342
- Rabbow, T.J.; Junker, N.; Schneider, M.; Michaelis, A.
Screen-printed gold thick films for electrochemical sensor applications
Materialwissenschaft und Werkstofftechnik 42(2011), Nr.9, S.777-783
- Reinfried, M.; Stephani, G.; Luthardt, F.; Adler, J.; John, M.; Krombholz, A.
Hybrid foams – A new approach for multifunctional applications
Advanced Engineering Materials. Special Issue: Cellular Materials 13(2011), Nr.11, S.1031-1036

**BUCH- UND ZEITSCHRIFTENBEITRÄGE,
VORTRÄGE UND POSTER**

- Riedel, S.; Neidhardt, J.; Jansen, S.; Wilde, L.; Sundqvist, J.; Erben, E.; Teichert, S.; Michaelis, A.
Synthesis of SrTiO₃ by crystallization of SrO/TiO₂ superlattices prepared by atomic layer deposition
Journal of applied physics 109(2011), Nr.9, Art.094101
- Rödel, C.; Müller, M.; Glorius, M.; Potthof, A.; Michaelis, A.
Effect of varied powder processing routes on the stabilizing performance and coordination type of polyacrylate in alumina suspensions
Journal of the European Ceramic Society 32(2012), Nr.2, S.363-370
- Sauchuk, V.; Megel, S.; Girdauskaite, E.; Trofimenko, N.; Kusnezoff, M.; Michaelis, A.
Influence of protective layers on SOFC operation
Russian Journal of Electrochemistry 47(2011), Nr.5, S.522-530
- Scheithauer, U.; Haderk, K.; Richter, H.-J.; Petasch, U.; Michaelis, A.
Laminated multilayer for thermal shock resistant refractories based on the material system calcium-aluminate
Refractories Manual. Inter-ceram Special Edition 60(2011), Nr.2, S.103-107
- Schilm, J.; Rost, A.; Pönicke, A.; Kusnezoff, M.
Fügetechnologien für SOFC
Info-Service Fachgesellschaft Lötten (2011), Nr.23, S.6-10
- Schmidt, J.; Michaelis, A.; Kinski, I.; Uhlig, S.
Plasma-enhanced chemical vapour deposition of ZnO for photovoltaic TCO application
Photovoltaics International 14(2011), S.144-150, in press
- Schneider, M.; Schroth, S.; Richter, S.; Höhn, S.; Schubert, N.; Michaelis, A.
In-situ investigation of the interplay between microstructure and anodic copper dissolution under near-ECM conditions – Part 1: The active state
Electrochimica Acta 56(2011), Nr.22, S.7628-7636
- Schneider, M.; Lämmel, C.; Heubner, C.; Michaelis, A.
In-situ temperature measurement on the metal/oxide/electrolyte interface during the anodizing of aluminum
Materials and Corrosion 62(2011), doi:10.1002/maco.201106129, online first
- Schneider, M.; Langklotz, U.; Michaelis, A.
Thickness determination of thin anodic titanium oxide films – a comparison between coulometry and reflectometry
Surface and Interface Analysis 43(2011), Nr.12, S.1471-1479
- Schulz, M.; Kriegel, R.; Kämpfer, A.
Assessment of CO₂ stability and oxygen flux of oxygen permeable membranes
Journal of membrane science 378(2011), Nr.1-2, S.10-17
- Schulz, M.; Michaelis, A. (Hrsg.)
Charakterisierung und Modellierung des Material- und Bauteilverhaltens keramischer Membranen für die Sauerstoffbereitstellung des Systems Sr_{0,5}Ca_{0,5}Mn_{1-y}Fe_yO_{3-δ} unter Einbeziehung von Gas-Festkörper-Wechselwirkungen
Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2011 (Kompetenzen in Keramik. Schriftenreihe, 10), Zugl.: Weimar, Univ., Diss., 2010
ISBN 978-3-8396-0245-4
- Schwarz, B.; Friedrich, E.; Jobst, K.; Lincke, M.; Wufka, A.
Möglichkeiten der Substratvorbehandlung: Stand und neue Entwicklungen
Forum New Power (2011), Nr.3, S.19-23
- Stosiek, C.; Ludwig, H.; Reichel, U.; Scholz, G.; Kemnitz, E.
Nanoscope metal fluorides as promising sintering aids for high-performance alumina ceramics
Journal of Ceramic Science and Technology, 2(2011), Nr.1, S.31-38
- Sydow, U.; Sempf, K.; Herrmann, M.; Schneider, M.; Kleebe, H.-J.; Michaelis, A.
Electrochemical corrosion of liquid phase sintered silicon carbide ceramics
Materials and Corrosion 62(2011), doi:10.1002/maco.201106283, online first
- Thiele, S.; Sempf, K.; Jaenicke-Rößler, K.; Berger, L.-M.; Spatzier, J.
Thermophysical and microstructural studies on thermally sprayed tungsten carbide-cobalt coatings
Journal of Thermal Spray Technology 20(2011), Nr.1-2, S.358-365
- Toma, F.-L.; Scheitz, S.; Berger, L.-M.; Sauchuk, V.; Kusnezoff, M.; Thiele, S.
Comparative study of the electrical properties and characteristics of thermally sprayed alumina and spinel coatings
Journal of Thermal Spray Technology 20(2011), Nr.1-2, S.195-204
- Triebert, A.; Matthey, B.; Martin, H.-P.

Untersuchungen zu Ta-Ni-Legierungen als Hochtemperaturlot für SiC-SiC Verbunde

Keramische Zeitschrift 63(2011), Nr.5, S.322-328

Vashishta, L.; Voigt, I.; Weyd, M.
Solvent separation by pervaporation and vapour permeation
PharmaBioWorld 9(2011), Nr.7, S.40-42

Wätzig, K.; Michaelis, A.
Transparente MgAl₂O₄-Keramik aus Precursor-abgeleiteten Spinnell-Pulvern oder per Reaktions-sintern von MgO-/Al₂O₃-Gemischen

Stuttgart: Fraunhofer-Verlag, 2011 (Kompetenzen in Keramik. Schriftenreihe 11). Zugl.: Freiberg, TU, Diss., 2011
ISBN 978-3-8396-0335-2

Zgalat-Lozynskyy, O.; Herrmann, M.; Ragulya, A.
Spark plasma sintering of TiCN nanopowders in non-linear heating and loading regimes
Journal of the European Ceramic Society 31(2010), Nr.5, S.809-813

Ziesche, S.; Rebenklau, L.; Partsch, U.
Sensoren in keramischer Mehrlagenteknik – aktuelle Entwicklungen am Fraunhofer IKTS
Produktion von Leiterplatten und

Systemen: PLUS 13(2011), Nr.5, S.1167-1171

Zschippang, E.; Klemm, H.; Herrmann, M.; Sempf, K.; Guth, U.; Michaelis, A.

Electrical resistivity of silicon nitride-silicon carbide based ternary composites
Journal of the European Ceramic Society 32(2012), Nr.1, S.157-165

Vorträge und Poster

Ahlhelm, M.; Zybell, K.; Gorjup, E.; von Briesen, H.; Moritz, T.
Freeze-foaming: A new approach to manufacture ceramic cellular structures allowing the ingrowth and differentiation of mesenchymal stem cells
13th Congress on Ceramics, Cells and Tissues, Faenza, Italy (17.-20.5.2011), Vortrag

Ahlhelm, M.; Moritz, T.
Herstellung eines biokompatiblen Hydroxylapatit-ZrO₂-Hybridschaums über die Methode der Gefrier-Direktschäumung
18. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, Chemnitz (30.3.-1.4.2011), S.531-536, Vortrag

Ahlhelm, M.; Fruhstorfer, J.; Moritz, T.

The manufacturing of refractories with larger dimensions by direct freeze-foaming technique
17th International Conference on Refractories, Praha, Czech Republic (10./11.5.2011), Vortrag

Arnold, M.; Suphan, K.-H.; Kessler, E.; Ihring, A.; Brode, W.
Fernabfragbare Temperatursensoren auf Basis keramischer YAG-Substrate
Thüringer Werkstofftag, Jena (30.3.2011), Poster

Bachmann, E.; Breite, M.; Jahn, M.; Koszyk, S.; Männel, D.; Weder, A.
Stabilisierung von Al₂O₃-Trägermaterialien durch Imprägnierung mit Lathan und Kalium
44. Jahrestreffen Deutscher Katalytiker mit Jahrestreffen Reaktionstechnik, Weimar (14.-18.3.2011), Poster

Barth, S.; Pawlowski, B.; Bierlich, S.; Töpfer, J.; Bartnitzek, T.
Keramische Funktionswerkstoffe für die Integration passiver Komponenten in LTCC
Thüringer Werkstofftag, Jena (30.3.2011), Poster

Bartsch, H.; Walther, F.; Krümmer, R.; Reimann, T.; Barth, S.; Müller, J.
Characteristics of buried capacitors in LTCC multilayer packages

Proceedings of the SSI 2011: European Conference & Exhibition on Integration Issues of Miniaturized Systems, Dresden (22./23.3.2011), Vortrag

Beckert, W.; Nousch, L.; Pfeifer, T.; Reuber, S.
Energieeffizienz in Brennstoffzellensystemen
Zukunft Energie, Dresden (11.-13.5.2011), Vortrag

Beckmann, B.; Hohe, J.; Reinfried, M.; Luthardt, F.
Numerische Bestimmung der makroskopischen Eigenschaften hybrider Schäume
18. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, Chemnitz (30.3.-1.4.2011), S.543-548, Vortrag und Poster

Belitz, R.; Jahn, M.; Koszyk, S.; Männel, D.; Michaelis, A.
Langzeitstabile Katalysatoren für die Abgasnachbehandlung in SOFC-Systemen auf Basis von SSiC-Schaumkeramik
44. Jahrestreffen Deutscher Katalytiker mit Jahrestreffen Reaktionstechnik, Weimar (14.-18.3.2011), Poster

Belitz, R.; Heddrich, M.-P.; Jahn, M.; Näke, R.M.; Paulus, J.; Pohl, M.
System tests and operation control strategies of an SOFC-CHP-

VORTRÄGE UND POSTER

device for field testing

12th International Symposium on Solid Oxide Fuel Cells – SOFC-XII, Montreal, Canada (1.-6.5.2011), S.279-284, Vortrag

Benner, F.; Kupke, S.; Jakschik, S.; Erben, E.; Knaut, M.; Müller, J.; Rose, M.; Schroeder, U.; Mikolajick, T.

Dielectric backside passivation – improvements by Si-doped Al₂O₃ dielectrics

11th international Conference on Atomic Layer Deposition, Cambridge, Massachusetts, USA (26.-29.6.2011), Vortrag

Boer, J.

Nanosize powders prepared by flame pyrolysis and their agglomeration

5th International Seminar »Nanotechnology, energy, plasma, lasers«, Hermsdorf/Jena (1.-3.11.2011), Vortrag

Böhm, G.; Brunner, D.; Sichert, I.; Pönicke, A.; Schilm, J.

Properties and reliability of silicon nitride substrates with AMB copper conductor

44th International Symposium on Microelectronics, International Microelectronics And Packaging Society – IMAPS 2011, Long Beach, USA (9.-13.10.2011), S.777-784, Vortrag

Böse, C.; Jahn, M.; Michaelis, A.; Pohl, M.

Zündverhalten edelmetallfreier katalytischer Schaumkeramik bei der partiellen Oxidation

44. Jahrestreffen Deutscher Katalytiker mit Jahrestreffen Reaktionstechnik, Weimar (16.-18.3.2011), Poster

Breite, M.; Jahn, M.; Männel, D.; Weder, A.

Ni/Al₂O₃- und NiCu/Al₂O₃-Mischkatalysatoren für die partielle Oxidation von Ethanol

44. Jahrestreffen Deutscher Katalytiker mit Jahrestreffen Reaktionstechnik, Weimar (16.-18.3.2011), Poster

Brückner, B.; Gerlach, G.; Winkler, A.; Hu, W.;

Hufenbach, W.A.; Michaelis, A.; Modler, N.; Schönecker, A.; Suchaneck, G.

Novel approaches for the determination of the process specific polarization of piezoceramic modules embedded in thermoplastic composites

3rd Scientific Symposium CRC/Transregio 39 PT-PIESA – Integration of active functions into structural components, Chemnitz (12./13.10.2011), S.91-96, Vortrag

Burkhardt, T.; Bruchmann, C.; Kamm, A.; Hornaff, M.; Beckert, E.;

Gebhardt, S.; Müller, J.; Hoffmann, M.; Eberhardt, R.; Tünnermann, A.

Smarte adaptive-optische Mikrosysteme – Aufbautechnologie und thermomechanische Charakterisierung

Mikrosystemtechnik-Kongress 2011, Darmstadt (10.-12.10.2011), Vortrag

Busch, J.; Meißner, T.; Potthoff, A.; Oswald, S.

Plating of nano zero-valent iron (nZVI) on activated carbon: A fast delivery method of iron for source remediation

GeoHydro, Quebec, Canada (28.-31.8.2011), Poster

Buß, W.; Richter, H.; Bartnitzek, T.; Brode, W.; Heymel, A.; Walther, T.

Embossed ceramic reflectors with nano dispersive coatings for compact optoelectronic systems

IMAPS European Microelectronics Packaging Conference – EMPC-2011, Brighton, UK (12.-15.9.2011), Poster

Conze, S.; Schnelle, W.; Veremchuk, I.; Michaelis, A.; Grin, Y.; Kinski, I.

Herstellung von Titansuboxiden über die Precursorenroute

Workshop »ECEMP – European Centre for Emerging Materials and

Processes Keramik/Energie«, Dresden (29.6.2011), Vortrag

Conze, S.; Veremchuk, I.; Koban, R.; Michaelis, A.; Grin, Y.; Kinski, I.

Microstructure of precursor-derived titanium suboxides for the application as thermoelectric material

Frühjahresschule Thermoelektrik, Köln (28.3.-1.4.2011), Poster

Conze, S.; Veremchuk, I.; Schnelle, W.; Michaelis, A.; Grin, Y.; Kinski, I.

Precursor-derived titanium oxides – as thermoelectrics

9th European Conference on Thermoelectrics, Thessaloniki, Greece (28.-30.9.2011), Poster

de Moraes, I.R.; Scholz, S.; Lüsse, B.; Leo, K.

Observation of a common degradation mechanism within the oxygen free and Ir-based green phosphorescent emitter Ir(ppy)₃ in organic light emitting diodes

4th International Symposium on flexible Organic Electronics – ISFOE11, Thessaloniki, Greece (10.-13.7.2011), Vortrag

de Moraes, I.R.; Seifert, R.; Scholz, S.; Lüsse, B.; Leo, K.

Photoinduced degradation process of Ir6 emitter molecules: A

- laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry investigation**
75. Jahrestagung der DPG, Frühjahrstagung der Sektion AMOP (SAMOP) und der Sektion Kondensierte Materie (SKM), Dresden (13.-18.3.2011), Vortrag
- Dietrich, S.; Kusnezoff, M.; Ziesche, S.
- Wärmeleitfähigkeitsdetektoren – Array zur selektiven Gasanalyse**
10. Dresdner Sensor Symposium – DSS, Dresden (5.-7.12.2011), Vortrag
- Eberstein, M.; Seuthe, T.; Schilm, J.
- Glas in Silberpasten zur Frontseitenmetallisierung von Solarzellen**
85. Glastechnische Tagung der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft (DGG), Saarbrücken (30.5.-1.6.2011), Vortrag
- Eberstein, M.; Geier, M.; Partsch, U.; Völkel, L.; Böhme, R.; Mann, G.; Bonse, J.; Krüger, J.; Pentzien, S.; Koter, R.
- Towards an industrial laser dopingprocess for the selective emitter using phosphoric acid as dopant**
26th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition – EU PVSEC, Hamburg (5.-9.9.2011), Vortrag
- Eckhard, S.; Fries, M.; Svoboda, H.; Nebelung, M.
- Investigation of the influence of different organics combination on processing properties of spray dried ceramic granules**
5th International Granulation Conference, Lausanne, Switzerland (20.-22.6.2011), Vortrag
- Eckhard, S.; Fries, M.; Lenzner, K.
- Variation der Produkteigenschaften sprühgetrockneter nanoskaliger SiO₂-Granulate**
5. Symposium Partikeltechnologie, Pfinztal (19./20.5.2011), S.219-229, Vortrag
- Ehrt, R.; Johannes, M.
- Verblendung von Zirkoniumdioxid mittels pulverisierter Lithiumdisilicat-Glaskeramik**
9. Treffen des DGG-DKG AK Glasig-kristalline Multifunktionswerkstoffe, Offenbach (24./25.2.2011), Vortrag
- Eilers, J.; Zhang, X.; Uhlig, S.; Kinski, I.; Michaelis, A.; Weber, J.
- Transparentes p-leitfähiges Zinkoxid für die Photovoltaik**
Zukunft Energie, Dresden (11.-13.5.2011), Poster
- Endler, I.
- Manufacturing and applications of vertical aligned carbon nanotubes (va-CNT)**
PT-PIESA-Workshop »Hochleis-
- tungswerkstoffe« des SFB Transregio 39 »PT-Piesa«, Dresden (21.9.2011), Vortrag
- Endler, I.; Meißner, F.
- Manufacturing and applications of vertical aligned carbon nanotubes**
International Symposium on Piezocomposite Applications – ISPA 2011, Dresden (22./23.9.2011), Vortrag
- Endler, I.; Höhn, M.
- Neue Entwicklungen bei CVD-Verschleißschutzschichten**
Workshopwoche Vakuumbeschichtung und Plasmaoberflächentechnik – V2011, Dresden (17-20.10.2011), Vortrag
- Ernst, D.; Bramlage, B.; Gebhardt, S.
- Development of high performance PZT thick film actuators**
International Symposium on Piezocomposite Applications – ISPA 2011, Dresden (22./23.9.2011), Poster
- Faßauer, B.; Lincke, M.; Schwarz, B.; Wufka, A.; Friedrich, E.
- Erhöhte und bedarfsorientierte Biogasproduktion auf Basis des DECONDIS-Verfahrens**
6. Fachtagung Biogas 2011 – Energieträger der Zukunft, Braunschweig (8./9.6.2011), Poster
- Faßauer, B.
- Wasserqualität und deren Beeinflussung**
Wasser in der Lausitz, Lauta (2.12.2011), Vortrag
- Feng, B.; Martin, H.-P.; Hempel-Weber, R.; Michaelis, A.
- Preparation and thermoelectric properties of B₄C-Si-B composites**
9th European Conference on Thermoelectrics, Thessaloniki, Greece (28.-30.9.2011), Poster
- Fischer, G.; Häusler, A.; Voigt, I.; Richter, H.; Richter, H.-J.; Adler, J.
- Extrusion of porous ceramic materials**
III. International Research and Practice Conference and Specialized Exhibition on Modern Ceramic Materials, Properties, Technology, Applications, Novosibirsk, Russia (14.-19.9.2011), Vortrag
- Fischer, G.; Dohndorf, H.; Häusler, A.; Köhler, B.; Lauenroth, S.
- Qualifizierung eines alternativen Porenbildners zur Herstellung offenporiger (großvolumiger) keramisch gebundener Schleifwerkzeuge**
Jahrestagung 2011 der Forschungsgemeinschaft Schleiftechnik, Würzburg (24.3.2011), Vortrag

VORTRÄGE UND POSTER

- Fischer, M.; Mache, T.; Bartsch, H.; Müller, J.; Pawlowski, B.; Barth, S.
SiCer – an advanced substrate for 3D integrated nano and micro systems
 European Conference & Exhibition on Integration Issues of Miniaturized Systems – SSI 2011, Dresden (22./23.3.2011), Vortrag
- Flössel, M.; Gebhardt, S.; Schönecker, A.; Michaelis, A.
Development of LPMs (LTCC/PZT Modules)
 International Symposium on Piezo-composite Applications – ISPA , Dresden (22./23.9.2011), Poster
- Flössel, M.; Gebhardt, S.; Schönecker, A.; Michaelis, A.
Investigation on LTCC/PZT interface in a novel-actuator-module for metal die casting
 20th IEEE International Symposium on Applications of Ferroelectrics jointly held with the International Symposium on Piezoresponse Force Microscopy – ISAF PFM 2011, Vancouver, Canada (24.-27.7.2011), Vortrag
- Fries, M.
Charakterisierung und Vergleich der Eigenschaften von Granulaten aus unterschiedlichen Herstellungsverfahren
 DKG-Herbstsymposium »Charakterisierungsverfahren in der keramischen Aufbereitung: Vom Pulver bis zum Grünkörper«, Erlangen (29./30.11.2011), Vortrag
- Fries, M.
Produktdesign keramischer Pressgranulate
 DKG-Fortbildungsseminar »Sprühtrocknung«, Dresden (8./9.11.2011), Vortrag
- Fries, M.
Pulveraufbereitung
 Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer, Dresden (9./10.3.2011), Vortrag
- Fries, M.
Sprühtrocknung in der Keramik
 DKG-Fortbildungsseminar »Sprühtrocknung«, Dresden (8./9.11.2011), Vortrag
- Fries, M.
Thermische Granulationsverfahren – Einführung, Sprühtrocknung
 DKG-Fortbildungsseminar »Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung«, Dresden (14./15.4.2011), Vortrag
- Fritsch, M.; Kusnezoff, M.; Schneider, M.; Weiser, M.; Michaelis, A.
Supercap – Kompositelektroden
 Zukunft Energie, Dresden (11.-13.5.2011), Vortrag
- Füssel, A.; Adler, J.; Belitz, R.; Marschallek, F.; Pohl, M.; Jahn, M.; Michaelis, A.
Aktuelle Materialentwicklung von SiC-Schaumkeramik für Hochtemperaturanwendungen
 4. Sächsischer Brennstoffzellentag, Leipzig (10.11.2011), Vortrag
- Füssel, A.; Böttge, D.; Adler, J.; Michaelis, A.
Siliciumcarbid-Schaumkeramik für Hochtemperaturanwendungen
 Workshop »Funktionelle Materialien für die chemische Technik«, Dresden (6.10.2011), Poster
- Ganzer, G.; Beckert, W.; Pfeifer, T.; Michaelis, A.
Multiphysics simulation of an anode-supported micro-tubular solid oxide fuel cell (SOFC)
 Comsol Conference, Stuttgart (26.-28.10.2011), Vortrag
- Ganzer, G.; Beckert, W.
Rechnergestützte Modellierung von Hochtemperatur-Brennstoffzellen
 Fachtagung Regenerative Energie als Zukunftstechnologie, Köthen (13.-14.10.2011), Vortrag
- Gebhardt, S.; Flössel, M.; Schönecker, A.; Michaelis, A.
Design and Characterization of LTCC/PZT modules (LMPs) for sensor and actuator applications
 3rd Scientific Symposium CRC/Transregio 39 PT-PIESA – Integration of active functions into structural components, Chemnitz (12./13.10.2011), Vortrag
- Gebhardt, S.
Integrated piezoelectrics based on PZT thick films: Advantages and limitations
 International Symposium on Piezo-composite Applications – ISPA 2011, Dresden (22./23.9.2011), Vortrag
- Geier, M.; Eberstein, M.; Partsch, U.; Völkel, L.; Böhme, R.; Mann, G.; Bonse, J.; Krüger, J.
Impact of laser treatment on phosphoric acid coated multicrystalline silicon PV wafers
 26th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition – EU PVSEC, Hamburg (5.-9.9.2011), Poster
- Gestrich, T.
Grundlagen der Thermoanalytik: Optimierung der Entbinderungs- und Sinterprozessen
 DKG-Fortbildungsseminar »Thermoplastische Formgebung von

- Technischer Keramik«, Dresden (5.-6.10.2011), Vortrag
- Gestrich, T.; Jaenicke-Rößler, K.; Herrmann, M.
High temperature corrosion of hardmetals
Powder Metallurgy Congress and Exhibition – Euro PM2011, Barcelona, Spain (9.-12.10.2011), Vortrag
- Gestrich, T.; Jaenicke-Rößler, K.; Leitner, G.; van den Berg, H.; Rödiger, K.
Reaktionen und Praxis beim Sintern von Hartmetallen
30. Hagener Symposium Pulvermetallurgie mit Fachausstellung – Sintern – der zentrale Prozess der Pulvermetallurgie, Hagen (24./25.11.2011), Vortrag
- Gestrich, T.
Thermoanalytik zur Optimierung der Entbinderungsprozesse
DKG-Fortbildungsseminar »Entbinderung keramischer Formteile«, Dresden (6./7.10.2011), Vortrag
- Glöb, B.; Fries, M.; Nebelung, M.
Flow properties of spray dried granules in dependence of production conditions
Powder Flow 2011, London, UK (6.12.2011), Poster
- Goldberg, A.
The multilayer technology as integration system for ceramic micro fuel cells
IMAPS European Microelectronics Packaging Conference – EMPC-2011, Brighton, UK (12.-15.9.2011), Vortrag
- Günther, C.; Richter, H.; Voigt, I.
Entwicklung von Zeolithmembranen für die precombustion Gasaufbereitung in Kraftwerksanlagen
Thüringer Werkstofftag, Jena (30.3.2011), Poster
- Günther, C.; Richter, H.; Voigt, I.
H₂-permeable zeolite membranes
23. Deutsche Zeolithtagung, Erlangen (2.-4.3.2011), Poster
Dresdner Werkstoffsymposium, Dresden (9./10.12.2010), Poster
Network Young Membranes 2011, Amsterdam, the Netherlands (21.07.-23.7.2011), Vortrag
- Haderk, K.; Scheithauer, U.; Richter, H.-J.; Petasch, U.; Zins, M.; Michaelis, A.
Development of graded porous calcium aluminate ceramics by ceramic tape technology for thermal shock resistant refractory materials
17th International Conference on Refractories, Praha, Czech Republic (10./11.5.2011), Vortrag
- Haderk, K.
Development of graded porous calcium aluminate ceramics by ceramic tape technology for thermal shock resistant refractory materials
54. Internationales Feuerfest-Kolloquium 2011, Aachen (19./20.10.2011), Vortrag
- Heddrich, M.
System tests and operation control strategies of an SOFC-CHP-device for field testing
219th Electrochemical Society Meeting, Montréal, Canada (1.-6.5.2011), Poster
- Heddrich, M.; Jahn, M.; Michaelis, A.; Reichelt, E.
Thermodynamic influence analysis of available fuels and reforming methods on SOFC system efficiency
12th International Symposium on Solid Oxide Fuel Cells – SOFC-XII, Montreal, Canada (1.-6.5.2011), S.955-962, Vortrag
- Hermann, K.; Voigt, I.; Weyd, M.; Duscher, S.; Prehn, V.
Pflege heißer, hochalkalischer Flaschenreinigungsbäder durch Einsatz keramischer Membranen
DECHEMA/DWA Industrietage
- Wassertechnik, Frankfurt (7./8.11.2011), Vortrag
- Herrmann, M.; Höhn, M.; Sempf, K.; Matthey, B.
Artefaktfreie Präparation und Charakterisierung von keramischen Oberflächen und Interfaces
6. Höhr-Grenzhäuser Keramik-Symposium, Höhr-Grenzhausen (29./30.9.2011), Eingeladener Vortrag
- Herrmann, M.; Sempf, K.; Blug, B.; Höfer, M.; Schäfer, L.; Schrüfer, A.; Otschick, J.
DiaCer materials – New materials for a wide range of challenging applications
European Symposium on Friction, Wear and Wear Protection 2011, Karlsruhe (25.-28.10.2011), Vortrag
- Herrmann, M.; Matthey, B.; Höhn, S.
Diamant-Keramik Komposite – Neue Werkstoffe für Verschleißanwendungen
DGM/DKG-Symposium Hochleistungskeramik »Hochleistungskeramik als Systemkomponenten«:
Abschlusskolloquium des SFB 483 »Hochbeanspruchte Gleit- und Frik-tionssysteme auf der Basis ingenieurwissenschaftlicher Werkstoffe«, Karlsruhe (25./26.10.2011), Vortrag

VORTRÄGE UND POSTER

- Herrmann, M.
Diamond-ceramic-composites – new materials for wide range of applications
 Engineering Ceramics 2011 from Materials to Components, Smolenice Castle, Slovakia (8.-12.5.2011), Eingeladener Vortrag
- Herrmann, M.
Gefügedarstellung und -bewertung
 Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer, Freiburg (10./11.11.2011), Vortrag
- Herrmann, M.; Schilm, J.
Hochleistungskeramik für korrosive Anwendungen
 Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer, Dresden (9./10.3.2011), Vortrag
- Herrmann, M.; Gestrich, T.; Neher, R.; Höhn, S.; Michaelis, A.
Sintern von Nichtoxidkeramik
 30. Hagener Symposium Pulvermetallurgie mit Fachausstellung – Sintern – der zentrale Prozess der Pulvermetallurgie, Hagen (24./25.11.2011), Eingeladener Vortrag
- Herrmann, M.
Structural ceramics – high performance materials for a wide range of applications
 62. Berg- und Hüttenmännischer Tag – Freiburger Forschungsforum, Freiberg (15.-17.6.2011), Eingeladener Vortrag
- Herrmann, M.
Thermische Entbinderungsprozesse: Mechanismen – Methoden – Verfahren
 DKG-Fortbildungsseminar »Entbinderung keramischer Formteile«, Dresden (6./7.10.2011), Vortrag
- Hildebrandt, S.; Michaelis, A.; Kinski, I.
Kontaktlose Druckverfahren für Metallisierungen am Fraunhofer IKTS – Contactless printing methods for metallization at Fraunhofer IKTS
 Nano Goes Makro, Erfurt (10.2.2011), Vortrag
- Hildebrandt, S.; Waltinger, A.; Geier, M.; Eberstein, M.; Mosch, S.; Partsch, U.; Michaelis, A.; Kinski, I.
Seedlayer deposition of a novel particle-free nickel ink
 26th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition – EU PVSEC, Hamburg (5.-9.9.2011), S.1803, Poster
- Himpel, G.
Entbinderungs- und Sintertechnik für spritzgegossene Keramik
 DKG-Fortbildungsseminar »Thermoplastische Formgebung von Technischer Keramik«, Dresden (5./6.10.2011), Vortrag
- Himpel, G.
Entbinderungstechnik
 DKG-Fortbildungsseminar »Entbinderung keramischer Formteile«, Dresden (6./7.10.2011), Vortrag
- Hohlfeld, K.; Gebhardt, S.; Michaelis, A.
Piezoelectric composites based on free-formed PZT elements
 International Symposium on Piezocomposite Applications – ISPA 2011, Dresden (22./23.9.2011), Poster
- Höhn, S.
Charakterisierung der Formkörper: Defekentstehung, Nachweis, Vermeidung
 DKG-Fortbildungsseminar »Entbinderung keramischer Formteile«, Dresden (6./7.10.2011), Vortrag
- Höhn, S.; Herrmann, M.
Charakterisierung von Granulat- und Grünkörperstrukturen über Ionenstrahlpräparation und bildanalytische Verfahren
 DKG-Herbstsymposium »Charakterisierungsverfahren in der keramischen Aufbereitung: Vom Pulver bis zum Grünkörper«, Erlangen (29./30.11.2011), Vortrag
- Höhn, S.; Eckhard, S.; Fries, M.; Matthey, B.
Quantification on internal structures of spray-dried granules
 12th Conference of the European Ceramic Society – ECerS XII, Stockholm, Sweden (19.-23.6.2011), Vortrag
- Hu, W.; Flössel, M.; Suchanek, G.; Jaenicke-Röbber, K.; Gebhardt, S.; Schönecker, A.; Gerlach, G.
Determination of the polarization state in LTCC/PZT piezoelectric sensor-actuator modules
 International Conference 'PIEZO 2011-Electroceramics for End-Users VI', Sestriere, Italy (28.2.-2.3.2011), Vortrag
- Hufenbach, W.; Fischer, W.-J.; Michaelis, A.; Gebhardt, S.; Geller, S.; Tyczynski, T.; Heinig, A.; Weder, A.; Hohlfeld, K.
Integration of piezoceramic and electronic functional elements in glass fibre-reinforced polyurethane composite structures
 3rd Scientific Symposium CRC/Transregio 39 PT-PIESA – Integration of active functions into structural components, Chemnitz (12./13.10.2011), Poster
- Jackschik, S.; Benner, F.; Kupke, S.; Ender, I.; Mikolajik, T.
Dielectric backside passivation –

- guidance for improvements**
26th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition – EU PVSEC, Hamburg (5.-9.9.2011), 2CV.4.41, Poster
- Jobst, K.; Deutschmann, A.; Friedrich, E.
Optimierung von Mischprozessen zur Biogaserzeugung – Ein Beitrag zur Steigerung der Effizienz von Biogasanlagen
4. Innovationskongress Biogas 2011, Osnabrück (12./13.5.2011), S.99-104, Vortrag
- Jobst, K.
Optimierung von Mischprozessen zur Biogaserzeugung
6. Fachtagung Biogas 2011 – Energieträger der Zukunft, Braunschweig (8./9.6.2011), Poster
- Jobst, K.; Deutschmann, A.; Lincke, M.; Lomtscher, A.; Eberhard, F.
Optimierung von Mischprozessen zur Biogaserzeugung
Fachtagung Regenerative Energie als Zukunftstechnologie, Köthen (13./14.10.2011), Poster
- Johannes, M.; Lausch, H.; Sandkuhl, O.; Rudolph, H.; Udart, M.; Herold, V.
Strukturierung keramischer Implantatoberflächen mittels Schlickerguss
Zukunftsarena Oberflächentechnik und 8. Thüringer Biomaterial-Kolloquium 2011, Zeulenroda/Triebes (13.-15.9.2011), Poster
- Johannes, M.; Sandkuhl, O.
Strukturierung von Hochleistungskeramik mittels Schlickerguss
DKG-Jahrestagung Saarbrücken (28.-30.3.2011), Poster
- Junige, M.; Knaut, M.; Geidel, M.; Riedel, S.; Ender, I.; Wojcik, H.; Albert, M.; Merkel, U.; Bartha, J.W.
Characterization of ruthenium ALD and PVD thin films for in-situ process control by spectroscopic ellipsometry
6. Workshop Ellipsometry des Arbeitskreises Ellipsometrie Paul Drude e.V. (AKE), Berlin (21.-24.2.2011), Vortrag
- Kämmnitz, S.; Kaltenborn, N.; Richter, H.; Voigt, I.
Adsorption selective carbon membranes on ceramic supports
International Congress on Membranes and Membrane Processes – ICOM, Amsterdam, the Netherlands (23.-29.7.2011), Poster
- Keitel, U.
Characterization of fluid devices
International Symposium on Piezocomposite Applications – ISPA 2011, Dresden (22./23.9.2011), Vortrag
- Khavrus, V.O.; Weiser, M.; Fritsch, M.; Ummethala, R.; Salvaggio, M.G.; Schneider, M.; Kusnezoff, M.; Leonhardt, A.
CCVD of aligned carbon nanotubes on aluminium foils and their test as components of supercapacitors
International Conference on the Science and Application of Nanotubes – NT11, Cambridge, UK (10.-16.7.2011), Poster
- Khavrus, V.O.; Weiser, M.; Fritsch, M.; Ummethala, R.; Salvaggio, M.G.; Schneider, M.; Kusnezoff, M.; Leonhardt, A.
Direct growth of aligned carbon nanotubes on aluminium foils and their application as components of supercapacitors
4th International Conference on Carbons for Energy Storage/ Conversion and Environment Protection – CESEP, Vichy, France (25.-29.9.2011), Vortrag
- Kinski, I.; Meinhard, S.; Henke, B.; Herrmann, M.; Schweizer, S.
Nano-crystalline SrAl₂O₄ persistent phosphors doped with EU²⁺ and Dy³⁺
219th Electrochemical Society Meeting, Montréal, Canada (1.-6.5.2011), Vortrag
- Kirchheim, R.; Schulz, M.; Kriegel, R.; Töpfer, J.
Sauerstoffstöchiometrie, Sauerstofffluss und CO₂-Stabilität von Sr(Co_{0,8}Fe_{0,2})_{1-x}Ti_xO_{3-δ} für sauerstoffpermeable Membranen
DKG-Jahrestagung, Saarbrücken (28.-30.03.2011), Vortrag
- Symposium Hochleistungskeramik, Karlsruhe (25./26.10.2011), Poster
- Kita, J.; Missal, W.; Wappler, E.; Bartnizek, T.; Pawlowski, B.; Kipka, A.; Moos, R.
Development of a novel LTCC-chip for fast DSC-analysis
IMAPS/ACerS 7th International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies – CICMT 2011, San Diego, California, USA (5.-7.4.2011), Poster
- Klemm, H.
Development of ceramic materials for gas turbine applications
4th German-Polish Colloquium Science and Art in Europe, Otzenhausen (19.-22.10.2011), Vortrag
- Klemm, H.; Bales, A.; Nake, K.; Michael, G.
High-temperature characterization of ceramic materials by hot-hardness measurement
35th International Conference and Exposition on Advanced Ceramics

VORTRÄGE UND POSTER

- and Composites – ICACC 2011, Daytona Beach, Florida, USA (23.-28.1.2011), Vortrag
- Klemm, H.
Hochleistungskeramik für Hochtemperaturanwendungen
Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer, Dresden (9./10.3.2011), Vortrag
- Klemm, H.; Nake, K.; Bales, A.; Michael, G.
Hochtemperaturcharakterisierung von keramischen Werkstoffen durch Wärmehärtemessung
Fachausschusssitzung FA 12 Härteprüfung, Dresden (23./24.3.2011), Vortrag
- Klemm, H.; Kunz, W.; Bales, A.; Oberländer, A.; Schönfeld, K.; Michaelis, A.
Hot gas corrosion of non-oxide ceramic fibre composites
9th International Meeting of Pacific Rim Ceramic Societies – PacRim 9, Cairns, North Queensland, Australia (10.-14.7.2011), Vortrag
- Klemm, H.
Keramische Faserverbundwerkstoffe am IKTS
21. Kuratoriumssitzung, Fraunhofer IKTS, Dresden (10.5.2011), Vortrag
- Klemm, H.; Schönfeld, K.; Herrmann, M.; Lippmann, W.
Keramische Faserverbundwerkstoffe für Hochtemperaturanwendungen
Zukunft Energie, Dresden (11.-13.5.2011), Vortrag
- Klemm, H.
Low-cost-Technologien zur Herstellung von Bauteilen aus keramischen Faserverbundwerkstoffen
Fraunhofer-Symposium »Netzwerk« 2011, München (28./29.11.2011), Vortrag
- Klemm, H.; Müller, A.
Material- und Verfahrensentwicklung von kostengünstigen kurzfaserverstärkten Verbundwerkstoffen
6. MV Ceramic Composites im CCeV, Dresden (10./11.10.2011), Vortrag
- Klemm, H.; Kunz, W.; Bales, A.; Oberländer, A.; Schönfeld, K.; Michaelis, A.
Non-oxide ceramic fibre composites
9th International Meeting of Pacific Rim Ceramic Societies – PacRim 9, Cairns, North Queensland, Australia (10.-14.7.2011), Vortrag
- Krell, A.; Wätzig, K.; Klimke, J.
Effects and elimination of nano-
- porosity in transparent sintered spinel (MgAl₂O₄)**
SPIE Defense, Security + Sensing, Window & Dome Technologies and Materials XII, Orlando, Florida, USA (25.-29.4.2011), Paper 801602, Vortrag
- Krell, A.
Hochleistungskeramik für Verschleißanwendungen
Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer, Dresden (9./10.3.2011), Vortrag
- Krell, A.; Wätzig, K.; Klimke, J.
Influence of the structure of MgO-nAl₂O₃ spinel lattices on transparent ceramics processing and properties
12th Conference of the European Ceramic Society – ECerS XII, Stockholm, Sweden (19.-23.6.2011), Vortrag
- Kriegel, R.; Schulz, M.; Ritter, K.; Kiesel, L.; Pippardt, U.; Stahn, M.; Voigt, I.
Advanced membrane design for oxygen separation
2nd International Conference on Energy Process Engineering, Efficient Carbon Capture for Coal Power Plants, Frankfurt/Main (20.-22.6.2011), Vortrag
- Kriegel, R.; Voigt, I.
Demonstration of oxygen separation with BSCF membranes
12. Jülicher Werkstoffsymposium (5./6.9.2011), Vortrag
- Kriegel, R.
Entwicklung und Musterfertigung sauerstoffpermeabler keramischer Membranen
22. Treffen des Arbeitskreises »Keramische Membranen«, Frankfurt/Main (5.5.2011), Vortrag
- Kriegel, R.; Schulz, M.; Voigt, I.; Sommer, E.
Sauerstoff-Membranen in Kleinanwendungen – Ein Einstieg in die Kommerzialisierung?
Thüringer Werkstofftag 2011, Jena (30.3.2011), Poster
- Krug, M.
ALD deposition of passivation layers
Novel High k Application Workshop, Dresden (30.3.2011), Vortrag
- Kucera, A.
Deep drawing and embossing of tapes
Public Workshop on Tape Assembly, Stockholm, Sweden (29.3.2011), Vortrag
- Kucera, A.; Richter, H.-J.; Moritz, T.
Structuring of UV-curable ceramic green tapes

- 4M 2011 Conference, Stuttgart (8.-10.11.2011), Vortrag
- Kucera, A.; Richter, H.-J.; Moritz, T.
Development of UV curable alumina tapes and their 3D structuring
12th Conference of the European Ceramic Society – ECerS XII, Stockholm, Sweden (19.-23.6.2011), Poster
- Kühnert, J.-T.; Voigt, I.; Richter, H.; Weyd, M.; Tusel, E.; Brüschke, H.E.A.
Progress in NaA-zeolite membrane preparation and implementation in the bioethanol production process
International Congress on Membranes and Membrane Processes, Amsterdam, the Netherlands (23.-29.7.2011), Poster
- Kühnert, J.-T.; Weyd, M.; Richter, H.; Voigt, I.; Tusel, E.; Brüschke, H.E.A.
Evolution of membrane supports for dewatering of ethanol
International Scientific Conference on Pervaporation, Vapor Permeation and Membrane Distillation, Torun, Poland (8.-11.9.2011), Vortrag
- Kusnezoff, M.; Michaelis, A.; Trofimenko, N.
Electrochemical phenomenon in MEA electrodes
- Widjaja, Sujanto (Ed.) u.a.; The American Ceramic Society (ACerS): 35th International Conference and Exposition on Advanced Ceramics and Composites – ICACC 2011, Daytona Beach, Florida, USA (23.-28.1.2011), Nr.4, S.37-60, Vortrag
- Kusnezoff, M.; Sauchuk, V.; Michaelis, A.; Berger, L.-M.; Scheitz, S.; Toma, L.-F.
Maßgeschneiderte keramische Schichtzelemente, hergestellt durch thermisches Spritzen
DKG-Jahrestagung 2011, Saarbrücken (28.-30.3.2011), Vortrag
- Lackner, G.; Endler, I.; Meißner, F.; Shvartsman, V.V.; Bezugly, V.; Boucher, R.; Thieme, M.; Mkandawire, M.; Meiss, J.; Pfützner, S.; Michaelis, A.; Lupascu, D.C.
Carbon nanotubes in solar cell application
26th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition – EU PVSEC, Hamburg (5.-9.9.2011), Poster
- Lackner, G.; Endler, I.; Meißner, F.; Avdoshenko, S.M.; Bezugly, V.; Boucher, R.; Mkandawire, M.; Meiss, J.; Pfützner, S.; Mayer-Uhma, T.; Michaelis, A.; Lupascu, D.C.
- Carbon nanotubes in solar cell application**
2nd International Conference Organic Photovoltaics, Würzburg (21.9.2011), Poster
- Lackner, G.; Endler, I.; Meißner, F.; Bezugly, V.; Boucher, R.; Lupascu, D.C.
Infiltration study of vertically aligned carbon nanotube forest (va-CNT) with different organic semiconductor materials forming a composite
9th Ferrocene Colloquium, Chemnitz (14.-16.2.2011), Vortrag
- Langklotz, U.; Schneider, M.; Seifert, C.; Michaelis, A.
Ramanspektroskopie an foliengegossenem LCO-Elektrodenmaterial
Zukunft Energie, Dresden (11.-13.5.2011), Poster
- Langklotz, U.; Schneider, M.; Michaelis, A.
Thickness dependency of the relative permittivity ϵ_r of very thin oxide films investigated by micro-EIS
International Workshop on Impedance Spectroscopy – IWIS 2011, Chemnitz (28.-30.9.2011), Vortrag
- Lankau, V.; Martin, H.-P.
Charakterisierung und Modifikation der elektrischen Eigenschaften von festphasen-gesinterter SiC
DGM/DKG-Symposium Hochleistungskeramik »Hochleistungskeramik als Systemkomponenten« in Verbindung mit dem Abschlusskolloquium des SFB 483 »Hochbeanspruchte Gleit- und Friktionssysteme auf der Basis ingenieurwissenschaftlicher Werkstoffe«, Karlsruhe (25./26.10.2011), Poster
- Lenz, C.; Ziesche, S.; Partsch, U.
Piezoresistive Miniaturkraftsensoren in LTCC
10. Dresdner Sensor Symposium – DSS, Dresden (5.-7.12.2011), Poster
- Lenzner, K.; Glöb, B.; Eckhard, S.
Granulatcharakterisierung
DKG-Fortbildungsseminar »Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung«, Dresden (14./15.4.2011), Vortrag
- Lenzner, K.; Glöb, B.; Eckhard, S.
Granulatcharakterisierung – Werkzeug für Optimierung von Produktentwicklung und Sprühprozessen
DKG-Fortbildungsseminar »Sprühtrocknung«, Dresden (8./9.11.2011), Vortrag
- Lincke, M.; Fassauer, B.; Schwarz, B.; Wufka, A.; Friedrich, E.; Jobst, K.

VORTRÄGE UND POSTER

Erhöhte und bedarfsorientierte Biogasproduktion auf Basis des DECONDIS-Verfahrens: Optimierung von Mischprozessen zur Biogaserzeugung

6. Fachtagung Biogas 2011
Energieträger der Zukunft,
Braunschweig (8./9.6.2011),
Vortrag

Lomtscher, A.; Jobst, K.;
Friedrich, E.

Bewertung von Mischprozessen mittels Prozess-Tomographie: Ein neuer Weg zur Optimierung von Rührprozessen

14. Köthener Rührer-Kolloquium,
Köthen (16.6.2011), Vortrag

Lubkowski, G.; Kuhnhenh, J.;
Suhrke, M.; Weinand, U.; Endler, I.;
Meißner, F.; Richter, S.

Gamma radiation effects in vertically aligned carbon nanotubes
Conference on Radiation Effects on
Components and Systems –
RADECS, Sevilla, Spain
(19.-23.9.2011), Poster

Mannschatz, A.; Ahlhelm, M.;
Moritz, T.; Michaelis, A.
3D visualization of flow pattern in injection molded green parts
International Conference on
Injection Molding of Metals –
MIM2011, Ceramics and Carbides,
Orlando, USA (14.-16.3.2011),
Vortrag

Mannschatz, A.; Moritz, T.;
Jegust, S.; von Witzleben, M.
Enabling co-sintering of ATZ/ZTA ceramic compounds by two-component injection moulding with intermediate green tapes
Powder Metallurgy Congress and
Exhibition – Euro PM2011,
Barcelona, Spain
(9.-12.10.2011), Vortrag

Marschallek, F.; Adler, J.; Böttge, D.;
Füssel, A.; Jahn, M.; Michaelis, A.
Combustion in porous media – advances in process design and materials longterm stability
8th European Congress of Chemical
Engineering – ECCE, Berlin
(25.-29.9.2011), Poster

Martin, H.-P.; Schilm, J.;
Dannowski, M.; Pfeiffer, P.
Keramikbasierte thermoelektrische Generatoren für Fahrzeuge
9. Dresdner Motorenkolloquium
»Der Dieselmotor – neue Herausforderungen«, Dresden
(8./9.6.2011), S.133-143, Vortrag

Martin, H.-P.; Feng, B.; Conze, S.;
Kinski, I.
Keramische Thermoelektrika als Werkstoff für thermoelektrische Generatoren
Zukunft Energie, Dresden
(11.-13.5.2011), Vortrag

Martin, H.-P.
Untersuchungen zu Ta-Ni-Legierungen als Hochtemperaturlot für SiC-SiC Verbunde
Workshop Hochtemperaturfügen
2011 – Anwenderkreis Hochtemperaturfügen, ifw Jena (3.11.2011),
Vortrag

Mayer-Uhma, T.; Potthoff, A.;
Thieme, P.
Chemical and physical characterization of slurry and variation of the zeta potential
26th European Photovoltaic Solar
Energy Conference and Exhibition –
EU PVSEC, Hamburg (5.-9.9.2011),
Poster

Meißner, F.; Endler, I.; Jakisch, L.;
Thomas, J.; Schönecker, A.;
Michaelis, A.
Composites of aligned carbon nanotubes and polymers
International Conference on the
Science and Application of Nanotubes – NT11, Cambridge, UK
(11.-16.7.2011), Poster

Meißner, T.; Potthoff, A.
Characterization of iron-based nanomaterials in terms of ecotoxicological relevance
6th International Conference on
the Environmental Effects of Nanoparticles and Nanomaterials,
London, UK (19.-21.9.2011), Poster

Meißner, T.
Chemical-physical nanoparticle characterization to promote toxicological investigations
5th International Seminar »Nanotechnology, Energy, Plasma, Lasers« – NEPL-2011, Hermsdorf/Jena
(1.-3.11.2011), Vortrag

Meißner, T.; Potthoff, A.
Fe-NANOSIT – Charakterisierung von eisenbasierten Nanomaterialien
1. Clustertreffen NanoCare/Nano-Future, Frankfurt (10./11.5.2011),
Poster

Meulenber, W.A.; Baumann, S.;
Kriegel, R.
Processing and properties of asymmetric oxygen transport membranes
Werkstoffsymposium, Jülich
(5./6.9.2011), Vortrag

Meulenber, W.A.; Voigt, I.;
Kriegel, R.; Baumann, S.;
Ivanova, M.; van Gestel, T.
Ceramic membranes for gas separation in advanced fossil power plants
Efficient Carbon Capture for Coal
Power Plants, Frankfurt/Main
(20.-22.6.2011), Vortrag

Michaelis, A.
Ceramic materials and technologies for fuel cells, batteries and

supercapacitors

Nanotech-Saxony Workshop der WFS, Tokyo, Japan (16.2.2011), Vortrag

Michaelis, A.

Ceramics for energy and environmental technology with focus on fuel cells, photovoltaics, energy storage systems and membranes

Third International Symposium on Advanced Ceramics and Technology for Sustainable Energy Applications – ACTSEA-2011, Pingtung, Taiwan (30.10.-2.11.2011), Vortrag

Michaelis, A.

Hochleistungskeramik für die Energie- und Umwelttechnik

Regionalforum Dresden im Rahmen des DGM-Tages, Dresden (16.6.2011), Vortrag

Michaelis, A.

Hochleistungskeramik für die Energie- und Umwelttechnologie

MFD-Materialforschungstournee 2010/2011, Dresden (12.1.2011), Vortrag

Michaelis, A.

Innovationspotenziale für High Tech Märkte durch Einsatz von Hochleistungskeramiken

Entwicklung und Perspektiven der Keramik für High Tech Märkte,

Ehrenkolloquium zum 60. Geburtstag von Frau Dr. Voigtsberger, Dresden (26.5.2011), Vortrag

Michaelis, A.

Keramische Materialien und Systeme für die Energietechnologien: Photovoltaik, Batterien und Brennstoffzellen

11. Leibniz-Konferenz »Solarzeitalter 2011«, Lichtenwalde (12./13.5.2011), Vortrag

Michaelis, A.

Keramische Materialien und Systeme für die innovative Energie- und Umwelttechnologie

EFDS-Hauptjahresversammlung, IKTS Dresden (22.11.2011), Vortrag

Michaelis, A.

Keramische Materialien und Technologien für den Aufbau von Lithium-Ionen-Batterien

Workshop: »Technologien für die dezentrale Energiespeicherung«, Dresden (24.3.2011), Vortrag

Michaelis, A.

PV technology and the future
Dutch-German Seminar on Energy Innovations, Dresden (14.4.2011), Vortrag

Michaelis, A.

Thickfilm and multilayer ceramic technology for innovative fuel cell systems

35th International Conference and Exposition on Advanced Ceramics and Composites – ICACC 2011, Daytona Beach, Florida, USA (23.-28.1.2011), Vortrag

Megel, S.; Kusnezoff, M.; Trofimenko, N.; Sauchuk, V.; Michaelis, A.; Venskutonis, A.; Rissbacher, K.; Kraussler, W.; Brandner, M.; Bienert, C.; Sigl, L.S.
High efficiency CFY-stack for high power applications
12th International Symposium on Solid Oxide Fuel Cells – SOFC-XII, Montreal, Canada (1.-6.5.2011), S.269-277, Vortrag und Poster

Moos, R.; Missal, W.; Kita, J.; Wappler, E.; Gora, F.; Kipka, A.; Bartnitzek, T.; Bechtold, F.; Schabbel, D.; Pawlowski, B.
Einweg-DSC-Chip
Sensor 2011, fms-Sondersession 2011, Workshop Sensorforschung für Medizin und Technik.
Ergebnisse aus der industriellen Gemeinschaftsforschung, im Rahmen der Sensor + Test 2011, Nürnberg (9.6.2011), S.4-9, Vortrag

Moritz, T.

Entwicklungstrends im Keramikspritzguss

Entdeckungsreise in eine Welt der Keramik, Koblenz (13.4.2011), Vortrag

Moritz, T.

Fehlerquellen bei der Herstellung keramischer Werkstoffe

Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer, Freiburg (10./11.11.2011), Vortrag

Moritz, T.

Formgebung

Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer, Dresden (9./10.3.2011), Vortrag

Moritz, T.

Keramische Formgebung unter Verwendung organischer Additive

DKG-Fortbildungsseminar »Entbin-derung keramischer Formteile«, Dresden (6./7.10.2011), Vortrag

Moritz, T.; Mannschatz, A.;

Kucera, A.; Baumann, A.;

Richter, H.-J.

Multifunctional ceramic component solutions by inmould labelling and multi component injection moulding

III. International Research and Practice Conference and Specialized Exhibition on Modern Ceramic Materials, Properties, Technology, Applications, Novosibirsk, Russia (14.-19.9.2011), Vortrag

VORTRÄGE UND POSTER

- Mosch, S.; Paproth, A.; Partsch, U.; Wolter, K.-J.
Chipanschlusskontaktierung mittels aerosolgedruckter Strukturen
 Systemintegration in der Mikroelektronik »smt hybrid packaging«, Nürnberg (3.-5.5.2011), Vortrag
- Müller, A.
Injection moulding of carbon short-fibre filled preceramic polymers
 Nanocomposite, Paris, France (7.6.-10.6.2011), Vortrag
- Müller, A.
Injection moulding of carbon short-fibre filled preceramic polymers
 Euromat 2011, Montpellier, France (12.-15.9.2011), Vortrag
- Müller, S.; Richter, J.; Kaltenborn, N.; Richter, H.; Voigt, I.
CNT-films on porous, ceramic membranes for gas separation
 Jahreskongress 2011 der Innovationsallianz Carbon Nanotubes (Inno.CNT), Karlsruhe (25.-27.1.2011), Poster
- Müller, S.; Richter, J.; Voigt, I.
Entwicklung von CNT-Schichten für Anwendungen in der Gastrennung
 Thüringer Werkstofftag, Jena (30.3.2011), Poster
- Näke, R.
Verfahrenstechnische Entwicklung und automatisierter Betrieb eines Biogas-SOFC-Systems
 4. Sächsischer Brennstoffzellentag, Leipzig (10.11.2011), Vortrag
- Oberländer, A.; Michaelis, A.; Pezzotti, G.; Kinski, I.
Investigation of the structure and optical properties of cubic gallium oxynitride synthesized using a hydrothermal processing route
 7th SRK Workshop on Advanced Materials, Busan, South Korea (10.-12.11.2011), Vortrag
- Oehme, F.
Grünbearbeitung technischer Hochleistungskeramik: Methoden, Instrumente und Entwicklungsrichtungen
 Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer, Berlin (4./5.5.2011), Vortrag
- Oehme, F.
Hochpräzisionsbearbeitung mittels Koordinatenschleifen
 Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer, Block II: Bearbeitung, Berlin (4./5.5.2011), Vortrag
- Ortmann, C.; Oberbach, T.; Richter, H.; Puhlfürß, P.
Properties of infiltration prepared ZTA bioceramics
 12th International Conference and Exhibition of the European Ceramic Society, Stockholm, Sweden (19.-23.6.2011), Vortrag
- Partsch, U.
Multilayerbasierte Komponenten und Mikrosysteme
 Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer, Dresden (9./10.3.2011), Vortrag
- Pawlowski, L.; Börner, S.
Entwicklungsbegleitende Charakterisierung von Rohstoffen und Schlickern in der Folienherstellung
 DKG-Herbstsymposium »Charakterisierungsverfahren in der keramischen Aufbereitung: Vom Pulver bis zum Grünkörper«, Erlangen (29./30.11.2011), Vortrag
- Pawlowski, B.; Barth, S.; Fischer, M.; Bartsch, H.; Hoffmann, M.; Müller, J.
SiCer – ein innovativer Substratwerkstoff für MEMS
 Thüringer Werkstofftag, Jena (30.3.2011), Poster
- Peschel, M.; Schilm, J.; Eberstein, M.; Kretzschmar, C.;
- Krause, J.; Völkel, L.; Partsch, U.; Michaelis, A.
Synthesis and characterisation of new lead-free glasses for the front metallization of solar cells
 26th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition – EU PVSEC, Hamburg (5.-9.9.2011), Poster
- Peschel, M.; Schilm, J.; Eberstein, M.; Kretzschmar, C.; Krause, J.; Völkel, L.; Partsch, U.; Michaelis, A.
Synthesis and evaluation of new lead-free glasses for the front metallization of solar cells
 Materials Science & Technology 2011 Conference & Exhibition, Columbus, Ohio, USA (16.-20.10.2011), Vortrag
- Peschel, M.
Synthesis and characterization of new lead-free low melt sealing glasses
 85. Glastechnische Tagung der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft, Saarbrücken (30.5.-1.6.2011), Poster
- Peschel, M.; Schilm, J.; Michaelis, A.
Synthesis and characterization of new lead-free low melt sealing glasses
 Materials Science & Technology 2011 Conference & Exhibition,

- Columbus, Ohio, USA
(16.-20.10.2011), Poster
- Pfeifer, T.; Nusch, L.
System design and process layout for a SOFC micro-CHP unit with reduced operating temperature
European Fuel Cell 2011 Piero Lunghi Conference & Exhibition, Rome, Italy (14.-16.12.2011), Vortrag
- Pigorsch, E.; Pensold, S.; Höhn, S.
Ion beam etching – A new high-resolution structural analysis method for paper coatings
106. Zellcheming-Jahrestagung, Wiesbaden (28.-30.6.2011), Vortrag
- Pohl, M.
Fast start-up with ceramic fuel cell components
Beitrag zur Achema 2012, Frankfurt am Main (18.-22.6.2012), Vortrag
- Pohl, M.; Jahn, M.; Michaelis, A.; Locke, C.
Prozessintensivierung in Hinblick auf das Temperaturverhalten eines SSiC-Katalysatorsystems bei der partiellen Oxidation
44. Jahrestreffen Deutscher Katalytiker mit Jahrestreffen Reaktionstechnik, Weimar (14.-18.3.2011), Poster
- Pohl, M.
Zündverhalten edelmetallfreier katalytischer Schaumkeramik bei der partiellen Oxidation
44. Jahrestreffen Deutscher Katalytiker mit Jahrestreffen Reaktionstechnik, Weimar (14.-18.3.2011), Poster
- Pönicke, A.; Triebert, A.; Sempf, K.; Gestrich, T.; Schilm, J.; Martin, H.-P.; Böhm, G.; Schnee, D.
Aktivlöten von Kupfer mit Aluminiumnitrid- und Siliziumnitridkeramik für die Hochleistungselektronik
DKG-Jahrestagung 2011, Saarbrücken (28.-30.3.2011), Vortrag
- Pönicke, A.; Arnold, S.; Schilm, J.; Kusnezoff, M.
Mechanische Eigenschaften induktiv gelöteter YSZ-Metall-Verbunde mit Reaktivloten an Luft
2. W3-Kolloquium »Fügen von Metall, Keramik und Glas«, Hanau (29.11.2011), Vortrag
- Pötschke, J.; Richter, V.; Holke, R.
Efficacy of VC and CR₃C₂ grain growth inhibitors in sintering binderless WC
Powder Metallurgy Congress and Exhibition – Euro PM2011, Barcelona, Spain (9.-12.10.2011), Poster
- Posdziech, O.; Mai, B.E.; Wunderlich, C.; Voss, S.
Status and market opportunities of solid oxide fuel cells based co-generation systems
International Gas Union Research Conference – IGRC, Seoul, South Korea (19.-21.10.2011), Poster
- Potthoff, A.; Meyer, A.
Charakterisierung des Aggregations- und Agglomerationszustandes nanoskaliger keramischer Partikel
DKG-Herbstsymposium »Charakterisierungsverfahren in der keramischen Aufbereitung: Vom Pulver bis zum Grünkörper«, Erlangen (29./30.11.2011), Vortrag
- Potthoff, A.
Charakterisierung von Nanopartikeln
DGM-Fortbildungsseminar »Nanoanalytik«, Dresden (28.-29.11.2011), Vortrag
- Potthoff, A.
Pulver- und Suspensionscharakterisierung
DKG-Fortbildungsseminar »Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung«, Dresden (14./15.4.2011), Vortrag
- Räthel, J.; Herrmann, M.
Temperature distribution during FAST/SPS densification
- 12th Conference of the European Ceramic Society – ECerS XII, Stockholm, Sweden (19.-23.6.2011), Vortrag
- Rabbow, T.J.; Wachtel, R.; Michaelis, A.; Stepowicz, J.K.; Eichler, R.; Decker, M.; Vonau, W.
Elektrochemische Abscheidung von Preußisch Blau für die Atemgasanalytik – Methodenvergleich und Schichtcharakterisierung
10. Dresdner Sensor Symposium – DSS, Dresden (5.-7.12.2011), Poster
- Rebenklau, L.
Aspekte der Aufbau- und Verbindungstechnik bei der Verbindungsbildung auf keramischen Dickschichtverdrahtungsträgern und LTCC-Substraten sowie Oberflächen auf der Basis polymerer Dickfilmpasten: Verfahrenscharakterisierung – Eigenschaftsmerkmale – Methoden und Verfahren
TAE-Seminar: Verbindungstechnologien der Aufbau- und Verbindungstechnik in der Elektronik, Ostfildern-Nellingen (4.-6.7.2011), Vortrag für Weiterbildung
- Reichel, U.
Advanced biocompatible ceramics for implants
ERA.Net RUS Pilot Joint Call,

VORTRÄGE UND POSTER

- Brokerage Event, Yekaterinburg, Russia (28.2.-2.3.2011), Vortrag
- Reichel, U.
Advanced ceramic materials – history-present-prospects
III. International Research and Practice Conference and Specialized Exhibition on Modern Ceramic Materials, Properties, Technology, Applications, Novosibirsk, Russia (14.-19.9.2011), Vortrag
- Reichel, U.
Ceramic nanomaterials – research & development
ERA.Net RUS Pilot Joint Call, Brokerage Event, Yekaterinburg, Russia (28.2.-2.3.2011), Poster
- Reichel, U.; Ludwig, H.; Kurland, H.-D.; Grabow, J.
DIREKT Heißpressen von nanoskaligen Y-TZP-Pulvern
DKG-Jahrestagung Saarbrücken (28.-30.3.2011), Poster
- Reichel, U.; Ludwig, H.; Kurland, H.-D.; Grabow, J.; Müller, F.A.
DIREKT-Heißpressen nanoskaliger Y-TZP-Pulver
DGM Symposium Hochleistungskeramik, Karlsruhe (25./26.10.2011), Poster
- Reichel, U.
Durchsichtige Keramik: Vision oder Wirklichkeit?
407. JENAer Carl-Zeiss-Optikkolloquium, Jena (15.11.2011), Vortrag
- Reichel, U.; Ludwig, H.; Kemnitz, E.; Scholz, G.; Stosiek, C.
Mikrostruktur und Eigenschaften mit Nanometallfluorid dotierter Aluminiumoxid-Keramik
DGM-Symposium Hochleistungskeramik 2011, Karlsruhe (25./26.10.2011), Vortrag
- Reichel, U.
Structure design of ceramic materials based on nanopowders
III. International Research and Practice Conference and Specialized Exhibition on Modern Ceramic Materials, Properties, Technology, Applications, Novosibirsk, Russia (14.-19.9.2011), Vortrag
- Reinhardt, K.
AgPd pastes for AlN
IMAPS European Microelectronics Packaging Conference – EMPC-2011, Brighton, UK (12.-15.9.2011), Vortrag
- Reinhardt, K.; Partsch, U.; Völkel, L.
On the processing of hotmelt screen printing pastes
26th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition – EU PVSEC, Hamburg (5.-9.9.2011), Poster
- Reuber, S.; Schneider, M.; Stelter, M.; Michaelis, A.
Portable micro-SOFC system based on multilayer technology
219th Electrochemical Society Meeting, Montréal, Canada (1.-6.5.2011), Vortrag
- Reuber, S.; Schneider, M.; Stelter, M.; Michaelis, A.
Portable μ -SOFC system based on multilayer technology
12th International Symposium on Solid Oxide Fuel Cells – SOFC-XII, Montreal, Canada (1.-6.5.2011), S.251-258, Vortrag
- Richter, H.; Fischer, G.
Full zeolite bodies for zeolite membranes and adsorption applications
12th International Conference and Exhibition of the European Ceramic Society, Stockholm, Sweden (19.-23.6.2011), Vortrag
- Richter, H.; Voigt, I.
Nanoporöse anorganische Membranen für enge Nanofiltration und Gastrennung
DKG-Arbeitskreis »Keramische Membranen«, Frankfurt/Main (5.5.2011), Vortrag
- Richter, H.; Müller, S.; Kaltenborn, N.; Voigt, I.
Tailoring of gas separating properties of carbon membranes
- on ceramic substrates
4th International conference on carbons for energy storage/storage and environment protection (CESEP'11), Vichy, France (25.-29.9.2011), Vortrag
- Richter, H.; Günther, C.; Voigt, I.
Zeolite membranes for hydrogen separation
12. Jülicher Werkstoffsymposium (5./6.10.2011), Vortrag
- Richter, H.-J.; Kucera, A.; Moritz, T.
Fabrication of ceramic tapes with nano-zirconia powder
12th Conference of the European Ceramic Society – ECerS XII, Stockholm, Sweden (19.-23.6.2011), Vortrag
- Richter, H.-J.; Haderk, K.; Grzesiak, A.; Graf, C.; Refle, O.
Studies on 3D printing for manufacturing of dental ceramics
12th Conference of the European Ceramic Society – ECerS XII, Stockholm, Sweden (19.-23.6.2011), Poster
- Richter, J.; Kriegel, R.; Kahn, R.; Glüsing, J.; Ruhe, N.; Beckmann, M.; Böhning, D.; Müller, M.; Ma, M.
A combined catalyst and oxygen carrier system for the processing of tar containing gases

- 10th International Conference on Catalysis in Membrane Reactors – ICCMR10, St. Petersburg, Russia (20.-24.6.2011), Poster
- Richter, J.; Kriegel, R.; Kahn, R.; Glüsing, J.; Ruhe, N.; Beckmann, M.; Böhning, D.; Müller, M.; Ma, M.
A combined catalyst and oxygen carrier system for the processing of tar containing gases
8th European Congress of Chemical Engineering/1st European Congress of Applied Biotechnology – ECCE/ECAB, Berlin (25.-29.9.2011), Poster
- Rödel, C.; Potthoff, A.
Dispersion analysis in ceramic processing
2nd workshop dispersion analysis, Berlin (17.3.2011), Vortrag
- Rödel, C.; Michaelis, A.; Fries, M.; Potthoff, A.
Einfluss von Rohstoffmodifizierungen auf die Wirkung von organischen Additiven in Al₂O₃-Suspensionen
5. Symposium Produktgestaltung in der Partikeltechnologie, Pfinztal (19./20.5.2011), Vortrag
- Rödiger, T.
Innovative Keramiken für piezoelektrische Generatoren
Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer, Dresden (9./10.3.2011), Vortrag
- Rödiger, T.
Piezoelectric generator module for wireless sensor nodes in aerospace structures
International Symposium on Piezocomposite Applications – ISPA 2011, Dresden (22./23.9.2011), Vortrag
- Rost, A.; Schilm, J.; Kusnezoff, M.; Michaelis, A.
Separatoren aus Li-Ionen leitender Keramik
Kraftwerk Batterie, Aachen (28.2.-2.3.2011), Vortrag
- Rudolph, H.; Johannes, M.; Ehart, R.; Luthardt, R.G.
Analyse des Verbundes zwischen Lithiumdisilikat-Verblendkeramik und dichtgesintertem Zirkonoxid
60. Jahrestagung der DGPro e.V. - Deutsche Gesellschaft für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien, Hamburg (12.-14.5.2011), Vortrag
- Rutkowski, B.; Baumann, S.; Beck, T.; Huang, B.; Malzbender, J.; Kriegel, R.; Steinbrech, R.W.
Microstructural investigations of the hexagonal phase in BSCF membrane material after high temperature exposure
DKG-Jahrestagung, Saarbrücken (28. 30.3.2011), Vortrag
- Sauchuk, V.; Megel, S.; Schilm, J.
High temperature steels and interconnection for SOFC
1st Joint European Summer School for Fuel Cell and Hydrogen Technology, Viterbo, Italy (22.8.-2.9.2011), Vortrag
- Scheithauer, U.; Haderk, K.; Richter, H.-J.; Petasch, U.; Zins, M.; Michaelis, A.
Laminated multilayer for thermal shock resistant refractories based on the material system calcium-aluminate
54. Internationales Feuerfest-Kolloquium 2011, Aachen (19./20.10.2011), Vortrag
- Scheithauer, U.; Haderk, K.; Richter, H.-J.; Petasch, U.; Zins, M.; Michaelis, A.
Lamination techniques for new multilayer for thermal shock resistant refractories based on the material system calcium-aluminate
17th International Conference on Refractories, Praha, Czech Republic (10./11.5.2011), Vortrag
- Schilm, J.; Rost, A.; Pönicke, A.; Kusnezoff, M.
Fügetechnologien für SOFC
8. Löttechnisches Kolloquium des DVS 2011, Hanau (7.6.2011), Vortrag
- Schilm, J.; Rost, A.; Pönicke, A.
Sealing materials and joining techniques for SOFC
1st Joint European Summer School for Fuel Cell and Hydrogen Technology, Viterbo, Italy (22.8.-2.9.2011), Vortrag
- Schmidt, J.; Kinski, I.; Michaelis, A.; Uhlig, S.
Plasma-enhanced CVD of ZnO with varying doping levels on different substrates
26th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition – EU PVSEC, Hamburg (5.-9.9.2011), Vortrag
- Schmidt, J.; Kinski, I.; Michaelis, A.; Uhlig, S.
Plasma-Enhanced CVD of ZnO with varying doping levels on different substrates
4. Verbundtreffen des Dresdner Innovationszentrums Energieeffizienz, Dresden (8.11.2011), Vortrag
- Schmidt, R.; Kretzschmar, C.; Eberstein, M.
Influence of film thicknesses on the electrical properties of RuO₂-thick film resistors on aluminium nitride ceramics (AlN)

VORTRÄGE UND POSTER

- 44th International Symposium on Microelectronics, International Microelectronics And Packaging Society – IMAPS, Long Beach, USA (9.-13.10.2011), Vortrag
- Schmidt, R.; Kretzschmar, C.; Eberstein, M.
- Schichtdickenabhängigkeit einer 100 Ohm/Sq Widerstandspaste auf Aluminiumnitrid-Keramik**
- DKG-Jahrestagung 2011, Saarbrücken (28.-30.3.2011), Vortrag
- Schneider, J.; Johannes, M.
- Use of stirred media mills in the production of nanostructured ceramics**
- 5th International Seminar »Nanotechnology, energy, plasma, lasers«, Hermsdorf/Jena (1.-3.11.2011), Vortrag
- Schneider, M.; Schroth, S.; Richter, S.; Schubert, N.; Michaelis, A.
- Choline chloride based ionic liquid – an alternative electrolyte for ECM?**
- 7th International Symposium on Electrochemical Machining Technology – INSECT, Vienna, Austria (3./4.11.2011), Vortrag
- Schneider, M.; Schroth, S.; Schubert, N.; Michaelis, A.
- Untersuchungen zum Elektro-**
- chemischen Bearbeiten (ECM) von Hartmetallen**
33. Ulmer Gespräch, Ulm (12./13.05.2011), Vortrag
- Schönecker, A.; Nicolai, M.; Schlenkrich, F.; Henschke, T.; Uhlig, S.
- Investigation of domain switching of PZT and KNN-based ceramics**
- 20th IEEE International Symposium on Applications of Ferroelectrics jointly held with the International Symposium on Piezoresponse Force Microscopy – ISAF PFM 2011, Vancouver, Canada (24.-27.7.2011), Vortrag
- Schönecker, A.
- Preparation and characterization of acoustic transducers based on KNN**
- International Symposium on Piezo-composite Applications – ISPA 2011, Dresden (22./23.9.2011), Vortrag
- Schubert, N.; Schneider, M.; Michaelis, A.
- Investigation of anodic dissolution of cobalt in alkaline solution**
- 7th International Symposium on Electrochemical Machining Technology – INSECT, Vienna, Austria (3./4.11.2011), Vortrag
- Schubert, R.
- Funktionell modifizierte anorganisch-organische Kompositwerkstoffe**
- DKG-Jahrestagung, Saarbrücken (28.-30.3.2011), Vortrag
18. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, Chemnitz (30.3.-1.4.2011), Vortrag
- Schubert, R.
- High performance electro-technical components with polymer-ceramic casting**
- 5th International Seminar »Nanotechnology, energy, plasma, lasers«, Hermsdorf/Jena (1.-3.11.2011), Vortrag
- Schubert, R.
- Polymer-ceramic composites for technical applications with thermal load**
- Frontiers in Silicon chemistry 2011 – 1st Munich Forum on Functional Materials, München (14./15.4.2011), Poster
- Schwarz, B.
- Möglichkeiten der Substratvorbehandlung – Stand und neue Entwicklungen**
- Biogas-Schwerpunkt: Optimierung, Bernburg (23.3.2011), Vortrag
- Schwarz, B.
- Stand und neueste Entwicklungen auf dem Gebiet der**
- Substratvorbehandlung für den Biomasseeinsatz in Biogasanlagen**
- Sächsische Biogastagung, Groitzsch (6.10.2011), Vortrag
- Schwarz, B.
- Verfahrenstechnische Untersuchungen zur Substratbehandlung mittels separater Hydrolysestufe**
- Fachtagung Regenerative Energien als Zukunftstechnologie, Köthen (13./14.10.2011), Vortrag
- Schwarz, B.
- Stand und neueste Entwicklung auf dem Gebiet der Substratvorbehandlung für den Biomasseeinsatz in Biogasanlagen**
- Biogas-Fachtagung Thüringen, Dermbach (8.11.2011), Vortrag
- Seuthe, T.; Grehn, M.; Eichler, H.J.; Mermillod-Blondin, A.; Rosenfeld, A.; Bonse, J.; Eberstein, M.
- Strukturierung von Silikatgläsern mit unterschiedlicher Komposition durch ultrakurze Lichtpulse**
85. Glastechnische Tagung der Deutschen Glastechnischen Gesellschaft (DGG), Saarbrücken (30.5.-1.6.2011), Vortrag
- Standke, G.; Petasch, U.; Mammitzsch, L.; Adler, J.;

Michaelis, A. Katalytische Funktionsschichten auf zellularen keramischen Strukturen Workshop »Funktionelle Materialien für die chemische Technik«, Dresden (6.10.2011), Poster	Dresden (14./15.4.2011), Vortrag Stockmann, J. Verbindungstechnik Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer, Freiburg (10./11.11.2011), Vortrag	Thermophysical and microstructural studies on thermally sprayed chromium carbide coatings International Thermal Spray Conference – ITSC 2011, Hamburg (27.-29.9.2011), Vortrag	Schimanski, A.; Grünler, B. Verfahren zur Herstellung nanopartikulärer Zeolithe für die Anwendung in Kompositen DKG-Jahrestagung, Saarbrücken (28.-30.3.2011), Poster
Stein, J.; Potthoff, A. Aufbereitung und Charakterisierung von Suspensionen DKG-Fortbildungsseminar »Sprühtrocknung«, Dresden (08./09.11.2011), Vortrag	Svoboda, H. Charakterisierung des Pressverhaltens DKG-Fortbildungsseminar »Sprühtrocknung«, Dresden (8./9.11.2011), Vortrag	Toma, L.-F.; Langner, S.; Barbosa, M.M.; Berger, L.-M.; Rödel, C.; Potthoff, A. Influence of the suspension characteristics and spraying parameters on the properties of dense suspension-HVOF sprayed Al₂O₃ coatings International Thermal Spray Conference – ITSC 2011, Hamburg (27.-29.9.2011), Poster	Tröber, O.; Richter, H.; Stachel, D.; Voigt, I. Zeolite nano particle preparation for highly permeable mixed matrix membranes Network of Young Membrains 13, Enschede (21.-23.7.2011), Vortrag
Steinbrech, R.W.; Rutkowski, B.; Malzbender, J.; Huang, B.; Kriegel, R.; Beck, T. Creep behaviour of BSCF oxygen transport membranes 35th International Conference and Exposition on Advanced Ceramics and Composites – ICACC 2011, Daytona Beach, Florida, USA (23.-28.1.2011), Vortrag	Sydow, U.; Herrmann, M.; Schneider, M.; Kleebe, H.-J.; Michaelis, A. Electrochemical corrosion of SSiC and LPS-SiC ceramic materials European Corrosion Congress - EUROCORR 2011, Stockholm, Sweden (4.-8.9.2011), Poster	Tröber, O.; Richter, H.; Voigt, I. Organophilic zeolite filled membranes for pervaporation International Scientific Conference on Pervaporation and Vapor Permeation, Torun, Poland (8.-11.9.2011), Vortrag	Trofimenko, N.; Kusnezoff, M.; Michaelis, A. Recent development of electrolyte supported cells with high power density 219th Electrochemical Society Meeting, Montréal, Canada (1.-6.5.2011), Vortrag
Stelter, M.; Schneider, M.; Pfeifer, T. Highly efficient planar micro-SOFC Small fuel cells conference, Boston, USA (8.-10.6.2011), Vortrag	Thiele, J.; Kaltenborn, N.; Richter, H.; Voigt, I. Polymerabgeleitete SiBCN Keramik-Membranen für die Hochtemperatur-Gastrennung DKG-Jahrestagung, Saarbrücken (28.-30.3.2011), Poster	Tröber, O.; Richter, H.; Voigt, I. Tailor made zeolites for different applications in composite materials 23. Deutsche Zeolithtagung, Erlangen (2.-4.3.2011), Poster	Trofimenko, N.; Kusnezoff, M.; Michaelis, A. Recent development of electrolyte supported cells with high power density 12th International Symposium on Solid Oxide Fuel Cells – SOFC-XII, Montreal, Canada (1.-6.5.2011), S.315-325, Vortrag
Stockmann, J. Trockenpressen – Technologische Aspekte DKG-Fortbildungsseminar »Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung«,	Thiele, M.; Sempf, K.; Berger, L.-M.; Spatzier, J.	Tröber, O.; Richter, H.; Voigt, I.; Nagel, M.; Grimm, T.; Liebert, T.; Homuth, M.; Heft, A.;	Uhlig, S. Domain related topography formation during CMP of lead-free and lead containing

VORTRÄGE UND POSTER,
LEHRTÄTIGKEITEN VON MITARBEITERN

ferroelectric ceramics 20th IEEE International Symposium on Applications of Ferroelectrics jointly held with the International Symposium on Piezoresponse Force Microscopy – ISAF PFM 2011, Vancouver, Canada (24.-27.7.2011), Poster	the Netherlands (23.-29.7.2011), Poster Voigt, I. Development of ceramic NF membranes with a cut-off below 450 D International Workshop on Imple- mentation of Nanomembrane Technology in the Pharmaceutical Industry, Sofia, Bulgaria (9./10.9.2011), Vortrag	Voigt, I.; Richter, H.; Kühnert, J-T.; Weyd, M.; Tusel, E.; Brüschke, H.E.A. Sustainable, energy efficient and economic biorefineries by membrane enhanced processes International Congress on Membranes and Membrane Processes, Amsterdam, the Nether- lands (23.-29.7.2011), Vortrag	Weidmann, S.K.; Kremmer, K.; Schneider, M.; Fürbeth, W. Nanochemical impregnation of Modified Phosphoric Acid Ano- dised (MPAA) layers – a promi- sing replacement for Chromic Acid Anodising (CAA) European Corrosion Congress - EUROCORR 2011, Stockholm, Sweden (4.9.-8.9.2011), Vortrag
van Gestel, T.; Bram, M.; Meulenbergh, W.A.; Puhlfürß, P.; Richter, H.; Voigt, I.; Wolf, M.J.; Bouwmeester, H.J.M. Microporous membranes for hydrogen separation: State of the art and future prospects 12. Jülicher Werkstoffsymposium, Jülich (5./6.10.2011), Vortrag	Voigt, I. Innovations in ceramic membranes International Workshop on Recent Development on Membrane Tech- nology for Industrial Applications, Chennai, India (10./11.2.2011), Vortrag	Voigtsberger, B. Micro- and nanostructured functional ceramics for future applications 5th International Seminar Nano- technology, Energy, Plasma, Lasers – NEPL-201, Hermsdorf/Jena (1.-3.11.2011), Vortrag	Weiser, M.; Dörfler, S.; Schneider, M.; Althues, H.; Michaelis, A.; Kaskel, S. Elektrochemische Kupferab- scheidung auf ausgerichteten MWCNTs YoungNanoProfessionals- Workshop, Frankfurt am Main (8.11.2011), Poster
Vashishta, L.; Voigt, I.; Richter, H.; Kühnert, J-T.; Weyd, M. Ceramic membranes for the separation of glucose and the enrichment and dewatering of ethanol International Conference on Membranes – ICM-2011, Kottayam, India (16.-19.9.2011), Vortrag	Voigt, I.; Richter, H.; Kriegel, R.; Weyd, M. Innovations in ceramic membranes 8th European Congress on Chemical Engineering – ECCE, Berlin (25.-29.9.2011), Vortrag	Wätzig, K.; Krell, A.; Michaelis, A. Highly transparent Al-rich MgO n Al₂O₃ spinel (1<n<2.5) by reac- tion sintering of MgO and Al₂O₃ Glass and optical materials division annual meeting, Savannah, USA (15.-19.5.2011), Vortrag	Weiser, M.; Lämmel, C.; Schneider, M.; Michaelis, A. Kapazitätsbestimmung an EDLC- Materialien – ein Methodenver- gleich Zukunft Energie, Dresden (11.-13.5.2011), Poster
Voigt, I.; Hoyer, T.; Fischer, G.; Kämnitz, S.; Köhler, B.; Sikora, R.; Tupaika, F.; Niemz, F.-G.; Schulze, T. Ceramic hollow fiber contactors for membrane extraction International Congress on Membranes and Membrane Processes – ICOM, Amsterdam,	Voigt, I.; Richter, H.; Kriegel, R.; Kaltenborn, N. Neue anorganische Membranen für Anwendungen in der Energie- und Umwelttechnik Thüringer Werkstofftag 2011, Jena (30.03.2011), Vortrag	Wätzig, K.; Grimm, M.; Scholz, S.; Michaelis, A.; Kinski, I. Polycrystalline silicon thin films using PE CVD and high order silanes 26th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition – EU PVSEC, Hamburg (5.-9.9.2011), 3AV.1.33, Poster	Weiser, M.; Dörfler, S.; Schneider, M.; Althues, H.; Michaelis, A.; Kaskel, S. Platin Pulse Plating auf ausgerichteten MWCNTs YoungNanoProfessionals- Workshop, Frankfurt am Main (8.11.2011), Vortrag

Weiser, M.; Fritsch, M.; Kusnezoff, M.; Schneider, M.; Michaelis, A.; Leonhardt, A.; Khavrus, V.; Malcher, P.; Pfanmöller, E.; Kramer, D.; Kohrs, K.	Biogasproduktion enerTec – Forum enertec dezentral – Internationale Fachmesse für Energie, Leipzig (25.-27.1.2011), Vortrag	trums AdvanCer, Dresden (9./10.3.2011), Vortrag	Fachhochschule Jena, Fachbereich Scitec (WS11/12)
Superkondensatoren auf Basis von Verbundwerkstoffen nano- strukturiertes Kohlenstoffmodifi- kationen Kraftwerk Batterie, Aachen (28.2.-2.3.2011), Vortrag	Ziesche, S. Ceramic interface and multilayer technology for micro fuel cells IMAPS/ACerS – 7th International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies – CICMT 2011, San Diego, USA (5.-7.4.2011), Vortrag	Zins, M. Keramische Hochleistungswerk- stoffe: Einsatzbereiche, Entwick- lungstrends DKG-Fortbildungsseminar »Entbin- derung keramischer Formteile«, Dresden (6./7.10.2011), Vortrag	Dr. Fries, M. Vorlesung »Produktgestaltung keramische Sprühgranulate« Georg-Simon-Ohm-Hochschule Nürnberg (13.12.2011)
Weyd, M.; Richter, H.; Voigt, I.; Herrmann, K.; Kühnert, J-T. Bioethanolgewinnung unter Verwendung keramischer Membranen enertec/TerraTec 2011, Leipzig (25.-27.1.2011), Vortrag	Zins, M. Anwendungen und Lieferanten keramischer Hochleistungs- komponenten Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszen- trums AdvanCer, Dresden (9./10.3.2011), Vortrag	Zins, M. Keramische Werkstoffe und Anwendungen – Entwicklungs- trends und -angebote DKG-Fortbildungsseminar »Ther- moplastische Formgebung von Technischer Keramik« Dresden (5./6.10.2011), Vortrag	Dr. habil. Herrmann, M. Vorlesung und Studentenbetreuung »Technische Keramische Werk- stoffe« University of Witwatersrand, Johannesburg, Südafrika (03/2011 und 09/2011)
Weyd, M. Verfahrenskonzepte zum Einsatz keramischer Membranen Arbeitskreis »Keramische Membra- nen«, Frankfurt/M. (5.5.2011), Vortrag	Zins, M. Einkauf von technischer Keramik: Richtig anfragen leicht gemacht BME-Forum »Einkauf von Techni- scher Keramik«, Nürnberg (12.5.2011), Vortrag	Zschippang, E.; Klemm, H.; Herrmann, M.; Sempf, K.; Guth, U.; Michaelis, A. Ternary electro-conductive composites based on silicon nitride-silicon carbide 12th Conference of the European Ceramic Society – ECerS XII, Stockholm, Schweden (19.-23.6.2011), Vortrag	Dipl.-Ing. Höhn, S. Vorlesung »Keramografie« Im Rahmen der Lehrveranstaltung »Metallografie« TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft (10.01.2011)
Wufka, A. Improving the efficiency of bio- gas plants by the introduction of innovative processes Biogaz Europe 2011, Nantes, Frankreich (25./26.10.2011), Vortrag	Zins, M. Eigenschaften keramischer Hochleistungswerkstoffe Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszen-	----- Lehrtätigkeiten von Mitarbeitern ----- Dr. Barth, S. Vorlesung »Keramische Verfahrenstechnik«	Dr. Jahn, M. Vorlesung »Chemische Verfahrenstechnik/ Reaktionstechnik« HTW Dresden, Chemieingenieurwesen (SS11)
Wufka, A.; Friedrich, E. Leistungssteigerung in der			Dr. Kriegel, R. Vorlesung »Keramische Verfahrenstechnik«

LEHRTÄTIGKEITEN VON MITARBEITERN,
MITARBEIT IN GREMIEN UND FACHAUSSCHÜSSEN

<p>Fachhochschule Jena, Fachbereich Scitec (WS11/12)</p> <p>Dr. Kusnezoff, M.; Dr. Stelter, M.; Dr. Partsch, U.; Dr. Jahn, M.; Heddrich, M.</p> <p>Vorlesung »Keramische Funktionswerkstoffe« TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft (SS11)</p> <p>Prof. Dr. Michaelis, A. Vorlesung und Praktikum »Keramische Werkstoffe« TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft (WS10/11; WS11/12)</p> <p>Prof. Dr. Michaelis, A.; Dr. Rebenklau, L.; Dr. Schönecker, A.</p> <p>Kapitel: »Technologien der Dickschichttechnik« in der Vorlesungsreihe »Hybridtechnik« TU Dresden, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik (WS11/12)</p> <p>Möhring-Lotsch, N. Lehrtätigkeit »Personalführung« Verwaltungs- und Wirtschaftsakademie Magdeburg VWA gemeinnützige GmbH (2011)</p> <p>Dr. Rebenklau, L. Vorlesung »Dickschichttechnik« und »Multi-</p>	<p>layerkeramik« in der Vorlesung von Prof. Michaelis »Funktionskeramik« TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft (SS11)</p> <p>Dipl.-Ing. Svoboda, H.; Dr. Fries, M.</p> <p>Vorlesung »Pulveraufbereitung und -konfektionierung« im Rahmen der Lehrveranstaltung »Keramische Werkstoffe« (25.11.2011)</p> <p>Dr. Voigt, I. Vorlesung »Keramische Verfahrenstechnik« Fachhochschule Jena, Fachbereich Scitec (WS11/12)</p> <p>Dr. Zins, M. Vorlesung »Metalle, Kunststoffe, Keramiken – Technische Keramik als Leichtbaustoff« TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft (WS10/11, WS11/12)</p> <p>----- Mitarbeit in Gremien und Fachausschüssen -----</p> <p>Dipl.-Krist. Adler, J. - DGM Fachausschuss »Zellulare Werkstoffe« - FAD Förderkreis Abgasnachbe-</p>	<p>handlungstechnologien für Dieselmotoren e.V.</p> <p>Dr. Beckert, W. - Fraunhofer-Allianz »Numerische Simulation von Produkten und Prozessen« NUSIM</p> <p>Dr. Faßauer, B. - Fraunhofer-Allianz SysWasser - Wasserwirtschaftliches Energiezentrum Dresden – e.qua impuls e.V.</p> <p>Freund, Susanne - Fraunhofer-Allianz AdvanCer, Geschäftsstelle</p> <p>Dr. Friedrich, E. - Fachverband »Biogas«</p> <p>Dr. Fries, M. - DGM/DKG-Arbeitskreis »Verarbeitungseigenschaften synthetischer keramischer Rohstoffe«, Leiter - DKG-Fachausschuss »Verfahrenstechnik« - ProcessNet-Fachgruppe »Agglomerations- und Schüttguttechnik« - DKG-Fachausschusses FA III »Verfahrenstechnik«</p> <p>Dr. Gestrich, T. - Gemeinschaftsausschuss »Pulvermetallurgie«, Expertenkreis »Sintern«</p>	<p>- GEFTA-Arbeitskreis »Thermophysik«</p> <p>Dipl.-Ing. Gronde, B. - Gemeinschaft »Thermisches Spritzen e.V.« - DVS-Arbeitsgruppe »Thermisches Spritzen«</p> <p>Dr. Herrmann, M. - DGM-Fachausschuss »Thermodynamik, Kinetik und Konstruktion der Werkstoffe«</p> <p>Dipl.-Ing. Jaenicke-Röbber, K. - GEFTA-Arbeitskreis »Thermophysik« - GEFTA-Arbeitskreis »Messunsicherheit von Thermodilatometern«</p> <p>Dr. Kaltenborn, N. - DKG-Arbeitskreis »Kohlenstoff«</p> <p>Dr. Klemm, H. - DKG-Arbeitskreis »Verstärkung keramischer Stoffe« - DIN Normenausschuss »Materialprüfung NMP 291« - Carbon Composites e.V., Arbeitskreis »Ceramic Composites«</p> <p>Dr. Krell, A. - Associate Editor des »Journal of the American Ceramic Society«</p> <p>Kunath, R. - Arbeitskreis »Dresdner Informa-</p>
---	--	--	--

- tionsvermittler e.V.«
- Arbeitskreis »Spezialbibliotheken«
- Dr. Kusnezoff, M.**
- DIN/VDE, Referat K 141, DKE Deutsche Kommission, »Elektrotechnik Elektronik Informations-technik«
 - Arbeitskreis »Aufbau- und Verbindungstechnik für Hochtemperatursensoren«

Dipl.-Ing. Ludwig, H.

- DGM-Fachausschuss »Biomaterialien«

Prof. Dr. Michaelis, A.

- »World Academy of Ceramics« WAC
- WAC Forum Committee (2010-2014), Mitarbeit
- DKG-Vorstandsmitglied
- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Hochleistungskeramik«, Arbeitskreis »Koordinierung«
- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Hochleistungskeramik«, Arbeitskreis »Funktionskeramik«, Leitung
- DECHEMA-Arbeitsausschuss »Angewandte Anorganische Chemie«
- AGEF-Arbeitsgemeinschaft Elektrochemischer Forschungsinstitutionen e.V.
- DPG-Deutsche Physikalische Gesellschaft

- Institutsrat des IfWW, TU Dresden
- FZ Rossendorf, Vereinsmitglied
- Fa. Roth & Rau, Aufsichtsratsmitglied
- AiF Wissenschaftlicher Rat
- Solarvalley Mitteldeutschland e.V., Vorstand
- Beirat Arbeitskreis »Photovoltaik Silicon Saxony«
- Hochschulrat der Westsächsischen Hochschule Zwickau
- Dresdner Gesprächskreis
- NanoChem, BMBF, Gutachter
- Gutachterausschuss »Interne Programme« der Fraunhofer Gesellschaft
- Lenkungs-gremium Innovationszentrum Energieeffizienz TUD
- Beirat eZelleron GmbH
- Vorstand Materialforschungsverbund Dresden e.V. MFD, Mitglied
- Energiebeirat des Wirtschaftsministeriums Sachsen
- Beirat Industrielles Netzwerk Erneuerbare Energien Sachsen EESA
- Dresden concept
- Clean Tech Media Award, Jurymitglied
- Gutachterausschuss »Märkte von Übermorgen« der Fraunhofer-Gesellschaft
- Editorial Board des »Journal of Ceramic Science and Technology«
- Editorial Board des »International Journal of Materials Research«

Dr. Moritz, T.

- ENMAT »European Network of Materials Research Centres«, Vice President
- Management Committee of COST action MP0701 »Nanocomposite Materials«
- DECHEMA-Fachausschuss »Nanotechnologie«
- DKG-Expertenkreis »Keramik-spritzguss«, Vorstandsvorsitzender

Dipl.-Phys. Mürbe, J.

- VDI-Bezirksverein Dresden, Arbeitskreis »Granulometrie«

Nake, K.

- DGM-Arbeitskreis »Härteprüfung und AWT«, Fachausschuss »FA-12«

Dr. Nebelung, M.

- ProcessNet-Fachgruppe »Agglomerations- und Schüttguttechnik«
- ProcessNet-Fachgruppe »Trocknungstechnik«

Dr. Petasch, U.

- FAD Förderkreis Abgasnachbehandlungstechnologien für Dieselmotoren e.V.

Dipl.-Ing. Pönicke, A.

- DVS-Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe W3 »Fügen von Metall, Keramik und Glas«

Dr. Potthoff, A.

- DGM/DKG-Arbeitskreis »Prozessbegleitende Prüfverfahren«
- DECHEMA/VCI-Arbeitskreis »Responsible Production and Use of Nanomaterials«
- Fraunhofer-Allianz »Nanotechnologie«

Dr. Rebenklau, L.

- VDI/VDE-GMM Fachausschuss 5.5 »Aufbau- und Verbindungstechnik«
- VDE/VDI-Gesellschaft für Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktechnik
- Arbeitskreis »Aufbau- und Verbindungstechnik für Hochtemperatursensoren«

Dr. Reichel, U.

- DKG-Fachausschuss 6 »Werkstoffanwendungen«
- DKG-Arbeitskreis »Verarbeitungseigenschaften synthetischer keramischer Rohstoffe«

Dr. Richter, H.

- International Zeolite Association

Dr. Richter, H.-J.

- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Hochleistungskeramik«, Arbeitskreis »Keramische Membranen«
- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Hochleistungskeramik«, Arbeitskreis »Biokeramik«

MITARBEIT IN GREMIEN UND FACHAUSSCHÜSSEN

- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Hochleistungskeramik«, Arbeitskreis »Generative Fertigung keramischer Komponenten«

Dr. Richter, V.

- DECHEMA/VCI-Arbeitskreis »Responsible Production and Use of Nanomaterials«
- Fraunhofer-Allianz »Nanotechnologie«
- EPMA-Arbeitskreis »European Hard Materials Group«
- VDI-Fachausschuss »Schneidstoffanwendung«
- DIN-Normenausschuss »Werkstofftechnologie«, AA »Hartmetalle«
- DIN-Normenausschuss »Materialprüfung«, AA »Sintern«
- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Pulvermetallurgie«, Expertenkreis »Sintern«

Dr. Schilm, J.

- DGG-Fachausschuss 1 »Physik und Chemie des Glases«
- DKG/DGG-Arbeitskreis »Glasig-kristalline Multifunktionswerkstoffe«
- DVS-Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe W3 »Fügen von Metall, Keramik und Glas«

Dr. Schönecker, A.

- Beirat der Smart Material GmbH Dresden

Dipl.-Chem. Schubert, R.

- DKG-Expertenkreis »Keramik-spritzguss«

Standke, Gisela

- DGM Fachausschuss »Zellulare Werkstoffe«

Dipl.-Ing. Stahn, M.

- VDI-Entwicklung, Konstruktion, Vertrieb

Dr. Stelter, M.

- Brennstoffzellen Initiative Sachsen e.V., Vorstand
- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Hochleistungskeramik«, Arbeitskreis »Energie«

Dipl.-Min. Thiele, S.

- GTS-Gemeinschaft Thermisches Spritzen e.V.

Dr. Voigt, I.

- GVC-Fachausschuss »Produktionsintegrierte Wasser- und Abwassertechnik«
- ProcessNet-Arbeitsausschuss »Membrantechnik«
- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Hochleistungskeramik«, Arbeitskreis »Keramische Membranen«, Leiter
- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Hochleistungskeramik«, Arbeitskreis »Koordinierung«

Dr. Voigtsberger, B.

- DKG-Mitglied des Präsidiums und Vorstandes
- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Hochleistungskeramik«, Arbeitskreis »Koordinierung«, Vorsitz
- Hochschulrat Fachhochschule Jena
- MNT Mikro-Nano-Technologie Thüringen e.V., Mitglied des Vorstandes
- Wirtschaftsbeirat der Ministerpräsidentin Thüringens
- IHK Ostthüringen zu Gera, Ausschuss für Industrie und Forschung

Dr. Wunderlich, C.

- Brennstoffzellen Initiative Sachsen e.V., Vorstand
- VDI-Fachausschuss »Brennstoffzellen«

Dr. Zins, M.

- Fraunhofer-Allianz AdvanCer, Sprecher
- DKG-Koordinierungsgruppe »Strukturwerkstoffe Fachausschüsse«
- Fachausschuss »Pulvermetallurgie«
- DKG-Fachausschuss »Keramikanwendungen«
- Deutsche Messe AG, Fachmessebeirat »Industrial Supply«
- Messe München, Fachbeirat »Ceramitec«

- Institut für Prozess- und Anwendungstechnik Keramik, RWTH Aachen, Vorstand

Programmausschüsse bei Fachtagungen

Freund, S.

- Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer »Keramische Hochleistungswerkstoffe – Block I: Werkstoffe und Verfahren«, Dresden (9./10.3.2011), Organisation

Dr. Fries, M.

- DKG-Fortbildungsseminar »Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung«, IKTS Dresden/TU Dresden (14./15.4.2011), Organisation
- DKG-Fortbildungsseminar »Sprühtrocknung«, IKTS Dresden/TU Dresden (9./10.11.2011), Organisation
- DKG-Symposium »Charakterisierungsverfahren in der keramischen Aufbereitung«, Erlangen (29./30.11.2011), Programmausschuss

Dr. Gestrich, T.

- 30. Hagener Symposium Pulvermetallurgie »Sintern – der zentrale Prozess der Pulvermetallurgie«, Hagen (24./25.11.2011), Programmausschuss

Dr. Herrmann, M.

- DKG-Fortbildungsseminar »Entbinderung keramischer Formteile«, IKTS Dresden (6./7.10.2011), Organisation

Dr. Jahn, M.

- 4. Sächsischer Brennstoffzellentag, Leipzig (10.11.2011), Organisation

Prof. Dr. Michaelis, A.

- Workshop »Technologien für dezentrale Energiespeicherung auf Basis innovativer Akkumulatoren«, Dresden (24.3.2011)
- DKG-Jahrestagung 2011, Saarbrücken (28.-30.3.2011)
- ISPA 2011 International Symposium on Piezocomposite Applications, Dresden (22./23.9.2011)
- Symposium Hochleistungskeramik DKG/DGM 2012, Karlsruhe (25./26.10.2011)
- ProcessNet DECHEMA-Diskussionstagung »Anorganisch-Technische Chemie«, Frankfurt/Main (2011), Vorbereitungs-komitee
- 2. Dresdner Werkstoffsymposium »Werkstoffe für die Mobilität«, Dresden, TUD IfWW (8./9.12.2011)
- DKG-Jahrestagung 2012/Symposium Hochleistungskeramik DKG/DGM 2012, Nürnberg (5.-7.3.2012)
- 10th CMCEE International Symposium on Ceramic Materials

and Components for Energy and Environmental Applications, Dresden (20.-23.5.2012), Organisationskomitee

- ProcessNet DECHEMA-Diskussionstagung »Anorganisch-Technische Chemie«, Frankfurt/Main (2012), Vorbereitungs-komitee
- MSE 2012 Materials Science and Engineering, Darmstadt (25.-27.09.2012)
- Materialforschungstournee des MFD, Dresden (2011/2012)
- Vision Keramik 2013*

Dr. Moritz, T.

- DKG-Fortbildungsseminar »Plastische und Thermoplastische Formgebung«, Dresden (5./6.10.2011), Organisation

Dr. Reichel, U.

- III. International Research and Practice Conference and Specialized Exhibition on Modern Ceramic Materials, Properties, Technology, Applications, Novosibirsk, Russland (14.-19.9.2011)
- 5th International Seminar »Nanotechnology, Energy, Plasma, Lasers – NEPL-2011«, Hermsdorf, Jena (1.-3.11.2011)

Dr. Schneider, M.

- International Workshop on Impedance Spectroscopy, Chemnitz (28.-30.9.2011), Program Committee

- 7th International Symposium on ElectroChemical Machining Technology – INSECT 2011, Wien (3./4.11.2011), Advisory Board

Dr. Schönecker, A.

- PT-PIESA-Workshop »Hochleistungswerkstoffe« (21.9.2011)
- ISPA 2011 – International Symposium on Piezocomposite Applications, Dresden (22./23.9.2011)

Dr. Stelter, M.

- 4. Sächsischer Brennstoffzellentag, Leipzig (10.11.2011), Moderation

Dr. Voigt, I.

- DGM-Symposium Hochleistungskeramik 2011, Karlsruhe (25./26.10.2011)

Dr. Voigtsberger, B.

- DGM-Symposium Hochleistungskeramik 2011, Karlsruhe (25.-26.10.2011)
- 5th International Seminar »Nanotechnology, Energy, Plasma, Lasers – NEPL-2011«, Hermsdorf, Jena (1.-3.11.2011)

Dr. Wunderlich, C.

- 15th European Fuel Cell Forum 2011, Lucerne, Switzerland (28.6.-1.7.2011), Advisory Board

Dr. Zins, M.

- BME-Forum »Einkauf von

Technischer Keramik«, Nürnberg (11./12.5.2011), Fachliche Leitung

Dissertationen**Klein, Cornelia**

Sol-Gel-Verfahren für die Herstellung von ZrO₂-Schichten
Dissertation 2011
IKTS Dresden – TU Freiberg, Fakultät für Chemie und Physik

Wätzig, Katja

Transparente MgAl₂O₄-Keramik aus Precursor-abgeleiteten Spinell-Pulvern oder per Reaktionsintern von MgO-/Al₂O₃-Gemischen
Dissertation 2011
IKTS Dresden – TU Freiberg, Fakultät für Chemie und Physik

Diplomarbeiten**Arnold, Sébastien**

Bruchmechanische Untersuchung gelöteter Metall-Keramik-Verbunde
Diplomarbeit 2011
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Institut für Oberflächen- und Fertigungstechnik

Bachmann, Elisa

Herstellung und Charakterisierung von Katalysatoren zur Reformie-

**MITARBEIT IN GREMIEN UND FACHAUSSCHÜSSEN,
DISSERTATIONEN, DIPLOMARBEITEN**

zung von Ethanol für den Betrieb in einer Hochtemperaturbrennstoffzelle
Bachelorarbeit 2011
IKTS Dresden – HTW Dresden, Fakultät Maschinenbau/Verfahrenstechnik

Gierth, Paul

Untersuchungen zu Lötverfahren für Photovoltaik-Dickschichtpasten
Diplomarbeit 2011
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Elektrotechnik, Institut für Aufbau- und Verbindungstechnik

Görlitz, Henrik

Entwicklung und Charakterisierung von Titanoxid-Kompositen als Material für den Einsatz als Thermo-elektrikum
Diplomarbeit 2011
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Institut für Werkstoffwissenschaft

Hagemann, Ralf

Modifikation von hydrophoben Zeolithmembranen und deren Charakterisierung durch Pervaporation und alternative Verfahren
Diplomarbeit 2011
IKTS Hermsdorf – Fachhochschule Jena, Fachbereich SciTec

Korneli, Marcel

Untersuchungen zum Einfluss der Fließ- und Presseigenschaften von

Granulaten auf Eigenschaftsschwankungen trockengepresster Grünkörper
Diplomarbeit 2011
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen

Krause, Robert

Partielle Oxidation von LPG für Brennstoffzellenanwendungen
Bachelorarbeit 2011
IKTS Dresden – HTW Dresden, Fakultät Maschinenbau/Verfahrenstechnik

Lenz, Christian

Miniaturkraftsensor in LTC-Technologie
Diplomarbeit 2011
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik, Institut für Feinwerktechnik und Elektronik-Design

Matthey, Björn

Rolle der Grenzflächen in gradierten Siliciumcarbid-Diamant-Kompositwerkstoffen
Diplomarbeit 2011
IKTS Dresden – TU Bergakademie Freiberg, Fakultät für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie

Neumann, Josephine

2D Modell eines auf dem Prinzip der partiellen Oxidation arbeitenden monolithischen Reformers für

den Einsatz in einem SOFC-System
Diplomarbeit 2011
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen

Nousch, Laura

Systemkonzeption und Prozessauslegung für eine SOFC-Anlage mit reduzierter Betriebstemperatur
Diplomarbeit 2011
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät für Maschinenwesen, Institut für Energietechnik

Schalomon, Jens

Experimentelle Untersuchungen zum Betriebsverhalten des Reformers im Hinblick auf die Systemintegration in ein Brennstoffzellensystem
Bachelorarbeit 2011
IKTS Dresden – Hochschule Lausitz Senftenberg, Institut für Chemieingenieurwesen/Verfahrenstechnik

Schliephake, Angelika

Deaktivierungsverhalten von Oxidationskatalysatoren beim Einsatz zur Nachbehandlung von SOFC-Abgas
Bachelorarbeit 2011
IKTS Dresden – HTW Dresden, Fakultät Maschinenbau/Verfahrenstechnik

Schubert, Nora

Untersuchungen zum Electrochemical Machining (ECM) von Cobalt
Masterarbeit 2011

IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Mathematik und Naturwissenschaften, Institut für Physikalische Chemie

Schütz, Matthias

Labortechnische Untersuchungen zur Bewertung und Auslegung einer separaten Hydrolysestufe für landwirtschaftliche Biogasanlagen
Masterarbeit 2011
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät für Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften, Institut für Abfallwirtschaft und Altlasten

Semisch, Jan

Entwässerung kommunaler Klärschlämme unter Einsatz natürlicher Flockungshilfsmittel
Diplomarbeit 2011
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften, Fachrichtung Wasserwesen, Institut für Siedlungs- und Industrierwasserwirtschaft

Wagner, Sebastian

Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur heterogenen Katalyse von CO und H₂ aus SOFC-Abgas
Bachelorarbeit 2011
IKTS Dresden – HTW Dresden, Fakultät Maschinenbau/Verfahrenstechnik

Wanke, Andreas

Applikationsuntersuchungen zum
Aerosoldruck von polymeren Leit-
pasten/-tinten
Diplomarbeit 2011
IKTS Dresden – TU Dresden,
Fakultät Elektrotechnik, Institut für
Aufbau- und Verbindungstechnik

Wieden, Stefanie

Labortechnische Untersuchungen
zum chemischen und biologischen
Aufschluss von lignozellulosehalti-
gen Reststoffen am Beispiel von
Weizenstroh zur Effektivierung der
Biogaserzeugung
Masterarbeit 2011
IKTS Dresden – TU Dresden,
Fakultät für Forst-, Geo- und
Hydrowissenschaften, Institut für
Abfallwirtschaft und Altlasten



KUNST IM FRAUNHOFER IKTS 2010–2011

Kontinuität und Schöpfergeist bestimmen seit 20 Jahren die kreative Forschungsatmosphäre im Fraunhofer IKTS. So ist der Künstler Jochen Rohde seit vielen Jahren ein fester Bestandteil des Ausstellungsgeschehens. In den vergangenen beiden Jahren gestaltete er zwei Gemeinschaftsausstellungen mit Manara Grund. Es wurden Acrylmalerei und botanische Fotoobjekte gezeigt, die sich harmonisch zusammenfügten, so dass eine wunderbare Symbiose entstand, welche die abstrakte Darstellungsform von Jochen Rohdes Kunst mit der Gegenständlichkeit der natürlichen Objekte von Manara Grund im Einklang verband.

Die Graphikerin Mechthild Mansel und die Kunststudentin Judith Michael gestalteten die Ausstellung »Licht und Bewegung«. Frau Mansel sagt über ihre Arbeit: »Das zentrale Anliegen meiner künstlerischen Arbeit ist die Vielfalt menschlicher Befindlichkeit, die Grundmuster der inneren Empfindungen, der Gefühle sowie deren adäquaten, äußeren Ausdruck aufzuspüren, um ihn in einer allgemeingültigen und zugleich persönlichen Darstellung herauszuarbeiten. Dabei ist die Farbe selbst für mich ein wichtiger Träger von Emotionen. Die Schwingungsbereiche der Farben treffen uns durch die Augen unmittelbar im Unterbewusstsein wie Musik, die meine Arbeit ebenfalls sehr beeinflusst.«

Für Judith Michael ist Licht ein zentrales Thema. »Ich fotografiere Licht. Als Motiv dient mir natürliches und inszeniertes Licht, so zum Beispiel das Sonnenlicht, die Spektralfarben in Lichtbrechungen, aber auch selbstgebaute LEDs als Lichtquelle am Tricktisch. Ich untersuche die Veränderung von natürlichem und künstlichem Licht. Ziel ist eine künstlerische Symbiose aus eigener Bewegung, Bewegung der Lichtquelle sowie deren zeitliche Veränderung. Der Begriff »Lichtmalerei« ist bezeichnend für meine experimentelle Fotografie.«

Zum Abschluss dieses Ausstellungsjahres wurde eine Fotoausstellung zum Thema »Struktur« von Fotointeressierten unseres Instituts gezeigt. Diese Ausstellung wird getragen von der Liebe des Betrachters zum Detail und verbindet die vielfältigen Möglichkeiten der Sichtweise auf ein Objekt und der fototechnischen Gestaltungsvariationen in einem gelungenen Gesamtkonzept.

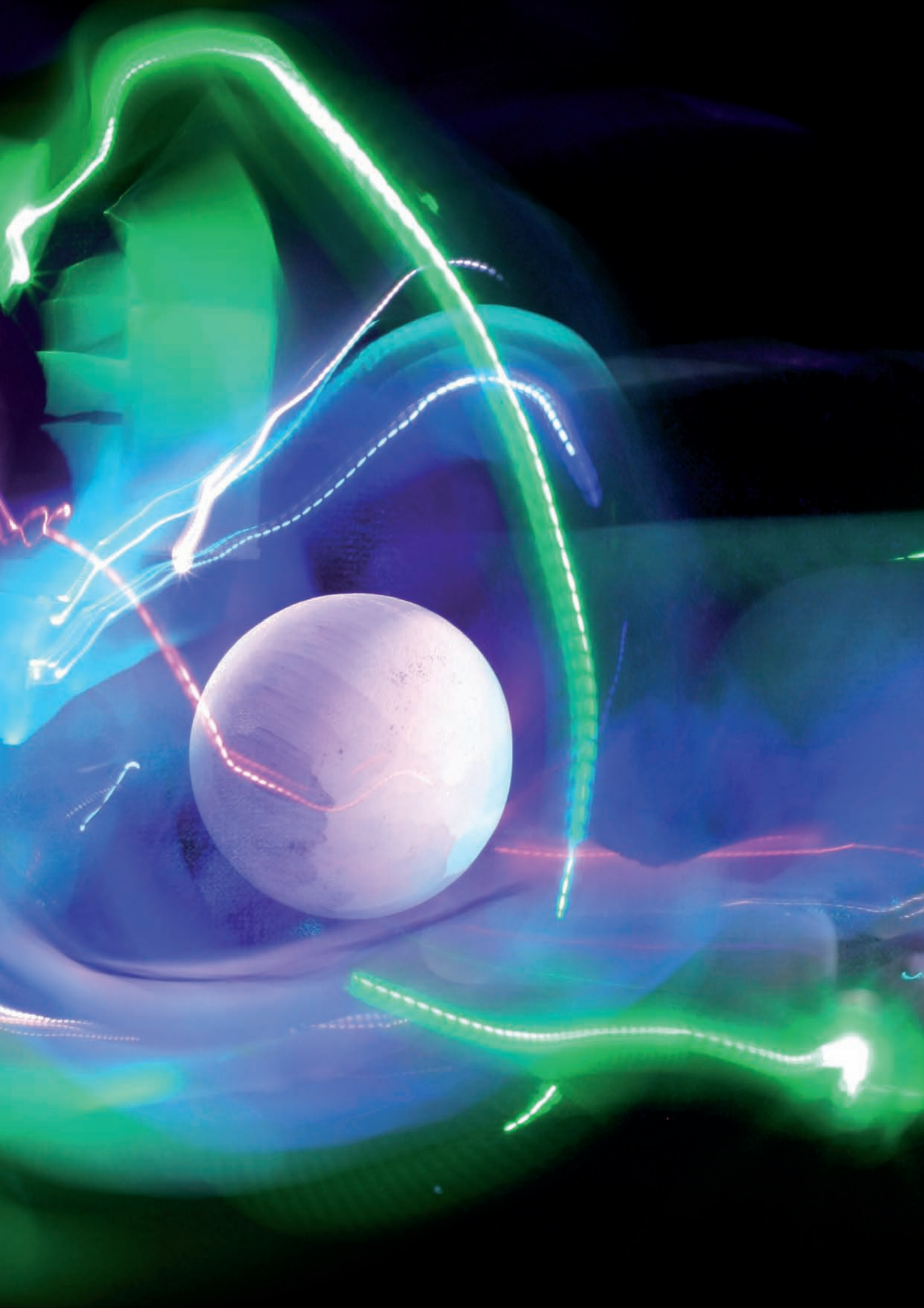
Grit Kaiser

1 Mechthild Mansel – Acrylmalerei (Ausschnitt).

2 Jochen Rohde – Acrylmalerei (Ausschnitt).

3 Manara Grund – Fotografie (Ausschnitt).

Bild rechts Judith Michael – Fotografie (Ausschnitt).



VERANSTALTUNGEN UND MESSEN 2012

Tagungen

10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE
Dresden/München,
20.–24.5.2012
www.cmcee12.de

Elektrochemiekolloquium
Dresden, 29./30.11.2012

Events

Girls`Day
Dresden, 26.4.2012

Dresdner Lange Nacht der Wissenschaften
Dresden, 6.7.2012

Fraunhofer-Talent-School
Dresden, November 2012
www.talent-school-dresden.de

Seminare/Workshops

DKG Fortbildungsseminare

Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung
Dresden, 18./19. April 2012

Thermoplastische Formgebung von Technischer Keramik – Technologie und Training
Dresden, 10./11. Oktober 2012

Entbinderung keramischer Formteile
Dresden, 11./12. Oktober 2012

Sprühtrocknung keramischer Suspensionen – Technologie und statistische Versuchsplanung
Dresden, 7./8. November 2012

Weitere Informationen finden Sie unter www.dkg.de.

Schulungsangebote des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer

Werkstoffe, Verfahren
Dresden, 14./15. März 2012

Bearbeitung
Berlin, 9./10. Mai 2012

Konstruktion, Prüfung
Freiburg, November 2012

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

Messebeteiligungen

Biogas Fachmesse
Bremen, 10.–12. Januar 2012

nano tech
Tokio, 15.–17. Februar 2012

Fuel Cell Expo
Tokio, 29. Februar – 2. März 2012

Jenaer Industrietage
Jena, 28./29. März 2012

Hannover Messe
Hannover, 23.–27. April 2012

IFAT
München, 7.–11. Mai 2012

SMT/HYBRID/PACKAGING
Nürnberg, 8.–10. Mai 2012

Sensor & Test
Nürnberg, 22.–24. Mai 2012

Ceramitec
München, 22.–25. Mai 2012

Achema
Frankfurt, 18.–22. Juni 2012

European Fuel Cell Forum
Luzern, 26.–29. Juni 2012

ICIM (International Conference on Inorganic Membranes)
Twente, 10.–13. Juli 2012

IMAPS 2012
San Diego,
9.–13. September 2012

EU PVSec
Frankfurt,
24.–28. September 2012

Materialica
München,
23.–25. Oktober 2012

Innovationstag Thüringen
Erfurt, 2. November 2012

Electronica
München,
13.–16. November 2012

Hybridica
München,
13.–16. November 2012

EuroMold
Frankfurt a.M.,
27.–30. November 2012

Hagener Symposium
Hagen, November 2012

ANFAHRT ZUM FRAUNHOFER IKTS

Sie erreichen uns in Dresden

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
- Melden Sie sich bitte an der Pforte an

Mit der Bahn

- Ab Dresden-Hbf.: ab Haltestelle Hauptbahnhof-Nord mit Straßenbahnlinie 9 (Richtung Prohlis) bis Wasaplatz
- Weiter mit Buslinie 61 (Richtung Weißig/Fernsehturm) oder Buslinie 85 (Richtung Striesen) bis Haltestelle Grunaer Weg

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

Sie erreichen uns in Hermsdorf

Mit dem Auto

- Ausfahrt Bad Klosterlausnitz/Hermsdorf (A9, Ausfahrt 23)
- Weiterfahrt auf Naumburger Straße in Richtung Hermsdorf
- Im Stadtzentrum (Kreisverkehr) rechts abbiegen in Robert-Friese-Straße
- Straßenverlauf in das Industrie- und Gewerbegebiet folgen, dann rechts in Michael-Faraday-Straße abbiegen
- Nach ca. 20 m erreichen Sie links das Gelände des Fraunhofer IKTS

- Ausfahrt Hermsdorf-Ost (A4, Ausfahrt 56b)
- Weiterfahrt Geraer Straße in Richtung Hermsdorf
- Dann links in Regensburger Straße einbiegen und dem Verlauf der Hauptstraße folgen
- Am Kreisverkehr rechts abbiegen und Straße Am Globus folgen, die in die Robert-Friese-Straße mündet
- Dann links in Michael-Faraday-Straße abbiegen
- Nach ca. 20 m erreichen Sie links das Gelände des Fraunhofer IKTS

Mit der Bahn

- Ab Bahnhof Hermsdorf-Klosterlausnitz
- Laufen Sie nach rechts in Richtung Eisenbahnbrücke
- Geradeaus in Keramikerstraße (Brücke nicht überqueren), vorbei an Porzellanfabrik und Stadthaus Hermsdorf
- Dann rechts abbiegen, den Kreisverkehr passieren und geradeaus in Robert-Friese-Straße gehen
- Nach etwa 600 m rechts in Michael-Faraday-Straße gehen
- Nach ca. 20 m erreichen Sie links das Gelände des Fraunhofer IKTS

Redaktion/Layout

Katrin Schwarz
 Peter Peuker
 Andrea Gaal
 Susanne Freund
 Rita Kunath

Druck

ELBTAL Druckerei & Kartonagen Kahle GmbH

Bilder

Atelier »Mein Foto« Dresden
 Foto Wachs Dresden
 Fotograf Christian Hüller, Leipzig
 Fotograf Jürgen Lösel, Dresden
 Fotograf Sebastian Reuter, Jena
 Fraunhofer FEP
 Fraunhofer IKTS

Institutsadresse

**Fraunhofer-Institut für
 Keramische Technologien und Systeme IKTS**

Institutsteil Dresden
 Winterbergstraße 28, 01277 Dresden
 Telefon +49 351 2553-7700
 Fax +49 351 2553-7600

Institutsteil Hermsdorf
 Michael-Faraday-Straße 1, 07629 Hermsdorf
 Telefon +49 36601 9301-0
 Fax +49 36601 9301-3921

info@ikts.fraunhofer.de
 www.ikts.fraunhofer.de

Ansprechpartnerin Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Dipl.-Chem. Katrin Schwarz

Telefon +49 351 2553-7720
 katrin.schwarz@ikts.fraunhofer.de

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.

© Fraunhofer IKTS, Dresden 02/2012