



**JAHRESBERICHT**  
**2010**  
**2011**

# JAHRESBERICHT 2010 2011



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,

gerne berichten wir, dass wir unsere erfolgreiche Entwicklung an unseren Standorten Hermsdorf und Dresden – **nun gemeinsam** – fortsetzen konnten. Unsere Kennzahlen, die auf den nächsten Seiten auch graphisch dargestellt sind, sprechen für sich: Bei einem Betriebshaushalt von rund 32 Millionen Euro (ohne Investitionen) haben wir Drittmittelträge von gut 27 Millionen Euro erwirtschaftet, davon einen großen Teil direkt aus der Wirtschaft. Unsere Gesamtertragsquote liegt damit wieder einmal weit über 80 Prozent – und das an beiden Standorten!

Der Berichtszeitraum war erneut von besonderen Herausforderungen geprägt, nicht zuletzt aufgrund der zu gestaltenden Verflechtung unserer beiden Standorte. Die Zusammenarbeit in Form gemeinsamer Projekte entwickelt sich hierbei auf allen Gebieten sehr viel versprechend, wozu die von uns etablierten standortübergreifenden Organisationsstrukturen wesentlich beitragen. Das Zusammenwachsen wird uns dabei natürlich auch in Zukunft sehr beschäftigen und birgt noch eine Menge positiven Potenzials, das wir zum Nutzen unserer Partner weiter heben werden.

Konsequent haben wir unsere Kernkompetenzen in der Struktur- und Funktionskeramik auf breiter Front weiter ausgebaut.

In unseren Projekten und Partnerschaften profitieren wir besonders davon, dass wir in geschlossenen Wertschöpfungs- und Technologieketten vom Material zur Komponente bzw. zum System agieren und hierbei auch größere Mengen oder Stückzahlen darstellen können. Dies hilft uns auch schnell in für uns neuen Gebieten, wie der Speichertechnologie, vorwärts zu kommen. Neben Lithium-Ionen-Batterien beschäftigen wir uns auch mit NaS- und Redox-Flow-Batterien. Bei den Lithium-Ionen-Batterien stehen die keramischen Kathodenmaterialien und die Prozesstechnologie zur Fertigung der Batterien im Vordergrund. Insbesondere im Anlagenbau sehen wir hier noch erhebliche Defizite in Europa und wir wollen helfen, diese Lücken zu schließen.

Neben weiteren Investitionen in unsere technologische Ausrüstung haben wir auch unsere System-Modellierung ausgebaut und können nun z. B. ganze Brennstoffzellensysteme in Echtzeit simulieren. Dies erlaubt uns eine weitere Beschleunigung unserer Entwicklungen. So arbeiten wir derzeit an der Fertigstellung verschiedener Brennstoffzellensysteme in den Leistungsklassen von einigen Watt für portable Anwendungen, im Bereich 1 kW für die dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung und im Bereich 5 kW bis 20 kW unter anderem für die Biogas-Verstromung. Eine ähnliche Spitzenposition haben wir



in der Membrantechnologie erreicht, wobei wir hier das gesamte Spektrum von den gemischtleitenden, den hochdichten bis zu den porösen Membranen abdecken. Verschiedene Demonstratoren zur Flüssig- und Gasfiltration oder O<sub>2</sub>-Herstellung laufen in unseren Laboratorien oder werden bereits bei unseren Partnern eingesetzt.

Neben dem Bereich der Energie- und Umwelttechnologie, der sich nach wie vor rasant entwickelt, nehmen auch unsere Projektaktivitäten für den Maschinenbau, die Elektrotechnik, die Medizintechnik sowie den Automobilbau weiter zu. Wir sind demnach auch hinsichtlich der von uns bearbeiteten Märkte breit aufgestellt und blicken zuversichtlich nach vorne. Unser wichtigster Erfolgsfaktor bleibt hierbei unser kompetentes und hochmotiviertes Arbeiterteam, dem wir für die geleistete Arbeit gar nicht genug danken können. Weiter so! Natürlich danken wir auch unseren Partnern für das in uns gesetzte Vertrauen. Wir werden in unseren Anstrengungen für optimale Projektergebnisse nicht nachlassen und möchten weiterhin die Innovationen unserer Partner unterstützen. Wie immer möchten wir Sie gerne motivieren, von unseren Möglichkeiten regen Gebrauch zu machen und weiter mit uns zusammenzuarbeiten.

Im vorliegenden Bericht haben wir wieder einige unserer Highlights zusammengefasst. Wir wünschen Ihnen viel Spaß beim Lesen.

Alexander Michaelis

Bärbel Voigtsberger

März 2011

# 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 ENTWICKLUNG GRÖßERER IR-TRANSPARENTER ALUMINIUMOXID-KUPPELN

---

18 THERMOELEKTRISCHE GENERATOREN AUF BASIS KERAMISCHER TECHNOLOGIEN

---

**20 FORSCHUNGSFELD: VERFAHREN UND BAUTEILE**

22 HOCHLEISTUNGSAKTORIK IM AUTOMOBIL – ABGASKLAPPE AUS SILIZIUMNITRIDKERAMIK

---

24 VERBLENDUNG VON ZIRKONIUMDIOXID MITTELS LITHIUMDISILICAT-GLASKERAMIK

---

26 GROSSFORMATIGE PLASMAGESPRITZTE CFK/GFK-BAUTEILE

---

28 HOCHFESTE ALTERUNGSFREIE ZTA-KERAMIK FÜR IMPLANTATANWENDUNGEN

---

30 FUNKTIONELL MODIFIZIERTE ANORGANISCH-ORGANISCHE KOMPOSITWERKSTOFFE

---

32 KERAMISCHE AUTOGASFILTER

---

**34 FORSCHUNGSFELD: UMWELTECHNIK UND BIOENERGIE**

36 BEWERTUNG VON MISCHPROZESSEN MITTELS PROZESS-TOMOGRAPHIE

---

38 KERAMISCHE MEMBRANEN FÜR DAS EMISSIONSFREIE KRAFTWERK

---

40 KERAMISCHE NF-MEMBRANEN ZUR ABWASSERREINIGUNG UND PRODUKTTRENNUNG

---

42 KATALYSATOR- UND O<sub>2</sub>-TRÄGERSYSTEM ZUR AUFBEREITUNG TEERHALTIGER BRENNGASE

---

44 EFFEKTIVE BIOETHANOLERZEUGUNG UNTER VERWENDUNG VON ZEOLITHMEMBRANEN

---

46 NANOPARTIKULÄRE ZEOLITHE ALS WIRT FÜR PHOTOCHROME FARBSTOFFE

---

48 ADSORPTIONSSELEKTIVE KOHLENSTOFF-MEMBRANEN FÜR DIE BIOGASAUFBEREITUNG

---

**50 FORSCHUNGSFELD: SINTERN UND CHARAKTERISIERUNG**

52 QUANTIFIZIERUNG DER INNEREN STRUKTUR KERAMISCHER SPRÜHGRANULATE

**54 FORSCHUNGSFELD: MIKRO- UND ENERGIESYSTEME**

58 PORTABLES SOFC-SYSTEM ENERAMIC®

60 LITHIUM-IONEN-BATTERIE: MATERIALENTWICKLUNG, CHARAKTERISIERUNG UND TEST

62 MATERIALIEN UND TECHNOLOGIEN FÜR HOCHEFFIZIENZSOLARZELLEN: FROM LAB TO FAB

64 ENTWICKLUNG EINES VERBUNDSUBSTRATS AUS SILIZIUM UND KERAMIK

66 ENTWICKLUNG PROZESSFÄHIGER FOLIEN FÜR CO-GESINTERTE, BLEIFREIE PIEZOAKTOREN

**68 FORSCHUNGSFELD: INTELLIGENTE MATERIALIEN UND SYSTEME**

70 CARBON NANOTUBES ALS ELEKTRODENMATERIAL FÜR ENERGIESPEICHER

72 PIEZOTECHNIK – DENKEN IM SYSTEM

RETROSPEKTIVE

74 VERANSTALTUNGEN, AUSSTELLUNGEN

78 MESSE- UND AUSSTELLUNGSBETEILIGUNGEN

80 KOOPERATIONSAUSBAU IN VERBÜNDEN, ALLIANZEN UND NETZWERKEN

86 NAMEN, DATEN, EREIGNISSE

117 VERANSTALTUNGEN UND MESSEN 2011

118 INFORMATIONSSERVICE

119 ANFAHRT ZUM FRAUNHOFER IKTS



---

# DAS FRAUNHOFER IKTS IM PROFIL

---

---

## 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 m<sup>2</sup> 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.

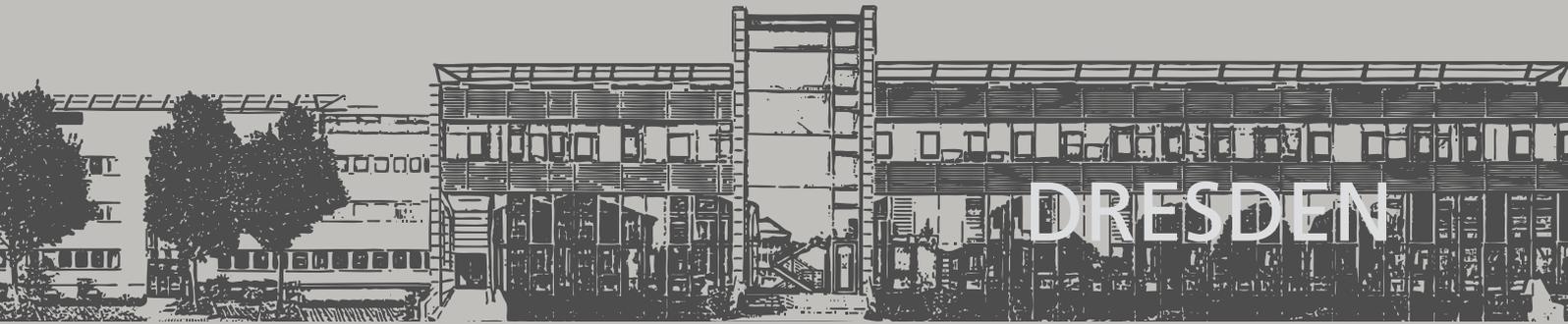
Neben den Keramikerstellern stehen insbesondere die Keramik-anwender als Projektpartner im Fokus. Das Fraunhofer IKTS möchte sich hierbei als kompetenter Ansprechpartner und erster Anlaufpunkt für alle keramikbezogenen Problemstellungen anbieten und so quasi als »One Stop Shop« für die Keramik dienen. 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 Reinnräumen 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.

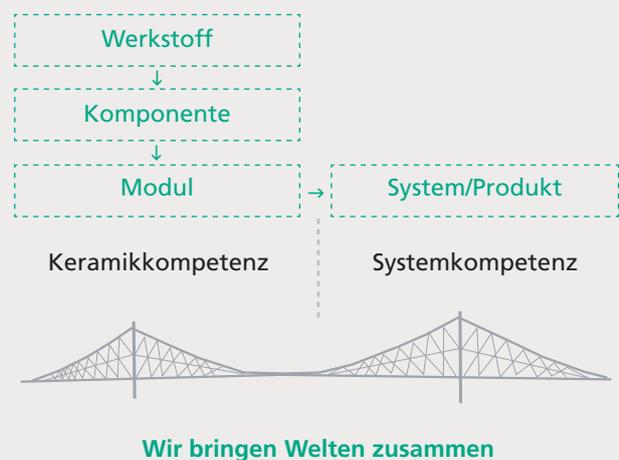
---

### 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 Hochleistungskeramik, 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.

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



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



#### Sintern und Charakterisierung

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



#### Mikro- und Energiesysteme Werkstoffe und Komponenten

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



#### Werkstoffe

**Nitrid-, Carbid-, Precursorkeramik**  
Dr. Hagen Klemm  
Telefon +49 351 2553-7553  
hagen.klemm@ikts.fraunhofer.de



#### Umweltechnik und Bioenergie

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



#### Mikro- und Energiesysteme Module und Systeme

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



#### Verfahren und Bauteile

Dr. Michael Stelzer  
Telefon +49 351 2553-7648  
michael.stelzer@ikts.fraunhofer.de



#### Intelligente Materialien und Systeme

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

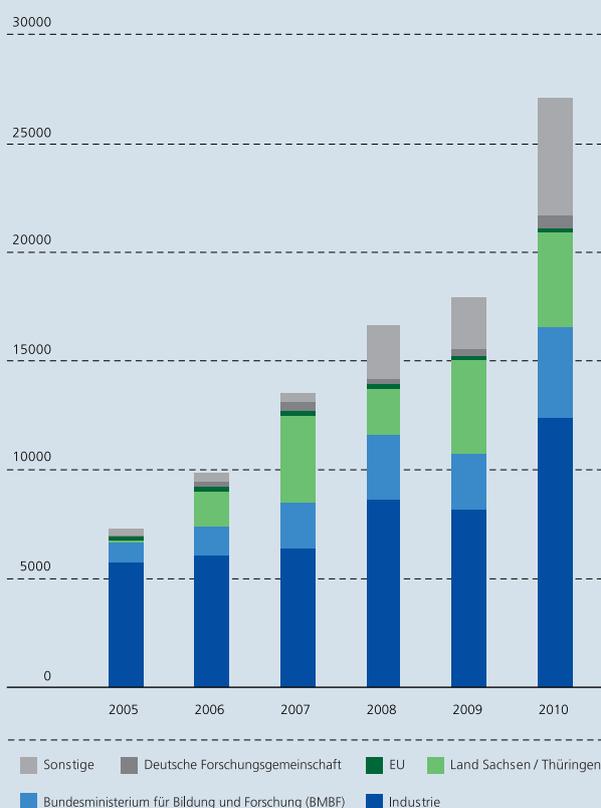


#### Mikro- und Energiesysteme Hybride Mikrosysteme

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

# DAS FRAUNHOFER IKTS IN ZAHLEN

Entwicklung der Erträge (in T€)  
des Fraunhofer IKTS in den Haushaltsjahren 2005 bis 2010



Entwicklung des Betriebshaushalts (in T€)  
des Fraunhofer IKTS in den Haushaltsjahren 2005 bis 2010



## Haushalt und Erträge

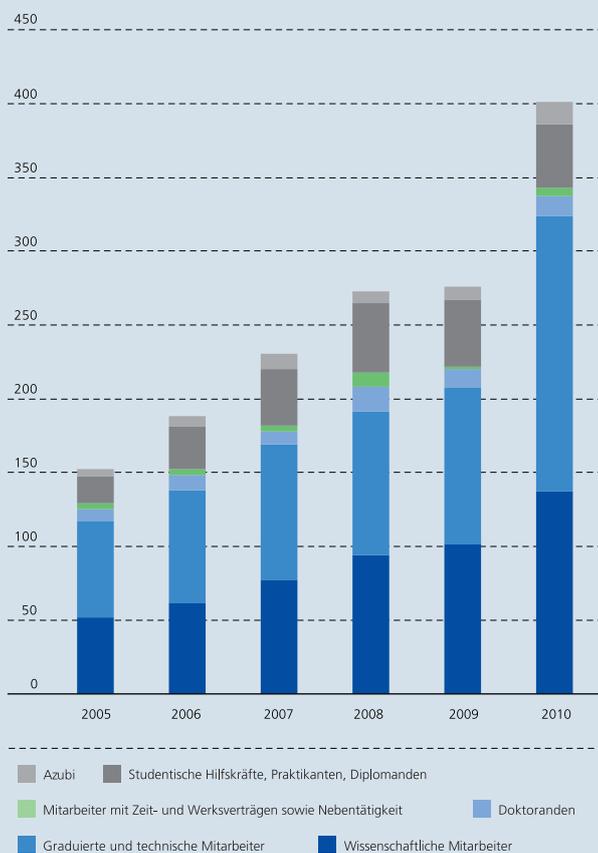
Im Jahr 2010 wird zum ersten Mal der Haushalt des nun aus zwei Institutsteilen bestehenden Fraunhofer IKTS dargestellt. Alle Grafiken weisen dadurch einen großen Wachstumssprung auf. Der gemeinsame Betriebshaushalt von 31,7 Millionen Euro teilt sich mit 21,5 Millionen zu 10,2 Millionen zwischen dem Standort Dresden und Hermsdorf auf. Zusätzlich wurden 3,3 Millionen Euro in den Ausbau der Gerätetechnik an den Standorten investiert. Zusammen haben wir ein Volumen von 27,1 Millionen Euro an externen Erträgen erwirtschaftet. Ein Anteil von 45 % entfällt hierbei, wie im Vorjahr, auf die Industrieerträge. An diesem Erfolg ist der Standort Hermsdorf mit 4,9 Millionen Euro maßgeblich beteiligt.

Mit Mitteln des Konjunkturprogramms wurde die Infrastruktur am Standort Dresden angepasst. Damit stehen für das Jahr 2011 dringend benötigte, neue Arbeitsplätze zur Verfügung.

## Erweiterung der Forschungsbasis

Die Investitionen in das Entwicklungszentrum für Energieeffizienzsysteme haben eine Stärkung der Position des Fraunhofer IKTS auf den Gebieten Brennstoffzellen, Dünnschicht-Photovoltaik, Biomasse-Verstromung, Thermoelektrische Generatoren (TEG) und Speichertechnologien (Li-Ionen-Batterien) bewirkt. Durch Allianzen mit strategischen Partnern hat sich das Angebot für industrielle Partner vom Pulver bis zum System stark erweitert. Die Anbindung der bestehenden Versuchstechnik des Forschungsfelds »Umwelttechnik und Bioenergie« an eine bestehende Biogasanlage in Pöhl ist für die Erprobung keramischer Technologien und Komponenten extrem hilfreich. Die von Fraunhofer initiierten Eigenforschungsprogramme erleichtern darüber hinaus erheblich die Generierung von eigenen IP-Rechten und damit die langfristige Möglichkeit, neue Industrieprojekte zu akquirieren.

Entwicklung des Personalbestands des Fraunhofer IKTS  
Mitarbeiterzahl 2005 bis 2010, Vollstellenäquivalente Personalstruktur zum 31.12. des jeweiligen Jahres



Am Fraunhofer IKTS wurden neue Technologien zur Charakterisierung von Batteriewerkstoffen und Komponenten etabliert, die bereits in verschiedenen Industriekonsortien vorgestellt werden konnten. In Verbindung mit der Pulveraufbereitung und Verarbeitungstechnik im Pilotmaßstab ist die Attraktivität des gesamten Fraunhofer IKTS gestiegen. Zunehmend übernimmt das Institut die Funktion des Netzwerkbildners zwischen Industriepartnern und kann auch damit einen Beitrag zum Fraunhofer-Schwerpunktthema »Energie« liefern.

### Personalentwicklung

Die Integration des zweiten Standorts führt zu einem erheblichen Ausbau der Personalkapazität bei Wissenschaftlern, Graduierten und technischen Mitarbeitern. Mit nunmehr über 400 Vollstellen hat das Fraunhofer IKTS seine Sonderstellung bei der Forschung im Themenfeld Technische Keramik weiter ausgebaut. Die Mitarbeiterzahl am Standort Dresden ist gegenüber dem Jahr 2009 nahezu konstant geblieben. Der Standort Hermsdorf ist leicht gewachsen. Die Aktivitäten am kooperierenden Lehrstuhl IfWW, Institut für Werkstoffwissenschaft der TU Dresden, wurden deutlich verstärkt. Durch diese Allianz wird der strategische Personalaufbau langfristig abgesichert. Aktuell werden über 50 Promotionen bearbeitet.

Im Jahr 2010 wurden insgesamt 15 Auszubildende betreut. Alle Absolventen wurden am Institut weiter beschäftigt. Durch die Ausbildung im Hause wird die langfristige Qualität der Laborarbeiten deutlich erleichtert und der Wissenstransfer zwischen Gruppen gefördert. Der Austausch zwischen den Institutsteilen und Forschungsfeldern 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**

Hermes Schleifkörper GmbH, Dresden  
Geschäftsführer

**Dr. J. Damasky**

Webasto AG Stockdorf  
Vorstandsmitglied

**Prof. Dr.-Ing. J. Huber**

CeramTec AG, Plochingen  
Vorstandsmitglied

**Prof. C. Kaps**

Bauhaus-Universität Weimar  
Professur Bauchemie

**Dr. C. Lesniak**

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

**Dr. F. Lindner**

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

**Dr. H.-H. Matthias**

Tridelta GmbH, Hermsdorf  
Geschäftsführer

**Dr. R. Metzler**

Rauschert GmbH, Judenbach-Heinersdorf  
Geschäftsführer

**Dipl.-Ing. P. G. Nothnagel**

Wirtschaftsförderung Sachsen GmbH, Dresden  
Geschäftsführer

**Dipl.-Ing. M. Philipps**

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

**Dr. W. Rossner**

Siemens AG, München  
Leiter Zentralabteilung Technik, Keramik

**Dr. K. R. Sprung**

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

**Dr.-Ing. G. Uhlmann**

Dresden

**Prof. Dr. P. Woditsch**

Solar World Innovations GmbH, Freiberg  
Vorstandssprecher

# DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

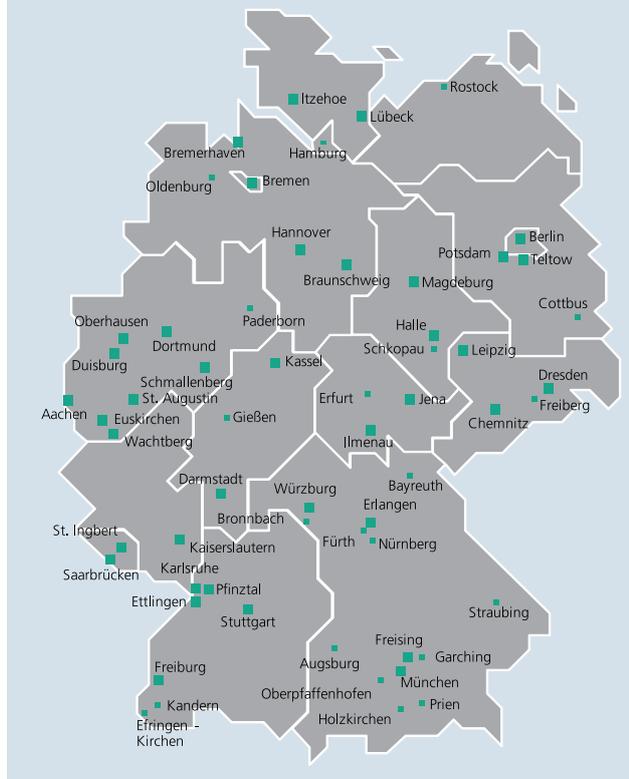
Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen 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 1,65 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.

Standorte in Deutschland



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.

---

# AUS DER FORSCHUNGSARBEIT DES FRAUNHOFER IKTS

---

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.

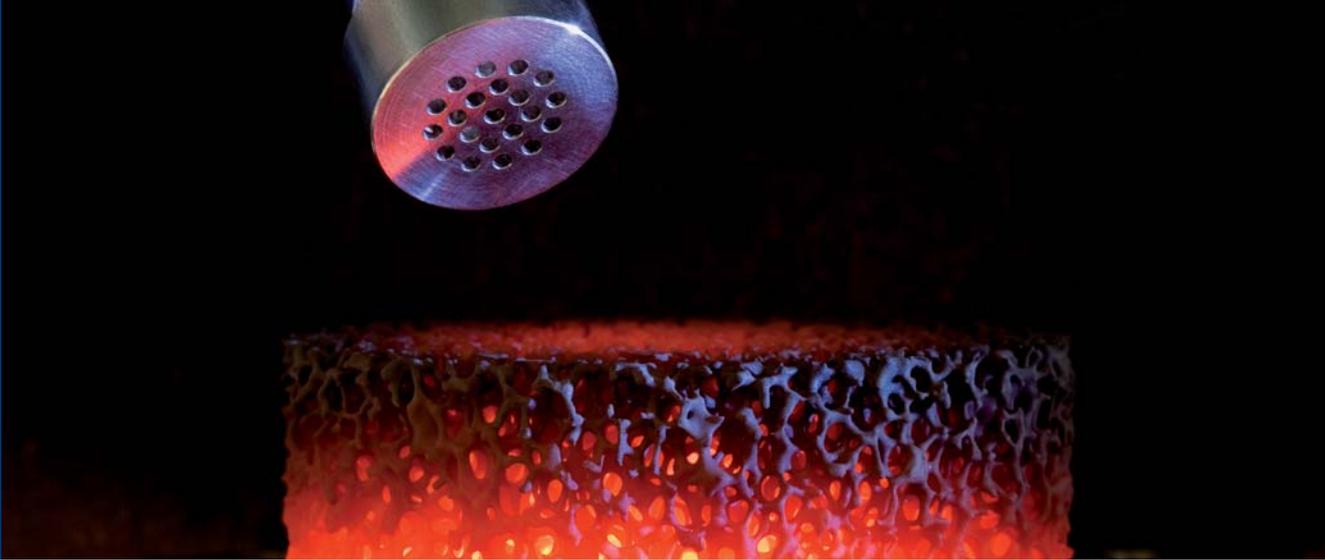
Die erfolgreiche Erschließung neuer Anwendungsfelder durch eine gezielte Verbindung von strukturellen und funktionellen Eigenschaften in keramischen Werkstoffen oder Keramik-Metallverbunden spiegelt sich u. a. in der Entwicklung von Hochtemperaturwerkstoffen, elektrisch leitfähigen Keramiken, Thermoelektrika, 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)



#### **Oxidkeramik**

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



#### **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**

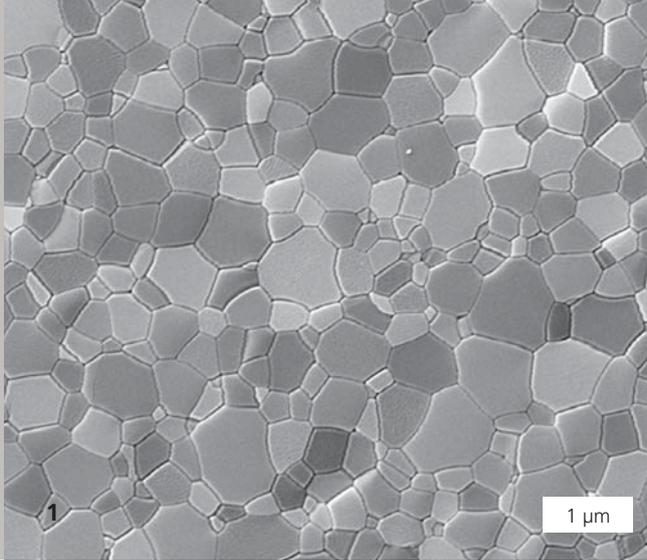
Dipl.-Krist. Jörg Adler  
Telefon +49 351 2553-7515  
joerg.adler@ikts.fraunhofer.de



#### **Precursorkeramik**

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





# ENTWICKLUNG GRÖßERER IR-TRANSPARENTER ALUMINIUMOXID-KUPPELN

Dr. Jens Klimke, Dr. Andreas Krell

## Ausgangssituation

Keramische Materialien finden häufig in Bereichen Einsatz, die extremen Bedingungen ausgesetzt sind, wie z. B. in der Luft- und Raumfahrt. Für thermisch beanspruchte infrarotdurchlässige Fenster war bisher einkristallines  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (Saphir) das bevorzugte Material. Saphir zeigt neben einer guten IR-Transmission die beste Beständigkeit gegen Erosion durch Regen oder Sand, verbunden mit einer hohen Thermoschockbeständigkeit. Allerdings muss Saphir zeitintensiv als Einkristall gezüchtet werden. Die mechanische Nachbearbeitung der massiven Saphirblöcke zur Herstellung von Bauteilen ist wegen der hohen Härte aufwendig und teuer.

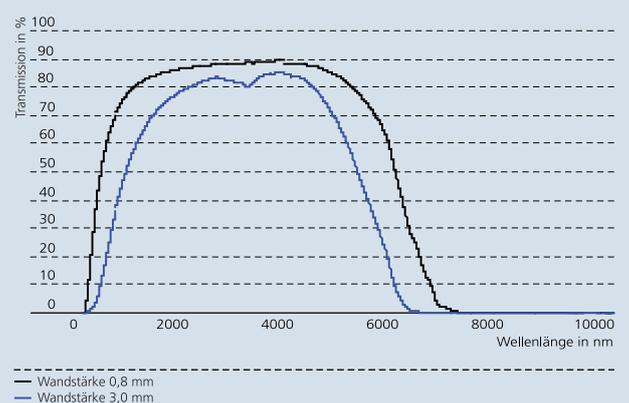
## Bessere Materialeigenschaften der Keramik

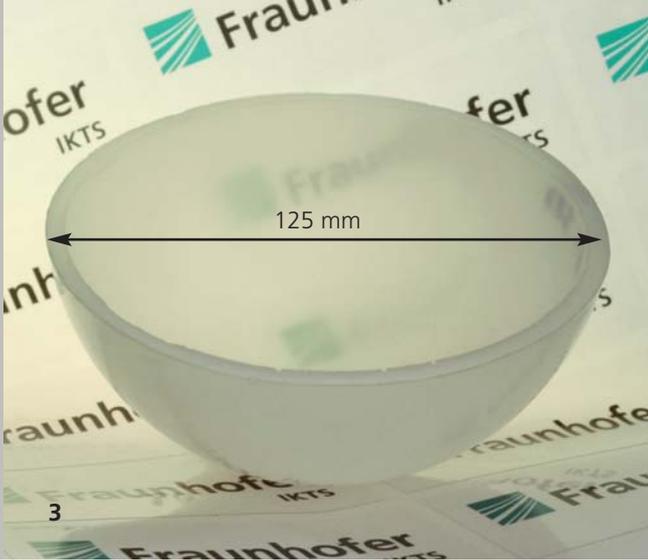
Als keramische Alternative zum Saphir wurde am Fraunhofer IKTS IR-transparenter polykristalliner Korund entwickelt. Im Gegensatz zum einkristallinen Korund treten bei der polykristallinen Form keine Anisotropien der Materialeigenschaften auf. Bild 1 zeigt eine elektronenmikroskopische Aufnahme des sub- $\mu\text{m}$ -kristallinen Gefüges. Durch die geringe mittlere Gefügekorngröße bei praktisch porenfrei dichtgesintertem Gefüge werden Spitzenwerte bei den mechanischen Eigenschaften erreicht. Gegenüber den mittleren Werten des Saphirs zeigt die am Fraunhofer IKTS entwickelte Korundkeramik eine höhere Bruchzähigkeit von  $3,5 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$  (Saphir:  $2,4 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ ), eine höhere Härte HV10 von  $> 20 \text{ GPa}$  (Saphir: 14 bis 15 GPa) und eine bessere Festigkeit von  $> 650 \text{ MPa}$  (4-Pkt.-Biegung) gegenüber ca.  $400 \text{ MPa}$  (orientierungsabhängig  $\pm 100 \text{ MPa}$ ) beim Saphir.

## Hohe IR-Transmission

Durch eine spezielle Aufbereitung des Korundpulvers und eine defektarme keramische Verarbeitungstechnologie ist der mikrostrukturelle Aufbau des keramischen Gefüges nahezu fehlerfrei. Dadurch kann die transmissionsmindernde Lichtstreuung an Poren und an Korngrenzen weitgehend verhindert werden. Die Lichtdurchlässigkeit der Keramik in dem für Sensoranwendungen interessanten IR-Bereich von 4 bis  $5 \mu\text{m}$  Wellenlänge liegt nahe am theoretischen Maximum (Graphik unten), da Reflexion an den Oberflächen die maximale Transmission in diesem Wellenlängenbereich um ca. 11 % mindert. Die abgebildeten Spektren zeigen die Inline-Transmission beidseitig polierter Proben unterschiedlicher Wandstärke.

IR-Transmissionsspektren von sub- $\mu\text{m}$ -Korundkeramik (beidseitig poliert)





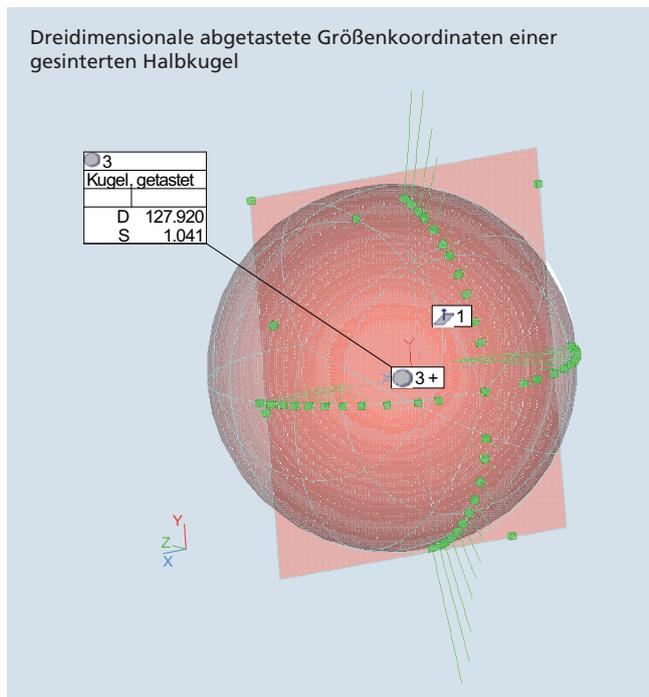
### Kostengünstige Herstellung

Im Gegensatz zum Einkristall kann die Keramik bereits endkonturnah hergestellt werden. Dazu wird eine Korundsuspension in eine entsprechende Form gegossen, polymerisiert und danach entformt. Bild 2 zeigt eine entformte keramische Halbkugel mit einem Durchmesser von ca. 160 mm neben der gesinterten, durch Schwindung entsprechend verkleinerten und lichtdurchlässigen Halbkugel. Bei Bedarf ist eine Bearbeitung des ungesinterten Körpers, z. B. durch Schleifen oder Fräsen möglich. Die nebenstehende Graphik zeigt die dreidimensionale Erfassung der Größenparameter der gesinterten unpolierten Halbkugel mit einer Wandstärke von 4 mm (Bild 3). Die Abweichung von der Kreisform beträgt ohne Nachbearbeitung < 1 %. Neben den verbesserten mechanischen Eigenschaften bietet die IR-transparente Korundkeramik Kostenvorteile gegenüber Saphir und ist besonders für Kleinserien gut geeignet.

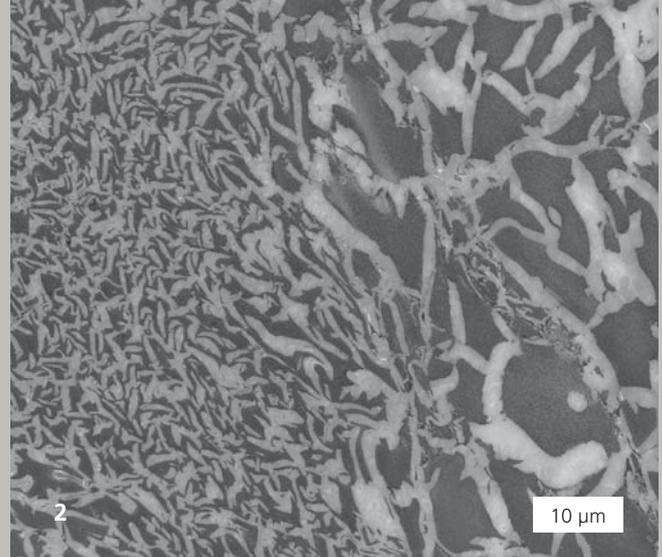
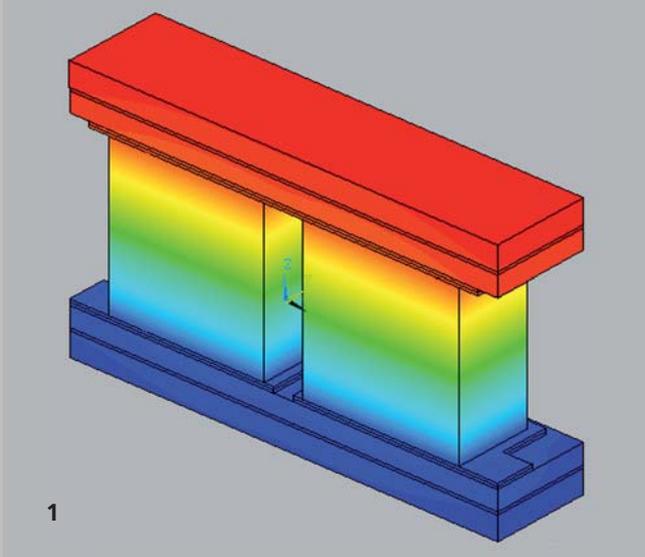
### Leistungs- und Kooperationsangebot

- Fertigung von Testmustern und Kleinserien
- Materialentwicklung
- Optimierung der Materialeigenschaften
- Transmissionsmessung

Dreidimensionale abgetastete Größenkoordinaten einer gesinterten Halbkugel



- 1 Sub- $\mu\text{m}$ -Korundgefüge.
- 2 Keramik vor und nach Sinterung.
- 3 Korundkuppel (unpoliert).



# THERMOELEKTRISCHE GENERATOREN AUF BASIS KERAMISCHER TECHNOLOGIEN

Dr. Hans-Peter Martin, Dr. Isabel Kinski, Dr. Jochen Schilm

Bei vielen technischen Prozessen kann maximal die Hälfte der eingesetzten Primärenergie für den Zielprozess genutzt werden. Die ungenutzte Energie fällt vor allem als periphere Wärme an. Thermoelektrische Generatoren (TEG) können diese Wärmeenergie in elektrischen Strom umwandeln und damit die Energiebilanz eines Prozesses verbessern. TEG arbeiten vibrationslos, emissionslos und wartungsfrei, da die Energiewandlung auf einem, nach Seebeck benannten, festkörperphysikalischen Effekt beruht.

Bei Existenz eines Temperaturgradienten kann der Seebeck-Effekt mittels optimierter Materialien zur Energieumwandlung genutzt werden. Die energetische Effizienz eines TEG ergibt sich aus der mittleren Prozesstemperatur und den TEG-Eigenschaften wie der materialspezifischen Effizienz des thermoelektrischen Werkstoffs, der elektrischen Kontaktierung, der Wärmeein- und -auskopplung, den elektronischen Elementen und der Systemintegration. Der Einfluss der Prozesstemperatur resultiert aus dem Carnot-Wirkungsgrad, so dass mit höherer Prozesstemperatur auch eine höhere Effizienz für die Energiewandlung möglich wird. Die materialspezifische Effizienz eines Werkstoffs kann aus den Werkstoffeigenschaften Seebeck-Koeffizient ( $S$ ), elektrische Leitfähigkeit ( $\sigma$ ) und thermische Leitfähigkeit ( $\kappa$ ) durch den Gütefaktor  $Z$  quantifiziert werden. Durch die Multiplikation des Gütefaktors mit der mittleren Temperatur ergibt sich der so genannte Figure of Merit.

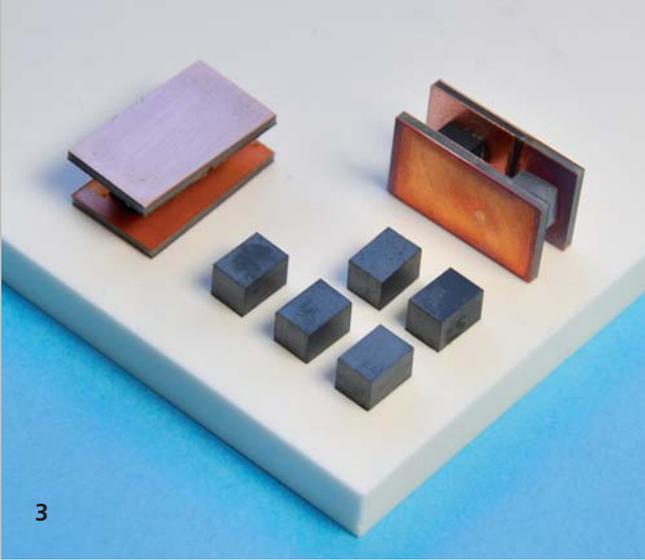
$$ZT = \frac{S^2 \sigma}{\kappa} T$$

Thermoelektrisch generierte Spannungen sind relativ klein, da selbst die effizientesten Thermoelektrika lediglich eine Ther-

mokraft von 100 bis 300  $\mu\text{V/K}$  im jeweils optimalen Temperaturfenster zur Verfügung stellen. Um eine höhere Spannung zu generieren, werden deshalb thermoelektrische Elemente (TE-Schenkel) in einem Modul elektrisch in Reihe geschaltet. Dazu werden alternierend n- und p-leitende Schenkel verbunden, deren Thermokraft auf diesem Weg addiert wird. Nicht zuletzt muss ein Modul thermisch und elektrisch in ein Wirtssystem (Abwärmebereitstellung) effizient eingebaut werden, um einen signifikanten wirtschaftlichen Nutzen zu generieren.

Eine technische und wirtschaftliche Lösung für thermoelektrische Systeme muss eine Synergie von Materialwissenschaft (Werkstoffsynthese und -design), Werkstofftechnologie, Füge-technik, Aufbautechnologie von Modulen, thermischem Management, Elektronik- und Elektrotechnik bis hin zur Integration und Optimierung in ein bestehendes System realisieren. Am Fraunhofer IKTS werden deshalb abteilungsübergreifend Kompetenzen aus den Bereichen Werkstoffe, Bauteilfertigung, Fügetechnik und Energiesysteme verknüpft, um diese komplexen Aufgaben interdisziplinär und systemnah zu bearbeiten.

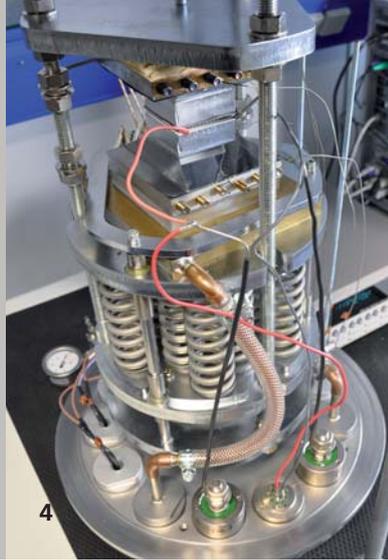
Das Fraunhofer IKTS ist im Bereich Thermoelektrik auf die eigenen Kernkompetenzfelder fokussiert, d. h. es werden keramische Thermoelektrika wie Titansuboxide, Mischoxide, Carbide und nichtoxidische Mischverbindungen hinsichtlich der thermoelektrischen Eigenschaften entwickelt und optimiert. Vorteile dieser Werkstoffgruppen liegen in ihrer guten Verfügbarkeit bei geringen Kosten sowie ihrer Eignung für Hochtemperaturanwendungen.



3

Mit Titansuboxiden, die über eine Precursorroute hergestellt werden, kann die Thermokraft ( $S$ ) gesteigert werden, ohne dass die elektrische Leitfähigkeit verringert wird. Dies wird über eine gezielte Nanostrukturierung erreicht (Bild 3). Eine deutliche Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit in Bereichen, wie sie für Thermoelektrika bekannt sind, kann bei überstöchiometrischem Borcarbid realisiert werden. Auch bei dieser nanostrukturellen Modifikation des Werkstoffs bleibt die Thermokraft auf einem herausragend hohen Niveau erhalten. Um zu den etablierten Halbleiter-Thermoelektrika aufzuschließen, ist der ZT-Wert von 1 Ziel der Werkstoffentwicklung keramischer Thermoelektrika. Für deren Herstellung werden Sinterverfahren wie Schutzgassintern, Drucksintern, Heißpressen und Spark-Plasma-Sintering (SPS) hinsichtlich ihres Einflusses auf relevante Werkstoffeigenschaften evaluiert. In Verbindung mit hohen ZT-Werten der Werkstoffe ist es für die Entwicklung von Modulen unumgänglich, hochtemperaturstabile Verbindungs- und Aufbautechnologien verfügbar zu haben. Geeignete Technologien sind immer an die Eigenschaften der speziellen Werkstoffe gebunden. Bereits etabliertes Know-how zu Verbindungstechniken für Titansuboxide und carbidische Werkstoffe wird hinsichtlich der Anforderungen an die Thermoelektrik weiterentwickelt. Erste Testmodule konnten bereits aus einer Kombination von Titansuboxid (n-Leiter) und Borcarbid-SiC (p-Leiter) auf metallisierten AlN-Substraten hergestellt werden (Bild 4).

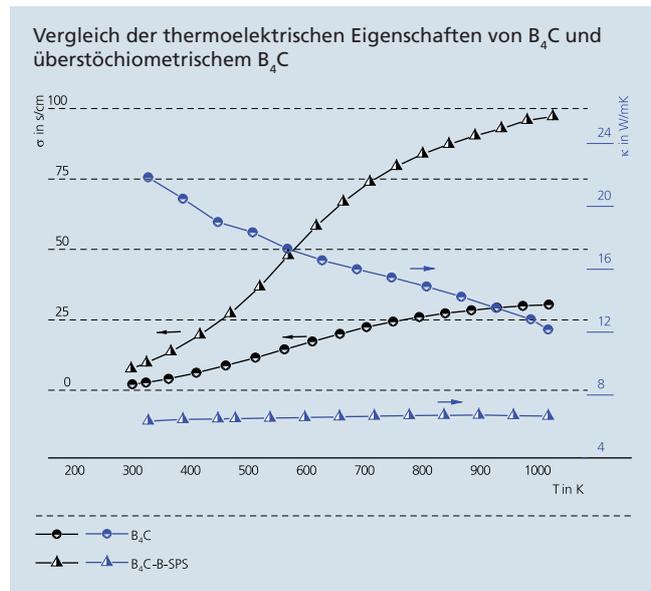
Die Integration von TEG-Modulen in Systeme wird von den IKTS-Arbeitsgruppen »Simulation« und »Energiesysteme« unterstützt. Darüber hinaus kooperiert das Fraunhofer IKTS gegenwärtig zur Synthese und Systemintegration mit externen Partnern innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft sowie der Dresdner Region und ist offen für eine weitere Zusammenarbeit.



4

### Leistungs- und Kooperationsangebot

- Herstellung und Charakterisierung keramischer thermoelektrischer Materialien (Bulk, Schichten)
- Design von thermoelektrischen Eigenschaften in Werkstoffen
- Charakterisierung von Aufbau- und Verbindungstechnologie für keramische und metallische Werkstoffe
- Simulation von Werkstoff- und Systemverhalten bei TEG



- 1 Simulation der Temperaturverteilung innerhalb eines TE-Schenkels.
- 2 Mikro-Nanostrukturierung eines Titansuboxidgefüges aus der Precursorroute.
- 3 Keramisches thermoelektrisches Schenkelpaar.
- 4 Messstand zur Charakterisierung von thermoelektrischen Modulen.

---

# AUS DER FORSCHUNGSARBEIT DES FRAUNHOFER IKTS

---

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 Hochleistungskeramik ein. Das Fraunhofer-Demonstrationszentrum AdvanCer steht Ihnen mit einem breiten Leistungsspektrum zur Verfügung.

[www.advancer.fraunhofer.de](http://www.advancer.fraunhofer.de)

### **Pulvertechnologie**

Dr. Manfred Fries

Telefon +49 351 2553-7810

manfred.fries@ikts.fraunhofer.de



### **Pilotfertigung hochreine Keramik**

Dipl.-Chem. Frank Kastner

Telefon +49 36601 9301-4300

frank.kastner@ikts.fraunhofer.de



### **Formgebung**

Dr. Tassilo Moritz

Telefon +49 351 2553-7747

tassilo.moritz@ikts.fraunhofer.de



### **Oxid- und polymerkeramische Komponenten**

Dipl.-Ing. Henry Ludwig

Telefon +49 36601 9301-4968

henry.ludwig@ikts.fraunhofer.de



### **Bauteilentwicklung**

Dipl.-Ing. Jens Stockmann

Telefon +49 351 2553-7561

jens.stockmann@ikts.fraunhofer.de



### **Verfahrenstechnik und Silikatkeramik**

Dipl.-Chem. Gundula Fischer

Telefon +49 36601 9301-1850

gundula.fischer@ikts.fraunhofer.de



### **Finishbearbeitung**

Mst. Matthias Nake

Telefon +49 351 2553-7586

matthias.nake@ikts.fraunhofer.de



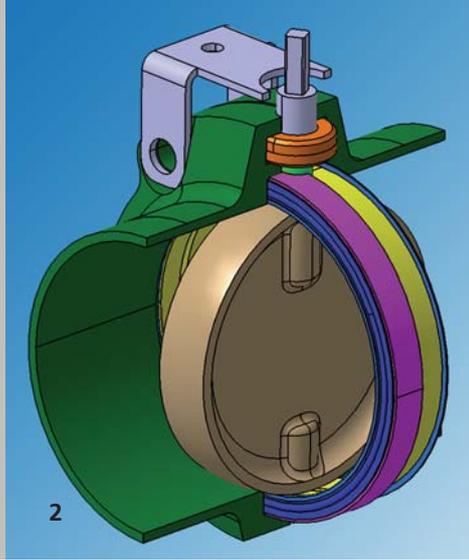
### **Thermisches Spritzen**

Dipl.-Ing. (FH) Bernd Gronde

Telefon +49 36601 9301-4758

bernd.gronde@ikts.fraunhofer.de





# HOCHLEISTUNGSFAKTORIK IM AUTOMOBIL – ABGASKLAPPE AUS SILIZIUMNITRIDKERAMIK

Dipl.-Ing. Jens Stockmann

## Stand der Technik

Seit einigen Jahren werden im Abgasstrang von PKWs metallische Abgasklappen zur Geräuschreduzierung eingesetzt. Solche Schaltelemente ermöglichen ebenfalls Konzepte zur Reduzierung von Schadstoffemissionen. Voraussetzung dafür sind Werkstoffe, die den hohen thermischen und korrosiven Belastungen im motornahen Bereich standhalten. Für diese Anforderungen ist technische Keramik mit ihren einzigartigen Eigenschaften hervorragend geeignet.

## Entwicklung keramischer Prototypen

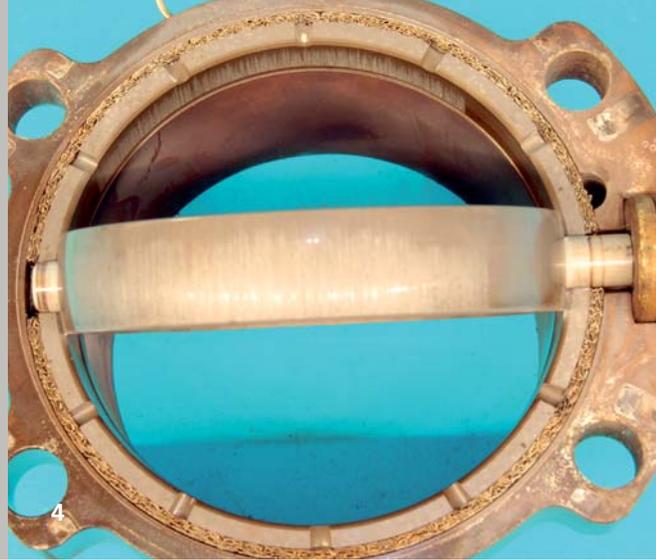
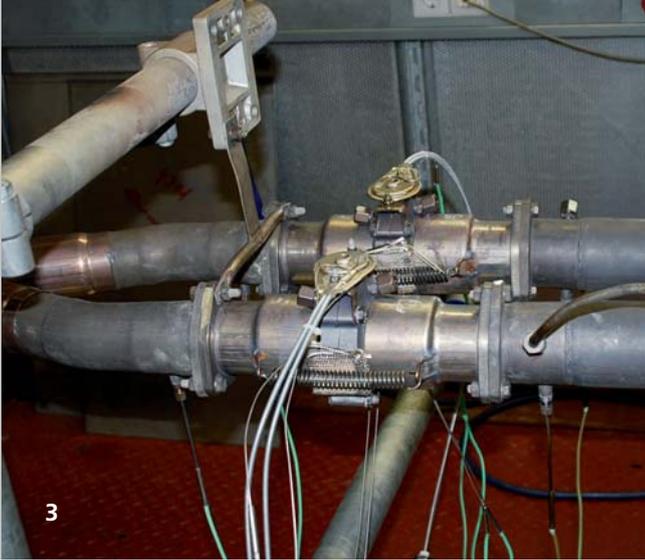
Im Auftrag der Friedrich Boysen GmbH & Co. KG, einem führenden Entwickler und Produzenten von Abgasanlagen für Verbrennungsmotoren, wurden am Fraunhofer IKTS Prototypen von vollkeramischen Klappen entwickelt, die aus Stauscheibe mit Lagerzapfen, Stellhebel und zweiteiligem Lagerring bestehen. Zielstellung war es, einen nahezu gasdicht schaltbaren Bypass zum Schutz von katalytisch wirksamen Bauteilen mit geringer thermischer Beständigkeit aufzubauen. Aufgrund seiner sehr guten mechanischen und thermischen Eigenschaften wurde Siliziumnitrid als Material ausgewählt. Die Musterfertigung erfolgte durch isostatisches Pressen, Fräsen im Grünzustand und Gasdrucksinterung. Eine besondere Herausforderung bei der Prototypfertigung stellte das hochpräzise Schleifen der Außenkontur der Stauscheibe (Kugelscheibe) und der Innenkontur des zweiteiligen Lagerrings (sphärisch) dar, um einen möglichst kleinen Dichtungsspalt für minimale Leckageverluste im geschlossenen Zustand zu gewährleisten.

## Erprobung von Versuchsbaugruppen

Bei der Firma Boysen wurden auf einem Prüfstand Heißschalttests durchgeführt, bei denen in einer Testlaufzeit von 305 h innerhalb von 1100 Temperaturzyklen, d. h. Heizen von  $< 100$  bis  $875$  °C und Kühlung,  $5 \cdot 10^5$  Schaltfunktionen realisiert wurden. Dabei wurden die hohen Temperaturen mit einem Brenner erzeugt. Der Gasdurchsatz lag bei  $450$  kg/h. Die Baugruppen überstanden die Tests ohne Schädigung. In Abhängigkeit vom eingeschliffenen Spaltmaß – im Bereich von  $0,05$  bis  $0,1$  mm – wurden Leckageverluste zwischen  $10$  und  $40$  l/min gemessen. Bei vergleichbaren Baugruppen aus Stahlwerkstoffen sind die Leckageströme deutlich größer als  $100$  l/min.

## Ausblick

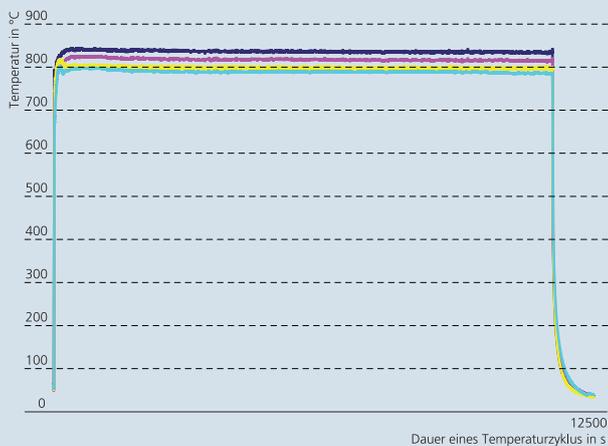
Mit dem Keramikklappensystem wird der zuverlässige Einsatz von  $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysatoren ermöglicht. Diese speichern Stickoxide bei Betrieb des Verbrennungsmotors im Teillastbereich, dürfen aber Temperaturen größer als  $650$  °C nicht ausgesetzt werden. Bei Betrieb im höheren Drehzahlbereich wird das Abgasgemisch durch Betätigung der Keramikklappe über einen Bypass zum 3-Wege-Katalysator geleitet. Auch Dieselmotoren können zukünftig mit diesem effizienten System zur  $\text{NO}_x$ -Reduzierung ausgerüstet werden.



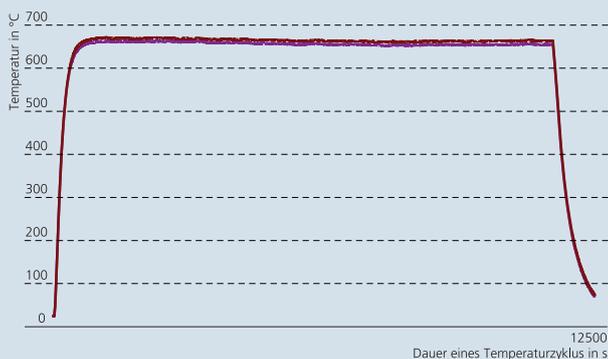
### Leistungs- und Kooperationsangebot

- Beratung zu Werkstofffragen sowie keramikgerechter Konstruktion und Auslegung
- Entwicklung von Prototypen und Kleinserien für Funktionstests und Kundenbemusterung
- Unterstützung beim Aufbau keramischer Fertigungslinien für Komponenten in Großserienfertigung

Temperatur-Zeit-Verlauf beim Heißschalttest (Quelle: Boysen)

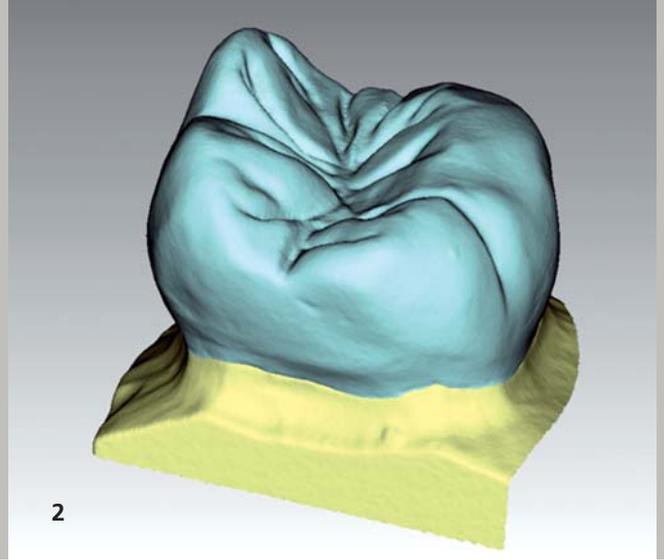
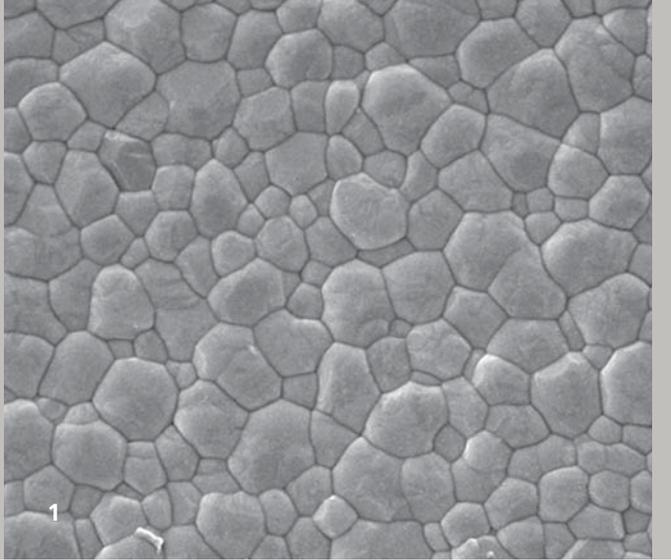


— T Abgas vor Klappe Bank 1 — T Abgas nach Klappe Bank 1  
 — T Abgas vor Klappe Bank 2 — T Abgas nach Klappe Bank 2



— T Gehäuse AGK 1 E-seitig — T Gehäuse AGK 1 A-seitig

- 1 Keramikbaugruppe im geschliffenen Zustand.
- 2 3D-Schnittdarstellung durch Gesamtbaugruppe (Quelle: Friedrich Boysen GmbH & Co. KG).
- 3 Prüfstand für Heißschalttest mit eingebauter Klappe (Quelle: Friedrich Boysen GmbH & Co. KG).
- 4 Keramikbaugruppe nach Testversuchen (Quelle: Friedrich Boysen GmbH & Co. KG).



# VERBLENDUNG VON ZIRKONIUMDIOXID MITTELS LITHIUMDISILICAT-GLASKERAMIK

Dipl.-Chem. Martina Johannes, Dr. Roland Ehrh

## Ausgangssituation

Yttrium-stabilisiertes Zirkoniumdioxid (YSZ) hat in den letzten Jahren stark an Bedeutung in der Zahnheilkunde gewonnen. Hohe mechanische Festigkeit, Bruchzähigkeit und Transluzenz prädestinieren den Werkstoff für den Einsatz als Kronen- und Brückengerüst. Die Anforderungen an die Ästhetik machen jedoch eine Verblendung dieser Gerüstkeramik erforderlich. Häufige Schwachstellen im Verbund zwischen Gerüst- und Verblendkeramik sind sowohl die mangelhafte Eigenfestigkeit der Verblendkeramik als auch die Gefahr von Abplatzungen (Chipping) innerhalb der Verblendkeramik bei zu großer Schichtstärke. Durch die Erhöhung der Biegebruchfestigkeit sowie die Verbesserung des Verbunds zwischen Gerüst- und Verblendkeramik können Abplatzungen verhindert werden.

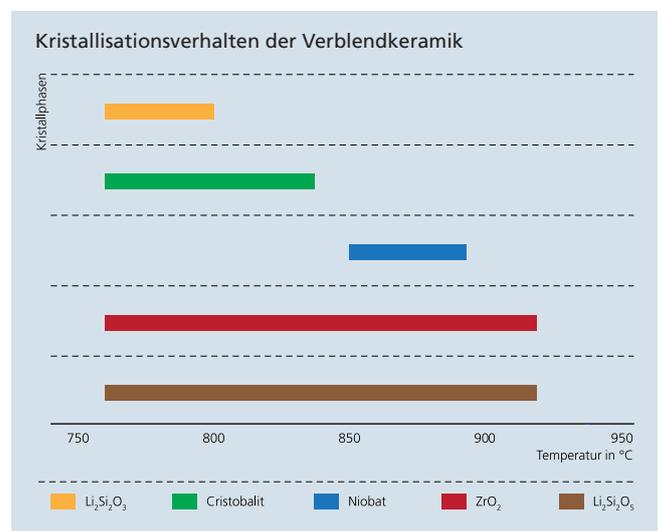
## Lösungsansatz

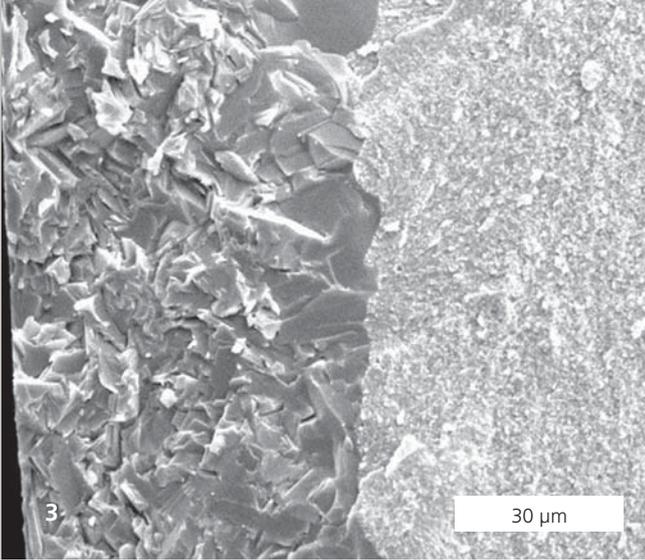
Die individuell anatomische Gestaltung der aus Yttrium-stabilisiertem Zirkoniumdioxid bestehenden Gerüste und die Lithiumdisilicat-Glaskeramik als Verblendkeramik wird als eine attraktive Werkstoffkombination für die restaurative Dentalmedizin gesehen. Sowohl in der ästhetischen Wirkung als auch hinsichtlich der mechanischen, chemischen und optischen Eigenschaften versprechen Lithiumdisilicat-Glaskeramiken ein hohes Potenzial. Das im Weiteren vorgestellte Verblendmaterial entspricht dem  $M_2O$ - $M^{III}_2O_3$ - $Nb_2O_5$ - $ZrO_2$ - $SiO_2$ -System. Als  $M_2O$  kommen  $Li_2O$  und  $Na_2O$  und für  $M^{III}_2O_3$  die Komponenten  $B_2O_3$  und  $Al_2O_3$  zum Einsatz.

## Kristallisationsverhalten der Verblendkeramik

Die Hauptkristallphase der Verblendkeramik ist Lithiumdisilicat ( $Li_2Si_2O_5$ ). Bei 760 bis 800 °C treten darüber hinaus auch Lithiummetasilicat ( $Li_2Si_2O_5$ ) und bis 840 °C Cristobalit auf. Bezogen auf die Temperatur werden im unten stehenden Diagramm die auftretenden Kristallphasen dokumentiert.

Die Verblendkeramik kann als Pulver oder als Suspension aufgebracht werden. Hinsichtlich der Keimbildung wird davon ausgegangen, dass nicht die  $ZrO_2$ -Kristalle, sondern die Korngrenzen den Keimbildungsprozess dominieren. Insbesondere die Nioboxidkomponente ermöglicht es, die Oberflächenqualität der Verblendkeramik zu verbessern.





### Verbund zwischen Gerüst- und Verblendkeramik

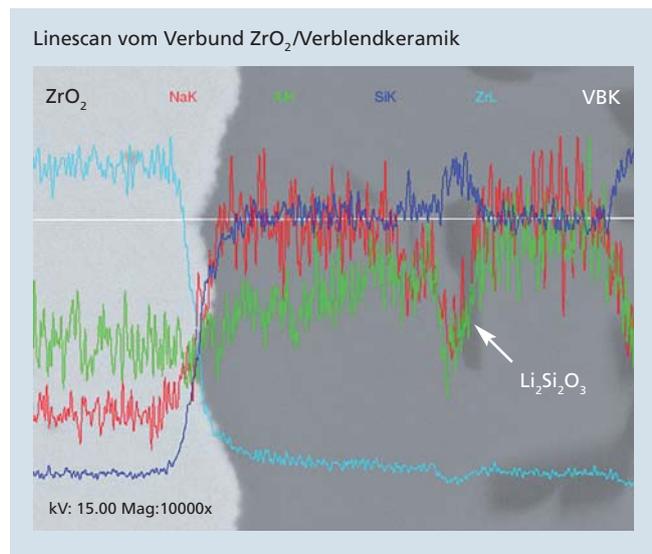
Der Verbund zwischen der Gerüst- und der Verblendkeramik wurde mittels REM in Kombination mit EDX (Linescan) untersucht. Nach der Temperung bei 800 °C reicht die kristalline Phase der Verblendkeramik bis an die Gerüstkeramik heran. Bei 890 °C ist eine intensive Verschmelzung zwischen der Gerüst- und Verblendkeramik gegeben, die zu der gewünschten festen Haftung führt. Mit einer Stärke von ca. 4 µm bildet sich im Grenzbereich eine bevorzugt glasige Phase. Bedingt durch die chemische Wechselwirkung zwischen der Gerüst- und der Verblendkeramik ist in der glasigen Grenzphase der ZrO<sub>2</sub>-Gehalt um den Faktor 4 erhöht. Die Ursache für die Bildung der glasigen Grenzphase wird im Kristallwachstum vom Lithiumdisilicat und dem Diffusionsverhalten der Li-Ionen gesehen.

### Oberfläche der Verblendkeramik

Für die Oberfläche der angeführten Glaskeramik ist wesentlich, dass mit der Kristallisation von Lithiumdisilicat die Nioboxidkomponente in die Matrixglasphase gedrängt wird. Gegenüber der Ausgangskonzentration erhöht sich damit in der Matrixglasphase der Anteil an Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> um den Faktor 1,5. Der erhöhte Nioboxidgehalt unterstützt die Bildung einer dünnen Glasschicht auf der Oberfläche der Verblendkeramik während des Prozesses der gesteuerten Kristallisation.

### Danksagung

Die vorgestellten Ergebnisse wurden in einem Projekt mit Förderung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie möglich. Für diese finanzielle Unterstützung sei gedankt.



### Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung von glaskeramischen Werkstoffen einschließlich Anpassung auf oxidkeramische Komponenten und deren Charakterisierung
- Formgebung von Oxidkeramiken, z. B. Schlickerguss

- 1 Gefügebild von Yttrium-stabilisiertem Zirkoniumdioxid.
- 2 Individuelle anatomische Gerüstgestaltung.
- 3 REM vom Verbund ZrO<sub>2</sub>/Verblendkeramik.



# GROSSFORMATIGE PLASMAGESPRITZTE CFK/GFK-BAUTEILE

Dipl.-Ing. (FH) Bernd Gronde

## Ausgangssituation

Energieeffizienter Leichtbau mit kohlefaser- oder glasfaserverstärkten Kunststoffen (CFK, GFK) ist von zunehmender Bedeutung für viele Industriezweige wie die Automobilindustrie und den Maschinenbau.

Bauteile aus CFK oder GFK werden endformnah als komplexe Bauteile, aber auch als laminierte Halbzeuge wie Walzen, Platten und Formkörper hergestellt. Sie sind hochfest und sehr leicht, jedoch gegenüber chemischer und tribologischer Belastung weniger beständig.

Keramische Beschichtungen können die Oberflächenbeständigkeit und -güte von CFK/GFK-Teilen entscheidend verbessern. Dies umfasst:

- Verschleißschutz bei Reib-/Gleitbeanspruchung
- Antihafte Wirkung gegenüber Flüssigkeiten und Feststoffen
- Beständigkeit gegenüber Umwelteinflüssen
- Elektrische Isolation (auch in Kombination mit einem verbesserten Verschleißschutz)
- Thermische Isolation

Die Oberflächen werden mittels des atmosphärischen Plasmaspritzens (APS) beschichtet. Durch unsere langjährige Erfahrung gelingt es, dabei die thermischen Bauteilbelastungen auf einem unkritischen Niveau zu halten. Auf die Oberfläche kann eine Vielzahl keramischer und metallischer Werkstoffe sowie Cermets aufgebracht werden, ohne dass es eines zusätzlichen

Wärmebehandlungsschritts bedarf. Die so erhaltenen Werkstoffverbunde lösen den Zielkonflikt zwischen leichten, hochfesten Bauteilen und hoher Oberflächenbeständigkeit sowie Oberflächengüte.

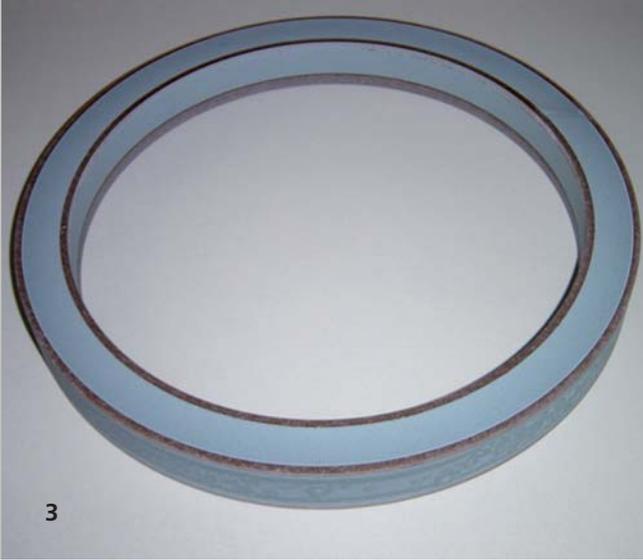
Durch den Einsatz von CFK-Bauteilen mit keramischen Spritzschichten wurde in der Praxis eine Gewichtsreduzierung um den Faktor 10 bei gleicher Betriebsdauer erreicht.

## Ergebnisse

Entscheidend für viele Schichtsysteme ist eine Haftvermittlung zwischen Keramik und Kunststoff. Das am Fraunhofer IKTS entwickelte ALBOCER®-Haftsystem ermöglicht es, CFK- und GFK-Oberflächen mit Schichten zu versehen, die eine Haftfestigkeit von bis zu 25 N/mm<sup>2</sup> aufweisen.

Diese Haftfestigkeit kann von Probeflächen bis hin zu sehr großen Bauteilabmessungen realisiert werden. Im Entwicklungszeitraum wurden Haftfestigkeiten von 25 N/mm<sup>2</sup> an einer Walze mit einem Durchmesser von 380 mm und einer Länge von 4000 mm sowie einer aufgespritzten Funktionsschicht aus Aluminiumoxid gemessen. Es gab keine Abweichungen von den Probebauteilen.

Schichtdicken lassen sich in Bereichen von 0,01 bis mehreren Millimetern realisieren. Die Schichtbildungsrate kann bei einer wirtschaftlich attraktiven Hafttrate von bis zu 80 % bis zu 40 g/min betragen.



Selbst Bauteile mit komplexen Geometrien können zukünftig beschichtet werden. Erstmals wurde am Fraunhofer IKTS eine Innenbeschichtung an einer GFK-Buchse realisiert.

### Leistungs- und Kooperationsangebot

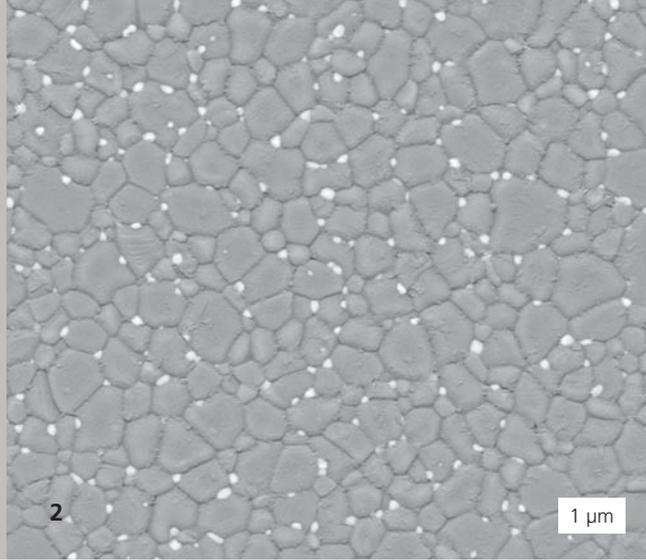
- Beschichtung von prototypischen Bauteilen mit keramischen Schutz- und Funktionsschichten
- Schichtentwicklung und -prüfung hinsichtlich Morphologie, physikalischer und mechanischer Eigenschaften sowie Lebensdauerprüfung
- Beschichtung von Kleinteilen (Durchmesser 5 bis 120 mm, Länge 10 bis 300 mm)
- Beschichtung von mittelgroßen Teilen mit universeller Geometrie (Durchmesser max. 500 mm, Länge max. 2400 mm, Teilgewicht max. 1 t)
- Beschichtung von Großbauteilen, Spezialisierung auf rotationssymmetrische Teile und Breit-Flach-Erzeugnisse (Durchmesser max. 700 mm, Länge max. 5000 mm, Teilgewicht max. 1 t)

1 CFK-Walze nach der Beschichtung.

2 CFK-Walze für Coronaanwendung.

3 Ring aus DoTherm® mit Keramikbeschichtung.

4 Hülsen und Sleeve mit Keramikbeschichtung.



# HOCHFESTE ALTERUNGSFREIE ZTA-KERAMIK FÜR IMPLANTATANWENDUNGEN

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

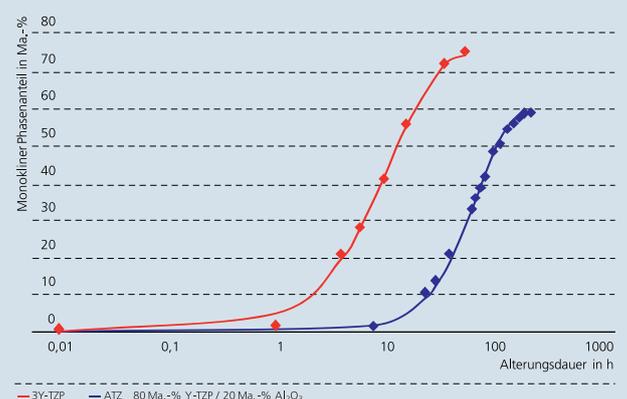
## Ausgangssituation

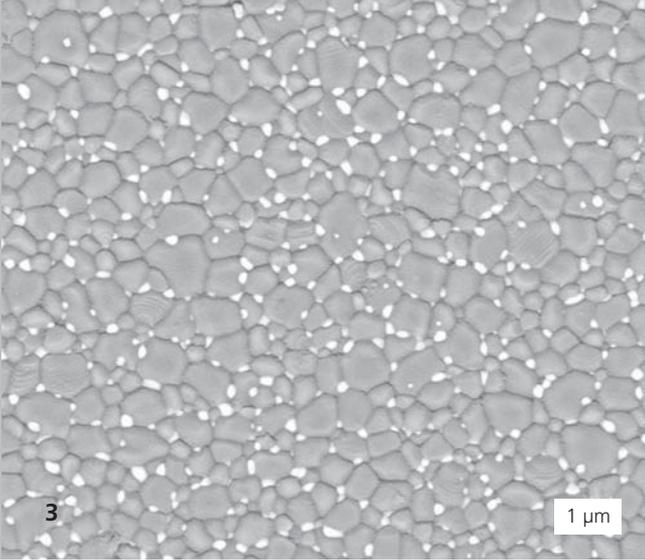
Aufgrund der hervorragenden mechanischen Eigenschaften und insbesondere der einzigartigen Bioverträglichkeit wächst das Interesse an keramischen Werkstoffen in der Medizintechnik ständig. Aluminiumoxid- und Zirkonoxidkeramik werden im Bereich der Gelenkendoprothetik seit vielen Jahren erfolgreich als Biomaterialien eingesetzt. Die Vorteile der einphasigen Keramikwerkstoffe  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{ZrO}_2$  können durch Erzeugung einer Dispersionskeramik kombiniert werden, um so die jeweiligen Nachteile der Einzelwerkstoffe zu kompensieren. Es werden dabei Mischungen mit höherem Aluminiumoxidanteil (Zirconia Toughened Alumina, ZTA) von Dispersionen mit höherem Zirkonoxidanteil (Alumina Toughened Zirconia, ATZ) unterschieden. Entwicklungsarbeiten im Bereich der Werkstoffe für Hartimplantate (Paarung Keramik/Keramik) konzentrieren sich momentan auf den Einsatz von Mischkeramiken. Ziel ist die Entwicklung hochfester Keramiken mit Eigenschaften, die die Festigkeit der reinen Aluminiumoxidkeramik übertreffen. Leider weisen sowohl die konventionellen Dispersionskeramiken ZTA und ATZ als auch reines Yttriumoxid-stabilisiertes Zirkonoxid eine Tendenz zur Alterung und damit einer Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften in vivo auf (Graphik rechts). Diese unter anderem als »Low Temperature Degradation« (LTD) bezeichnete Alterung ist vor allem vom Zirkonoxidgehalt der verwendeten Dispersionskeramik sowie von der verwendeten Stabilisierungskomponente abhängig. Je höher der Zirkonoxidanteil im Material ist, desto höher sind zwar die mechanischen Ausgangsfestigkeiten und die Bruchzähigkeit des Werkstoffs, umso geringer ist jedoch die Alterungsresistenz.

## Lösungsansatz

Durch Mischung unterschiedlicher  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Pulverqualitäten ( $d_{50} = 0,7$  bzw.  $0,15 \mu\text{m}$ ) mit unstabilierten  $\text{ZrO}_2$ -Nanopulvern ( $d_{50} < 30 \text{ nm}$ ) wurden Dispersionskeramiken über das Schlickergussverfahren hergestellt. Ein Verfahren geht von der konventionellen Pulvermischung aus, ein anderes von der Kofällung (Mischung von Tonerde-Schlickern mit  $\text{ZrO}_2$ -Precursoren) und anschließendem Schlickerguss. Der Dotierungsgehalt betrug zwischen 2,5 und 15 Gew.-%  $\text{ZrO}_2$ . Mit beiden Varianten konnten dichte feinstdisperse Gefüge hergestellt werden. Mit 15 Gew.-%  $\text{ZrO}_2$  konnte eine Reduzierung der  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Korngröße um 70 % gegenüber dem derzeitigen Stand der Technik erreicht werden (Graphik rechte Seite). Festigkeitsuntersuchungen an Biegestäben über den 4-Punkt-Biegeversuch zeigten Werte im Bereich  $> 1000 \text{ MPa}$  in Abhängigkeit von der eingesetzten Tonerdequalität und dem  $\text{ZrO}_2$ -Gehalt. Die höch-

Transformationsverhalten von Y-TZP (Wasserdampf 134 °C, 2 bar)





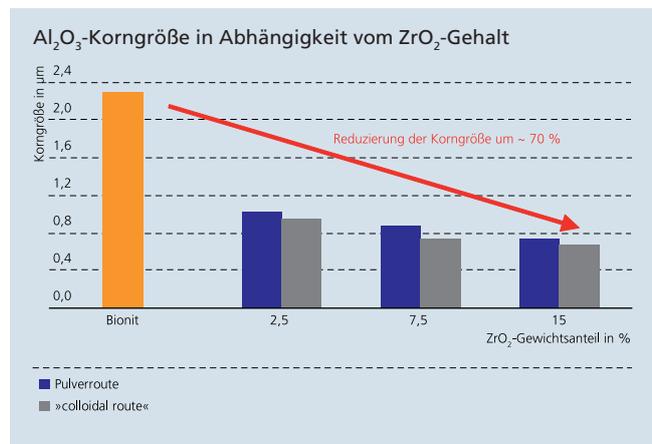
ten Werte der Vickershärte (HV2) wurden bei Mischungen über den Kofällungsprozess erreicht. Alterungsuntersuchungen der Dispersionskeramiken (Autoklav 134 °C, 2 bar) werden zurzeit anhand der Ermittlung der Biegefestigkeit vor und nach der Behandlung im Autoklaven sowie der Bestimmung der Phasenanteile (XRD) des  $ZrO_2$  durchgeführt. An einer favorisierten Werkstoffvariante (Erfüllung der Zielkriterien/Werkstoffkennwerten) erfolgt die Entwicklung einer Fertigungstechnologie über die Verfahrensschritte Granulierung mit anschließender Pressformgebung (CIP). An einer kommerziell verfügbaren Standard-ZTA-Keramik wurden Verschleißuntersuchungen im Hüftsimulator durchgeführt. Diese werden mit dem hier neu entwickelten Werkstoff weitergeführt.

### Danksagung

Die vorgestellten Arbeiten sind Ergebnisse eines laufenden Gemeinschaftsprojekts mit der Mathys Orthopädie GmbH Mörsdorf. Das Projekt wird gefördert durch das BMWI Reg. Nr. IW 091081.

### Leistungs- und Kooperationsangebot

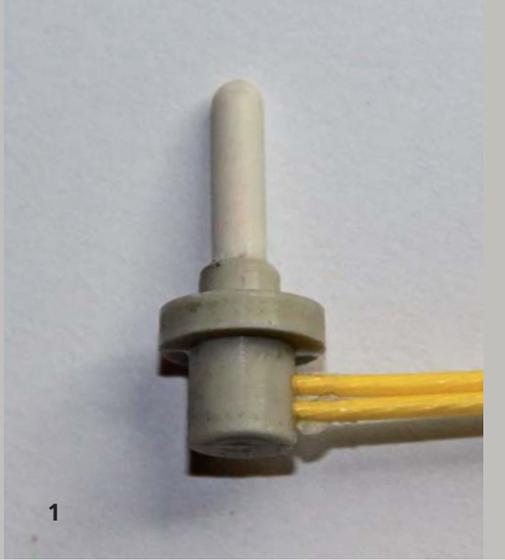
- Werkstoffentwicklung von Oxid- und Dispersionskeramiken
- Schlickerguss keramischer Komponenten
- Granulatentwicklung von ZTA- bzw. ATZ-Werkstoffen
- CAD/CAM-Prozesskette zur Herstellung von Implantatkomponenten



1 Teile keramischer Hüftgelenkskomponenten.

2 Mikrostruktur von ZTA ( $Al_2O_3$  mit 5 Gew.-%  $ZrO_2$ ).

3 Mikrostruktur von ZTA ( $Al_2O_3$  mit 15 Gew.-%  $ZrO_2$ ).



# FUNKTIONELL MODIFIZIERTE ANORGANISCH-ORGANISCHE KOMPOSITWERKSTOFFE

Dipl.-Chem. Ralph Schubert

Zur Herstellung leistungsfähiger Bauelemente in Anwendungsbereichen wie der Sensorik, dem Maschinenbau, der Kommunikationstechnik oder der Energietechnik werden Materialien mit ausgeprägten funktionellen Eigenschaften wie z. B. hoher elektrischer Leitfähigkeit, hoher Wärmeleitfähigkeit oder abstimmbaren dielektrischen Eigenschaften benötigt. Diese Materialien sollen sich darüber hinaus durch flexible Verarbeitungseigenschaften auszeichnen. Dazu zählt beispielsweise eine komplexe plastische Formgestaltung oder die Möglichkeit der Integration der Materialien in Verbunde.

Am Fraunhofer IKTS wurde ein Konzept zur Herstellung anorganisch-organischer Kompositwerkstoffe auf Basis gefüllter siliziumorganischer Polymere entwickelt. Diese Werkstoffe vereinen sowohl keramiktypische Eigenschaften, wie eine hohe thermische Stabilität, als auch kunststofftypische Eigenschaften, wie eine einfache hochtemperaturprozessfreie Verarbeitung unter Einbeziehung plastischer Formgebungsmethoden (z. B. Spritzguss).

Die Ergebnisse aktueller Untersuchungen zeigen, dass durch spezielle Füllstoffe und ggf. thermische Nachbehandlung im

## Anpassung der elektrischen Leitfähigkeit

System	Elektrische Leitfähigkeit/S·cm <sup>-1</sup>
Polysiloxan/SiO <sub>2</sub>	10 <sup>-12</sup> - 10 <sup>-15</sup>
Polysiloxan/Al	4 - 6
Polysiloxan/Cu	23 - 55
Polysiloxan/TiC	13 - 17
Polysiloxan/C	10 - 12

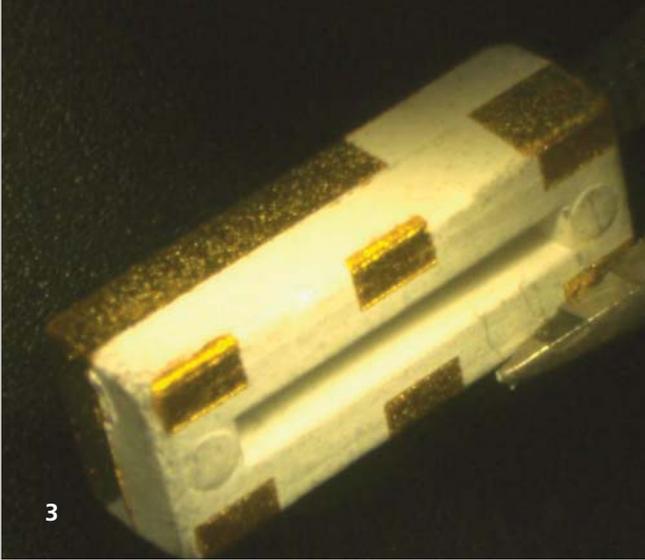
## Anpassung der Wärmeleitfähigkeit

System	Wärmeleitfähigkeit/W·m <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup>
Polysiloxanschaum/SiO <sub>2</sub>	0,2 - 0,7
Polysiloxan/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,1 - 3,8
Polysiloxan/BN	5,0 - 12,0
Polysilazan/AlN	2,2 - 8,5

Temperaturbereich von 200 bis 900 °C Komposite mit ausgeprägten funktionellen Eigenschaften hergestellt werden können. So gelang es durch den Einsatz leitfähiger Füllstoffe, elektrisch leitfähige Komposite zu erzeugen, wohingegen der Einsatz nichtleitender Füller wie SiO<sub>2</sub> zu Materialien mit elektrischer Hochtemperaturisolation führt (Tabelle unten).

Die Verwendung hoch wärmeleitfähiger Füllstoffe sowie Polysilazane als Matrixbildner und eine thermische Nachbehandlung zur partiellen Keramisierung der Kompositmatrix führten zu einer erheblichen Steigerung der Wärmeleitfähigkeit. Durch eine Schäumung der Polysiloxanmatrix im plastischen Zustand konnten dagegen Wärmeisulationsmaterialien hergestellt werden (Tabelle oben). Durch Nutzung von Füllstoffen mit hoher dielektrischer Leitfähigkeit gelang es, Komposite mit abgestimmten Dielektrizitätskonstanten herzustellen (Bild 1).

In weiteren Untersuchungen ist eine Überprüfung des Anwendungspotenzials der funktionalisierten Komposite geplant. Die hinsichtlich ihrer elektrischen Leitfähigkeit modifizierten Komposite sollen im Bereich der Sensorummantelung bzw. der Herstellung von Elektroden, Bipolarplatten für Brennstoffzellen



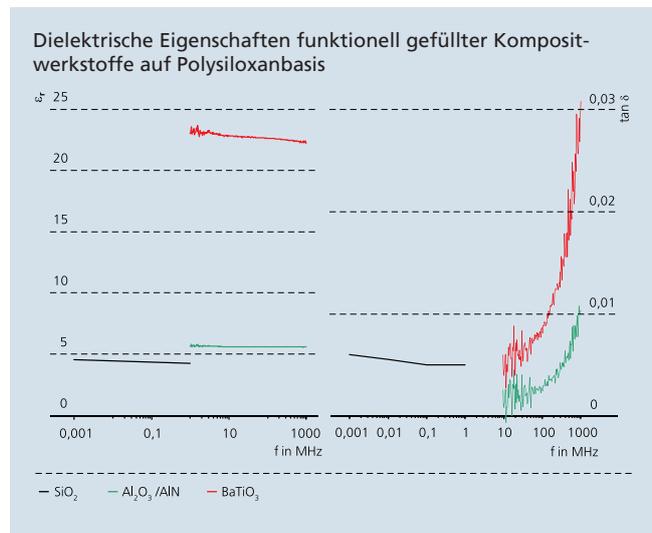
und Elementen zur elektromagnetischen Abschirmung erprobt werden. Als Anwendungsfelder für wärmeleitfähige Komposite kommen u. a. Bauelemente der Metallverarbeitung (z. B. Drahtziehdüsen) oder Fügesysteme im Heizungsbau in Frage. Komposite mit abgestimmten dielektrischen Eigenschaften werden beim Bau von HF-Miniaturantennen eingesetzt.

### Danksagung

Die vorliegenden Ergebnisse wurden maßgeblich im Rahmen der Förderprojekte INNO-WATT IW070216 und INNO-KOM VF090024 erarbeitet.

### Leistungs- und Kooperationsangebot

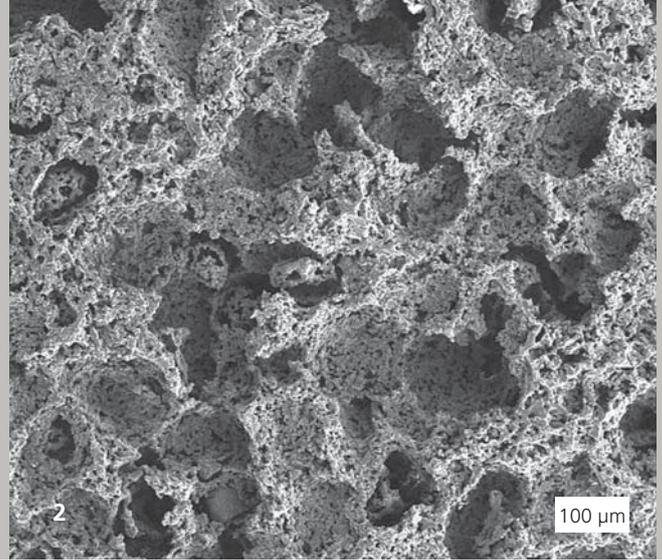
- Entwicklung funktioneller Kompositmaterialien und deren Verarbeitungstechnologie
- Materialbereitstellung
- Applikationsmusterentwicklung



**1** *Temperatursensor mit hochtemperaturstabiler Kompositummantelung.*

**2** *Bipolarplatten aus elektrisch leitfähigem Kompositmaterial.*

**3** *Miniaturantenne aus HDK-Komposit.*



# KERAMISCHE AUTOGASFILTER

Dipl.-Ing. Steffen Lauenroth

## Ausgangssituation

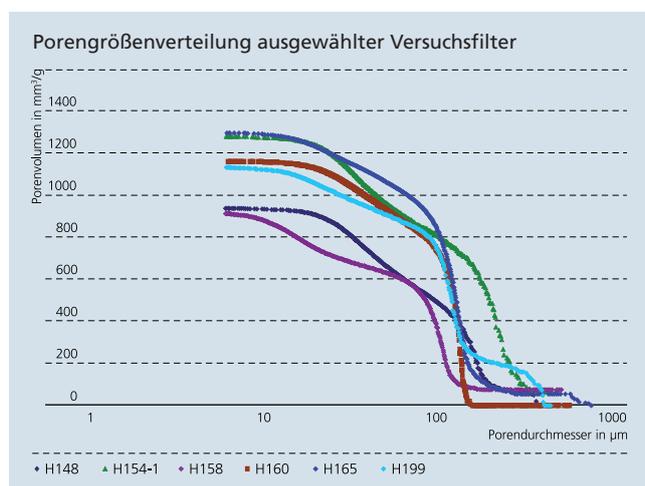
Autogas (LPG – Liquified Petroleum Gas) ist ein unter Druck verflüssigtes Gemisch aus Propan und Butan, das bei der Erdöl- und Erdgas-Förderung sowie in Erdöl-Raffinerien anfällt. Aufgrund seiner chemischen Zusammensetzung kann Autogas nach Anpassung des Motorumfelds für Otto-Motoren als alternativer Kraftstoff eingesetzt werden. Die unterschiedlichen Gasqualitäten, vor allem in Bezug auf unerwünschte Komponenten, bereiten jedoch technische Probleme beim Einsatz in Otto-Verbrennungsmotoren. Bei Messungen wurden im Autogas bis zu 200 verschiedene organische Verbindungen (mit Spurenbereich) identifiziert. Herkömmliche Papierfilter verhalten sich vor allem gegenüber langkettigen Kohlenwasserstoffen problematisch, da Quellerscheinungen zu einer eingeschränkten Funktionsfähigkeit bis hin zum Ausfall dieser Filter führen.

## Anforderungen an die Porosität der Filter

An die Gestaltung des Porensystems werden zwei wesentliche Voraussetzungen gestellt: Einerseits ist eine hohe offene Porosität mit relativ großen Poren notwendig, um die Durchströmbarkeit des Filters so gestalten zu können, dass keine Limitierung der Motorleistung durch zu hohe Druckverluste auftritt. Andererseits sollen durch ein labyrinthartiges Porensystem und feinstrukturierte Porenoberflächen langkettige Kohlenwasserstoffe selektiv abgeschieden werden.

## Ergebnisse

Als besonders geeignet hat sich das Werkstoffsystem Cordierit herausgestellt. Durch die Verwendung von ausbrennbaren natürlichen (klassierte Nusschalenmehle) und synthetischen Porosierungsmitteln (Wachse, Graphit) wird die schon vorhandene Porosität der Werkstoffvarianten aufgeweitet. Durch Art, Form, Größe und Menge der auszubrennenden Porosierungspartikel können die Porengröße und die offene Porosität in einem weiten Bereich variiert werden. Die entwickelten Filter weisen offene Porositäten bis 75 % und mittlere Porengrößen > 100 µm auf.





## Anwendungen

Durch den Projektpartner Autogastechnik Triptis GmbH wurden zwei auf Autogasbetrieb umgerüstete baugleiche PKW vom Typ VW Caddy für die Erprobung der Filter zur Verfügung gestellt. Die vom TÜV Thüringen auf einem Prüfstand der Westsächsischen Hochschule Zwickau realisierten Leistungstests führten zur Auswahl der Filter, deren Struktur die Motorleistung nicht beeinflusst. Diese Filter wurden dann hinsichtlich ihres Einflusses auf die Abgasemissionen des Motors untersucht.

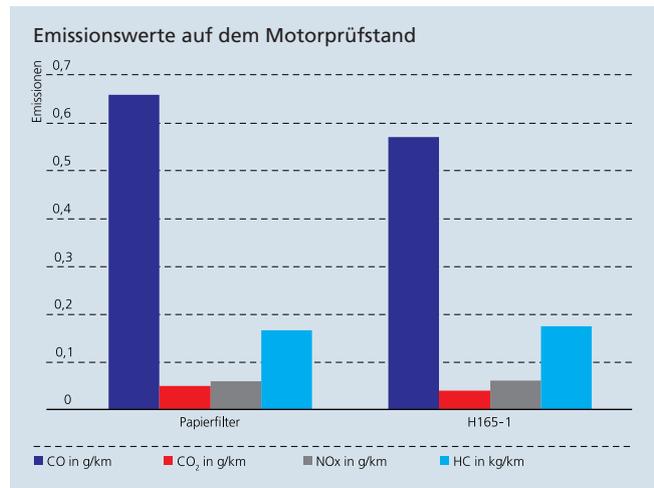
Seit Oktober 2010 erfolgt der Praxistest von Versuchsfiltern im öffentlichen Straßenverkehr. Nach Absolvierung einer definierten Fahrleistung werden die Filter ausgebaut und der Filterrückstand IR-spektroskopisch untersucht.

## Danksagung

Die vorgestellten Ergebnisse sind im Rahmen eines BMWi-Förderprojekts (FKZ. IW090053) entstanden.

## Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung von porösen keramischen Elementen für Filtrationsanwendungen oder als Trägermaterial für Mikroorganismen oder Katalysatoren
- Fertigung und Analyse von Testmustern und Kleinserien



- 1 Papierfilter (links), Keramikfilter (rechts), Filtergehäuse (Mitte).
- 2 REM-Aufnahme der Porenstruktur eines keramischen Autogasfilters.
- 3 Messung auf dem Motorprüfstand der Westsächsischen Hochschule Zwickau.
- 4 Momentananzeige während der Leistungsmessung.

---

# AUS DER FORSCHUNGSARBEIT DES FRAUNHOFER IKTS

---

FORSCHUNGSFELD

## UMWELTTECHNIK 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 Luftreinhaltung entwickelt.

Im Mittelpunkt der Forschungsaktivitäten stehen keramische Membranen für die Flüssigfiltration, Pervaporation, Dämpferpermeation und Gastrennung sowie Katalysatoren für die Abgasreinigung und nasschemische Katalyse. 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 Verfahrensentwicklung.

Zum Schutz der Umwelt und zur nachhaltigen Ressourcenschonung werden innovative Lösungen zur Substitution bzw. zum sparsamen Verbrauch chemischer Hilfsstoffe entworfen 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
- Erstellung von Expertisen und Gutachten



#### Wassertechnologie

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



#### Bioenergie

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



#### Gemischtleiter und Katalyse

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



#### Nanoporöse Membranen

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



#### Verfahrenstechnik und Modellierung

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





# BEWERTUNG VON MISCHPROZESSEN MITTELS PROZESS-TOMOGRAPHIE

Dr. Eberhard Friedrich, Dr. Karin Jobst, Dipl.-Wirt.-Ing. Annett Lomtscher

## Ausgangssituation

Trotz Fortschritts bei der Bemessung von Rührsystemen mittels numerischer Strömungssimulation werden die an die Mischtechnik gestellten Anforderungen in vielen Bereichen der Wirtschaft nur teilweise erfüllt. Vor allem bei hochviskosen, nicht-Newtonschen Fluiden führen bisher verwendete Modelle zur Strömungssimulation zu fehlerhaften Auslegungen. Die Ursachen dafür sind einerseits in einer unzureichenden Berücksichtigung der real vorliegenden Eigenschaften der zu vermischenden Stoffsysteme zu sehen. Andererseits gibt es vor allem bei undurchsichtigen, fasrigen Stoffsystemen (Gärrest) bisher kaum Möglichkeiten zur experimentellen Bewertung des Mischzustands. Im Ergebnis dessen ist beispielsweise die Effizienz von Biogasreaktoren nur begrenzt gegeben. Neben Toträumen wirken Sink- und Schwimmschichten einer optimalen Biogasbildung entgegen.

## Lösungsansatz

Auf Basis der am Fraunhofer IKTS vorhandenen Prozess-Tomographie kann erstmalig eine Visualisierung und quantitative Bewertung von Mischprozessen opaker Systeme vorgenommen werden.

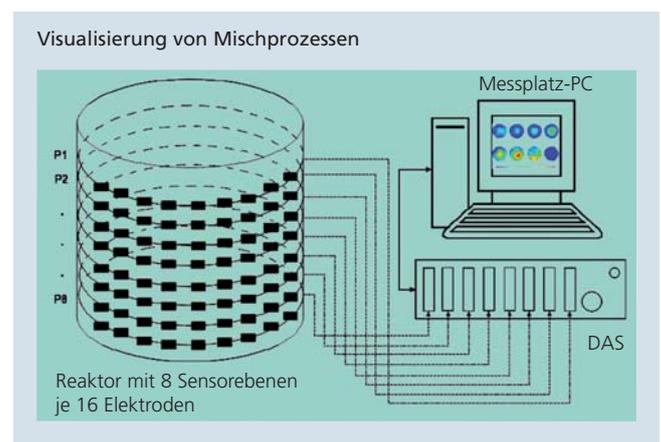
## Prinzip und Funktionsweise

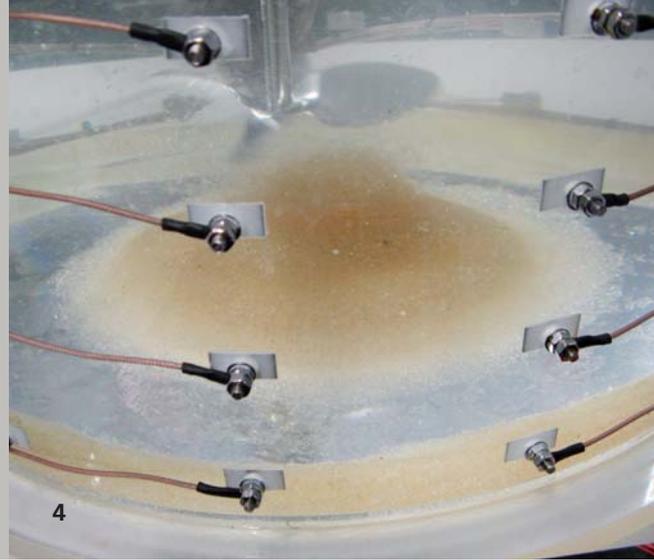
Das vorliegende Tomographie-System (siehe Schema) basiert auf der Erfassung von Widerstandsänderungen infolge unter-

schiedlicher elektrischer Leitfähigkeiten. Durch Anlegen einer definierten Stromstärke zwischen den pro Sensorebene vorhandenen Elektroden kommt es zum Aufbau eines räumlichen Potenzialfelds, welches durch die elektrischen Leitfähigkeiten des Mehrphasensystems unterschiedlich stark beeinflusst wird. Im Ergebnis dessen wird die Verteilung der Leitfähigkeit bzw. Volumenkonzentration der dispersen Phase im Reaktorsystem ermittelt. Zur weiteren Bewertung von Misch- und Strömungsprozessen wird die Mischgüte berechnet und das Geschwindigkeitsprofil im Reaktor bestimmt.

## Mischgüte von Biogasreaktoren

Unter Berücksichtigung der Reaktorgeometrie großtechnischer Biogasanlagen wurde das Einmischen von zerkleinertem Stroh in Gärrest unter Einsatz von horizontal betriebenen





Propellerrührern mittels Prozess-Tomographie bewertet. Die bisher durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass das aktiv durchmischte Reaktorvolumen in Biogasanlagen nur zwischen 60 und 85 % beträgt.

### Einfluss des granulometrischen Zustands

Die Mischgüte und der zum Mischen erforderliche Energieaufwand werden wesentlich durch die Substratvorbehandlung und den daraus resultierenden granulometrischen Zustand des einzumischenden biogenen Substrats beeinflusst. Die durch die Substratzerkleinerung erreichte Verringerung der Widerstandskraft und der Viskosität bewirken verbesserte Stofftransportprozesse.

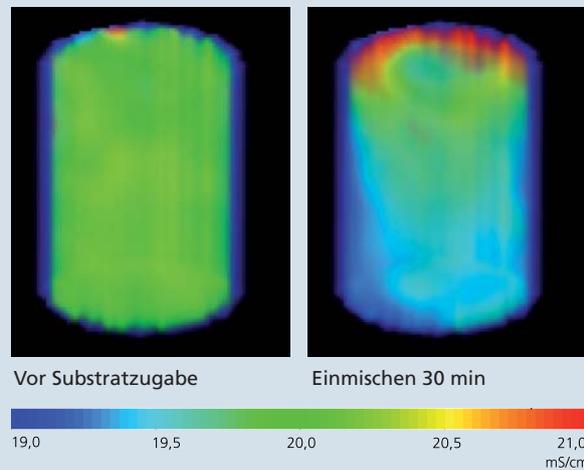
### Ausblick

In Fortsetzung der bisherigen Untersuchungen sollen gesicherte Aussagen zur Auslegung und zum Betrieb von Rührsystemen vor allem für hoch konzentrierte, nicht-Newtonsche Stoffsysteme abgeleitet werden.

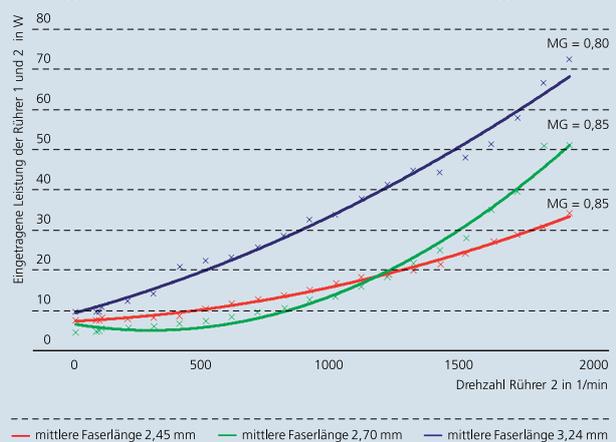
### Leistungs- und Kooperationsangebot

- Bewertung von Mischprozessen Newtonscher sowie nicht-Newtonscher Fluide
- Bewertung von Mischprozessen opaker Systeme
- Begasung von Flüssigkeiten

Änderung der Leitfähigkeit im Reaktor durch Einmischen von zerkleinertem Weizenstroh

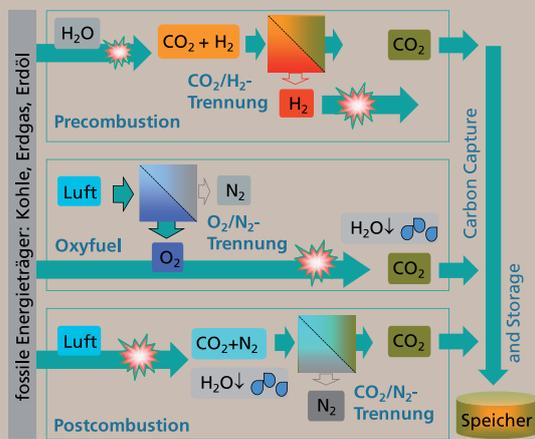


Einfluss des Zerkleinerungsgrads von Weizenstroh auf die Mischgüte (MG) und die erforderliche Rührerleistung

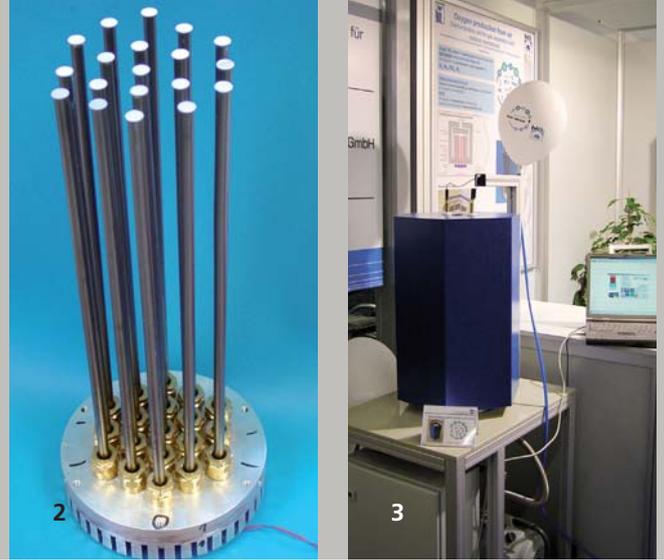


- 1 Einmischen von Maissilage.
- 2 Anordnung des Rührsystems.
- 3 Versuchsstand Prozess-Tomographie.
- 4 Ausbildung von Sinkschichten.





1



2

3

# KERAMISCHE MEMBRANEN FÜR DAS EMISSIONSFREIE KRAFTWERK

Dr. Ingolf Voigt, Dr. Ralf Kriegel

## Membranen für die Gastrennung

Trotz des geplanten Ausbaus der regenerativen Energien wird mittelfristig noch ein erheblicher Teil des Strombedarfs durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe gedeckt werden müssen. Zur Abtrennung des dabei entstehenden CO<sub>2</sub> werden im Kraftwerksbereich die Prozessrouten Precombustion, Oxyfuel und Postcombustion verfolgt. Wesentlicher Bestandteil dieser in Bild 1 dargestellten Verfahren ist die Trennung von H<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>. Membrantrennprozesse weisen häufig deutlich geringere spezifische Energieverbräuche als thermische Verfahren oder Wäschen auf, jedoch fehlen bisher die geeigneten selektiven und unter Kraftwerksbedingungen stabilen Membranen. Die Entwicklung dieser Membranen ist Ziel der Helmholtz-Allianz MEMBRAIN, an der das Fraunhofer IKTS maßgeblich mitarbeitet.

## Demonstrator für O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>-Separation

Neben der Entwicklung und Charakterisierung von Membranmaterialien und der Herstellung von Membrankomponenten war ein Schwerpunkt des Fraunhofer IKTS der Aufbau eines Demonstrators, der den Nachweis der technischen Machbarkeit der Membrantrennung erbringen sollte. Ausgewählt wurde die O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>-Trennung, die als energieeffiziente Alternative zu konventionellen Verfahren der O<sub>2</sub>-Erzeugung gilt. Basierend auf vorangegangenen umfangreichen Entwicklungsarbeiten zur Herstellung und Optimierung mischleitender Membrankomponenten (Bild 2) wurde ein Gerätekonzept entwickelt, mit den Projektpartnern abgestimmt und in einen transporta-

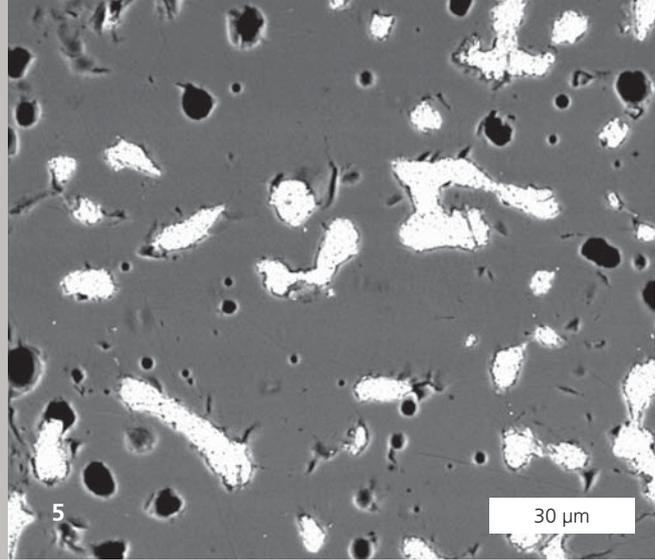
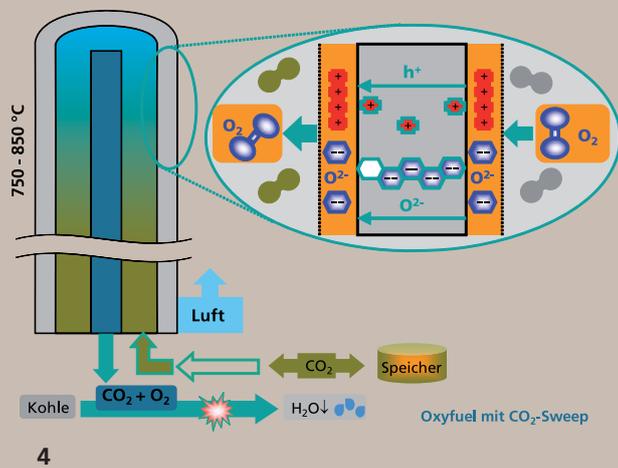
blen Stand-Alone-Demonstrator umgesetzt. Das Gerät wurde erstmals 2009 auf der Hannover Messe und der Achema (Bild 3) vorgestellt.

## Ergebnisse

Der Demonstrator erzeugt bei einer Membranfläche von 0,2 m<sup>2</sup> und einer Betriebstemperatur von 850 °C 170 Normliter reinen Sauerstoff pro Stunde. Sowohl im zyklischen Betrieb (27 x Aufheizen/Abkühlen) als auch im Langzeitbetrieb (> 1700 h) bei 800/850 °C traten weder Ausfälle der Membrankomponenten noch der peripheren Gerätetechnik auf. Durch die laufende Erfassung der Betriebsdaten konnten darüber hinaus wesentliche Erkenntnisse über das Verhalten der verwendeten Membranen erhalten werden, so dass eine solide Datenbasis für ein Upscaling des Verfahrens zur Verfügung steht. Als Membranmaterial wird mischleitendes BSCF (Ba<sub>0,5</sub>Sr<sub>0,5</sub>Co<sub>0,8</sub>Fe<sub>0,2</sub>O<sub>3-δ</sub>) eingesetzt. Der elektrochemische Trennprozess nutzt den gekoppelten Transport von Oxidionen und elektrischen Ladungsträgern und ist deshalb hochselektiv.

## Oxyfuel mit CO<sub>2</sub>-Sweep

Die Erzeugung von Sauerstoff mit gemischtleitenden keramischen Membranen bei hoher Temperatur ist in Bild 4 schematisch dargestellt. Soll der abgetrennte Sauerstoff in einem Oxyfuel-Kraftwerk genutzt werden, so kann die Membrantrennung prinzipiell mit oder ohne Rauchgas-Spülung durchgeführt werden. Eine Rauchgas-Spülung führt zur Verringe-



Erhöhung des Sauerstoff-Partialdrucks auf der Permeatseite und damit zu einer erhöhten Triebkraft für den Sauerstofftransport. So wird der Energiebedarf des Verfahrens gegenüber einer Membrantrennung ohne Spülgas reduziert. Mischleitende Membranmaterialien mit hoher Sauerstoffpermeation basieren meist auf Erdalkali-Cobaltaten mit Perowskitstruktur wie  $Ba_{1-x}Sr_xCo_{1-y}Fe_yO_{3-\delta}$ ,  $BaCo_{1-y}Fe_yO_{3-\delta}$  und  $SrCo_{1-y}Fe_yO_{3-\delta}$ , bei denen Co und Fe teilweise durch weitere Elemente ersetzt sind. Erwartungsgemäß führt der hohe Erdalkali-Anteil im  $CO_2$ -Spülgasbetrieb zur Bildung blockierender Carbonatschichten. Deshalb werden im Verbundprojekt MEM-OXYCOAL  $CO_2$ -stabile mischleitende Membranen entwickelt, wobei vor allem nachstehende Ziele verfolgt werden:

- Schutz bekannter,  $CO_2$ -instabiler Materialien mit hoher  $O_2$ -Permeation durch Beschichtung und chemische Substitution
- Erhöhung der  $O_2$ -Permeation bekannter  $CO_2$ -stabiler Materialien durch chemische Substitution und den Aufbau asymmetrischer Membranen (dünne Trennschicht auf porösem Träger)
- Entwicklung neuer  $CO_2$ -stabiler Materialien mit hoher  $O_2$ -Permeation

Ausgewählte Ergebnisse zeigt die nebenstehende Graphik anhand der Sauerstoffpermeabilität im Luft/ $CO_2$ -Betrieb für SCFT ( $SrCo_{0,72}Fe_{0,18}Ti_{0,10}O_{3-\delta}$ ,  $SrCo_{0,48}Fe_{0,12}Ti_{0,40}O_{3-\delta}$ ) und einen Keramik-Metall-Komposit ( $Ce_{0,8}Sm_{0,2}O_{1,9}/Ag$ ).

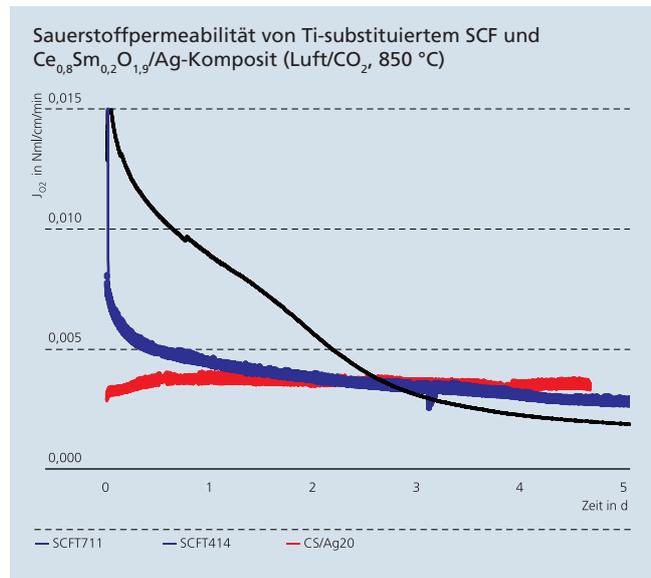
Offenbar sinkt bei dem in der Literatur als  $CO_2$ -stabil beschriebenen SCFT mit steigender Ti-Substitution die Sauerstoffpermeabilität. Darüber hinaus zeigt sich ein starker zeitlicher Abfall. Der  $CeO_2$ -basierte Komposit (ca. 20 Vol.-% Silber, analog zu Bild 5) zeigt hingegen keine signifikante Änderung der Sauerstoffpermeabilität mit der Zeit.

Für einen wirtschaftlichen Betrieb muss allerdings der Sauerstoff-Fluss durch Minimierung der Schichtdicke erhöht (asymmetrische Kompositmembran) und eventuell die elektronisch

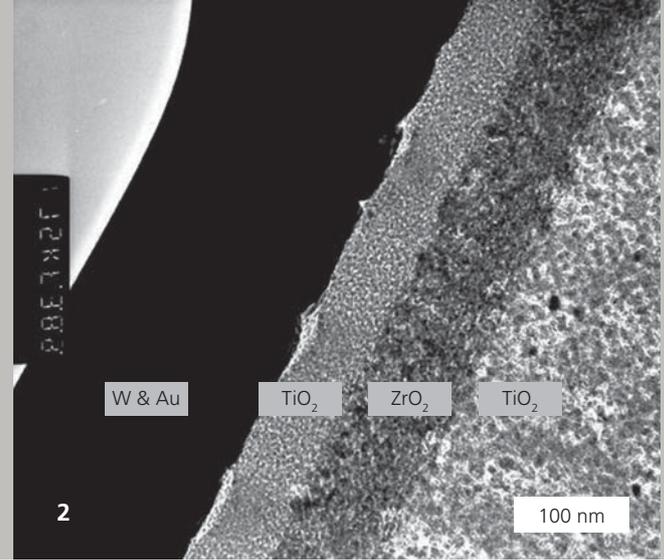
leitende Edelmetallphase durch keramische Oxidhalbleiter substituiert werden.

### Leistungs- und Kooperationsangebot

- Charakterisierung sauerstoffpermeabler Membranen
- Herstellung und Lieferung von Membranzustellen
- Kundenspezifische Auslegung von Membranzustellen



- 1 Varianten des  $CO_2$ -emissionsfreien Kohlekraftwerks.
- 2 Sauerstoffpermeable Membranen für den Demonstrator.
- 3 Demonstrator zur Sauerstoffseparation.
- 4 Funktionsprinzip der Sauerstoffmembran mit  $CO_2$ -Sweep.
- 5 CSFM528/Ag-Komposit, REM, Anschliff.



# KERAMISCHE NF-MEMBRANEN ZUR ABWASSERREINIGUNG UND PRODUKTTRENNUNG

Dr. Ingolf Voigt, Dr. Hannes Richter, Dipl.-Chem. Petra Puhlfürß

## Ausgangssituation

Wasser ist teuer und wird sich aufgrund des Bevölkerungswachstums, der fortschreitenden Industrialisierung und der zu erwartenden Klimaveränderungen in vielen Regionen der Welt weiter verknappen. Die Abwasserreinigung richtet sich deshalb vor allem auf prozessintegrierte Maßnahmen, um Wasserverbrauch sowie Abwassermengen zu reduzieren und gereinigtes Wasser im Kreislauf zu führen. Ein prozessintegrierter Einsatz bedeutet häufig hohe Temperaturen und aggressive Inhaltsstoffe, so dass im Fall der Membrantechnik der Einsatz keramischer Membranen vorteilhaft ist. Neben der Abwasserreinigung werden effektive Trenntechniken zur Produktaufbereitung und -reinigung gesucht.

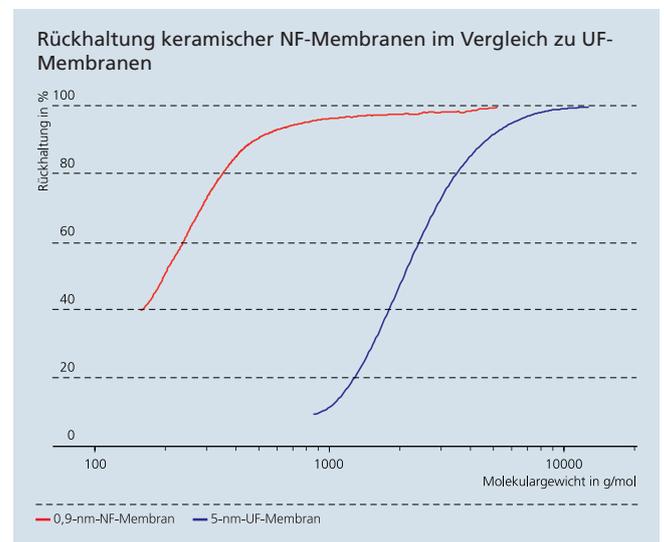
## Membranentwicklung

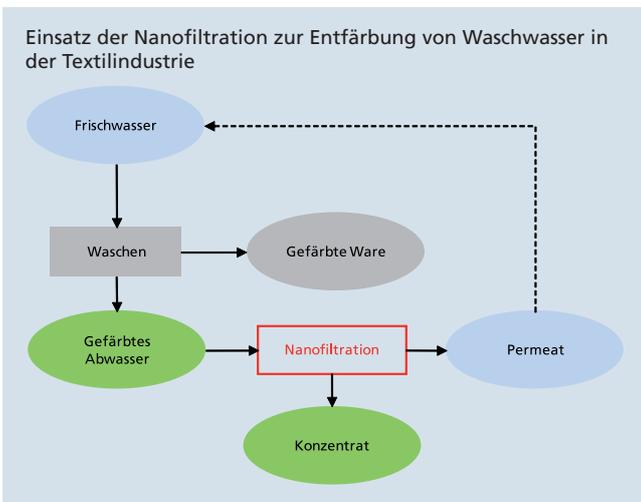
Keramische Nanofiltrationsmembranen (NF-Membranen) ermöglichen die Filtration gelöster Stoffe und Salze. Sie werden mit Hilfe der polymeren Sol-Gel-Technik als dünne Schichten auf poröse Keramiksubstrate aufgebracht. Die Schichtdicke liegt dabei nur im Bereich von 50 nm, so dass ein qualitativ hochwertiger poröser Keramikträger und definierte Zwischenschichten erforderlich sind, um die Porengröße und Oberflächenrauigkeit schrittweise auf die Erfordernisse der NF-Membran einzustellen. Die letzten beiden Zwischenschichten bestehen aus  $\text{TiO}_2$  mit einer Porengröße von 5 nm und  $\text{ZrO}_2$  mit einer Porengröße von 3 nm, die beide auch als Ultrafiltrationsmembranen (UF-Membranen) eingesetzt werden. Die NF-Membran besteht aus amorphem  $\text{TiO}_2$  mit einer Porengröße von 0,9 nm

und einer molekularen Trenngrenze (Rückhalt 90 %) von 450 D (Dalton; entspricht g/mol). Im Unterschied zu UF-Membranen haben die Poren der NF-Membran eine zylindrische Form und zeigen eine geringere Verblockungsneigung.

## Anwendungsbeispiele

Keramische NF-Membranen mit einer Trenngrenze von 450 D haben in vielen Anwendungen ihre Bewährungsprobe bestanden. Die erste Anlage zur Entfärbung von Teilströmen aus der Textilindustrie mit einer Membranfläche von 25 m<sup>2</sup> wurde 2002 von der Firma Andreas Junghans gebaut und bei der Riedel Textil GmbH in Betrieb genommen. 2005 wurde die Anlage aufgrund gestiegener Abwassermengen um 37 m<sup>2</sup> erwei-





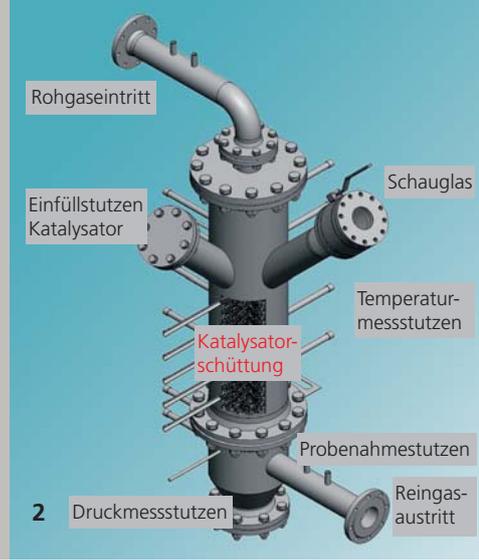
(BMBF, FKZ: 03X0080L) soll die Trenngrenze der keramischen NF-Membranen bis auf 200 D reduziert werden. Dies erfordert eine neue werkstoffliche Herangehensweise auf der Basis von Nanokompositwerkstoffen.

### Leistungs- und Kooperationsangebot

- Anwendungsbezogene Membranentwicklung
- Lieferung von Entwicklungsmustern keramischer Membranen
- Kundenspezifische Erprobung keramischer Membranen auf Labor- und Technikumsanlagen
- Durchführung von Feldversuchen
- Herstellung von Membranen für Pilot- und Demonstrationsanlagen

tert. Beide Anlagenteile laufen seitdem mit dem ersten Membranbesatz. In zahlreichen weiteren Anwendungen zur Abwasserreinigung bestätigten sich die Praxiserfahrungen der ersten Anlage. Bei Transmembrandrücken im Bereich 10 bis 20 bar werden Permeatflüsse von 100 bis 200 l/(m<sup>2</sup>h) erreicht. Neben der Abwasserreinigung werden die NF-Membranen erfolgreich zur Produktreinigung mittels Diafiltration eingesetzt. Ein Beispiel ist die Reinigung von inutec® bei der Firma BENEORafti, das durch Umsetzung von Inulin in NMP (n-Methylpyrrolidon) erhalten wird. Bei der Diafiltration wird NMP gegen Wasser ausgetauscht und das Produkt aufkonzentriert. Dabei kommt es insbesondere auf die Lösemittelstabilität der Membran und die scharfe Trenngrenze an, um Produktverluste zu vermeiden. Keramische NF-Membranen werden inzwischen vom Kooperationspartner Rauschert GmbH kommerziell unter dem Markennamen inopor®-Membranen hergestellt. Die Weiterentwicklung der keramischen NF-Membranen richtet sich auf die gezielte Oberflächenmodifizierung und die Verringerung der Trenngrenze. So gelingt es durch die Anbindung von Silanen an die Membranoberfläche, die Benetzung für organische Lösemittel zu verbessern. Dies bildet eine wichtige Voraussetzung zur Anwendung keramischer NF-Membranen in der Chemie. Im Rahmen des Projekts »Nanomembrane«

- 1 Modul mit keramischen Membranen.
- 2 Querschnitt einer NF-Membran im TEM.
- 3 62 m<sup>2</sup> NF-Membrananlage zur Reinigung von Textilabwasser.
- 4 37 m<sup>2</sup> NF-Membrananlage zur Diafiltration.



# KATALYSATOR- UND O<sub>2</sub>-TRÄGERSYSTEM ZUR AUFBEREITUNG TEERHALTIGER BRENNGASE

Dr. Jörg Richter, Dr. Ralf Kriegel

## Ausgangssituation

Die Biomassevergasung ermöglicht eine gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung mit hohen Gesamtwirkungsgraden in kleinen, dezentralen Anlagen, die einen wesentlichen Beitrag zur Realisierung regionaler Versorgungsstrukturen leisten können. Insbesondere bei der einstufigen Vergasung in Kleinanlagen entstehen jedoch häufig höhersiedende Kohlenwasserstoffe (z. B. Teere), die eine Nutzung des Gases in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) erheblich einschränken.

Die erforderliche Gasqualität wird bei der einfachen Biomassevergasung derzeit nicht oder nur mit einem sehr hohen apparate- und betriebstechnischen Aufwand erreicht, z. B. durch katalytische Oxidation mit Luft oder Methanolwäsche. Die derzeit verwendeten Katalysatoren neigen zur Verkokung und der zusätzliche Stickstoffeintrag senkt den Heizwert. Darüber hinaus stellt das Handling toxischer Lösungen und Abprodukte hohe Anforderungen an die Anlagensicherheit.

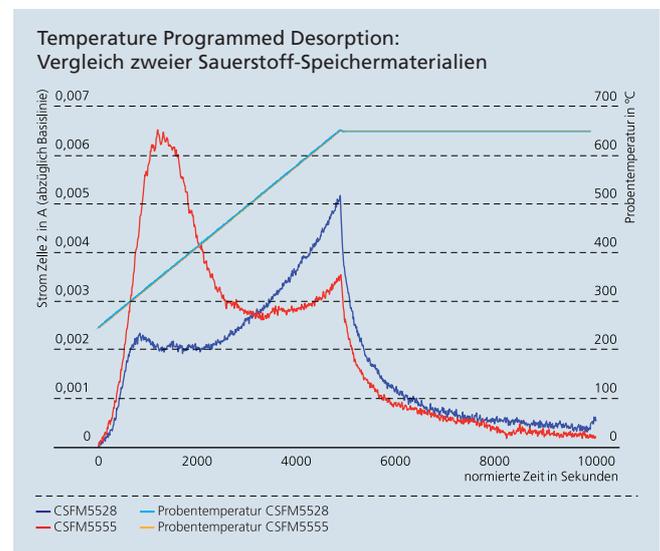
## Ansatz

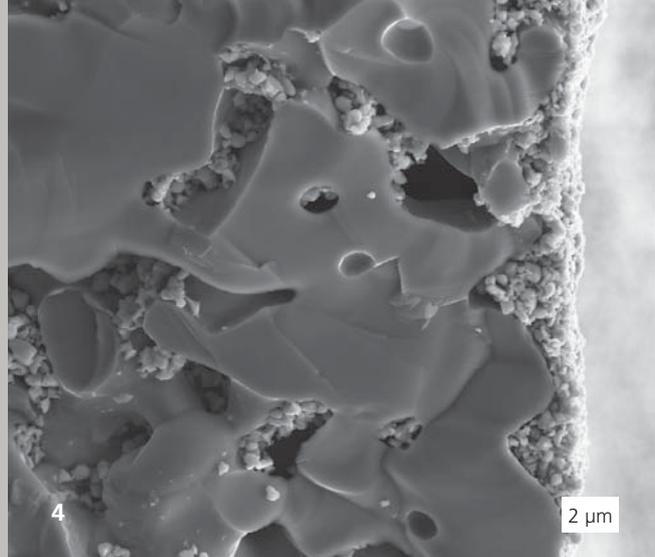
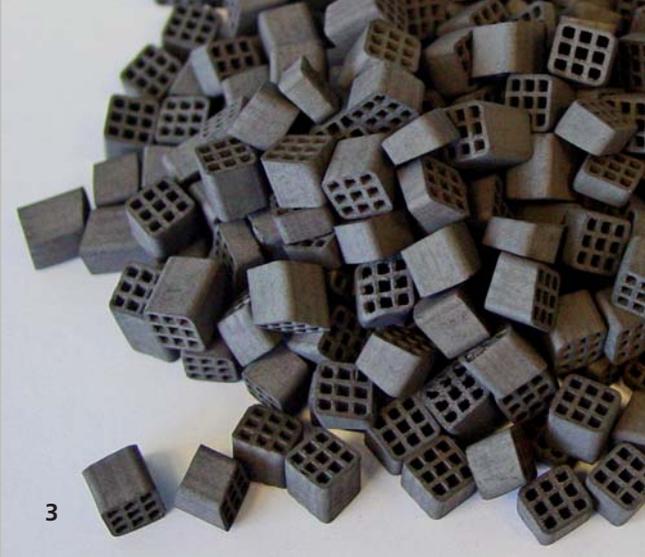
Am Fraunhofer IKTS werden keramische Sauerstoff-Speichermaterialien (OSM – Oxygen Storage Material) eingesetzt, die mit keramischen Katalysatoren beschichtet werden. Der zur partiellen Teeroxidation notwendige Sauerstoff wird damit dort freigesetzt, wo er auch benötigt wird. Somit kann der zusätzliche Stickstoffeintrag und die Heizwertabsenkung verhindert werden. Aufgrund der zeitabhängigen Erschöpfung des Sauerstoff-Speichermaterials wird der Prozess zyklisch mit parallelen Reaktoren gefahren. Im ersten Reaktor läuft die par-

tielle Teeroxidation ab, im zweiten wird das an Sauerstoff verarmte Speichermaterial mit Luft umspült und somit regeneriert. Modellierungen zeigen, dass während des Prozesses die Teerbestandteile an der Materialoberfläche kondensieren und somit der aus dem Sauerstoff-Speichermaterial freigesetzte Sauerstoff vorrangig die Teerbestandteile oxidiert, während die Brenngasbestandteile, die zum Heizwert des Gases beitragen, erhalten bleiben.

## Entwicklung von Sauerstoff-Speichermaterialien

Als Sauerstoff-Speichermaterialien werden bevorzugt Perowskite eingesetzt, deren Sauerstoffein- und -ausbauverhalten entsprechend der zu erwartenden Prozessbedingungen





angepasst werden kann. Potenziell geeignete Speichermaterialien wurden zunächst mittels  $O_2$ -TPD (Temperature Programmed Desorption) und TG (Thermogravimetrie) untersucht. Ausgewählte Materialien wurden durch Extrusion in Form von Miniwaben hergestellt, die als Schüttgut eingesetzt werden können.

### Entwicklung von Katalysatoren

Perowskit-Katalysatoren haben bereits bei anderen Oxidationsreaktionen ihr Potenzial bewiesen. Dabei kann der katalytisch aktive Bereich in gewissen Grenzen eingestellt werden. Als Modellsubstanz für Teer wurde Naphthalin ( $C_{10}H_8$ ) verwendet. Umsatzkurven verschiedener Katalysatoren für die Oxidation von Naphthalin wurden mittels FTIR-Gasanalytik und MBMS (Molecular Beam Mass Spectrometry) ermittelt.

Ein Vollkatalysator aus  $LaCoO_{3-\delta}$  zeigt bereits bei 500 °C einen Naphthalin-Umsatz von über 80 %, der bei 600 °C auf ca. 90 % und bei 700 °C auf 100 % steigt.

### Entwicklung des Katalysator- $O_2$ -Träger-Systems

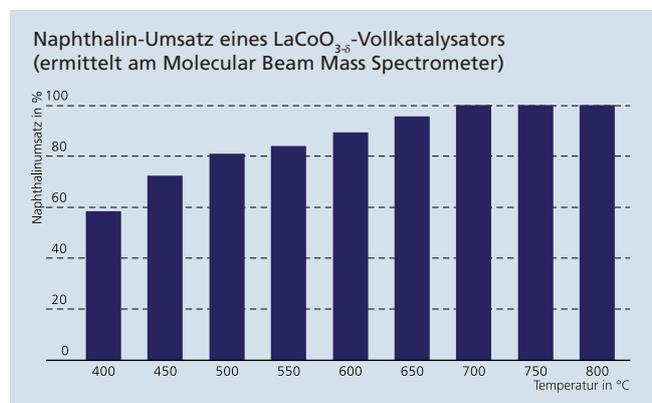
Miniwaben eines ausgewählten Sauerstoff-Speichermaterials wurden mit einem Perowskit-Katalysator beschichtet. Das feinteilige  $LaCoO_{3-\delta}$ -Katalysatorpulver dringt dabei in die Poren des Sauerstoffspeichers ein. Reaktionen zwischen den beiden Materialien wurden trotz der erforderlichen Temperatur nicht beobachtet. Für die technische Erprobung in der Pilotanlage der Technischen Universität Dresden werden weitere Beschichtungen von Schüttgut-Speichermaterialien mit unterschiedlichen Katalysatorbelegungen präpariert.

### Danksagung

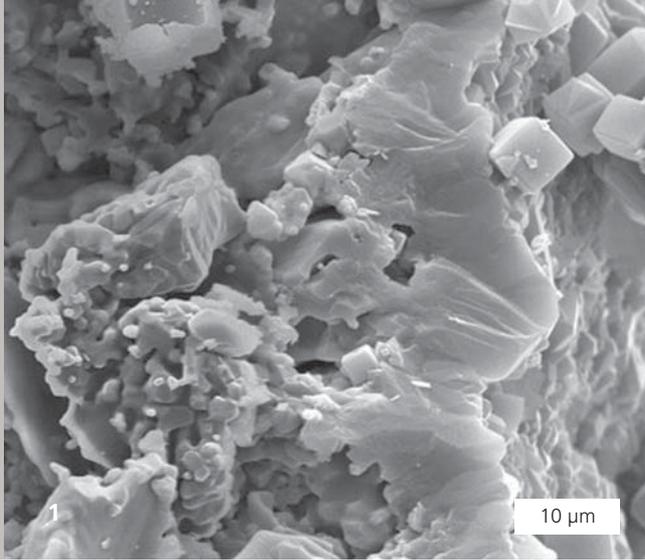
Dieses Projekt wurde durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (AZ 27087) gefördert.

### Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung von Sauerstoff-Speichermaterialien
- Entwicklung von keramischen Katalysatoren für die Total- und Partialoxidation
- Charakterisierung des Sauerstoff-Speicherverhaltens



- 1 Vergaser zur Herstellung von Biogas an der TU Dresden.
- 2 Schema eines Reaktors mit Katalysatorschüttung.
- 3 Miniwaben eines Sauerstoff-Speichermaterials.
- 4 REM-Aufnahme einer Miniwabe mit Katalysatorbeschichtung.



# EFFEKTIVE BIOETHANOLERZEUGUNG UNTER VERWENDUNG VON ZEOLITHMEMBRANEN

Dr. Hannes Richter, Dr. Marcus Weyd, Dipl.-Ing. Jan-Thomas Kühnert

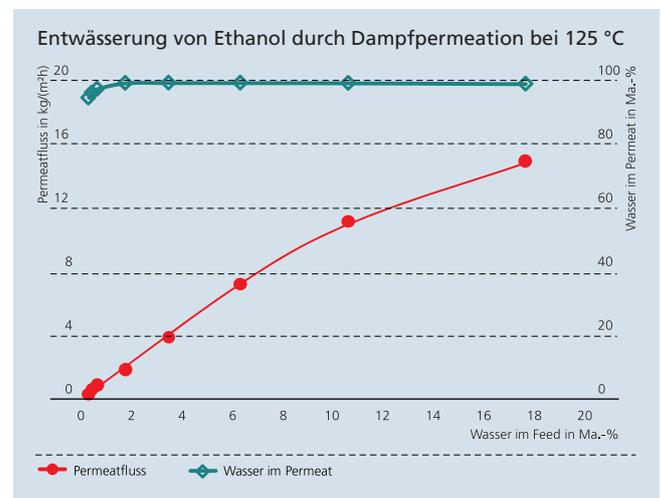
Bioethanol wird aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen und gilt deshalb als klimaneutraler Kraftstoff. Bei der Herstellung von Bioethanol aus einheimischen Rohstoffen ist die Gesamtenergiebilanz nur knapp positiv. Ursache sind energieaufwändige Prozessschritte. Neben der destillativen Aufkonzentrierung des Ethanols von 10 auf 96 % (azeotroper Punkt) benötigt die weitere Trocknung auf 99,5 % (Absolutierung) bei Verwendung herkömmlicher Technologien, wie Adsorption und Schleppestillation, viel Energie.

Eine energiesparende Alternative stellen Membranverfahren mit Zeolithmembranen dar. Der Zeolith A zeichnet sich durch kleine Poren (Porendurchmesser 0,4 nm) und eine hydrophile Oberfläche aus. Am Fraunhofer IKTS wurde ein Verfahren entwickelt, bei dem der Zeolith A als dünne, geschlossene Schicht in den Kanälen grobporöser, keramischer Rohre abgeschieden wird. Sobald die Kanäle mit Ethanol-Wasser-Mischungen durchströmt werden, kann bei Anlegen eines äußeren Unterdrucks nur Wasser durch die Nanoporen des Zeoliths hindurchtreten. Das Ethanol wird dadurch entwässert.

Das Filtrationsverfahren arbeitet sowohl in flüssigen (Pervaporation) als auch in dampfförmigen Mischungen (Dampfpermeation) und kann mit Ethanol bis zu einer Temperatur von 140 °C betrieben werden.

Die Membransynthese wurde auf Rohre in 4-Kanalgeometrie mit einer Länge von 1,2 m übertragen und eine Musterfertigung im industriellen Maßstab am Institutsteil Hermsdorf des Fraunhofer IKTS aufgebaut. Die GFT Membrane Systems GmbH untersuchte den Einsatz der Membranen in der industriellen Bioethanolproduktion. Dabei wurde die gesamte Prozesskette

der Bioethanolerzeugung an die Möglichkeiten der Membrantechnik angepasst. So ist bei Absolutierung des Ethanols mittels Zeolithmembranen eine vorherige destillative Aufkonzentrierung (Rektifikation) auf nur 85 % notwendig.



Damit bietet das Verfahren folgende Vorteile:

- Bei Neubau von Bioethanolanlagen mit Membranabsolutierung kann die Rektifikation mit deutlich weniger Trennstufen ausgelegt und mit einem geringeren Rücklaufverhältnis betrieben werden, was erheblich Energie einspart.
- Bei Nachrüstung vorhandener Destillationseinheiten mit einer Membranabsolutierung kann die Rektifikation mit einem größeren Durchsatz gefahren werden.



- Die Membranstufe kann in direkter Kopplung mit der Rektifikation in Dampfpermeation betrieben werden, wobei Brüdenverdichtung und Wärmerückgewinnung vorteilhaft sind.
- Bei energetischer Optimierung des Gesamtprozesses der Ethanolerzeugung kann im Vergleich zu herkömmlichen Technologien der Energieaufwand zur Ethanolabsolutierung um bis zu 90 % reduziert werden.

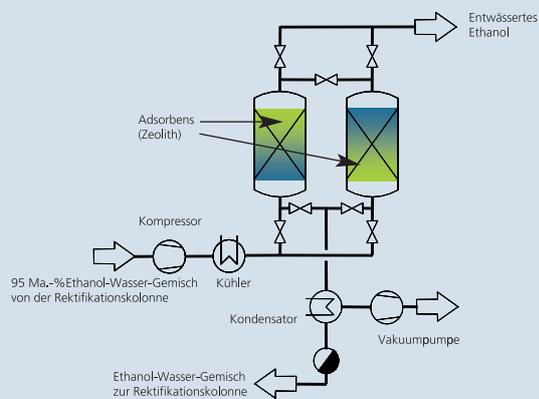
Eine erste Demonstrationsanlage zur industriellen Bioethanol-trocknung mit 25 m<sup>2</sup> Membranfläche ging bereits im November 2007 in Betrieb. Eine großtechnische Demonstrationsanlage mit 120 m<sup>2</sup> Membranfläche nahm im Februar 2009 die Produktion auf. Derzeit werden ca. 100 000 l/Tag Ethanol mit Zeolithmembranen des Fraunhofer IKTS entwässert. Weitere Anlagen sind im Bau.

Letztlich erlauben die Membranen auch die effektive Trocknung diverser organischer Lösemittel aus verschiedenen Bereichen der Industrie, wie Chemie und Pharmazie. Die Membranen bewiesen bereits überzeugende Trenneigenschaften bei der Entwässerung anderer Lösemittel (z. B. Methanol, Tetrahydrofuran und 2-Propanol), von Estern (Ethylacetat) und von verschiedenen Betriebsstoffen. Eine erste Pilotanlage ist in Planung.

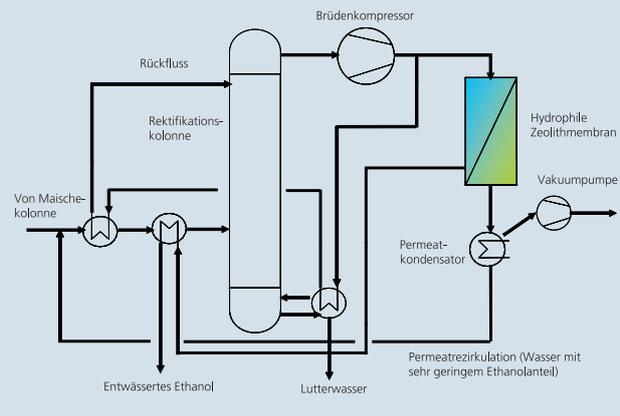
### Leistungs- und Kooperationsangebot

- Versuche zur Entwässerung und Stofftrennung mit kundenspezifischen Stoffgemischen im Labor- und Technikumsmaßstab sowie vor Ort
- Planung, Aufbau und Ausstattung von Membrananlagen

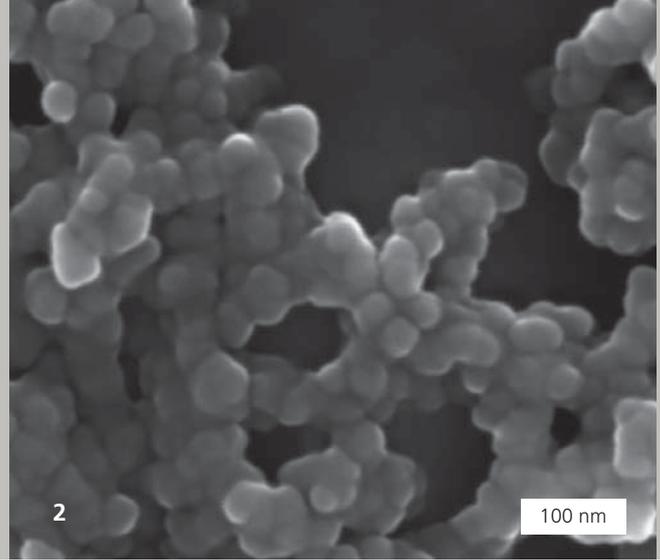
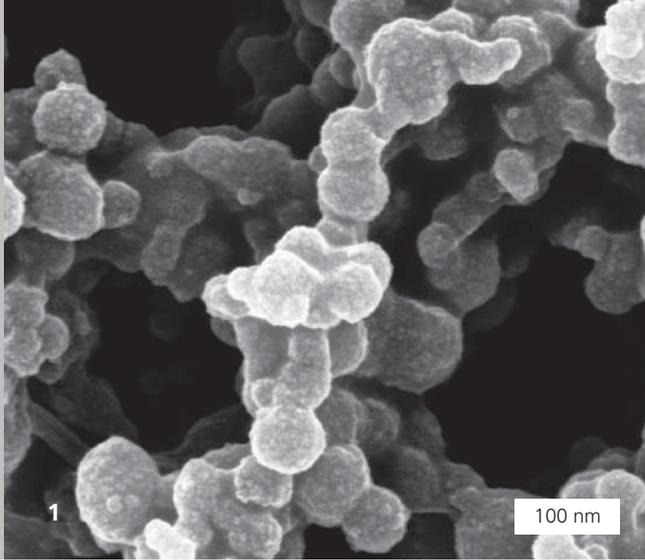
### Konventionelle Entwässerung durch Druckwechseladsorption



### Entwässerung durch Dampfpermeation mit Brüdenkompression und Wärmerückgewinnung



- 1 Bruchaufnahme einer Zeolithmembran (REM).
- 2 Membranen im Edelstahlmodul.
- 3 Pilotanlage zur Bioethanolabsolutierung.
- 4 Poröse keramische Trägerrohre aus Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.



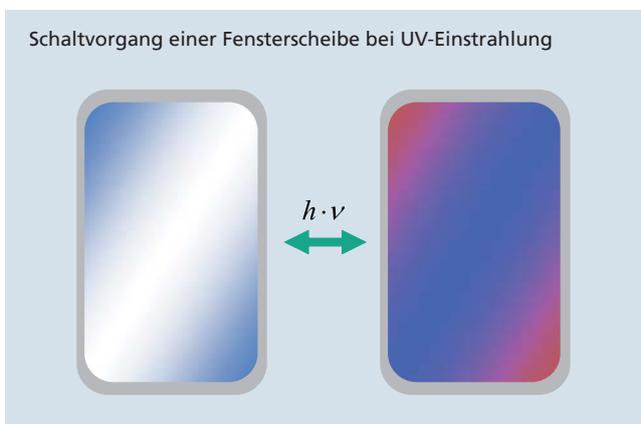
# NANOPARTIKULÄRE ZEOLITHE ALS WIRT FÜR PHOTOCHROME FARBSTOFFE

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

Architekten sind schon lange auf der Suche nach Glasfassaden, die unter Lichteinfluss schnell und zuverlässig die Farbe ändern. Bisherige Systeme sind teuer, haben eine begrenzte Farbauswahl und weisen ein temperaturabhängiges Schaltverhalten auf. Eine Alternative sind photochrome Farbstoffe, die in die Polymerfolie von Verbundglasscheiben eingelagert sind.

- Partikelgröße < 150 nm, für hinreichende Transparenz im Verbundglas

Als Käfig für die Farbstoffe wurden der Zeolith Y und die mesoporösen Materialien MCM-41 und MCM-48 mit einem Platzangebot von 1,2 bzw. 3 nm ausgewählt. Templatassistierte Hydrothermalsynthesen führten zu milchigen Lösungen mit Partikeln von 0,5 bis 1,1 µm. Eine Optimierung der Synthesebedingungen verkleinerte die Partikelgröße auf 40 bis 80 nm.

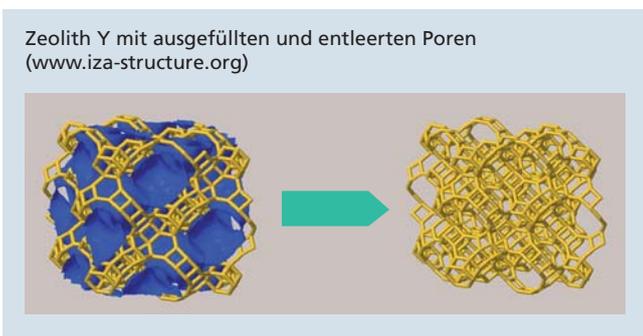
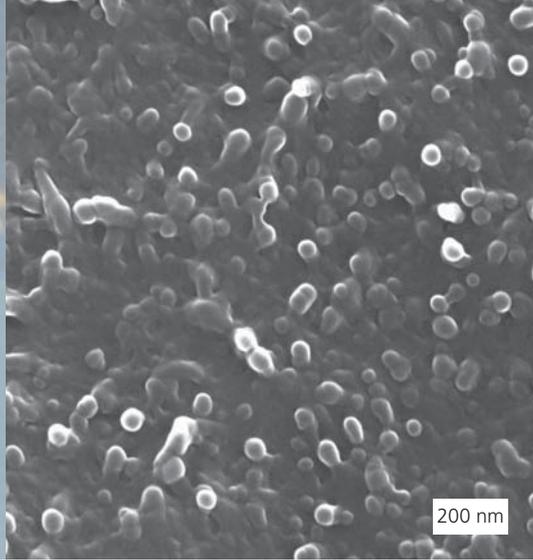


Photochrome Farbstoffe weisen jedoch immer eine begrenzte chemische Stabilität auf. Deshalb ist eine Stabilisierung der Farbstoffe durch Einlagerung in die Käfige von Zeolithen bzw. Zeolith-Analogen ein neuer, vielversprechender Ansatz. Dabei werden unterschiedliche Anforderungen an die Zeolithe bzw. Zeolith-Analoga gestellt:

- Hinreichender Platz für die Farbstoffe in den Käfigen
- Hinreichende Polarität zur Anbindung der Farbstoffe
- Keine Beeinflussung von Platzangebot und Polarität auf Schaltverhalten der Farbstoffe
- Dispergierbarkeit des Komplexes in Polymeren



So konnten transparente nanopartikuläre Suspensionen des Zeolithen Y sowie der MCM-Materialien realisiert werden. Nach der Synthese waren jedoch die kristallinen Hohlräume noch durch das organische Templat ausgefüllt. Durch mehrstufige Extraktion konnten die Nanopartikel vom Templat befreit und die Käfigräume für die Aufnahme der Farbstoffe entleert werden. Die Detemplatisierung führte zu keiner maßgeblichen Vergrößerung der Nanopartikel.



Die engen Poren des Y-Zeolithen konnten nur mit Farbstoff befüllt werden, indem der Farbstoff im Zeolithen synthetisiert wurde (ship-in-the-bottle reaction, SIBOR). Die hohe Polarität des Zeolithen Y sowie sterische Hinderung im engen Zeolith-hohlraum führten jedoch zu unakzeptablen Einschränkungen im Schaltverhalten des Farbstoffs. In die grobporöseren MCM-Materialien konnten Farbstoffe durch Diffusion eingebracht und mittels Stickstoffsorption die Besetzung des Poreninneren durch die Farbstoffe nachgewiesen werden. Das uneingeschränkte optische Schaltverhalten der Farbstoffe im kristallinen Käfig zeugte von einer erfolgreichen Entwicklung funktioneller Wirt-Gast-Komplexe. Durch Funktionalisierung der äußeren Oberfläche der Nanopartikel gelang eine homogene

Dispergierung der Wirt-Gast-Komplexe in Polyethylen. Durch Extrudieren konnten erste Musterfolien hergestellt werden. Dieses »PE MCM-41/48-Farbstoff«-Komposit dunkelt bei Sonnen/UV-Einstrahlung innerhalb weniger Sekunden ab und hellt anschließend wieder auf, womit die Basis für preiswerte und schnell schaltende photochrome Verbundglasfenster geschaffen ist.

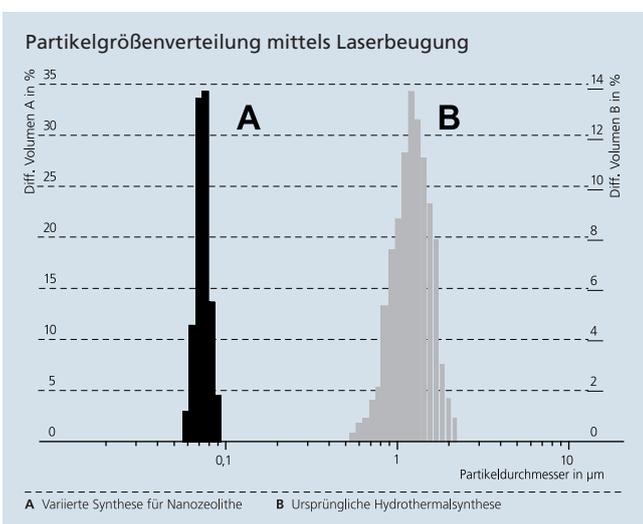
Langzeituntersuchungen, Verwendung alternativer Farbstoffe und eine verbesserte Fixierung in den Käfigen sind Gegenstand aktueller Untersuchungen.

### Danksagung

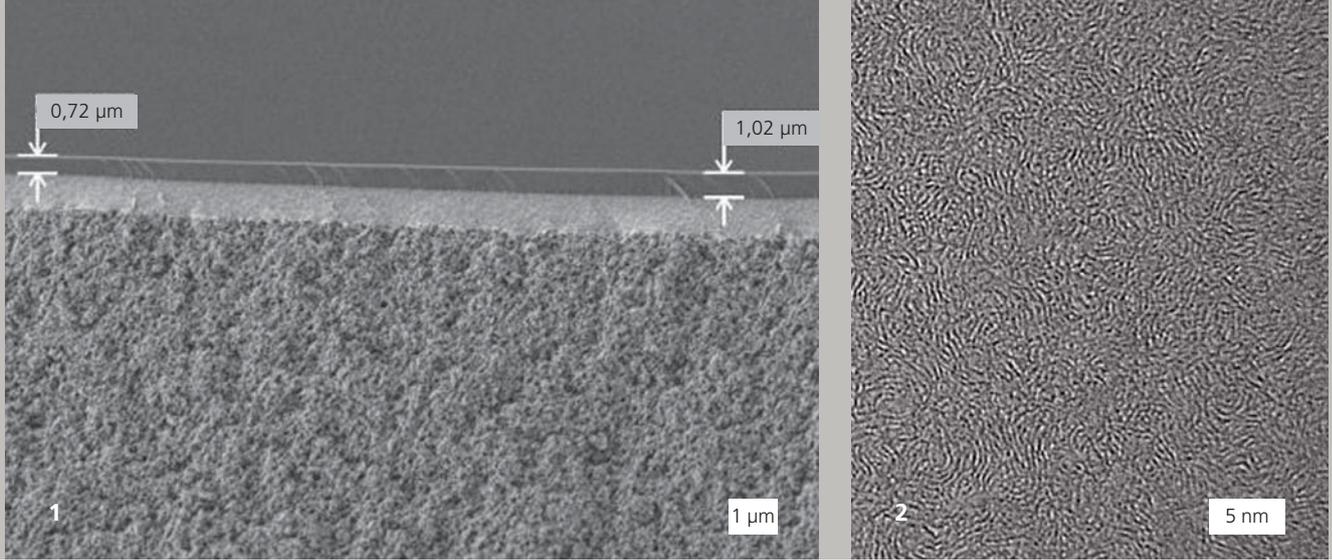
Die vorgestellten Arbeiten sind Ergebnisse eines Gemeinschaftsprojekts mit der TU Chemnitz und Innovent e.V. Der DFG wird für die finanzielle Unterstützung gedankt (DFG-Förderkennzeichen RI 930/2-1).

### Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung und Herstellung templatfreier, mikro- und mesoporöser Nanopartikel als Suspension und Pulver
- Funktionalisierung unterschiedlicher Nanopartikel
- Einbettung, Abscheidung und Formgebung mit unterschiedlichen Matrixmaterialien



- 1 REM-Aufnahme von Y-Zeolith-Nanopartikeln.
- 2 REM-Aufnahme von MCM-48-Nanopartikeln.
- 3 Fotoschaltbare Polymerfolien mit REM-Querschnitt.



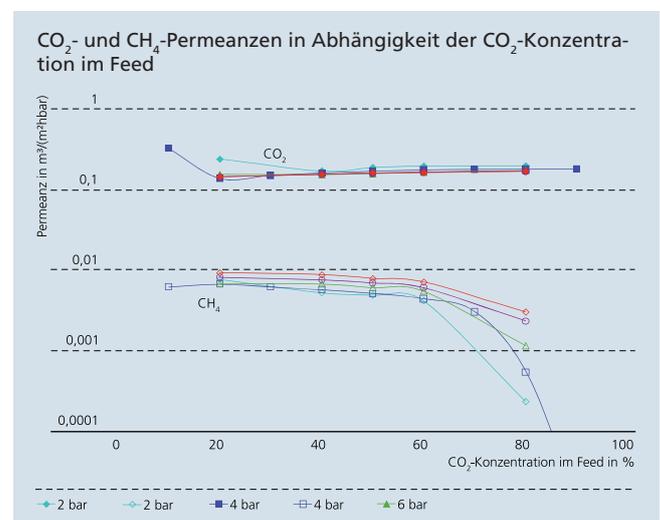
# ADSORPTIONSSELEKTIVE KOHLENSTOFF-MEMBRANEN FÜR DIE BIOGASAUFBEREITUNG

Dr. Nadine Kaltenborn, Dipl.-Ing. Susanne Müller, Dr. Hannes Richter

Biogas enthält nach der Erzeugung bis zu 55 %  $\text{CO}_2$ . Um Biogas als Kraftstoff nutzen oder in das Erdgasnetz einspeisen zu können, muss es zuvor gereinigt werden. Dazu werden vor allem Adsorptions- und Waschverfahren genutzt.

Membranverfahren bieten den Vorteil eines kontinuierlichen Betriebs sowie einer einfachen, modularen und flexiblen Anlagenkonzeption, die vergleichsweise niedrige Investitionskosten und einen geringen Energiebedarf bedeuten. Im Rahmen eines von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Projekts (AZ 26357-31) wurden keramische Membranen für die Abtrennung von  $\text{CO}_2$  aus Biogas entwickelt. Als Membranwerkstoff für die  $\text{CO}_2/\text{CH}_4$ -Trennung haben sich adsorptionsselektive Kohlenstoffmembranen als besonders geeignet erwiesen. Diese werden durch Abscheidung eines polymeren Precursors auf der Innenseite eines porösen, keramischen Rohres und anschließende Pyrolyse hergestellt. Der nach dem Karbonisierungsprozess erhaltene Werkstoff wird als parakristalliner oder pyrolytischer Kohlenstoff bezeichnet, da von der idealen Kristallstruktur abweicht. Aufgrund des hohen Anteils an offener Porosität eignet sich dieser ausgezeichnet als Adsorbens und als Membranmaterial. Die ungeordneten aromatischen Mikrodomänen in der glasartigen Matrix sind die Ursache für das freie Volumen und die Ultramikroporosität. Die meist schlitzförmigen Poren weisen Durchmesser von 0,3 bis 0,7 nm auf, was der Größe kleiner Gasmoleküle entspricht. Adsorptionsselektive Kohlenstoffmembranen trennen Gasgemische aufgrund selektiver Adsorption und Oberflächendiffusion einer Komponente. So können freie Valenzen nicht abgesättigter Kohlenstoffatome mit polaren Molekülen wie  $\text{CO}_2$  interagieren. Im Gemisch mit weniger polaren Gas-

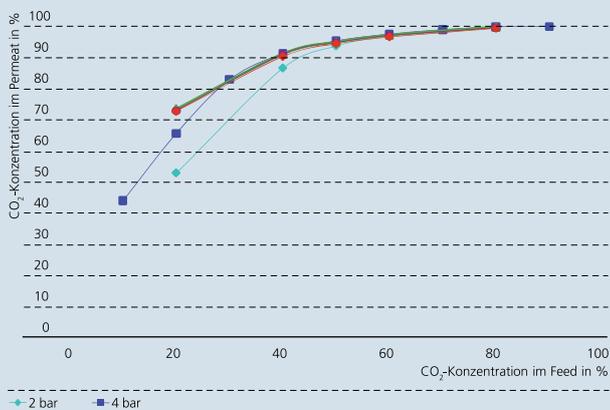
komponenten wie z. B.  $\text{CH}_4$  passiert bei Anlegen eines Konzentrationsgradienten zwischen Vorder- und Rückseite der Membran (Feed- und Permeatseite) bevorzugt  $\text{CO}_2$  die Nanoporen.



In Kooperation mit der DBI GUT GmbH konnten für  $\text{CO}_2/\text{CH}_4$ -Gemische Membranen gefunden werden, die über den gesamten Bereich der untersuchten Mischungsverhältnisse sowie für alle angewendeten Druckverhältnisse eine bevorzugte  $\text{CO}_2$ -Permeation (Fluss) aufweisen. Das Verhältnis der  $\text{CO}_2$ -Flüsse zu den  $\text{CH}_4$ -Flüssen variierte je nach Bedingung zwischen 15 und 14 000. Entsprechend konnte aus unterschiedlichen  $\text{CO}_2/\text{CH}_4$ -Mischungen in jedem Fall ein  $\text{CO}_2$ -reiches Gas, in einigen Fällen sogar reines  $\text{CO}_2$  durch die Membran gefördert werden.



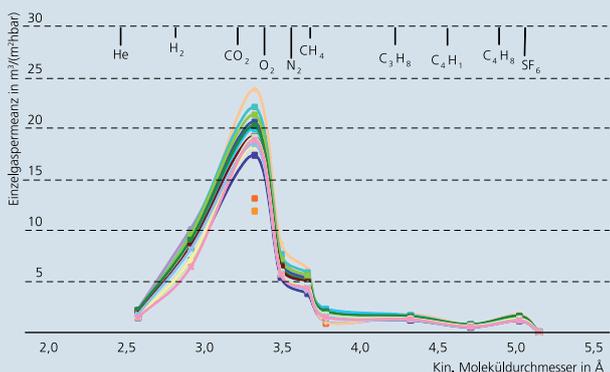
CO<sub>2</sub>-Konzentration im Permeat in Abhängigkeit von der Feed-zusammensetzung



Der Maßstab der Membranpräparation wurde bis auf eine Länge von 0,5 m vergrößert. Bei der Messung der Einzelgaspermeation wurde ein ausgeprägtes adsorptionsselektives Verhalten mit CO<sub>2</sub>-Permeanzen von bis zu 24 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>hbar) ermittelt.

Die Membranen wurden in einer Pilotanlage der DBI GUT GmbH bei einem Biogaserzeuger mit realem Biogas getestet. Unter verschiedenen Verfahrensbedingungen wurden über

Einzelgaspermeanzen in Abhängigkeit des kinetischen Moleküldurchmessers für 0,5 m lange Membranrohre



mehrere Wochen konzentriertes CO<sub>2</sub> aus Biogas abgetrennt. Die Membranen zeigten eine hohe Robustheit bei Beaufschlagung mit Störstoffen wie H<sub>2</sub>O und H<sub>2</sub>S. Da die Variationsbreite der Verfahrensparameter an der Pilotanlage begrenzt waren, wurden die Membranen der Pilotanlage nach Beendigung der Versuche mit realem Biogas erneut im Labor vermessen. Dabei wurden Bedingungen gefunden, unter denen synthetische 0,5 CO<sub>2</sub>/0,5 CH<sub>4</sub>-Mischungen mit einer einzigen Membranstufe bis auf ca. 95 % CH<sub>4</sub> aufkonzentriert wurden.

#### Leistungs- und Kooperationsangebot

- Musterfertigung und Charakterisierung von Kohlenstoffmembranen in Einzel- und Gemischgasmessung
- Optimierung und Weiterentwicklung von molsiebenden sowie adsorptionsselektiven Kohlenstoffmembranen für spezielle Trennaufgaben
- Konzipierung und Ausstattung von Pilotanlagen

- 1 Querschnitt durch eine Kohlenstoffmembran (REM).
- 2 Mikrostruktur eines nanoporösen Kohlenstoffs (TEM).
- 3 Kohlenstoffmembran (0,5 m) vor Installation.
- 4 Pilotanlage (Container) an Biogasanlage.

---

# AUS DER FORSCHUNGSARBEIT DES FRAUNHOFER IKTS

---

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



**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



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



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

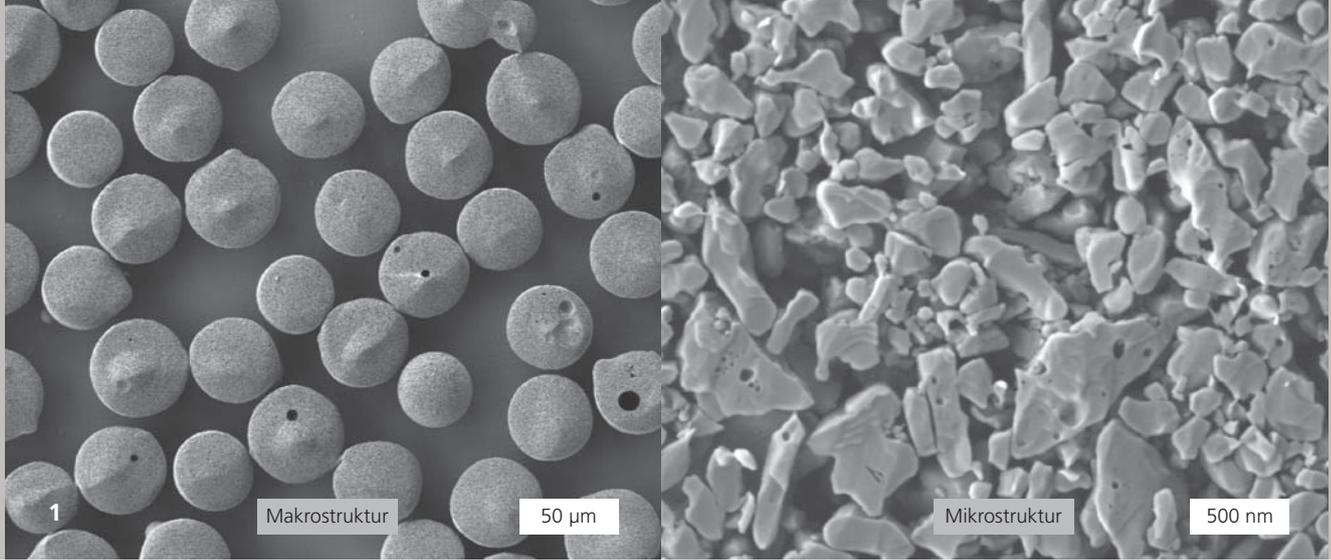


**Wärmebehandlung**  
 Dipl.-Ing. Gert Himpel  
 Telefon +49 351 2553-7613  
 gert.himpel@ikts.fraunhofer.de



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





# QUANTIFIZIERUNG DER INNEREN STRUKTUR KERAMISCHER SPRÜHGRANULATE

Dipl.-Ing. Sören Höhn, Dipl.-Ing. Susanna Eckhard, Dr. Manfred Fries, Dr. habil. Mathias Herrmann

Bei der pulvertechnologischen Verarbeitung keramischer oder metallischer Pulver werden Feststoffe in wässrigen oder organischen Lösungsmitteln gemischt, gemahlen und nach Zugabe von Presshilfsmitteln sprühgetrocknet. An die so hergestellten Granalien werden spezifische Eigenschaftsanforderungen gestellt, welche durch die angestrebte Endanwendung definiert sind. Die innere Struktur der Sprühgranulate stellt dabei eine wichtige qualitätsbestimmende Eigenschaft dar, durch die sowohl das Verarbeitungsverhalten der Granulatschüttung als auch die Defektverteilung im entstehenden Bauteil beeinflusst werden. Für die Erarbeitung wissenschaftlich fundierter Korrelationen zwischen den Prozessparametern, der Granulatstruktur und den Produkt- bzw. Verarbeitungseigenschaften ist die Verfügbarkeit von geeigneten Charakterisierungsmethoden eine entscheidende Voraussetzung. Basis dafür ist die Entwicklung und Validierung von Methoden zur schonenden, reproduzierbaren Präparation und bildanalytischen Quantifizierung der Struktur.

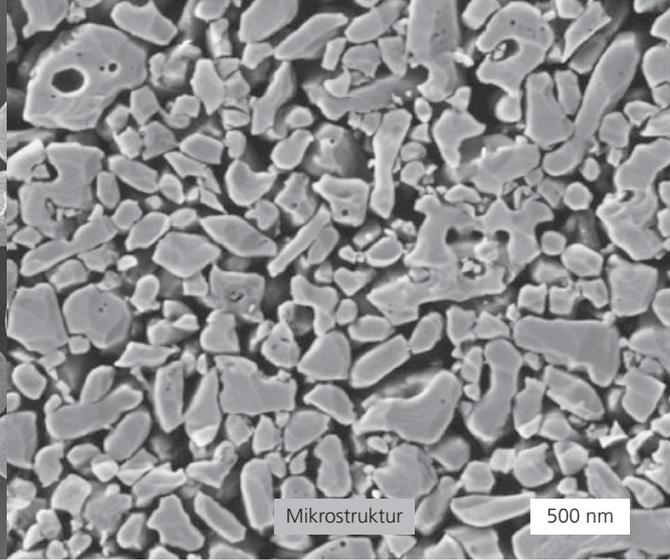
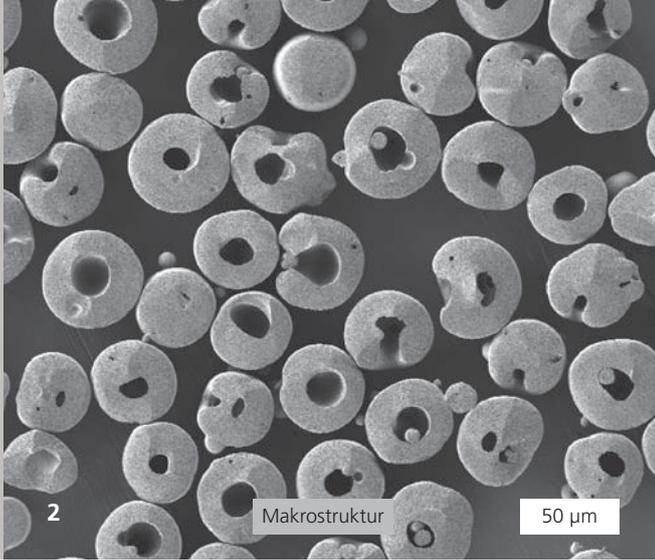
Eine schonende Freilegung der Analysefläche ohne Einbringung von mechanischen Schädigungen ist durch Ionenstrahl-sputtern möglich. Ein optimales Verfahren für die Präparation von relativ großen Probengebieten für eine signifikante Quantifizierung stellt die »broad-ion-beam«-Technik mit Argon-Ionenstrahlen dar. Mit der Methode gelingt es, die harten Keramikpartikel und die weichen Organikbestandteile gleichzeitig freizulegen. Durch die hochaufgelöste Visualisierung der Granulatstruktur mit dem Rasterelektronenmikroskop (REM) ist eine Charakterisierung bis in den Nanometerbereich möglich. Basis für die Entwicklung und Validierung von Quantifizierungsalgorithmen sind Modellgranulate mit gezielt variierten

Granulatstrukturen, welche nachfolgend als Charge A und Charge B bezeichnet werden. Als Primärpulver wurde ein typisches keramisches Stoffsystem ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ , Firma Nabaltec,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Gehalt 99,7 %) verwendet. Alle analytischen Untersuchungen wurden an Granulaten der Größe 45 bis 63  $\mu\text{m}$  ( $\sim d_{50}$ ) durchgeführt, wobei der Ionenschnitt in der Granulatmitte ( $\pm 10\%$ ) erfolgte. In den Bildern 1 und 2 sind REM-Aufnahmen der inneren Struktur der Chargen A und B dargestellt. Es ist zu erkennen, dass Charge A überwiegend aus Vollgranulaten besteht, die Granulate der Charge B vorwiegend aus Hohlgranalien. Es wird außerdem deutlich, dass ohne Infiltration der Proben mit Epoxydharz die intragranulare Porosität, die Porenstruktur sowie die Lage der Primärpartikel sehr gut visualisiert werden können.

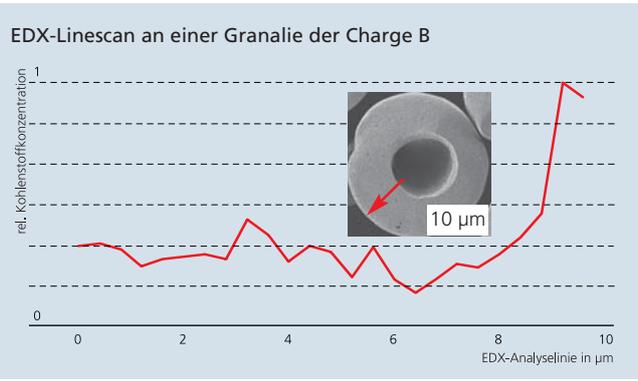
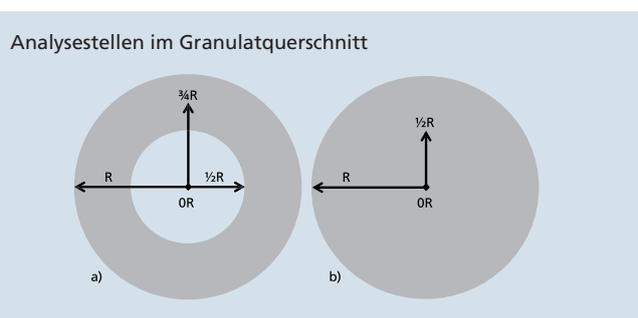
Die Strukturquantifizierung erfolgt auf makroskopischer und mikroskopischer Ebene (Bilder 1 und 2). Die makroskopisch bestimmten Parameter (Tabelle unten) sind mittlere Schalendicke  $S$ , Makroporosität  $P_{\text{makro}}$  sowie der Anteil an Voll- ( $M_{\text{voll}}$ ) und Hohlgranulaten ( $M_{\text{hohl}}$ ) als auch ein Übergangsbereich zwischen diesen Strukturen ( $M_{\text{zwi}}$ ).

Makroskopische Strukturparameter					
Charge	$M_{\text{hohl}}$ [%]	$M_{\text{zwi}}$ [%]	$M_{\text{voll}}$ [%]	$P_{\text{makro}}$ [%]	$S$ [ $\mu\text{m}$ ]
A	5,7	12,3	82,0	0,2	23,5
B	46,1	27,9	25,9	2,2	19,5

Zur Ermittlung von möglichen Gradienten in der Mikrostruktur (Tabelle rechts) erfolgten ortsaufgelöste Analysen an unter-



schiedlichen Probengebieten im Granulatquerschnitt (Bild rechts). Neben der Bestimmung der mikroskopischen Porosität  $P_{\text{mikro}}$  mit der sich unter Einbeziehung von  $P_{\text{makro}}$  die Gesamtporosität  $P_{\text{ges}}$  berechnen lässt, ist eine lokale Bestimmung der Größe der Primärpartikel  $d_p$  möglich. Die quantitative Beschreibung von Porenräumen und von Partikelnachbarschaftsverhältnissen ist durch Analyse des Oberflächenabstands  $D_{\text{OF}}$  auf Basis eines Algorithmus aus Voronoi-Tessellation und Delaunay-Triangulation realisierbar. Die Ergebnisse zeigen, dass z. B. der subjektive Eindruck einer lockerer gepackten Mikrostruktur bei Charge A quantitativ bestätigt werden kann ( $D_{\text{OF}}$  und  $P_{\text{mikro}}$ ). Sind mobile Feststoffteilchen vorhanden, wie bei Charge B, werden diese beim Verdampfen des Wassers und der organischen Zusätze zum Schalenrand transportiert, wo eine höhere Packungsdichte ermittelt werden kann und mehr Hohlgranulate entstehen. Neben den beschriebenen Strukturparametern hat die Verteilung der organischen Additivkomponenten im Granulat einen erheblichen Einfluss auf die Verarbeitungseigenschaften. Das Diagramm rechts dokumentiert am Beispiel einer Granalie der Charge B, dass eine inhomogene Organikverteilung vorliegt. Damit wird gezeigt, dass es auf Basis der ionenstrahlpräparierten Proben gelingt, mittels EDX-Analyse Gradienten in der Additivkonzentration über den Granulatquerschnitt zu veranschaulichen.



Auf Grundlage dieser Arbeiten ist es möglich, Korrelationen zwischen Prozessfunktionen, Granulatstruktur und Produkteigenschaften zu erarbeiten.

**Mikroskopische Strukturparameter und  $P_{\text{ges}}$**

Charge	Analysestelle	$d_p$ [nm]	$D_{\text{OF}}$ [nm]	$P_{\text{mikro}}$ [%]	$P_{\text{ges}}$ [%]
A	0	166	115	44,0	
	1/2R	166	118	45,2	
	R	172	114	44,7	
	∅	170	115	44,8	44,9
B	1/2R	169	96	37,6	
	3/4R	176	86	34,6	
	R	149	90	34,8	
	∅	162	90	35,3	36,7

**Leistungs- und Kooperationsangebot**

- Entwicklung maßgeschneiderter Sprühgranulate
- Entwicklung von angepassten Präparations- und Quantifizierungsmethoden für Granulate, Grün- und Sinterkörper
- Auftragspräparation und -charakterisierung

- 1 Makro- und Mikrostruktur der Charge A.
- 2 Makro- und Mikrostruktur der Charge B.

---

# AUS DER FORSCHUNGSARBEIT DES FRAUNHOFER IKTS

---

FORSCHUNGSFELD

## MIKRO- UND ENERGIESYSTEME

Abteilungsleiter:

Dr. Mihails Kusnezoff, Dr. Matthias Jahn, Dr. Uwe Partsch

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, Sensoren, Mikrosystemen sowie in der Aufbau- und Verbindungstechnik in komplexen Werkstoffsystemen zu beherrschen.

Die enge Verzahnung mit den Abteilungen »Module und Systeme« sowie »Hybride Mikrosysteme« sichert die Praxisrelevanz der Ergebnisse. Wir sind dadurch in der Lage, unseren Kunden attraktive Angebote zu Materialien, Prototypen und Dienstleistungen in allen Stufen der Prozesskette anzubieten.

---

### Leistungsangebot

---

- Entwicklung und Herstellung von Pasten für Druck- und Auftrage Techniken
- Entwicklung und Herstellung von Fügegläsern und -elementen sowie Loten
- Entwicklung von Elektrodenmaterialien und Beschichtungen für Li-Ionen-Batterien und Supercaps
- Test- und Prüfkapazität für Komponenten (Gassensoren, Gaschromatographie, Zellen für SOFC und SOEC)
- Entwicklung, Herstellung und Test von SOFC-Stacks
- Aufbau- und Verbindungstechnik für keramische Systeme
- Beratung und Werkstoffanalyse



## ABTEILUNG

# MODULE UND SYSTEME

---

### Profil

---

Die Arbeitsgruppen der Abteilung »Module und Systeme« decken mit ihren definierten Forschungsschwerpunkten alle Teilgebiete ab, die für die Entwicklung von Energiesystemen erforderlich sind. Es werden Systeme zur effizienten Bereitstellung von Strom und Wärme konstruiert, aufgebaut und unter realitätsnahen Bedingungen erprobt.

Einen wesentlichen technischen Schwerpunkt bilden dabei Konzepte unter Nutzung der Hochtemperatur-Brennstoffzelle (SOFC) als Energiewandler mit einer elektrischen Leistung von ca. 100 Watt bis zu mehreren Kilowatt. Darüber hinaus werden Batterien und Supercaps zur Speicherung von elektrischer Energie untersucht. 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) sowie der Elektrochemie und Spektroelektrochemie.

---

### Leistungsangebot

---

- Komponenten- und Systemauslegung
- Konstruktion und Bau von Systemen
- Reaktionstechnische Untersuchung an Reaktoren
- Katalysatorentwicklung
- Prüfstandsbaue nach Kundenlastenheft
- Batterieentwicklung und -charakterisierung
- Oxidische und metallische Funktionsschichten für Dielektrika, Photovoltaik, Brennstoffzellentechnik und Korrosionsschutz
- Entwicklungen zum Hochdurchsatzscreening für Anwendungen in der chemischen und biochemischen Analytik
- Untersuchungen zur elektrochemischen Bearbeitung (ECM)



## 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 der Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT) für die Elektronik und Leistungselektronik, Sensorik sowie Energietechnik (Mikrobrennstoffzellen und Photovoltaik).

Für die 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.

Darüber hinaus steht am Fraunhofer IKTS zur Realisierung 3D-strukturierter Komponenten eine komplette keramische Multilayertechnologielinie (LTCC, HTCC) zur Verfügung.

Zudem bieten wir unseren Kunden ein breites Spektrum an Technologien zur elektrischen Kontaktierung (Löten, Kleben, Bonden) sowie zur mechanischen und mikrostrukturellen Charakterisierung von elektrischen Verbindungen an.

---

### Leistungsangebot

---

- Entwicklung, Herstellung und Charakterisierung applikations-spezifischer funktionskeramischer Werkstoffe
- Komponentenauslegung, -entwicklung und -charakterisierung
- Elektrische Systemintegration keramischer Komponenten
- Technologieentwicklung und Bewertung der Skalierbarkeit

#### Fügetechnik und AVT

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



#### Elektrochemie

Dr. Michael Schneider  
Telefon +49 351 2553-7793  
michael.schneider@  
ikts.fraunhofer.de



#### Hochtemperatur-Elektrochemie und Katalyse

Dr. Nikolai Trofimenko  
Telefon +49 351 2553-7787  
nikolai.trofimenko@  
ikts.fraunhofer.de



#### Dickschichttechnik und Photovoltaik

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



#### Keramische Energiewandler

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



#### Mikrosysteme, LTCC und HTCC

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



#### Modellierung und Simulation

Dr. Wieland Beckert  
Telefon +49 351 2553-7632  
wieland.beckert@  
ikts.fraunhofer.de



#### Keramische Folien und funktionalisierte Multilayer

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



#### Energiewandler und -speicher

Dr. Mareike Schneider  
Telefon +49 351 2553-7971  
mareike.schneider@  
ikts.fraunhofer.de



#### Systemintegration

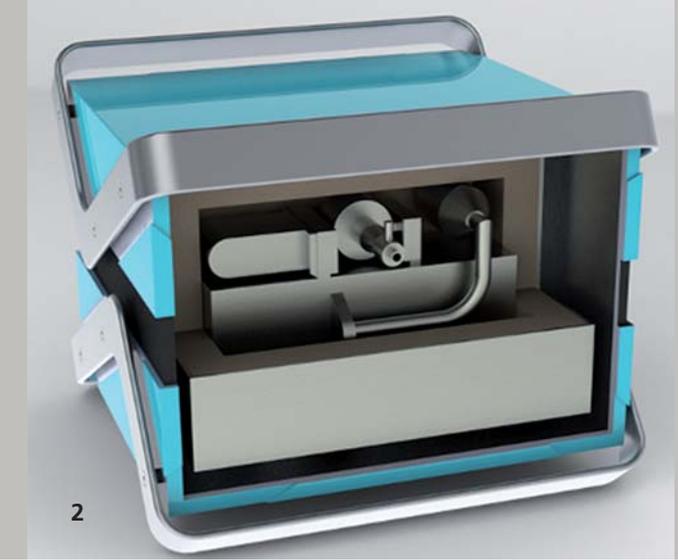
Dr. Lars Rebenklau  
Telefon +49 351 2553-7986  
lars.rebenklau@ikts.fraunhofer.de



#### Energieverfahrenstechnik

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





## PORTABLES SOFC-SYSTEM ENERAMIC®

Dr. Wieland Beckert, Dr. Matthias Jahn, Dr. Stefan Megel, Dr. Mihails Kusnezoff, Dipl.-Ing. Andreas Pönicke, Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Reuber, Dr. Mareike Schneider, Dr. Michael Stelter

Basierend auf nahezu 20 Jahren Erfahrung entwickelt das Fraunhofer IKTS Hochtemperatur-Brennstoffzellen und Systeme in unterschiedlichen Leistungsklassen ( $P_{el} = 10\text{ W bis }1\text{ kW}$ ) für den Einsatz von diversen Brennstoffen (Biogas, Erdgas, Campinggas). Derart komplexe Entwicklungsaufgaben erfordern zahlreiche interdisziplinäre Kompetenzen, die innerhalb des Forschungsfelds »Mikro- und Energiesysteme« aufgebaut werden konnten, und es so erlauben, Komplettlösungen für SOFC-Systeme anzubieten.

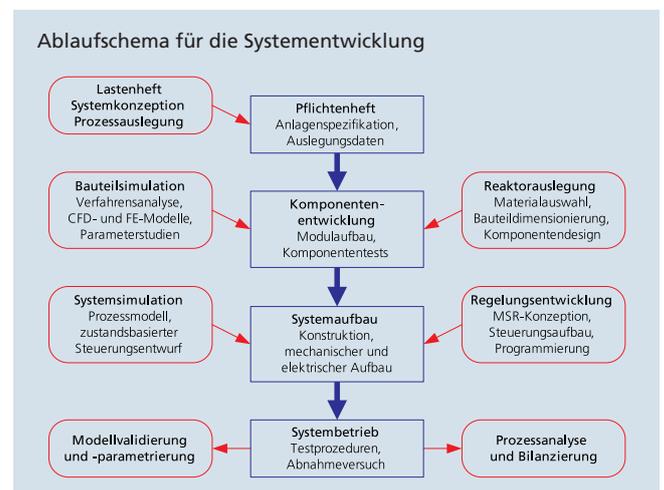
Ziel des eneramic®-Projekts war es, ein portables System zu entwickeln, das auf Basis eines kommerziell verfügbaren Brennstoffs wie Flüssiggas arbeitet. Aus dem Anwendungsbereich im Camping- und Outdoorsektor ergibt sich die Notwendigkeit eines robusten und zuverlässigen technischen Konzepts:

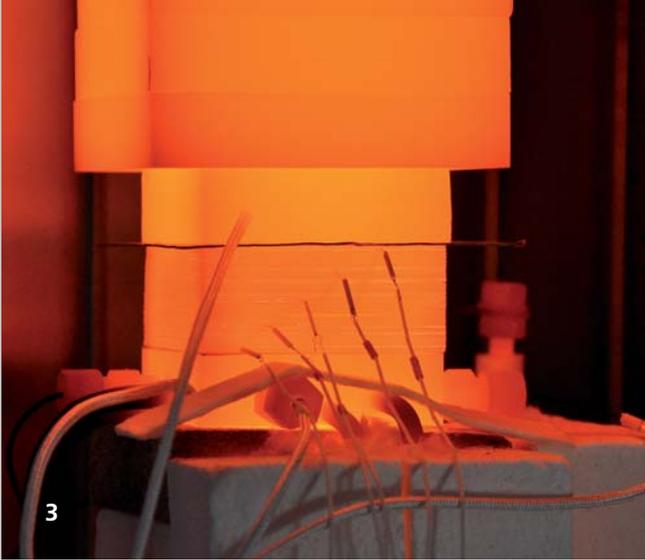
- 100 W Nettoleistung, 12 V Ausgang
- Volumen 8 Liter, Gewicht 8 kg
- 3000 h Betriebsdauer und 300 Start/Stop-Zyklen
- Startzeit 30 min

Das eneramic®-System wurde im Rahmen eines der ersten durch die Fraunhofer-Zukunftsstiftung finanzierten Projekte entwickelt. Nachdem inzwischen wesentliche technische Meilensteine erfolgreich erreicht werden konnten, wurden nun erste Schritte zur Kommerzialisierung eingeleitet.

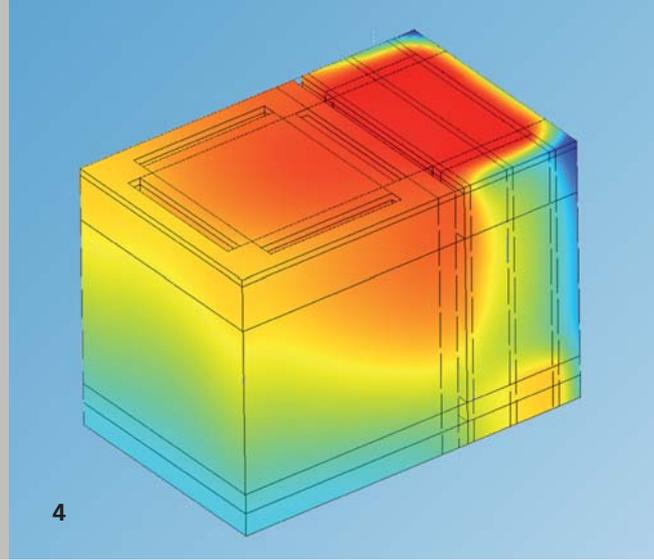
Herzstück des eneramic®-Systems ist ein neu entwickeltes Stackkonzept auf Basis von elektrolytgetragenen SOFC-Zellen. Dabei ist es gelungen, durch einen Mehrlagenaufbau der Bipolarplatte die Komplexität des Gesamtaufbaus signifikant zu reduzieren und damit die Fertigungskosten zu senken. Mit dem neuen Konzept wurden Stromdichten von bis zu  $375\text{ mA}\cdot\text{cm}^{-2}$  realisiert. Die Langzeitstabilität sowie eine Leistung von mehr als 160 W sind experimentell nachgewiesen.

Wesentliche Herausforderung der Systementwicklung ist der hohe mechanische und thermische Integrationsgrad, der sich aus den kleinen Reaktorvolumina und dem kompakten Packagingkonzept ergibt. Dadurch können die Systemkomponenten wie Reformer und Brenner nicht isoliert betrachtet werden. Es ist vielmehr erforderlich, die Wechselwirkung der Komponenten bereits in einem frühen Stadium der Auslegung zu berücksichtigen. Dafür wurden umfangreiche stationäre und dynamische Simulationen auf Systemebene durchgeführt, die thermische Wechselwirkung sowie fluidische Einflüsse berücksichtigen. Die Validierung dieser Untersuchungen erfolgte an-





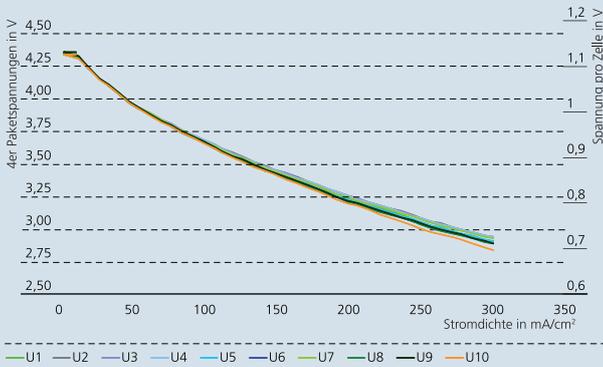
3



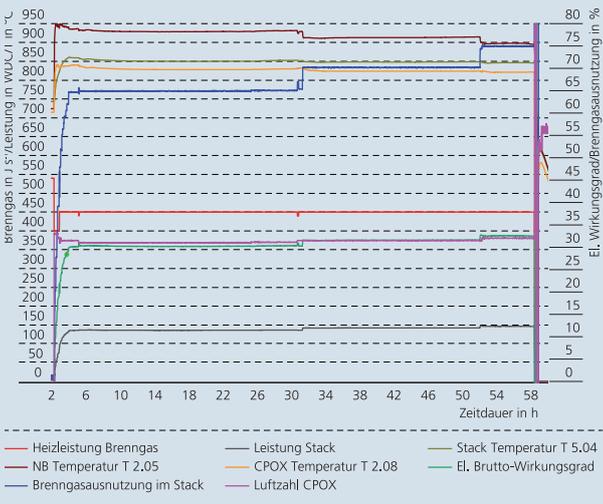
4

U-I-Kennlinie des eneramic®-e100-Stacks unter systemanalogen Bedingungen, 140 W bei 29 V

Betrieb mit Reformatequivalent, 40 Zellen bei 852 °C, Brenngasausnutzung 70 %, 300 mA·cm<sup>-2</sup>



Einfluss unterschiedlicher Brenngasausnutzung im Stack auf Temperatur und Systemperformance



Umsetzung eines autarken, sicheren Betriebs. Grundlage dafür soll ein robustes, fehlertolerantes Betriebskonzept bilden, das durch eine eigens entwickelte Systemsteuerung umgesetzt wird. Die Zuverlässigkeit dieses Komponentenregelungs- und Systemsteuerungskonzepts sowie dessen Realisierung werden derzeit untersucht.

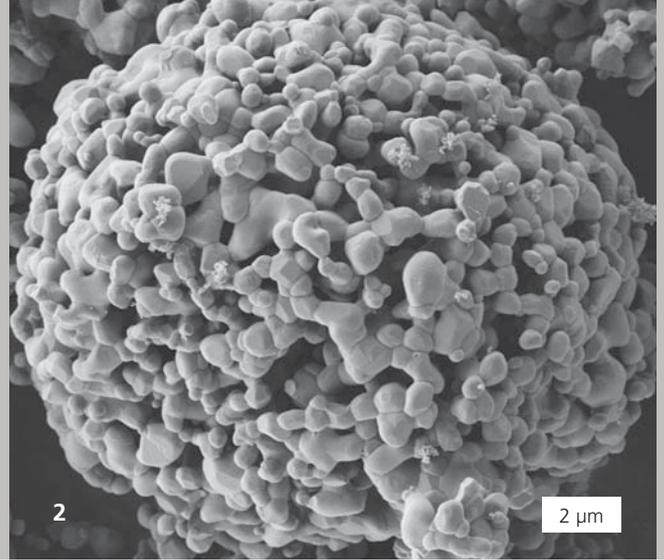
### Leistungs- und Kooperationsangebot

- Komponenten- und Systemauslegung
- Konstruktion, Bau und Versuchsbetrieb von Systemen
- Reaktionstechnische Untersuchung an Reaktoren
- Prüfstandsbaue
- Katalysatorentwicklung
- Lebensdaueranalysen

Weiterführende Informationen unter [www.eneramic.de](http://www.eneramic.de).

hand zahlreicher Komponenten- und Subsystemtests auf speziell aufgebauten Prüfständen. Im Ergebnis dieser Arbeiten ist ein Systemaufbau entstanden, der derzeit umfangreich getestet wird. Einige Betriebsergebnisse, die einen Bruttosystemwirkungsgrad von 33 % belegen, sind im Diagramm oben zusammengefasst. Aktuelle Arbeitsaufgaben betreffen die

- 1 eneramic®-System.
- 2 Schnittmodell.
- 3 Stacktest.
- 4 Thermische Simulation.



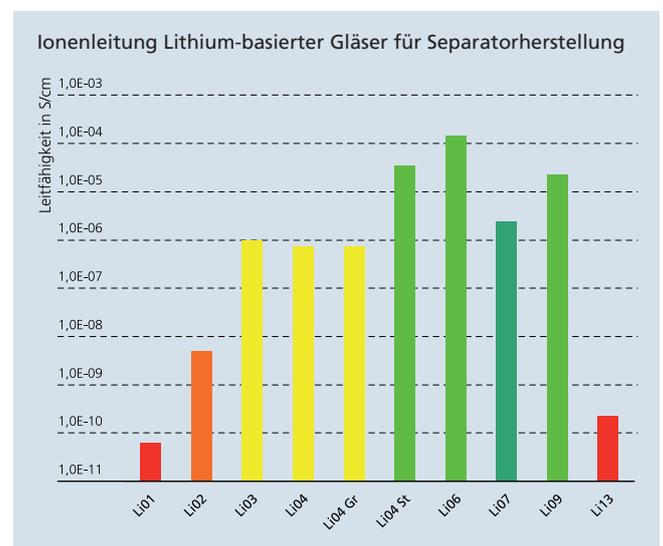
# LITHIUM-IONEN-BATTERIE: MATERIALENTWICKLUNG, CHARAKTERISIERUNG UND TEST

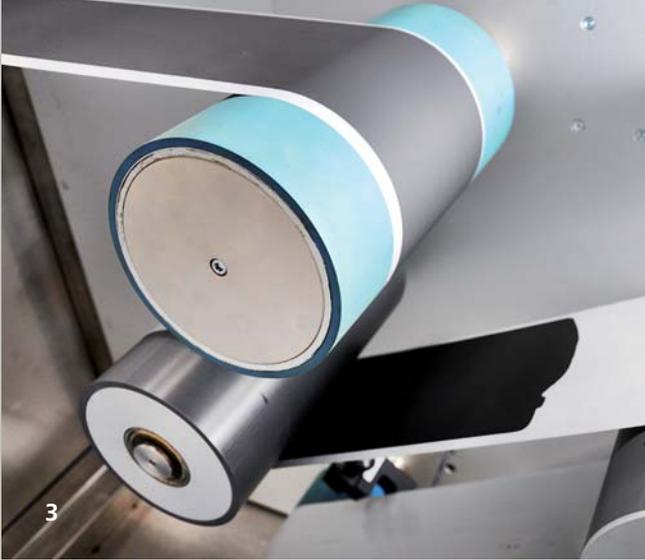
Dr. Mihails Kusnezoff, Dr. Mareike Schneider, Dr. Wieland Beckert, Dr. Michael Schneider, Dr. Manfred Fries, Dr. Michael Stelter

Lithium-Ionen-Batterien sind ein wesentlicher Baustein für die nachhaltige Gestaltung unserer zukünftigen Energieversorgung. Obwohl aktuell vorrangig in Consumergeräten eingesetzt, wo eine hohe Energiedichte Priorität hat, werden Lithium-Ionen-Batterien zukünftig vor allem für die Elektromobilität und stationäre Speicherung elektrischer Energie von Bedeutung sein. Dabei spielen keramische Werkstoffe und Technologien eine besondere Rolle, denn sowohl Aktivmaterialien als auch Separatoren bestehen zu wesentlichen Teilen aus Keramiken. Die Werkstoffe bestimmen letztendlich Leistung, Zuverlässigkeit und Kosten eines Batteriesystems. Deshalb verfolgt das Fraunhofer IKTS einen integralen Ansatz, der Material- und Technologieentwicklung, aber auch geeignete Charakterisierungsmethoden sowie Fertigungs- und Anwendungsaspekte umfasst. Relevante Prozesse können dafür sowohl im Labor- als auch im Technikumsmaßstab abgebildet werden, wodurch eine direkte Umsetzbarkeit bis in die Serie unterstützt wird. So werden Aktivmaterialien vom 10-g- bis hin zum 100-kg-Maßstab synthetisiert, charakterisiert und appliziert. Beispielsweise wurden Technologien für die Kathodenpulverherstellung entwickelt, mit denen über die Granulierung gezielt Morphologie und Größe der Aktivagglomerate eingestellt werden können. Die Partikelgröße und -packungsdichte können unter anderem durch die Kalzinierungstemperatur gesteuert werden. Um in Separatoren die Sicherheit und Ionenleitfähigkeit zu erhöhen, wurden erfolgreich Lithiumionenleitende Gläser entwickelt (Diagramm rechts).

Auch bei der Verarbeitung von Pulvern, der Herstellung von Pasten, Schlickern oder Extrusionsmassen sowie der Abscheidung als Elektroden kommen keramische Technologien zum

Einsatz. Dafür werden dem Aktivmaterial Lösungsmittel, Kohlenstoffpartikel und Binder zugesetzt und die Fließeigenschaften jeder Suspension an die jeweilige Beschichtungsmethode angepasst. Die so hergestellten Elektroden werden elektrochemisch untersucht. Schwerpunkte sind die Kapazität und Zyklierbarkeit sowie die strukturellen Veränderungen infolge der Interkalation bzw. Deinterkalation von Lithium. Neben elektrochemischen Verfahren wie der Zyklovoltmetrie und der Impedanzspektroskopie werden schwingungsspektroskopische Methoden (Raman- und IR-Spektroskopie) eingesetzt. Darüber hinaus gestatten umfangreiche Erfahrungen in der Probenpräparation für die Elektronenmikroskopie aufschlussreiche Einblicke in Elektrodenstrukturen über den gesamten Lebenszyklus der Batterie.

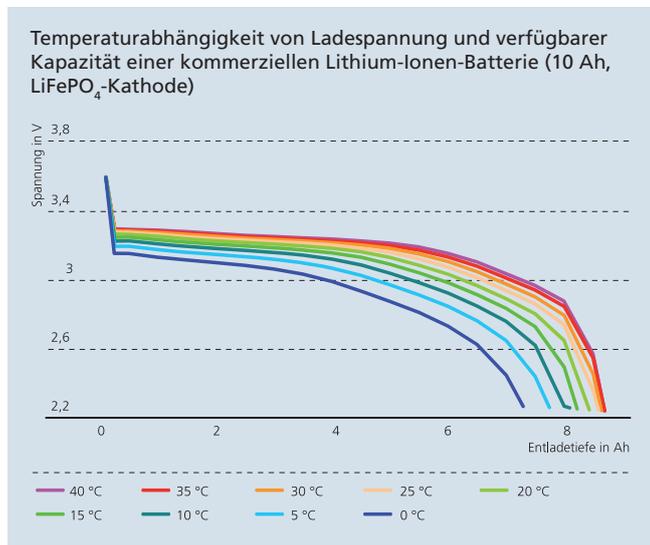




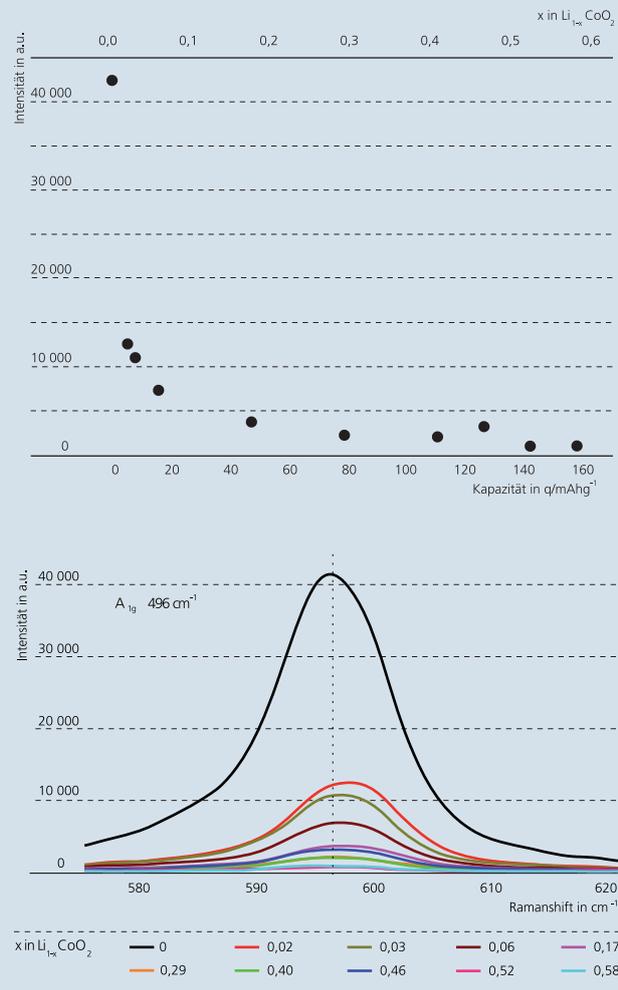
Moderne Prüfstände erlauben den Test und die Charakterisierung von kommerziellen Zellen bis zu einer Kapazität von 40 Ah. Damit können Aussagen zur Temperaturabhängigkeit der elektrischen Eigenschaften, Eigenerwärmung und der Zellalterung mittels Strom-Spannungsmessungen und Impedanzspektroskopie gewonnen werden. Außerdem erfolgen Untersuchungen mit applikationsspezifischen Lastzyklen. Neben Aussagen zu Performance und Stabilität der Zellen bilden die experimentellen Ergebnisse auch die Basis für weiterführende simulative Untersuchungen. Ziel ist es hier beispielsweise, modellbasiertes Batteriemangement oder die thermische Auslegung von Batteriesystemen zu unterstützen.

### Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung und Charakterisierung von Aktivmaterialpulver
- Elektrodenherstellung
- Elektrochemische Untersuchungen
- Batterietest und Post-Mortem-Analyse
- Multiphysiksimulation der elektrischen und thermischen Batteriecharakteristik



**Ramanspektroskopische Untersuchung an Kathodenmaterial zur Deinterkalation von Lithiumionen mit zunehmendem Ladezustand**



- 1 Sprühturm für Pulveraufbereitung.
- 2 Pulvergefuge aus 10-kg-Batch; Kathodengefuge im Schlibbild.
- 3 Schichtabscheidung.
- 4 Batterie-Testcontainer.



# MATERIALIEN UND TECHNOLOGIEN FÜR HOCH-EFFIZIENZSOLARZELLEN: FROM LAB TO FAB

Dr. Uwe Partsch, Dr. Markus Eberstein, Dr. Lars Rebenklau

Aufgrund des sich aktuell stark erweiternden Markts für erneuerbare Energien erfolgte auch für PV-Module in den vergangenen Jahren weltweit ein enormer Ausbau der Fertigungskapazitäten. Um gegenüber konventionell erzeugtem Strom konkurrenzfähig zu sein, wird von einem Sollmodulpreis von < 1 € ausgegangen. Als Hauptforderung an PV-Hersteller ergibt sich daraus, Kosten- und Volumenziele neu zu definieren, d. h. große Mengen hocheffizienter Module zu deutlich geringeren Preisen anzubieten. Neben den Kosten pro Watt-peak sind Qualität und Zuverlässigkeit der Module Indikatoren, die eine besondere Relevanz für Kunden besitzen.

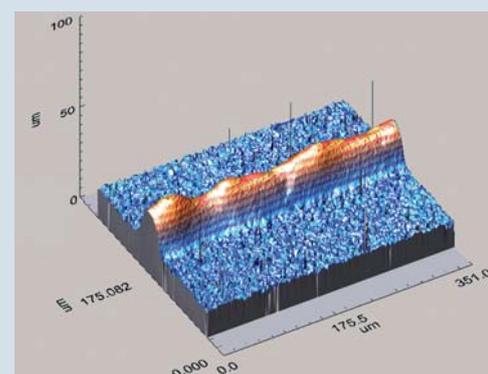
Die PV-Forschungsaktivitäten des Fraunhofer IKTS leisten zum Erreichen der genannten Ziele einen Beitrag und sind besonders auf die Optimierung kristalliner Solarzellen gerichtet. Neben effizienzoptimierten Zellkonzepten wie z. B. verbesserte Standardsolarzellen (Verringerung der elektrischen Verluste) oder Hocheffizienzzellen (selektiver Emitter, lokale Rückseitenkontaktierung), werden Möglichkeiten zur Kostenreduktion (z. B. durch Edelmetallsubstitution) untersucht.

Die Umweltverträglichkeit der zur Zellherstellung verwendeten Materialien und Prozesse hat ebenfalls zentrale Bedeutung, z. B. um mittelfristig die RoHS-Kompatibilität von PV-Produkten zu sichern. In diesem Kontext werden am Fraunhofer IKTS bleifreie (z. T. schwermetallfreie) Pasten zur Frontseitenmetallisierung von Solarzellen oder selektive Lötverfahren (Laser, IR, Induktion) für bleifreie Lote für die Modulassembly entwickelt.

## Pasten- und Technologieentwicklung für kristalline Solarzellen

Die Kontaktstrukturen für Solarzellen werden überwiegend als Pasten abgeschieden und anschließend in einem sehr raschen Temperaturregime eingebrannt. Der Pastenrheologie kommt ebenso große Bedeutung zu wie deren Einbrennverhalten, wobei der nur etwa 200 nm dünne Emitter kontaktiert, aber nicht beschädigt werden darf. Die Rheologie der Pasten wird von den Wechselwirkungen zwischen den anorganischen Pastenbestandteilen und dem organischen Druckträger bestimmt. Aktuelle Projekte beschäftigen sich mit der Maßschneidung der Pastenrezeptur für verschiedene Druckverfahren. Neben dem Standardsiebdruck werden z. B. Finline-, Tintenstrahl- und Aerosoldruck untersucht. Die gezielte Steuerung des Mikrogefüges und der Funktionseigenschaften der Leitfinger erfolgt über die Partikelgrößenverteilung der enthaltenen Metalle sowie die Zusammensetzung der eingesetzten Glaszusätze.

PV-Kontaktfinger, Finline-Doppeldruck





3



4

Aktuelle Schwerpunkte bilden die Erhöhung der Feststoffgehalte der Pasten sowie bleifreie Gläser. Für die Bewertung der Verarbeitbarkeit der Pasten sowie der elektrischen Funktionseigenschaften der kontaktierten Zellen bestehen am Fraunhofer IKTS vielfältige Möglichkeiten. Neben der bereits erwähnten Rheometrie können mittels thermischer Analysen (Schwindung, DTA, DTG/MS) z. B. der Ausbrand der organischen Komponenten sowie das Sintern der Metallisierungen bzw. der Mechanismus der Kontaktbildung beschrieben werden. Mikrostrukturelle Analysen (FESEM inkl. FIB, XRD) stehen zur Bewertung der Mikrogefüge von Vorder- und Rückseitenmetallisierungen sowie zur Bewertung der Kontaktbildung zur Verfügung. Zur elektrischen Charakterisierung der gesinterten Schichten bzw. ganzer Zellen können verschiedene Messplätze ( $R_{K'}$ ,  $R_{Sqr}$ , I-U-Kennlinien) genutzt werden.

### Technologieevaluierung im Pilotlinienmaßstab

Im Frühjahr 2010 wurde die gemeinsam mit der Roth & Rau AG betriebene PV-Pilotanlage in Hohenstein-Ernstthal eingeweiht. Die Linie gestattet die industriennahe vollständige Prozessierung kristalliner Solarzellen beginnend beim Texturätzen bzw. dem Entfernen von Sägeschäden. Über weitere Prozessschritte wie Dotierung, Antireflex-Beschichtung, Metallisierung, Einbrand bis hin zur Kantenisolation sowie Test/Sortierung werden kristalline Solarzellen im fertigungsnahen Umfeld aufgebaut. Die Zelllinie ist modular konzipiert, d. h. die Prozessierung kann z. B. für durchzuführende Charakterisierungen jederzeit unterbrochen werden. Des Weiteren können so zusätzliche Prozessschritte z. B. zur Herstellung von Hocheffizienzzellen (selektiver Emitter, MWT, EWT, lokale Rückseitenkontakte, Hetero-Junction) in den Standardprozess eingefügt werden.

Im Vergleich zu aktuellen Standardlinien ist die PV-Pilotlinie mit umfangreicher Prozessmesstechnik ausgerüstet. Durch virtuelles Wafertracking kann jeder einzelne Wafer genau den jeweiligen Prozessbedingungen in den Einzelschritten zugeordnet

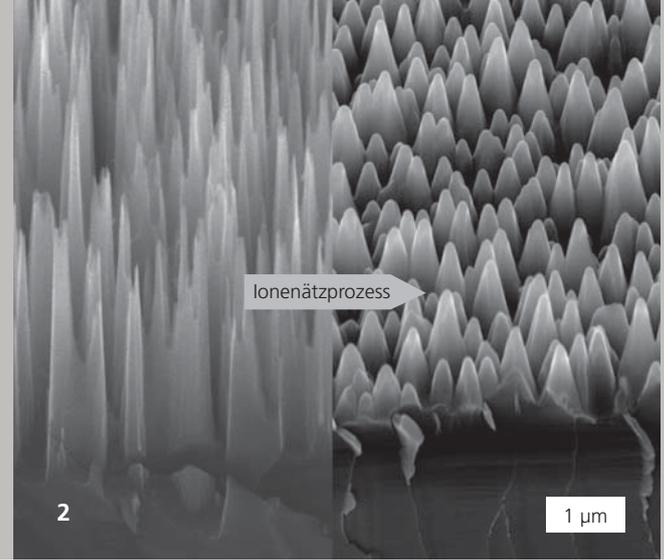
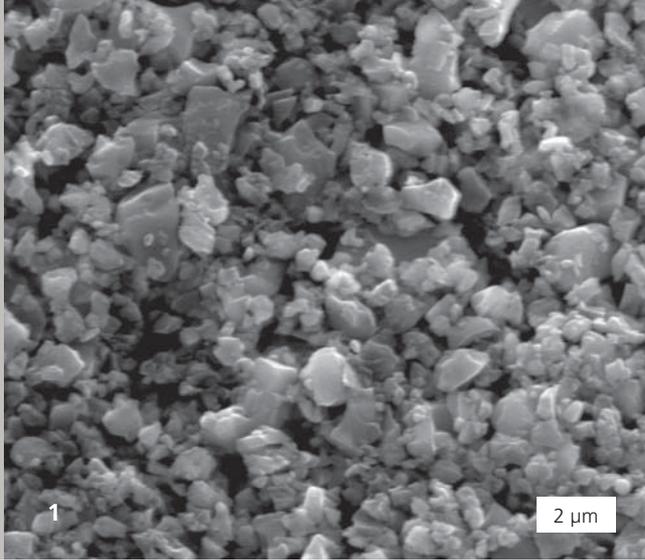
werden, d. h. über ein MES (Machine Executing System) werden die Vorgabe- und Istwerte der Einzelprozesse sowie weitere qualitätsentscheidende Kennwerte erfasst.

### Leistungs- und Kooperationsangebot

- Entwicklung optimierter Pasten für Vorder- und Rückseitenmetallisierung kristalliner Solarzellen
- Prozessoptimierung im Labormaßstab als Closed Loop mit Pastenentwicklung
- Charakterisierung von Pasten/Solarzellen
- Prozessüberführung in den Technikumsmaßstab



- 1 Pastenherstellung am Dreiwalzwerk.
- 2 Siebdruck der Frontseitenmetallisierung.
- 3 Feierliche Eröffnung der PV-Pilotlinie in Hohenstein-Ernstthal im Beisein der Staatsministerin Prof. von Schorlemer.
- 4 Siebdrucklinie für Front- und Rückseitenmetallisierung.



# ENTWICKLUNG EINES VERBUNDSUBSTRATS AUS SILIZIUM UND KERAMIK

Dipl.-Chem. Beate Pawlowski

## Motivation

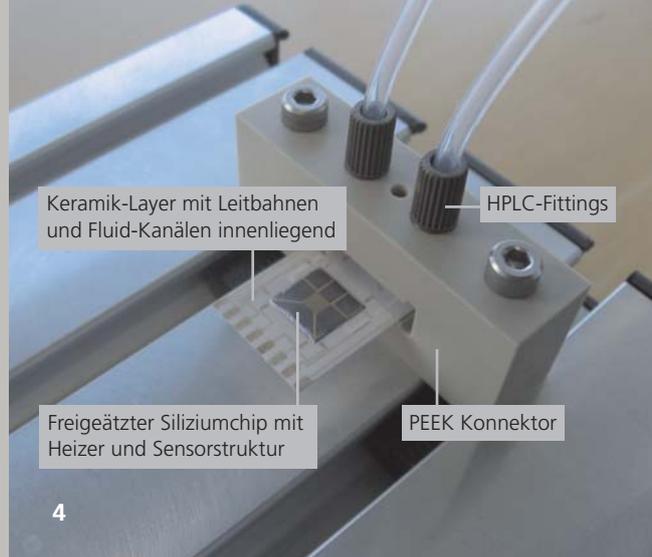
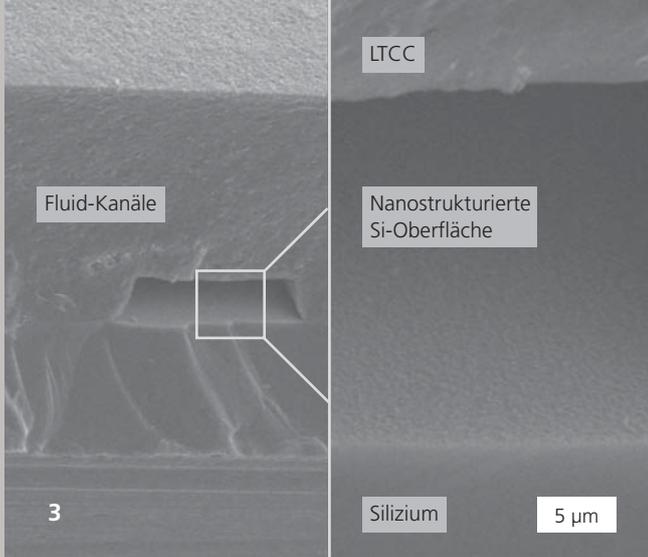
In enger Kooperation mit dem Institut für Mikro- und Nanotechnologien der TU Ilmenau wurde eine neue Systemintegrationstechnologie zur Kombination eines LTCC-Substrats (Low Temperature Cofired Ceramics) und eines nanostrukturierten Siliziumwafers zu einem Verbundsubstrat entwickelt. Dieses ermöglicht es, die Vorteile der Silizium- und der Keramik-Technologie in sich zu vereinen. Die derzeitigen Konzepte zur Verbindung keramischer Substrate mit Siliziumwafern erfordern Verbindungsmaterialien wie Glasfritten, Lote oder Klebstoffe. Alternativ kann über das Anodische Bonden ein spezielles LTCC-Substrat (BGK-Folie), welches im thermischen Ausdehnungskoeffizienten an den des Siliziums angepasst ist, kraftschlüssig mit einem Siliziumwafer verbunden werden. Dieser Prozess erfordert jedoch eine kostenintensive Politur der Keramikoberfläche, welche durch die Verwendung der beschriebenen Verbindungstechnologie entfällt. Während eines Standard-Laminationsprozesses werden der bereits vorstrukturierte Siliziumwafer oder Einzelkomponenten desselben ohne Hilfsstoffe mit einem keramischen Träger vor dem Sintern verbunden. Dabei wird Schwarzes Silizium (Black Silicon) mit einer keramischen Grünfolie verpresst und anschließend druckgesintert. Der dabei entstehende Werkstoffverbund (SiCer) mit nanoskaligem Interface führt zu einer extrem belastbaren Verbindung, die die Festigkeit einer Bondverbindung bei Weitem übersteigt.

## Adaption der Bondpartner

Bevor Silizium und BGK zu einem monolithischen Verbundgefügt werden, müssen die Teilsubstrate in ihrer Morphologie bzw. Nadelgeometrie aneinander angepasst werden. Im Standardätzprozess entstehen Black-Silicon-Nadeln mit einer Länge von 2,5 µm. Die Nadeldichte, welche für die Pulverpartikel Platz bieten, ist unveränderlich, während die Länge der Nadeln angepasst werden kann. Die nanostrukturierte Siliziumoberfläche wird durch ein selbstorganisiertes, lithographiefreies, reaktives Ionenätzen unter Verwendung eines  $SF_6/O_2$ -Plasmas erzeugt. Die Nadelgeometrien müssen an die Pulvermorphologie der BGK (Korngröße und -verteilung) angepasst und für das Laminieren (Länge und Stabilität) optimiert werden. Dieses wird durch einen nachgeschalteten Ionenätzprozess realisiert, der die Nadelstrukturen einkürzt und ausdünn. Die so für das Verbundsubstrat SiCer optimierte Nadellänge beträgt durchschnittlich 1,5 µm. Der Nadelabstand variiert von 100 bis 400 nm. Die bondbare Glaskeramik setzt sich im Wesentlichen aus einer Glaskomponente und mehreren keramischen Füllstoffen zusammen. Um die Verbindung zwischen dem Black Silicon und der grünen Glaskeramik-Folie zu optimieren, werden die Komponenten einer Feinmahlung unterzogen, um in Übereinstimmung mit dem Nadelabstand die mittlere Korngröße der Ausgangskomponenten auf ca. 400 nm zu reduzieren.

## Foliengießen

Für die Durchführung der Foliengießversuche wurden zunächst Untersuchungen zur Bestimmung der rheologischen Eigen-



schaften der Foliengießschlicker durchgeführt. Für die optimale Dispergierung wurde ein Dispergator auf Basis eines Phosphorsäureesters verwendet. Die Pulverkomponenten wurden mit dem Dispergator in Lösungsmittel 24 h dispergiert und anschließend unter Zugabe von Binder (Polyvinylbutyral) und Weichmacher (Butylbenzylphthalat) 24 h homogenisiert. Die Beurteilung der Grünfolien erfolgte nach den Kriterien Rissfreiheit, Ablöseverhalten, Benetzbarkeit und Ebenheit.

### Prozessierung der Teilsubstrate

Die Prozessierung der angepassten BGK erfolgt mittels Standard-LTCC-Technologien wie Stanzen von Vias für Durchkontaktierungen sowie Viafüllen und Siebdrucken von Leit-, Widerstands- und Isolationspasten. Die Einzellagen werden zueinander ausgerichtet und uniaxial vorlaminiert. Der nanostrukturierte Siliziumwafer wird auf den vorbereiteten BGK-Stapel mit einer isostatischen Presse laminiert. Die Nadeln dringen in die Polymermatrix der Grünfolie ein und treten in engen Kontakt mit den Feststoffpartikeln. Druck, Zeit, Temperatur sowie die Kraftsteigerungsrate sind die wesentlichen Laminierparameter, die maßgeblich den Fügeprozess bestimmen. Durch das druckunterstützte Sintern wird eine hermetisch dichte, extrem belastbare Bondverbindung erzeugt.

### Ergebnisse

Die Funktionalität dieses Verbundsubstrats wurde an einem fluidischen System nachgewiesen. Das Verbundsubstrat wurde mechanisch, fluidisch und elektrisch charakterisiert. Ein herausragendes Merkmal des SiCer-Verbundsubstrats ist seine sehr hohe Bondfestigkeit. Zu deren Bestimmung wurden aus einem Verbundsubstrat Testchips vereinzelt und auf Probekörper montiert. Diese Anordnung wurde mittels einer flexiblen Aufhängung in einer handelsüblichen Zerreißmaschine bis zur Zerstörung belastet. Es wurde eine mittlere Bondfestigkeit von

5474 N/cm<sup>2</sup> ermittelt. Für die Bestimmung der Dichtheit der Bondung wurden Test-Chips mit einer Kammerkonfiguration und unterschiedlichen Bondrahmenbreiten hergestellt und in einen Versuchsaufbau montiert, der aus einem handelsüblichen Helium-Lecksucher und einem KF-Flansch-Adapter besteht. Nach der Abdeckung der Anordnung mit einer mit Helium gefüllten Kappe wurden die Helium-Leckraten gemessen. Ab einer Bondrahmenbreite von 1,5 mm konnten Leckraten von bis zu  $1,1 \cdot 10^{-8}$  mbar l/s bestimmt werden. Für die elektrische Charakterisierung des Verbundsubstrats wurden in einem ersten Schritt die Black-Silicon-Nadeln mit Platin metallisiert. Diese ermöglichen durch das Eindringen in die Gold-Vias der LTCC-Keramik den elektrischen Kontakt. Der Übergangswiderstand Au(via)/Platin(Nadel)-Metallisierung beträgt 3,3 Ω.

### Danksagung

Wir danken dem BMBF und dem Thüringer Kultusministerium für die Unterstützung der Forschungsarbeiten innerhalb des Rahmenprogramms »Mikro-Nano-Integration« (15SV3566) sowie dem Forschungsprojekt SiCeram (B514-09026).

### Leistungs- und Kooperationsangebot

- Musterfertigung der bondbaren LTCC-Folie
- Erstellen von Testlayouts
- Fertigung von Funktionsmustern

- 1 *Optimierte Pulvermorphologie.*
- 2 *Standard- (links) und optimiertes (rechts) Black-Silicon.*
- 3 *REM-Aufnahme (Bruch) der Verbundstelle mit fluidischen Kanälen.*
- 4 *Fluidisches Funktionsmuster.*



# ENTWICKLUNG PROZESSFÄHIGER FOLIEN FÜR CO-GESINTERTE, BLEIFREIE PIEZOAKTOREN

Dipl.-Chem. Beate Pawlowski

## Motivation

Der Einsatz von Piezoaktoren stellt aufgrund ihrer herausragenden Eigenschaften wie präzise Positionierbarkeit, hohes Kraftvermögen und extrem hohe Schaltgeschwindigkeiten, eine Schlüsselfunktion sowohl für die Erreichung zukünftiger Abgasnormen in der modernen Diesel- und Benzin-Einspritztechnik als auch in der Halbleiterindustrie, der Telekommunikation, der Präzisionsbearbeitung oder im wissenschaftlichen Gerätebau dar.

Wachsendes Umweltbewusstsein hat zum Verbot des Einsatzes bleihaltiger Materialien in der Automobilindustrie geführt und ließ das Interesse an bleifreien Piezokeramikmaterialien auch für Nicht-Automobil-Anwendungen nicht nur in Deutschland und Europa, sondern weltweit und besonders im asiatischen Raum und in den USA sprunghaft ansteigen.

Die Zielsetzung ist hoch: Es ist geplant, einen zuverlässigen und langzeitstabilen Hochleistungs-Multilayer-Aktor auf Basis einer bleifreien Piezokeramik mit einem Dehnungsvermögen von mindestens 300 pm/V bei 2 kV/mm und einer Anwendungstemperatur im Bereich von -20 bis mindestens 150 °C zu entwickeln, der in Kombination mit einer Innenelektrode als Mehrschichtbauteil im Cosinterprozess hergestellt werden kann. Damit wären einfache Systeme realisierbar.

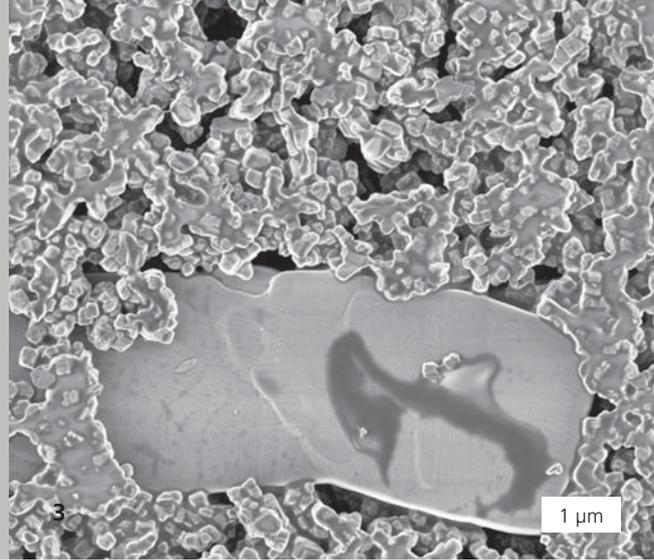
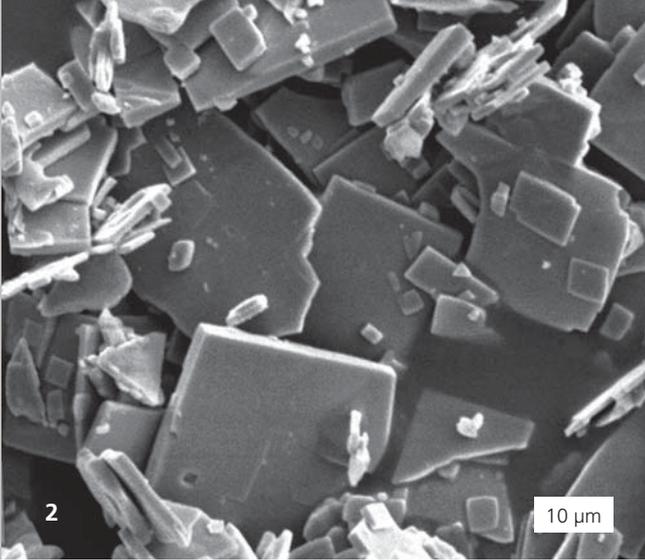
Ein Durchbruch in der Entwicklung eines leistungsfähigen, hochpräzisen Stellantriebs auf Basis umweltschonender, bleifreier Werkstoffe würde maßgeblich zu einem Ausbau der Exzellenz-Plattform deutscher Forschungseinrichtungen und zur Sicherung des Wirtschaftsstandorts Deutschland beitragen.

## Zielstellung

Im Rahmen des Entwicklungsvorhabens RealMAK wird auf Basis einer bleifreien Piezokeramik ein zuverlässiger Hochleistungs-Multilayer-Aktor mit langzeitstabilen Eigenschaften entwickelt. In Kombination mit dünnen metallischen Innenelektroden soll die bleifreie Piezokeramik als Mehrschichtbauteil für einen Cosinterprozess ausgelegt werden. Das Teilprojekt des Fraunhofer IKTS beschäftigt sich mit der Folientechnologie für cogesinterterte, bleifreie piezoelektrische Aktoren. Es sollen bleifreie keramische Folien entwickelt werden, die in Bezug auf Homogenität, Entbinderungs- und Sinterverhalten, Laminierbarkeit, Schwindung, thermischen Ausdehnungskoeffizienten, Kompatibilität/chemische Verträglichkeit gegenüber Pasten, Cofiring sowie Alterungs- und Degradationsverhalten für die in diesem Verbundprojekt zu entwickelnden keramischen Multilayersysteme optimiert sind.

## Ergebnisse

Für die ausgewählten Modellsubstanzen Kalium-Natrium-Niobat (KNN) und Bismuth-Natrium-Titanat (BNT) wurden in einem ersten Schritt Rezepturen für die Herstellung von Grünfolien entwickelt. Mit Hilfe von Strömungspotenzialmessungen wurden unterschiedliche Dispergatoren hinsichtlich ihrer Wirksamkeit untersucht. Nachdem ein Algorithmus für die Messung und Interpretation des Strömungspotenzials in organischen Lösungsmitteln erarbeitet wurde, konnten wichtige Erkenntnisse über Art, Menge und Wirksamkeit der Dispergatoren für das BNT- und KNN-System gewonnen werden.



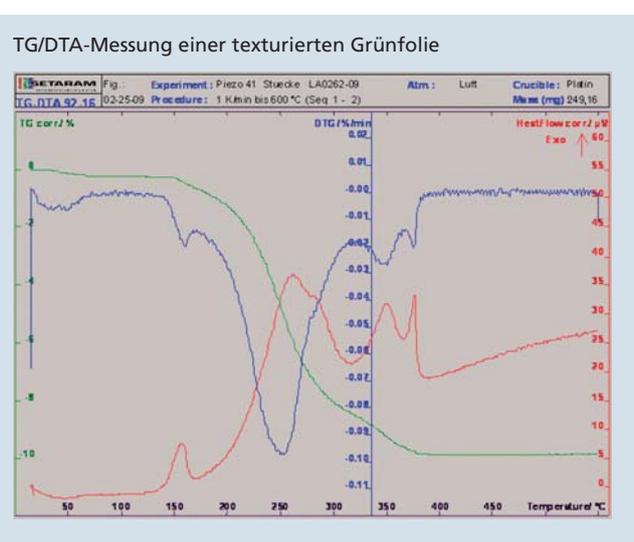
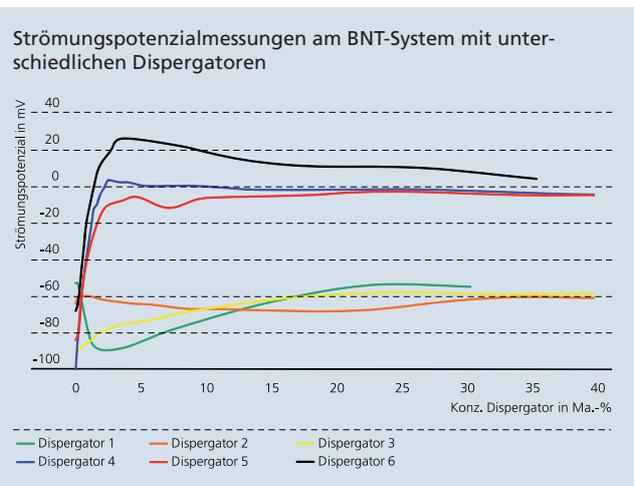
In einem zweiten Schritt erfolgte die Evaluierung eines geeigneten Binder/Weichmacher-Systems sowie die Optimierung der Schlickerzusammensetzung mit dem Ziel, Grünfolien zu erhalten, die keine Trocknungsdefekte (Entmischungen, Risse) aufweisen, über gute Ablösbarkeit von der Gießunterlage und Laminierbarkeit verfügen sowie nach der Sinterung eine homogene Mikrostruktur zeigen. Für die Durchführung von Texturierungsversuchen der Grünfolien wurden diverse Keime getestet. Es konnte eine Technologie erarbeitet werden, die es ermöglicht, die keimenthaltenden Gießschlicker schonend aufzubereiten und zu vergießen. Die daraus gegossenen Grünfolien wurden rasterelektronenmikroskopisch charakterisiert und das Entbinderungs- und Sinterverhalten ermittelt.

### Danksagung

Wir danken dem BMBF und dem Projektträger Jülich für die Unterstützung der Forschungsarbeiten innerhalb des Forschungsprojekts RealMak (03X4007E).

### Leistungs- und Kooperationsangebot

- Grundsatzversuche zur Aufbereitung bleifreier Piezwerkstoffe im Labormaßstab
- Gießschlickerentwicklung für bleifreie Piezwerkstoffe



- 1 Folientechnik am Fraunhofer IKTS Hermsdorf.
- 2 REM-Aufnahme von Keimen.
- 3 REM-Aufnahme einer texturierten Grünfolie.

---

# AUS DER FORSCHUNGSARBEIT DES FRAUNHOFER IKTS

---

FORSCHUNGSFELD

## INTELLIGENTE MATERIALIEN UND SYSTEME

Abteilungsleiter:

Dr. Andreas Schönecker

---

### Profil

---

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

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

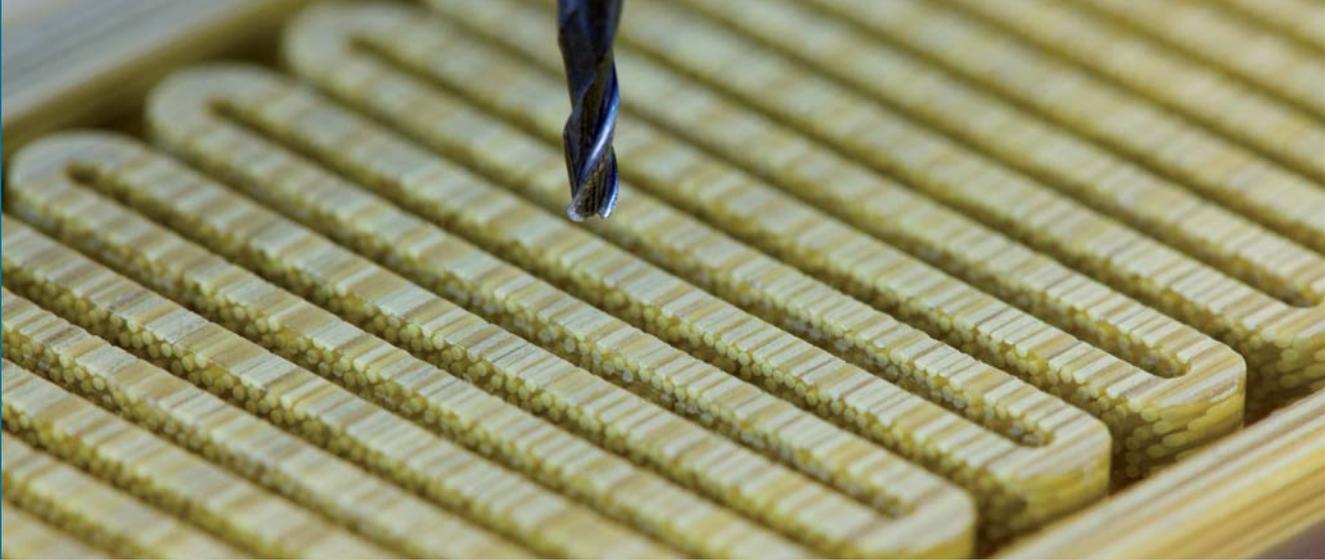
Zur Darstellung von Dünnschichten werden CVD-, PVD- und Sol-Gel-Verfahren sowie das reaktive Ionenätzen für die Strukturierung eingesetzt. Auf Basis dieses Technologieportfolios können neue Werkstofflösungen für die Halbleitertechnologie und den Verschleißschutz erarbeitet werden.

---

### Leistungsangebot

---

- Studien und Konzepterstellung zur Entwicklung dielektrischer Hochleistungskeramiken in Form von Pulvern, Bauteilen und integrierten Funktionselementen
- Werkstoff- und Technologieentwicklung
- Bauteilentwicklung und -integration
- Herstellung von Prototypen
- Lieferung von Schlüsselwerkstoffen und Komponenten
- Charakterisierung di-, piezo- und ferroelektrischer Funktionseigenschaften
- Vibrations- und Schallfeldmessungen
- Modellierung und Simulation zur Systemauslegung für Sensoren, Aktoren und Ultraschallwandler
- Wissenschaftlicher Gerätebau für Spezialausrüstungen
- Softwareentwicklung



**Dielektrische Keramiken und  
Verbunde, Piezokeramik**

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



**Funktionsschichten für  
Mikroelektronik und  
Verschleißschutz**

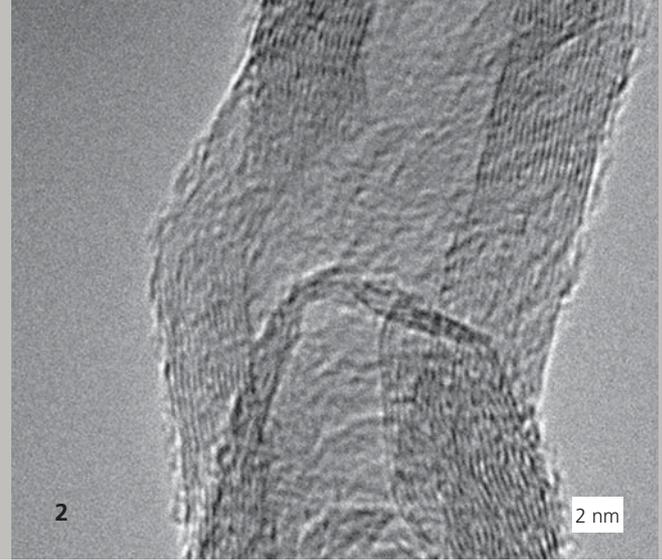
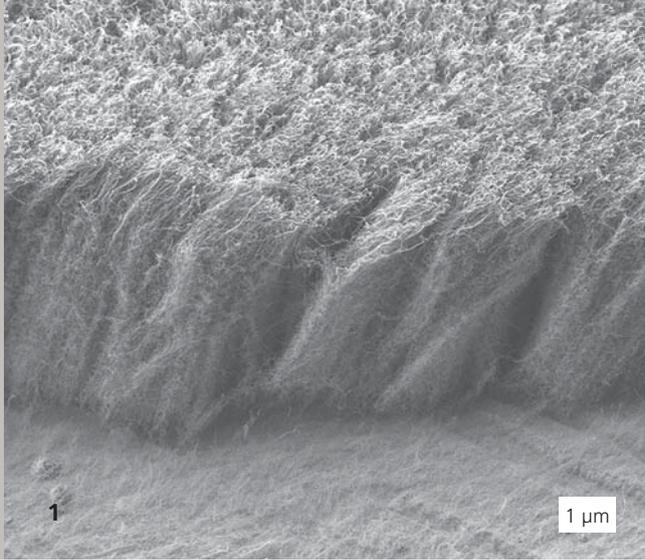
Dr. Ingolf Endler  
Telefon +49 351 2553-7693  
ingolf.endler@ikts.fraunhofer.de



**Piezosysteme**

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





# CARBON NANOTUBES ALS ELEKTRODEN-MATERIAL FÜR ENERGIESPEICHER

Dipl.-Ing. (FH) Frank Meißner, Dr. Ingolf Endler

## Ausgangssituation und Motivation

Die stark zunehmende Bedeutung der Elektromobilität bedingt eine Zunahme der Leistungsfähigkeit moderner Energiespeicher. Neuartige Lithium-Akkumulatoren werden heute in der Regel mit Mischoxidverbindungen in der Kathode und typischerweise Graphiten in der Anode realisiert. Ein wichtiger Baustein zur Erhöhung der Leistungsdichte und Zuverlässigkeit wird im Einsatz neuer Kathoden- und Anodenmaterialien gesehen. Gerichtete Kohlenstoffnanoröhren (Carbon Nanotubes, CNT) bieten aufgrund ihrer Eigenschaftskombination aus hoher elektrischer Leitfähigkeit und großem Aspektverhältnis gute Voraussetzungen, um sich auf leitfähigen Stromableitern als Anodenmaterial für Lithium-Ionen-Batterien, aber auch als Elektrodenmaterial für Superkondensatoren zu etablieren.

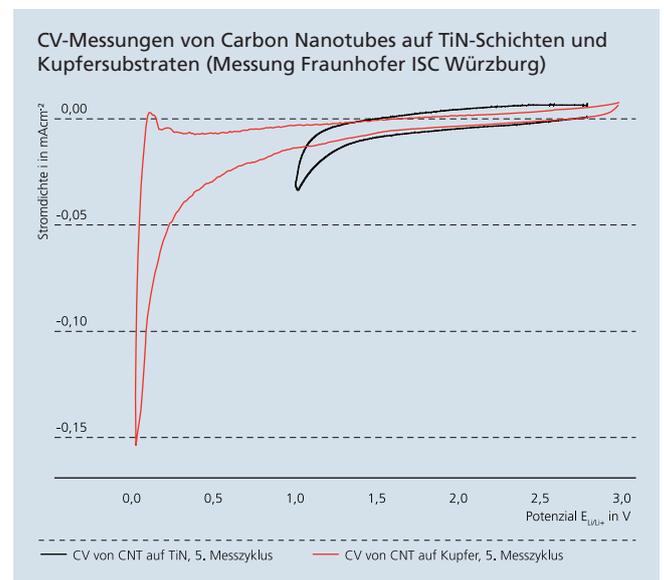
## Synthese gerichteter CNT im Fraunhofer IKTS

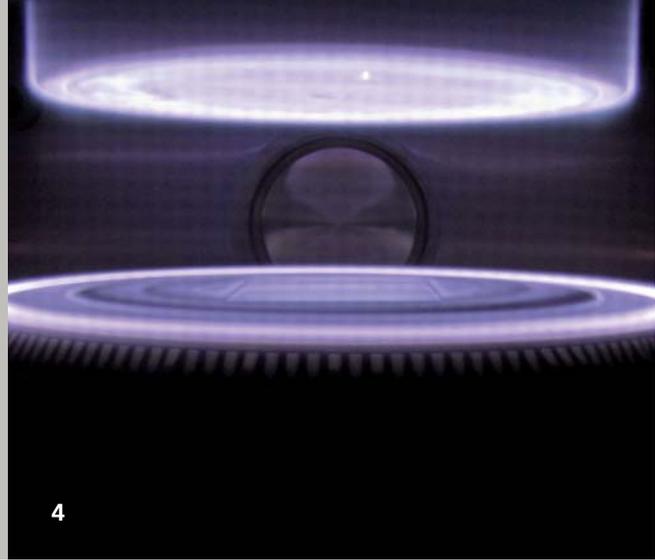
Im Fraunhofer IKTS ist die Synthese von gerichteten Carbon Nanotubes auf verschiedenen Trägermaterialien seit 2005 etabliert. Es stehen hierfür zwei Versuchsanlagen zur Verfügung, die nach dem Verfahren der chemischen Gasphasenabscheidung (CVD) arbeiten. Hiermit können Proben bis 100 mm Durchmesser beschichtet werden. Die Synthese gerichteter CNT kann dabei sowohl mit einem thermischen CVD-Verfahren als auch unter Einsatz eines HF-Plasmas erfolgen.

## Eigenschaften der CNT-Elektroden

Für das Wachstum gerichteter CNT wurden Nickelfolie, Kupferfolie und Titanitridschichten auf Siliziumwafern als Trägermaterialien verwendet. Dabei wurden auf TiN-Schichten mehrwandige CNT (MWCNT) mit ca. 10 μm Länge und 20 nm Außendurchmesser abgeschieden. Die TiN-Schicht fungiert dabei nicht nur als Grundelektrode, sondern auch als Diffusionsbarriere. Bei der Verwendung von Siliziumträgern wird somit z. B. eine unerwünschte Silicidbildung verhindert.

Bild 1 zeigt auf Nickel gewachsene, vertikal gerichtete CNT, die nach einer Synthesedauer von 20 Minuten eine Länge von 12 μm aufweisen. Bei Kupfersubstraten konnte durch Verwen-





dung einer speziellen Kupferqualität auf die sonst üblichen isolierenden Zwischenschichten verzichtet werden. Auch hier wurden MWCNT hergestellt, deren Außendurchmesser 35 nm betragen. Die durchgeführten cyclovoltammetrischen Messungen (CV) zeigen das typische Verhalten eines Doppelschichtkondensators. Dabei liegt das Stabilitätsfenster zwischen 1,4 und 3,0 V für CNT auf TiN sowie zwischen 0,6 und 3,0 V für CNT auf Kupfersubstraten. Vernachlässigt man die negative Verschiebung im Bereich geringer Spannungen, die auf eine noch zu geringe aktive CNT-Masse zurückzuführen ist, wurde bei diesen Versuchen ein Doppelschichtkondensator mit einer beachtlichen Ladekapazität von ca. 130 F/g realisiert.

### Weitere Anwendungsmöglichkeiten

Neben der hier vorgestellten Möglichkeit des Einsatzes gerichteter CNT für die Energiespeicherung erscheinen CNT aufgrund ihres hohen E-Moduls, ihrer hohen Wärmeleitfähigkeit und ihrer guten chemischen Beständigkeit auch für weitere Anwendungen prädestiniert. In der Aufbau- und Verbindungstechnik können strukturiert aufgebrachte CNT für den schnellen Strom- und Wärmeabtransport in Bauteilen genutzt werden und könnten so für Konzepte zukünftiger elektronischer Bauelemente von großer Bedeutung sein. Ihr großes Aspektverhältnis, welches aus CNT-Längen im Bereich mehrerer Mikrometer und CNT-Durchmessern im Bereich weniger Nanometer resultiert, macht sie auch für Filteranwendungen im Nanobereich interessant.

### Danksagung

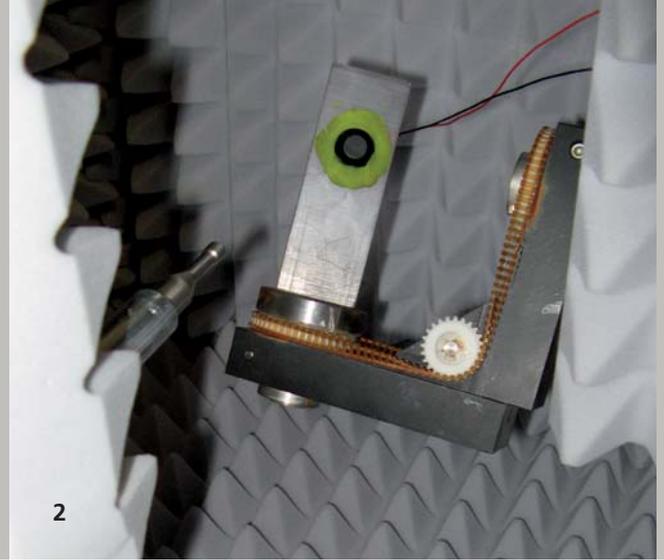
Die hier vorgestellten Arbeiten sind Ergebnisse des Verbundprojekts KoLi-WIn (FKZ 03SF0343B) und der Fraunhofer-Systemforschung Elektromobilität FSEM (FKZ 13N10599). Dem Bundesministerium für Bildung und Forschung, dem Projektträger Jülich sowie dem Projektträger VDI wird für die finan-

zielle Unterstützung herzlich gedankt. Dem Fraunhofer ISC in Würzburg danken wir für die elektrochemische Charakterisierung der Proben.

### Leistungs- und Kooperationsangebot

- Herstellung gerichteter Carbon Nanotubes auf metallischen und weiteren elektrisch leitfähigen Trägermaterialien
- Strukturierte CNT-Abscheidung auf Substraten bis 100 mm Durchmesser
- Elektronenmikroskopische und spektroskopische Analyse der synthetisierten CNT
- Elektrochemische Charakterisierung der CNT auf Substraten
- Herstellung von Elektroden auf CNT-Basis für Lithium-Ionen-Batterien und Superkondensatoren

- 1 REM-Aufnahme von gerichteten CNT auf Nickelfolie.
- 2 HRTEM-Aufnahme einer Kohlenstoffnanoröhre, erzeugt auf leitfähiger TiN-Schicht.
- 3 PECVD-Anlage im Reinraum des Fraunhofer IKTS.
- 4 Erzeugung gerichteter CNT mittels HF-Plasma-CVD.



# PIEZOTECHNIK – DENKEN IM SYSTEM

Dipl.-Ing. Thomas Rödiger

## Ausgangssituation

Das Fraunhofer IKTS beschäftigt sich mit Werkstoff- und Technologieentwicklungen für piezokeramische Wandler. Es werden technisch interessante Materialsysteme synthetisiert und in allen Keramikformen hergestellt, z. B. als Dünn- oder Dickschicht, Multilayer oder freigeformter Monolith. Das Marktinteresse für die Piezokeramik resultiert insbesondere aus den elektromechanischen Koppelereigenschaften. Bekannt sind vielfältige kommerzielle Anwendungen im Bereich der Sensorik, Aktorik und Ultraschalltechnik. Aktuelle Entwicklungen untersuchen darüber hinaus die Anwendung piezokeramischer Werkstoffe für die Bereitstellung elektrischer Energie aus mechanischen Schwingungen oder für die Funktionalisierung von Strukturbauteilen. Für die erfolgreiche Realisierung neuer Applikationen ist in der Regel eine Optimierung im System nötig, die eine abgestimmte Lösung der Subsysteme, d. h. Werkstoff und Technologie, Mechanik, Elektronik und aller Schnittstellen, erfordert. Die Arbeitsgruppe »Piezosysteme« unterstützt Kunden insbesondere bei Fragen der Systemintegration und komplettiert das Leistungsangebot des Forschungsfelds »Intelligente Materialien und Systeme«, das damit die gesamte Entwicklungskette von der Idee bis zur Fertigung von Prototypen umfasst.

## Motivation

Die Arbeitsgruppe »Piezosysteme« beschäftigt sich mit der Auslegung piezokeramischer Wandler auf Basis konventioneller und neuer, bleifreier Werkstoffe als Einzelbauelement oder als

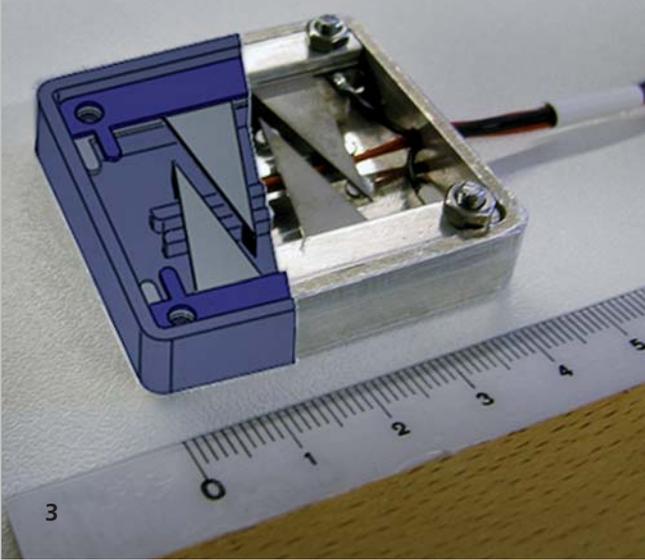
integrierte Komponente in Verbundwerkstoffen. Für Kunden werden Lösungen zur effizienten Ausnutzung der Eigenschaften piezokeramischer Werkstoffe in den betrachteten spezifischen Applikationen entwickelt. Anwendungsschwerpunkte sind die Ultraschalltechnik, dezentrale Energiegewinnung, Spannungswandlung und gekoppelte Sensor-Aktor-Strukturen. Durch geschickte Werkstoffauswahl und angepasste Elektronik ergibt sich ein enormes Potenzial für Verbesserungen und neue Applikationsfelder. Die Lösungen beziehen Vorschläge zur einfachen und kostengünstigen Fertigung sowie zur Realisierung einer hohen Zuverlässigkeit ein.

## Systemaspekt

Piezokeramische Wandler stellen die Verbindung zwischen der mechanischen Konstruktion und der Elektronik her. Ihre Funktion kann nur im Zusammenspiel der Teilsysteme optimal entfaltet werden. Basierend auf dem grundlegenden Verständnis der Eigenschaften piezokeramischer Werkstoffe, vorhandenen Modellierungswerkzeugen und spezieller Messtechnik können Systementwicklungen schnell und zuverlässig realisiert werden.

## Modellbildung und Simulation

Die Beschreibung gekoppelter piezoelektrischer Systeme bedarf spezieller Methoden der Modellbildung. Ein genutzter Ansatz basiert auf der Theorie der elektromechanischen Systeme. Das betrachtete System wird in elektrische (Ersatz-) Netzwerke zerlegt und mit Hilfe kommerzieller Software simu-



liert. Dieses Verfahren hat sich für eine Vielzahl von Problemlösungen mit Aspekten der Sensorik, Aktorik sowie Energie- und Ultraschallwandlung bewährt. Alternativ werden piezoelektrisch gekoppelte Systeme mittels FEM simuliert. Dazu gehören auch die Schallfelder von Ultraschallwandlern.

### Entwicklung und Konstruktion

Die mechanischen und elektromechanischen Eigenschaften der Piezokeramik erfordern eine (piezo-) keramikgerechte Konstruktion, so dass eine definierte Krafteinleitung vorliegt und Bewegungen im Mikrometerbereich nutzbar werden. Des Weiteren sind Fehlbelastungen wie Zugkräfte, Scherung und Momente zu vermeiden. Die genutzten Methoden basieren auf den Grundlagen der Feingerätekonstruktion und einer Vielzahl eigener Erfahrungen und erarbeiteter Designrichtlinien.

### Elektronikentwicklung

Für eine optimale Ausnutzung der Eigenschaften piezoelektrischer Elemente ist eine angepasste Elektronik unbedingt erforderlich. Durch das stark nichtlineare, kapazitive Verhalten der Piezokeramik kann im Allgemeinen nicht auf Standardlösungen zurückgegriffen werden, so dass Eigenentwicklungen erfolgen. Die Gruppe verfügt über langjährige Erfahrungen in der Elektronikentwicklung, die hierfür genutzt werden.

### Messtechnik

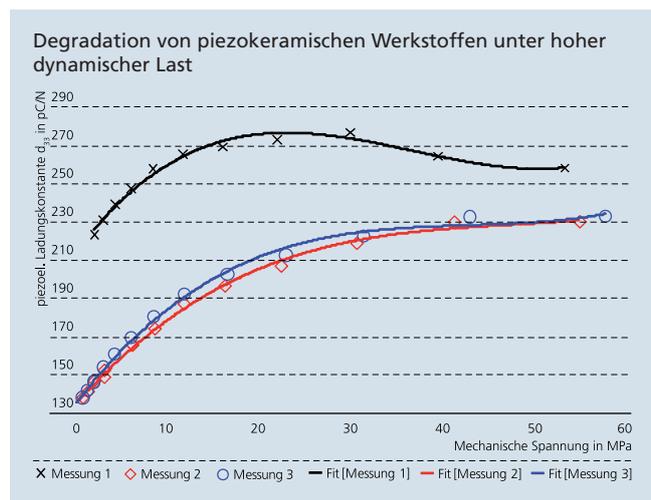
Die Charakterisierung von Systemen mit einem piezokeramischen Wandler bedarf spezieller Messtechnik. Es werden neue Messmethoden und die dazugehörigen Messplätze entwickelt. Beispielhaft ist ein vollautomatisierter Messplatz zur Charakterisierung von Luftultraschallwandlern, wie in Bild 2 gezeigt wird.

### Aktuelle Beispiele

- Entwicklung eines Energiewandlermoduls für funkvernetzte Sensoren (BMBF-Spitzencluster Cool Silicon ), Bild 3
- Entwicklung neuer Wandlerprinzipien für Kraftsensoren (SMWA-Projekt PiWA), Bild 1
- Entwicklung von Luftultraschallsensoren, Bild 2

### Leistungs- und Kooperationsangebot

Unser Angebot umfasst die Entwicklung von Systemen mit piezokeramischen Elementen aus den Bereichen Sensorik, Aktorik, Generatoren und Ultraschalltechnik. Im speziellen sind das: Werkstoffauswahl, Modellbildung und Simulation, Entwicklung und Konstruktion, Elektronikentwicklung, Charakterisierung



- 1 Kraftaufnehmer mit piezokeramischem Aufnehmer in Dickschichttechnik.
- 2 Luftultraschallmessplatz.
- 3 Prototyp eines piezoelektrischen Generators.
- 4 Tieftemperaturmessplatz.

---

# RETROSPEKTIVE

---

## VERANSTALTUNGEN, AUSSTELLUNGEN





## 22. Januar 2010 Vision Keramik

Am 22. Januar fand die nunmehr siebente Auflage des Kolloquiums nicht wie gewohnt in Dresden statt, sondern bildete am Standort Hermsdorf den feierlichen Rahmen zur Integration des Hermsdorfer Instituts für Technische Keramik (HITK) in das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS Dresden. Unter dem Motto »Integrierte Keramikforschung von der Idee bis zum Produkt« wurden in interessanten Beiträgen aus Industrie und Wissenschaft die Potenziale innovativer Keramiktechnologien für neue Lösungen vom Werkstoff bis zum System präsentiert. Neben aktuellen Entwicklungen zeigten die Vortragenden, dem Anspruch der »Vision« entsprechend, besonders die Zukunftsperspektiven der Keramik auf. Die Beiträge deckten dabei ein breites Anwendungsspektrum der Werkstoff-, Komponenten- und Systementwicklung in Märkten wie der Elektronik (Vielschichtkeramik), dem Maschinenbau, der Photovoltaik und der Brennstoffzellentechnik ab.

Die Ministerpräsidentin des Freistaates Thüringen Christine Lieberknecht sowie Vertreter der sächsischen Ministerien eröffneten die »Vision Keramik«. Prof. Hans-Jörg Bullinger, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, stellte anschließend anhand konkreter Beispiele das Erfolgsmodell der Fraunhofer-Gesellschaft als Innovationsmotor für die Industrie vor. Nach dem Kolloquium wurden Führungen durch das HITK angeboten, wovon die rund 220 Teilnehmer zahlreich Gebrauch machten.

## 20. März 2010 Besuch VW-Produktionsvorstand in Begleitung des Ministerpräsidenten des Freistaates Sachsens

Am 20. März 2010 besuchte der VW-Produktionsvorstand in Begleitung des Ministerpräsidenten des Freistaates Sachsens Stanislaw Tillich das Fraunhofer IKTS. Ziel dieses Besuchs war

es, sich über aktuelle Entwicklungen im Bereich der Automobil- und Energietechnik zu informieren und in Diskussion zu treten. Im Rahmen eines Expertengesprächs stellte Prof. Alexander Michaelis neueste Ergebnisse aus der Brennstoffzellen-, Batterie- und Photovoltaikforschung sowie zu aktiven Strukturkomponenten für Anwendungen in der Verkehrstechnik vor. Während des anschließenden Institutsrundgangs wurden konkrete Forschungsprojekte des Fraunhofer IKTS präsentiert und aktuelle Entwicklungstrends aufgezeigt.

## 14. April 2010 Feierliche Inbetriebnahme einer hochmodernen Photovoltaik-Pilotlinie im Beisein der Sächsischen Staatsministerin Prof. von Schorlemer

Die Roth & Rau AG und das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS haben am 14. April 2010 in Hohenstein-Ernstthal eine neue Pilotlinie zur Entwicklung und Herstellung effizienter und kostengünstiger kristalliner Solarzellen in Betrieb genommen.

**1** VW-Produktionsvorstand sowie der Ministerpräsident des Freistaates Sachsens Stanislaw Tillich im Expertengespräch am Fraunhofer IKTS.

**2** Festveranstaltung anlässlich der »Vision Keramik« am neuen Standort des Fraunhofer IKTS in Hermsdorf im Beisein der Ministerpräsidentin des Freistaates Thüringen Christine Lieberknecht.

**3** Institutsrundgang im Beisein des Ministerpräsidenten Stanislaw Tillich.



Die in der neuen Pilotlinie zukünftig generierten Ergebnisse dienen in erster Linie der Ausbildung und dem Test neuer Zellkonzepte sowie der Entwicklung von Fertigungs-ausrüstung für kristalline Solarzellen. Damit ist es nun möglich, auf industrienahe Ausrüstung neueste Materialien und Technologien bezüglich ihrer wirtschaftlichen Verwertbarkeit zu untersuchen. Die innerhalb nur eines Jahres aufgebaute Pilotlinie umfasst alle Prozessschritte für die Herstellung kristalliner Solarzellen, angefangen von der nasschemischen Behandlung der Wafer über das Aufbringen der Anti-Reflexbeschichtung bis hin zur Front- und Rückseitenmetallisierung sowie der Funktionsüberprüfung. Ziel der umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich klassischer sowie neuer, erweiterter Zellkonzepte ist die Erhöhung der Effizienz bei gleichzeitiger Verringerung der Herstellungskosten.

### 3. September 2010 Industrietag – Keramik in der motorischen Abgas-Nachbehandlung

Das Fraunhofer IKTS lud am 23. September 2010 erstmalig zum Industrietag »Keramik in der motorischen Abgas-Nachbehandlung« nach Dresden ein. Im Rahmen des Vortragsprogramms wurde mit den rund 70 Teilnehmern über den aktuellen Stand sowie die Trends aus Sicht der Keramikentwicklung und -fertigung informiert und rege diskutiert. Ein Höhepunkt war die offizielle Inbetriebnahme des neuen Heißgas-Prüfstands mit Rußinjektor im Fraunhofer IKTS. Dieser versetzt die IKTS-Wissenschaftler künftig in die Lage, das Bauteilverhalten keramischer Komponenten im Heißgas und bei thermischer Wechselbelastung gezielt zu analysieren. Die durchweg positive Resonanz der Tagungsteilnehmer belegt die Relevanz und Aktualität der vorgestellten Themenschwerpunkte und ist ein Ansporn, diese in zukünftigen Veranstaltungen weiter zu vertiefen.

### 5. – 7. November 2010 Fraunhofer-Talentschool Dresden

Anfang November 2010 veranstaltete die Fraunhofer-Gesellschaft die zweite Fraunhofer-Talentschool in Dresden, an der rund 30 talentierte und technisch interessierte Jugendliche der neunten bis dreizehnten Jahrgangsstufe teilnahmen. Im Zentrum der dreitägigen Veranstaltung stand die projektbezogene Arbeit in Workshops zu unterschiedlichen wissenschaftlichen Fragestellungen rund um das Thema Energie. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer FEP, IKTS und IPMS vermittelten die notwendigen theoretischen Grundlagen und standen für Diskussionen zur Verfügung. Der Workshop im Fraunhofer IKTS beschäftigte sich mit Brennstoffzellen. In Vorträgen und Experimenten konnten sich die Schüler mit Aufbau, Funktionsweise und Anwendungsmöglichkeiten einer Brennstoffzelle vertraut machen und sogar ihre eigene Brennstoffzelle bauen.

Das Fraunhofer IKTS wird auch im Jahr 2011 Gastgeber für die Fraunhofer-Talentschool sein. [www.talent-school-dresden.de](http://www.talent-school-dresden.de)

### 25. – 26. November 2010 Symposium Galvanik – eine etablierte Technik innovativ angewendet

Im Jahr 2010 standen elektrolytische Schichten im Fokus der bereits 2005 begonnenen Tagungsreihe rund um die angewandte Elektrochemie. Der Einladung nach Dresden folgten 60 Teilnehmer. Neben Grundlagenuntersuchungen wurden von den 15 Vortragenden auch anwendungsorientierte Arbeiten zur elektrochemischen Abscheidung vorgestellt und diskutiert. Aber auch messtechnische Beiträge im Zusammenhang mit der elektrolytischen Schichtbildung und -untersuchung waren viel beachtete Themen des attraktiven Vortragsprogramms.



Das Symposium wurde durch Präsentationen von acht Unternehmen abgerundet, die ebenfalls als Plattform für Diskussionen genutzt wurden. Aufgrund der durchweg positiven Resonanz der Tagungsteilnehmer ist eine Weiterführung der Tagungsreihe 2012 geplant.

---

## Preise

---

### Fraunhofer IKTS Hermsdorf – Sieger im Innovationswettbewerb

Mit der Entwicklung einer nanoporösen keramischen Membran zur Trocknung von Bioethanol gewann das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, Institutsteil Hermsdorf, den bundesweit ausgeschriebenen Innovationspreis der Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e.V. (FEE). Mit diesem Preis ehrt die FEE Erfindungen und Innovationen zur Minderung des Energiebedarfs, der effizienten Energiewandlung und -speicherung sowie zum Einsatz erneuerbarer Energien.

Unter den eingereichten 31 Bewerbungen setzte sich das Fraunhofer IKTS mit einem keramischen Filter durch, der Wasser von Ethanol durch eine Art »Siebung« abtrennen kann. Die Porenöffnung dieses Filters beträgt nur 0,4 Nanometer und ist somit größer als der Durchmesser des Wassermoleküls aber kleiner als der eines Ethanolmoleküls. Im Vergleich zu konventionellen Verfahren können mit diesem neu entwickelten Filter bis zu 90 % Energie eingespart werden. Das Verfahren wird bereits in einer ersten Anlage zur Produktion von Biokraftstoff eingesetzt.

### Wissenschaftspreis des Stifterverbands 2010 – Diamantbeschichtete Keramik DiaCer®

Wissenschaftlern aus vier Fraunhofer-Instituten, darunter drei Institute des Demonstrationszentrums AdvanCer, ist es ge-

meinsam mit Partnern aus der Industrie gelungen, einen neuen Werkstoffverbund herzustellen, der das Beste von Diamant und Keramik in sich vereint: die diamantbeschichtete Keramik DiaCer®. Überall dort, wo Bauteile und Werkzeuge stark beansprucht werden, bietet DiaCer® maximalen Verschleißschutz gepaart mit niedrigen Reibwerten. Diese Kombination sorgt für eine erhöhte Lebensdauer, verbessert zudem Produktionsprozesse und reduziert den Energieverbrauch. Diamantbeschichtete Gleitringdichtungen für Pumpen sind inzwischen in verschiedenen schwierigen Einsatzbereichen, etwa in der Erdöl- oder Gasförderung, erfolgreich am Markt.

Für die Entwicklung des Werkstoffverbunds DiaCer® erhielt das Entwicklerteam Ende Mai 2010 auf der Jahrestagung der Fraunhofer-Gesellschaft in Leipzig den Wissenschaftspreis des Stifterverbands. Dieser zeichnet wissenschaftlich exzellente Verbundprojekte der angewandten Forschung aus, die Fraunhofer-Institute gemeinsam mit der Wirtschaft und/oder anderen Forschungsorganisationen bearbeiten.

- 1 *Eröffnung der neuen Photovoltaik-Pilotlinie in Hohenstein-Ernstthal im Beisein der Sächsischen Staatsministerin Prof. Sabine von Schorlemer.*
- 2 *Institutsführung während des Industrietags »Keramik in der motorischen Abgas-Nachbehandlung«.*
- 3 *Preisträger des FEE-Innovationspreises Energie 2010, (v.l.n.r.: Dr. Weyd, Dipl.-Ing. Kühnert, Dr. Voigt, Dr. Richter).*
- 4 *Gratulation der Bundesministerin Annette Schavan (rechts) an die Preisträger des Stifterverbandspreises 2010 (links: Dr. Herrmann, Fraunhofer IKTS).*

# MESSE- UND AUSSTELLUNGSBETEILIGUNGEN



## nano tech

Tokio, 17.–19. Februar 2010

Fraunhofer-Gemeinschaftsstand

## Solar Energy

Berlin, 16.–20. Februar 2010

Fraunhofer-Gemeinschaftsstand Energie

## Hannover Messe

Hannover, 19.–23. April 2010

- Gemeinschaftsstand Fraunhofer-Allianz Hochleistungskeramik/TASK
- Gemeinschaftsstand der Brennstoffzellen Initiative Sachsen e. V.
- Gemeinschaftsstand der Fraunhofer-Allianz Energie
- eneramic® Brennstoffzellen-System
- Gemeinschaftsstand IHK Gera
- Gemeinschaftsstand Mikro-Nanotechnologie Thüringen



2



3

#### DWA Energietage

Potsdam, 19.–21. April 2010

#### POWTECH

Nürnberg, 27.–29. April 2010

#### 18th Biomass Conference and Exhibiton

Lyon, 3.–7. Mai 2010

#### World Hydrogen Energy Conference

Essen, 16.–21. Mai 2010

#### Sensor + Test

Nürnberg, 18.–20. Mai 2010

Gemeinschaftsstand »Forschung für die Zukunft – Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen«

#### Energy Harvesting and Storage

München, 26.–27. Mai 2010

#### SMT/HYBRID/PACKAGING,

#### Internationale Fachmesse & Kongress

Nürnberg, 8.–10. Juni 2010

Gemeinschaftsstand VDI/VDE

#### Fuel Cell Forum

Luzern, 29. Juni–2. Juli 2010

#### 25th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition

Valencia, 6.–9. September 2010

Gemeinschaftsstand Wirtschaftsförderung Sachsen

#### IFAT

München, 13.–17. September 2010

Fraunhofer-Gemeinschaftsstand

#### Clean Tech World

Berlin, 15.–19. September 2010

#### Biotechnica

Hannover, 5.–7. Oktober 2010

Gemeinschaftsstand »Forschung für die Zukunft – Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen«

#### Highlights der Physik

Augsburg, 9.–14. Oktober 2010

#### EURO PM

Florenz, 10.–14. Oktober 2010

#### Electronica

München, 9.–12. November 2010

Fraunhofer-Gemeinschaftsstand

#### Hagener Symposium

Hagen, 25.–26. November 2010

#### EuroMold

Frankfurt/Main, 1.–4. Dezember 2010

Gemeinschaftsstand Fraunhofer-Allianz Generative Fertigung

1 Vorstellung des neuen Brennstoffzellensystems eneramic® auf der Hannover Messe im Beisein von Prof. Bullinger (rechts).

2 Besucher im Treffpunkt Keramik auf der Hannover Messe.

3 Erfolgreiche Messteilnahme während der POWTECH 2010 in Nürnberg.

---

# 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**

---

Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS

Treffpunkt Keramik Dresden

Fraunhofer-Allianz Hochleistungskeramik

Fraunhofer-Demonstrationszentrum AdvanCer

Fraunhofer-Allianz Adaptronik

Fraunhofer-Allianz Energie

Fraunhofer-Allianz Nanotechnologie

Fraunhofer-Allianz Numerische Simulation von Produkten, Prozessen

Fraunhofer-Allianz Generative Fertigung

Fraunhofer-Allianz SysWasser

Fraunhofer-Netzwerk Sensorik

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)

Förderkreis Abgasnachbehandlungstechnologien für Dieselmotoren e.V. (FAD)

Gesellschaft für Wissens- und Technologietransfer der TU Dresden mbH

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)

Fachhochschule Jena, Hochschulrat insitut

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.

Verband der Keramischen Industrie e.V.

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.

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

### Schwerpunktt Themen

- 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
- Silicatiforschung 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](http://www.materials.fraunhofer.de)



## TREFFPUNKT KERAMIK DRESDEN

Durch die Kooperation zwischen dem Fraunhofer IKTS, der TASK GmbH und den verschiedenen Mitgliedern hat sich der Treffpunkt Keramik weiter als fester Bestandteil der Dresdner Technologietransferlandschaft etabliert. Die Mitglieder nutzen den schnellen Zugang zur Forschungsinfrastruktur der Fraunhofer-Gesellschaft.

Das Spektrum reicht von Analyseaufgaben und der Charakterisierung von Werkstoffen bis zum exklusiven Entwicklungsprojekt für die Serienproduktion. Gemeinsam zeigt das Institut mit den Keramikherstellern den Bogen vom Rohstoff bis zum System und von den Prototypen bis zur industriellen Serienkomponente. In den Seminarveranstaltungen und Schulungen des Demonstrationszentrums AdvanCer werden durch die Einbindung des Treffpunkts die von den Teilnehmern gewünschte Praxishöhe und Marktinformation 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, welches die Kontakte zu Projektträgern und Forschungseinrichtungen vereinfacht.

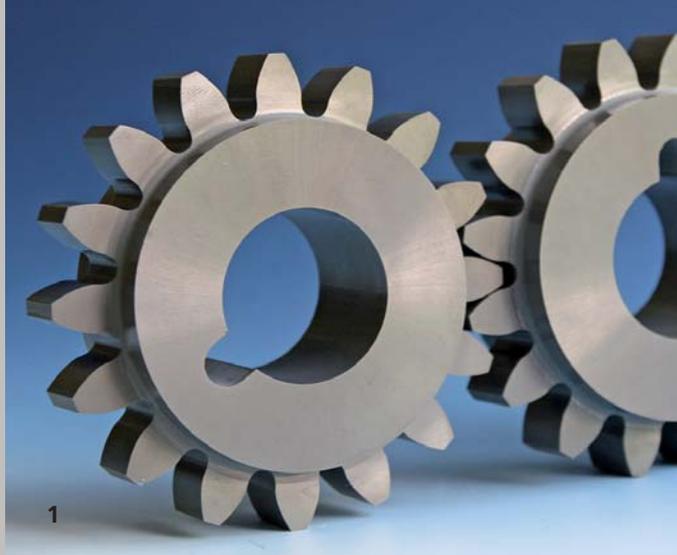
Durch die Einbindung in zahlreiche Veranstaltungen des Fraunhofer IKTS konnten sich im Jahr 2010 erneut fast 2000 Besucher in Dresden über keramische Produktinnovationen und Anbieter informieren. Der Schwerpunkt der externen Leistungsshow unter dem Motto »Meet Ceramic Experts« war die Hannover Messe mit einer Standfläche von 300 m<sup>2</sup> und dem »Tag der Technischen Keramik« auf dem Werkstoff-Forum der Hannover Messe.

Die Mitglieder im Treffpunkt Keramik

**TASK**  
Technologie-Agentur  
Struktur-Keramik



1 Besucherrundgang durch den Treffpunkt Keramik.



## DIE FRAUNHOFER-ALLIANZ HOCHLEISTUNGSKERAMIK

### 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 Hochleistungskeramik haben sich sieben Fraunhofer-Institute zusammengeschlossen. Ihr Forschungsspektrum reicht entlang der gesamten Wertschöpfungskette von der Modellierung und Simulation über die anwendungsorientierte Werkstoffentwicklung, die Fertigung und Bearbeitung von keramischen Komponenten bis hin zur Bauteilcharakterisierung, Bewertung und 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 das Demonstrationszentrum ein Schulungsprogramm für Techniker und Ingenieure an. Die drei angebotenen Schulungsböcke bauen aufeinander auf, können jedoch auch als Einzelseminare in Anspruch genommen werden.

Die Schulungsthemen sind:

- Werkstoffe, Verfahren
- Bearbeitung
- Konstruktion, Prüfung

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

### Aufgabenspektrum

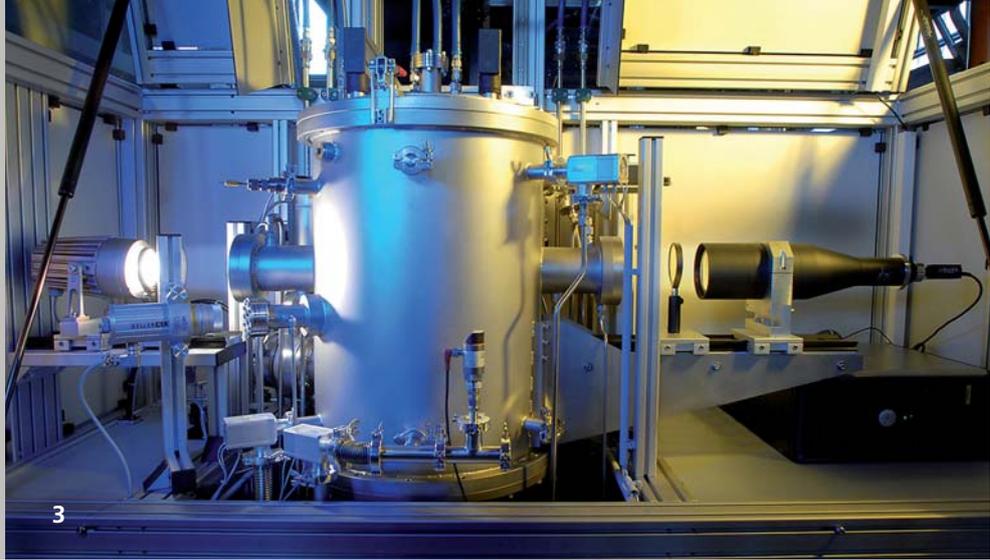
- Werkstoffentwicklung für Strukturkeramik, Funktionskeramik, faserverstärkte Keramik, Cermets, Keramikverbunde und adaptive Verbundwerkstoffe
- Bauteilauslegung und Funktionsmusterentwicklung
- Systemintegration und Nachweis der Serienfähigkeit
- Pulver-, Faser- und Beschichtungstechnologien
- Werkstoff-,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

### Leistungsangebot

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



2



3

---

## Institute

---

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme  
IKTS  
[www.ikts.fraunhofer.de](http://www.ikts.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik  
IPK  
[www.ipk.fraunhofer.de](http://www.ipk.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie  
IPT  
[www.ipt.fraunhofer.de](http://www.ipt.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Institut für Silicatforschung  
ISC  
[www.isc.fraunhofer.de](http://www.isc.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik  
IWM  
[www.iwm.fraunhofer.de](http://www.iwm.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren  
IZFP  
[www.izfp.fraunhofer.de](http://www.izfp.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit  
LBF  
[www.lbf.fraunhofer.de](http://www.lbf.fraunhofer.de)

---

## Lenkungskreis

---

Prof. Dr. Alexander Michaelis (Sprecher der Allianz)  
Fraunhofer IKTS

Prof. Dr. Peter Gumbsch  
Fraunhofer IWM

Prof. Dr. Fritz Klocke  
Fraunhofer IPT

---

## Leiterin der Geschäftsstelle

---

Susanne Freund  
Fraunhofer IKTS  
Winterbergstraße 28  
01277 Dresden

Telefon 0351 2553-7504  
Fax 0351 2554-334

[susanne.freund@ikts.fraunhofer.de](mailto:susanne.freund@ikts.fraunhofer.de)

[www.hochleistungskeramik.fraunhofer.de](http://www.hochleistungskeramik.fraunhofer.de)  
[www.advanced-ceramics.fraunhofer.com](http://www.advanced-ceramics.fraunhofer.com)

**1** Kugelgestrahlte keramische Zahnräder.

**2** CerCut ist eines von sieben bisher abgeschlossenen Teilprojekten im Fraunhofer-Demonstrationszentrum AdvanCer. In Folgeprojekten wird der Prototyp gemeinsam mit industriellen Partnern zum Produkt weiterentwickelt.

**3** Thermooptisches Messgerät zur Charakterisierung von Keramiken in kontrollierter Ofenatmosphäre bis 2000 °C.

# NAMEN, DATEN, EREIGNISSE

PATENTE, PATENTANMELDUNGEN,  
BUCH- UND ZEITSCHRIFTENBEITRÄGE

## Erteilte Patente 2010

Adler, J.; Piwonski, M.;  
Greulich-Hickmann, N.;  
Langsdorf, A.

**Method and device for  
non-contact moulding of  
fused glass gobs**  
US 7 743 628 B2

Adler, J.; Ihle, J.

**High-strength planar  
structures for end-ballistic  
protection and protection  
against wear and method  
for producing the same**  
IL 170927

Adler, J.; Beckert, W.

**Plattenförmiger kerami-  
scher Wärmestrahlkörper  
eines Infrarot-Flächen-  
strahlers**  
DE 10 2008 000 010 B4

Bitterlich, S.; Voß, H.;

Schuch, G.; Diefenbacher, A.;  
Noack, M.; Schafer, R.;  
Voigt, I.; Richter, H.; Caro, J.  
**Composite membrane**  
US 7 749 414 B2

Duzidak, G.; Nickel, A.;

Voigt, I.; Hoyer, T.; Puhfürß, P.  
**Keramische Nanofiltrati-  
onsmembran für die Ver-  
wendung in organischen  
Lösungsmitteln und Ver-**

**fahren zu deren Herstel-  
lung**

EP 1 603 663 B1

Endler, I.

**Hard-material-coated bo-  
dies and method for their  
production**  
CN 101218370 B  
US 7 767 320 B2

Faßauer, B.; Eichstätter, R.;  
Maas, R.; Friedrich, H.

**Verfahren und Vorrichtung  
zur Behandlung biogener  
Stoffe zur Erzeugung von  
Biogas**  
DE 10 2008 042 461 B3

Grützmann, D.; Fischer, G.;  
Richter, H.

**Anordnung aus elektrisch  
leitfähiger Keramik mit  
funktioneller Beschichtung**  
EP 2 092 793 B1

Kusnezoff, M.; Stelter, M.;  
Michaelis, A.

**Wiederholeinheit für einen  
Stapel elektrochemischer  
Zellen sowie Stapelordnung**  
EP 2 054 964 B1

Luthardt, R. G.; Johannes, M.

**Verfahren zur Herstellung  
mehrschichtig aufgebau-  
ten Zahnersatzes**  
RU 2 385 686 C2

Richter, V.; v. Ruthendorf, M.  
**Wasserstrahlschneidhoch-  
druckdüse**  
DE 100 52 021 B4

Siegel, S.; Boden, G.;  
Petasch, U.; Thole, V.;  
Weiß, R.; Scheibel, T.;  
Henrich, M.; Ebert, M.

**Method for the production  
of a carbon or ceramic  
component**  
US 7 682 534 B2

Waeschke, U.; Kusnezoff, M.  
**Kontaktelement für eine  
elektrisch leitende Verbin-  
dung zwischen einer  
Anode und einem Inter-  
konnektor einer Hochtem-  
peraturbrennstoffzelle**  
DE 10 2009 015 794 B4

## Patentanmeldungen 2010

Adler, J.

**Pellets und Verfahren zu  
deren Herstellung**  
DE 10 2010 030 547

Giebe, A.; Scheithauer, U.;  
Rödiger, T.; Schönecker, A.

**Aktorisches, sensorisches  
und/oder generatorisches  
Faserverbundbauteil und**

**Verfahren zu seiner Her-  
stellung**  
DE 10 2010 019 666

Goldberg, A.; Marcinkowski, P.;  
Feller, C.; Schneider, M.

**Elektrochemische Zelle  
eines Akkumulators**  
DE 10 2010 046 307

Johannes, M.; Ehrh, R.

**Verblendkeramik für den-  
tale Restaurationen aus  
Yttrium-stabilisiertem  
Zirkoniumdioxid sowie  
Verfahren zu deren Auf-  
trag**  
DE 10 2010 035 545

Jurk, R.; Fritsch, M.

**Verfahren zur Herstellung  
von Nanopartikeln aus  
einem Edelmetall und die  
Verwendung der so herge-  
stellten Nanopartikel**  
DE 10 2010 033 924

Klumbies, H.; Partsch, U.;  
Gebhardt, S.

**Hybridaktorelement und  
Verfahren zu seiner Her-  
stellung**  
DE 10 2010 013 611

Kusnezoff, M.; Trofimenko, N.;  
Girdauskaite, E.; Belda, C.  
**Verfahren zur Herstellung  
von Festoxidbrennstoffzel-**

len mit einer metallsub-  
stratgetragenen Kathoden-  
Elektrolyt-Anoden-Einheit  
sowie deren Verwendung  
DE 10 2010 046 146

Kusnezoff, M.; Michaelis, A.;  
Schneider, M.

**Anordnung mit mindestens  
einer Farbstoffsolarzelle**  
DE 10 2010 056 338

Luthardt, F.; Adler, J.  
**Verfahren und Vorrichtung  
zur kontinuierlichen Erzeu-  
gung von Schäumen**  
DE 10 2010 039 322

Partsch, U.; Feller, C.;  
Kretzschmar, C.; Reinhardt, K.  
**Ionensensitives Sensorele-  
ment**  
DE 10 2010 015 551

Reuber, S.; Barthel, M.;  
Schneider, M.; Koszyk, S.;  
Belitz, R.  
**System mit Hochtempera-  
turbrennstoffzellen**  
PCT/EP2010/004457

Roscher, H.-J.; Anselment, C.;  
Just, D.; Seffner, L.; Moritz, T.  
**Piezoelektrisches Aktormo-  
dul sowie piezoelektrischer  
Aktor mit einem solchen  
piezoelektrischen Aktor-  
modul und Herstellungs-**

verfahren dieser  
DE 10 2010 015 171

-----  
**Buch- und Zeitschriften-  
beiträge**  
-----

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.

**Internalisation of enginee-  
red nanoparticles into  
mammalian cells in vitro:  
Influence of cell type and  
particle properties**

Journal of Nanoparticle Re-  
search (2010), online first,  
doi:10.1007/s11051-010-  
0030-3

Czyperek, M.; Zapp, P.;  
Bouwmeester, H. J. M.;  
Modigell, M.; Ebert, K.;  
Voigt, I.; Meulenberg, W. A.;  
Singheiser, L.; Stöver, D.  
**Gas separation membranes  
for zero-emission fossil  
power plants: MEM-BRAIN**  
Journal of Membrane Science  
359(2010), Nr.1-2, S.149-159

Dittmer, R.; Clemens, F.;  
Schönecker, A.; Scheithauer, U.;  
Rojas-Ismael, M.; Graule, T.

**Microstructural analysis  
and mechanical properties  
of Pb(Zr,Ti)O<sub>3</sub> fibers deri-  
ved by different processing  
routes**

Journal of the American Ce-  
ramic Society 93(2010), Nr.8,  
S.2403-2410

Eckhard, S.; Fries, M.

**Influence of different sus-  
pension properties on in-  
ternal structure and defor-  
mation behavior of spray  
dried ceramic granules**

Advances in Science and  
Technology 62(2010), S.157-  
162

Elschner, C.; Kusnezoff, M.;  
Ziesche, S.; Paepcke, A.;  
Michaelis, A.

**New method to determine  
diffusion coefficients and  
surface rate constants in  
mixed ionic electronic con-  
ductors**

Journal of Membrane Science  
362(2010), Nr.1-2, S.545-549

Endler, I.; Höhn, M.;  
Herrmann, M.; Holzschuh, H.;  
Pitonak, R.; Ruppi, S.;  
Berg, H. van den;  
Westphal, H.; Wilde, L.

**Aluminum-rich TiAlCN coa-  
tings by low pressure CVD**  
Surface and Coatings Tech-

nology 205(2010), Nr.5,  
S.1307-1312

Feng, B.; Martin, H.-P.;  
Michaelis, A.

**Thermoelectric properties  
of boron carbide with Si  
doping**

Jänsch, D.: Thermoelectrics  
Goes Automotive: Thermo-  
elektrik, II  
Renningen: expert-Verl.,  
2010, S.290-295

Flössel, M.; Gebhardt, S.;  
Schönecker, A.; Michaelis, A.  
**Development of a novel  
sensor-actuator-module  
with ceramic multilayer  
technology**

Journal of Ceramic Science  
and Technology 1(2010),  
Nr.1, S.55-58

Friedrich, E.; Friedrich, H.;  
Lincke, M.; Schwarz, B.;  
Wufka, A.; Fassauer, B.  
**Verbesserte Konvertierbar-  
keit lignocellulosehaltiger  
Substrate in der Nassfer-  
mentation: Extrusion von  
Stroh**

Chemie-Ingenieur-Technik  
82(2010), Nr.8, S.1177-1181

Fritsch, M.; Klemm, H.;  
Herrmann, M.; Michaelis, A.;  
Schenk, B.

**The water vapour hot gas corrosion of ceramic materials**

Ceramic forum international: CFI. Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft 87(2010), Nr.11-12, S.E28-E32

Heddrich, M.; Jahn, M.; Michaelis, A.; Stelter, M.

**SOFC- $\mu$ KWK mit Biogas – Ein einfacher Prozess mit hohem elektrischen Wirkungsgrad**

Chemie-Ingenieur-Technik 82(2010), Nr.9, S.1415-1416

Herrmann, M.; Neher, R.; Brandt, K.; Höhn, S.

**Micro-segregations in liquid phase sintered silicon carbide ceramics**

Journal of the European Ceramic Society 30(2010), Nr.6, S.1495-1501

Herrmann, M.; Shen, Z.; Schulz, I.; Hu, J.; Jancar, B.

**Silicon nitride nanoceramics densified by dynamic grain sliding**

Journal of Materials Research 25(2010), Nr.12, S.2354-2361

Herrmann, M.; Räthel, J.; Sempf, K.; Thiele, M.;

Bales, A.; Sigalas, I.

**Field-assisted densification of superhard  $B_6O$  materials with  $Y_2O_3/Al_2O_3$  addition**

Orlovskaya, N.; Lugovy, M.: Boron-Rich Solids: Sensors for Biological and Chemical Detection. Sensors, Ultra High Temperature Ceramics, Thermoelectrics, Armor (NATO science for peace and security series)

Berlin: Springer, 2010, S.319-326

Herrmann, M.; Bodkin, R.; Coville, N.J.; Thiele, M.

**Sintering and mechanical properties of  $AlMgB_{14}$  composite materials**

Journal of Ceramic Science and Technology 2(2010), Nr.1, S.55-60

Hildebrandt, H.; Kühnel, D.; Potthoff, A.; Mackenzie, K.; Springer, A.; Schirmer, K.

**Evaluating the cytotoxicity of palladium/magnetite nano-catalysts intended for wastewater treatment**

Environmental Pollution 158(2010), Nr.1, S.65-73

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

**Schaumkeramik als Katalysatorsystem**

Chemie-Ingenieur-Technik 82(2010), Nr.9, S.1335

Johnson, O.T.; Sigalas, I.; Herrmann, M.:

**Microstructure and interfacial reactions between  $B_6O$  and (Ni, Co) couples**

Ceramics international: CI 36(2010), Nr.8, S.2401-2406

Johnson, O.T.; Sigalas, I.; Ogunmuyiwa, E.N.; Kleebe, H.J.; Müller, M.M.; Herrmann, M.

**Boron suboxide materials with Co sintering additives**

Ceramics international: CI 36(2010), Nr.6, S.1767-1771

Kinski, I.

**Gallium nitride and oxonitrides**

Riedel, R.: Ceramics science and technology. Vol.2: Materials and Properties Weinheim: Wiley-VCH, 2010, S.91-130

Klemm, H.

**Silicon nitride for high-temperature applications. Review**

Journal of the American Ceramic Society 93(2010), Nr.6, S.1501-1522

Klemm, U.; Schöne, B.; Svoboda, H.; Fries, M.; Nebelung, M.

**Instrumented compaction experiments under varied climatic conditions**

Journal of Ceramic Science and Technology 1(2010), Nr.1, S.59-66

König, M.; Höhn, S.; Hoffmann, R.; Suffner, J.; Lauterbach, S.; Weiler, L.; Guillon, O.; Rödel, J.

**Sintering of hierarchically structured ZnO**

Materials Research Society 25(2010), Nr.11, S.2125-2134

Krell, A.; Hutzler, T.; Klimke, J.; Potthoff, A.

**Nano-processing for larger fine-grained windows of transparent spinel**

Ceramic engineering & science proceedings 31(2010), Nr.5, S.167-182

Krell, A.; Hutzler, T.; Klimke, J.; Potthoff, A.

**Fine-grained transparent spinel windows by the processing of different nanopowders**

Journal of the American Ceramic Society 93(2010), Nr.9, S.2656-2666

- Kriegel, R.  
**Einsatz keramischer BSCF-Membranen in einem transportablen Sauerstoff-Erzeuger**  
J. Kriegesmann (Ed.), DKG Handbuch Technische Keramische Werkstoffe. Loseblattausgabe.  
Ellerau: HvB-Verlag, Kapitel 8.10.1.1
- Kriegel, R.; Kircheisen, R.; Töpfer, J.  
**Oxygen stoichiometry and expansion behavior of  $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{Co}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_{3-\delta}$**   
Solid State Ionics 181(2010), Nr.1-2, S.64-70
- Kusnezoff, M.; Ziesche, S.; Elschner, C.  
**Measurement of chemical diffusion coefficient and surface exchange on mixed ionic electronic conductors using periodical  $\text{pO}_2$  oscillations**  
Journal of Membrane Science 360(2010), Nr.1/2, S.9-16
- Lankau, V.; Martin, H.-P.; Hempel-Weber, R.; Oeschler, N.; Michaelis, A.  
**Preparation and thermo-electric characterization of SiC-B<sub>4</sub>C composites**  
Journal of Electronic Materi-
- als 39(2010), Nr.9, S.1809-1813
- Lenk, R.; Freund, S.; Gaal, A.  
**AdvanCer Newsletter**  
Ausgabe 2010/1-3  
Dresden: Fraunhofer IKTS, 2010
- Lenk, R.  
**Product and process oriented shaping techniques for advanced ceramics at the example of ceramic injection molding and extrusion**  
Ceramic forum international: CFI. Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft 87(2010), Nr.4, S.E17-E20
- Mannschatz, A.; Höhn, S.; Moritz, T.  
**Powder-binder separation in injection moulded green parts**  
Journal of the European Ceramic Society 30(2010), Nr.14, S.2827-2832
- Mannschatz, A.; Moritz, T.  
**2C ceramics moves into the industrial reality zone**  
Metal Powder Report 65(2010), Nr.3, S.22-25
- Marschallek, F.; Adler, J.; Böttge, D.; Füssel, A.; Jahn, M.  
**Verbrennung in porösem SiC: Beiträge zu Prozessabsicherung und Dauerstabilität**  
Chemie-Ingenieur-Technik 82(2010), Nr.9, S.1419
- Martin, U.; Ehinger, D.; Krüger, L.; Martin, S.; Mottitschka, T.; Weigelt, C.; Aneziris, C.G.; Herrmann, M.  
**Cellular energy absorbing TRIP-steel/Mg-PSZ composite: Honeycomb structures fabricated by a new extrusion powder technology**  
Advances in Materials Science and Engineering (2010), online journal, doi:10.1155/2010/269537
- 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 (2010), online first, doi:10.1016/j.jpowsour.2010.09.003
- Meißner, T.; Kühnel, D.; Busch, W.; Oswald, S.; Richter, V.; Michaelis, A.; Schirmer, K.; Potthoff, A.  
**Physical-chemical characterization of tungsten carbide nanoparticles as a basis for toxicological investigations**  
Nanotoxicology 4(2010), Nr.2, S.196-206
- Meißner, T.; Potthoff, A.; Richter, V.  
**Physico-chemical characterization in the light of toxicological effects: Erratum to Inhalation Toxicology**  
22(2010), Nr.1, S.89
- Meyer, A.; Lenzner, K.; Potthoff, A.  
**Influence of energy input on suspension properties**  
Advances in Science and Technology 62(2010), S.141-146
- Michaelis, A.; Schneider, M.  
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, Dresden:  
**Symposium »Galvanik – eine etablierte Technik innovativ angewendet«**  
Tagungsband, 25.-26. November 2010, Dresden. Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2010, ISBN 978-3-8396-0205-8
- Moritz, K.; Moritz, T.  
**ZrO<sub>2</sub> ceramics with aligned pore structure by EPD and**

**their characterisation by X-ray computed tomography**  
Journal of the European Ceramic Society 30(2010), Nr.5, S.1203-1209

Moritz, T.; Ahlhelm, M.; Lenk, R.

**Verifizierung der Formfüllsimulation beim Spritzgießen von Keramik**  
Ceramic forum international: CFI. Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft 87(2010), Nr.4, S.D21-D22

Moritz, T.; Ahlhelm, M.; Lenk, R.:

**Verification of the simulation results for mold filling processes in ceramic injection molding**  
Ceramic forum international: CFI. Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft 87(2010), Nr.4, S.E28-E30

Neher, R.

**Liquid phase formation in the system SiC, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**  
Journal of the European Ceramic Society (2010), online first, doi:10.1016/j.jeurceramicsoc.2010.09.002

Pashkova, A.; Dittmeyer, R.; Kaltenborn, N.; Richter, H.  
**Experimental study of po-**

**rous tubular catalytic membranes for direct synthesis of hydrogen peroxide**  
Chemical Engineering Journal 165(2010), Nr.3, S.924-933

Pan, Z.; Fabrichnaya, O.; Seifert, H.J.; Neher, R.; Brandt, K.; Herrmann, M.

**Thermodynamic evaluation of the Si-C-Al-Y-O System for LPS-SiC application**  
Journal of Phase Equilibria and Diffusion 31(2010), Nr.3, S.238-249

Pawlowski, B.; Schabbel, D.; Barth, S.; Fischer, M.; Bartsch, H.; Hoffmann, M.; Müller, J.

**SiCer – ein innovativer Substratwerkstoff für MEMS**  
Keramische Zeitschrift 62(2010), Nr.4, S.259-263

Richter, H.; Voß, H.; Voigt, I.; Diefenbacher, A.; Schuch, G.; Steinbach, F.; Caro, J.

**High-flux ZSM-5 membranes with an additional non-zeolite pore system by alcohol addition to the synthesis batch and their evaluation in the 1-butene/i-butene separation**  
Separation and Purification Technology 72(2010), Nr.3, S.388-394

Rödig, T.; Schönecker, A.; Gerlach, G.

**A survey on piezoelectric ceramics for generator applications**  
Journal of the American Ceramic Society 93(2010), Nr.4, S.901-912

Rose, M.; Niinistö, J.; Endler, I.; Bartha, J.W.; Kücher, P.; Ritala, M.

**In situ reaction mechanism studies on ozone-based atomic layer deposition of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and HfO<sub>2</sub>**  
ACS Applied Materials & Interfaces 2(2010), Nr.2, S.347-350

Rose, M.; Bartha, J.W.; Endler, I.

**Temperature dependence of the sticking coefficient in atomic layer deposition**  
Applied Surface Science 256(2010), Nr.12, S.3778-3782

Schneider, M.-E.; Langklotz, U.; Michaelis, A.; Arnold, B.

**Microelectrochemical investigation on aluminium-steel friction welds**  
Surface and Interface Analysis 42(2010), Nr.4, S.281-286

Schneider, M.; Schroth, S.; Schubert, N.; Michaelis, A.  
**In-situ investigation of the surface-topography during anodic dissolution of copper under near-ECM conditions**  
Materials and Corrosion (2010), online first, doi:10.1002/maco201005716

Seffner, L.; Moritz, T.; Schönecker, A.; Roscher, H.-J.; Anselment, C.; Just, D.  
**Das Potenzial des Spritzgießens reicht für adaptive Systeme**  
Maschinenmarkt. MM, das Industriemagazin (2010), Nr.41, S.32-35

Soller, T.; Bathelt, R.; Benkert, K.; Boedinger, H.; Schuh, C.; Schlenkrich, F.  
**Textured and tungsten-bronze-niobate-doped (K,Na,Li)(Nb,Ta)O<sub>3</sub> piezoceramic materials**  
Journal of the Korean Physical Society 57(2010), Nr.4, S.942-946

Standke, G.; Müller, T.; Neubrand, A.; Weise, J.; Göpfert, M.  
**Cost-efficient metal-ceramic composites – novel foam-preforms, casting**

- processes and characterisation**  
Advanced Engineering Materials 12(2010), Nr.3, S.189-196
- Stelter, M.:  
**Potential of multilayer ceramics for micro fuel cells**  
Steinberger-Wilckens, Robert (Hrsg.) u.a.: Innovations in Fuel Cell Technologies. (RSC Energy and Environmental Series)  
Cambridge: RSC Publishing, 2010, Chapter 2, S.28-40  
ISBN: 978-1-84973-033-4
- Sydow, U.; Schneider, M.; Herrmann, M.; Kleebe, H.J.; Michaelis, A.  
**Electrochemical corrosion of silicon carbide ceramics. Pt.1: Electrochemical investigation of sintered silicon carbide (SiC)**  
Materials and Corrosion 61(2010), Nr.8, S.657-664
- Toma, F.-L.; Stahr, C.C.; Berger, L.-M.; Saaro, S.; Herrmann, M.; Deska, D.; Michael, G.  
**Corrosion resistance of APS- and HVOF-sprayed coatings in the Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub> system**  
Journal of Thermal Spray Technology 19(2010), Nr.1-2, S.137-147
- 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(2010), Nr.1-2, S.195-204
- Weidmann, S.K.; Fürbeth, W.; Yezerska, O.; Sydow, U.; Schneider, M.  
**Modifizierung von Anodierschichten auf Aluminiumwerkstoffen durch chemische Nanotechnologie**  
Galvanotechnik 101(2010), Nr.8, S.1728-1744
- Weyd, M.; Richter, H.  
**Zeolithmembranen zur Stofftrennung auf molekularer Basis**  
Labor-Praxis 34(2010), Nr.7/8, S.36-38
- Weyd, M.; Richter, H.; Kühnert, J.-T.; Voigt, I.; Tusel, E.; Brüscke, H.  
**Effiziente Entwässerung von Ethanol durch Zeolithmembranen in Vierkanal-**  
**geometrie**  
Chemie-Ingenieur-Technik 82(2010), Nr.8, S.1257-1260
- Zgalat-Lozynskyy, O.; Herrmann, M.; Ragulya, A.  
**Spark plasma sintering of TiCN nanopowders in non-linear heating and loading regimes**  
Journal European Ceramic Society 31(2010), Nr.5, S.809-813
- Ziesche, S.; Michaelis, A.  
**Synthese und elektrische/ elektrochemische Charakterisierung von ionisch-leitenden keramischen Werkstoffen für Permeationsanwendungen**  
Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2010  
(Kompetenzen in Keramik. Schriftenreihe 7). Zugl.: Dresden, Univ., Diss., 2009  
ISBN 978-3-8396-0108-2
- **Vorträge und Poster**  
-----
- Adler, J.; Füssel, A.; Böttge, D.; Marschallek, F.; Jahn, M.  
**Cellular ceramics in combustion environments**  
Cellular Materials – CELLMAT 2010, Dresden (27.-29.10.2010), Vortrag
- Adler, J.  
**Dieselpartikelfilter: Stand und Trends bei Filtern, Regenerationssystemen und Ascheverhalten**  
Industrietag: Keramik in der motorischen Abgas-Nachbehandlung, Dresden (23.9.2010), Vortrag
- Adler, J.  
**Keramische Werkstoffe: Cordierit, Siliciumcarbid, Aluminiumtitanat, Mullit etc. - Unterschiede und Besonderheiten, Grenzen und Entwicklungspotenzial**  
Industrietag: Keramik in der motorischen Abgas-Nachbehandlung, Dresden (23.9.2010), Vortrag
- Ahlhelm, M.; Moritz, T.; Maisl, M.  
**Freeze-Foaming: A promising method for synthesizing cellular ceramic materials**  
Cellular Materials – CELLMAT 2010, Dresden (27.-29.10.2010), Vortrag
- Ahlhelm, M.  
**Herstellung eines biokompatiblen Hydroxylapatit-**

- ZrO<sub>2</sub>-Hybridschaums über die Methode der Gefrier-Direktschäumung**  
18. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, Chemnitz (30.3.-1.4.2010), Vortrag
- Ahlhelm, M.; Moritz, T.  
**PIM-Simulation and -verification of an experimental mold cavity using a mold flow simulation tool**  
Junior-Euromat 2010, Lausanne, Schweiz (26.-30.7.2010), Vortrag
- Arnold, M.; Gleichmann, H.; Lenke, N.; Suphan, K.-H.; Müller, R.  
**Fernabfragbare Temperatursensoren auf Basis von GaPO<sub>4</sub>**  
DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Poster
- Barth, S.  
**Werkstoffaufbereitung – Eigenschaften und Anwendung technischer Magneteramiken**  
IHK-Schulung für technische Mitarbeiter PI Ceramic, Hermsdorf (29.9.-1.10.2010), Vortrag
- Barth, S.; Pawlowski, B.; Arnold, M.; Bartnitzek, T.; Mürbe, J.; Töpfer, J.  
**Niedrig sinternde Funktionswerkstoffe für LTCC-Anwendungen**  
DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Poster
- Bartsch, H.; Grieseler, R.; Müller, J.; Barth, S.; Pawlowski, B.  
**Properties of high-k materials embedded in low temperature cofired ceramics**  
Electronics System Integration Technology Conference – ESTC 2010, Berlin (13.-16.9.2010), Vortrag
- Baumann, A.  
**Pulverspritzgießen von Metall-Keramik-Verbunden**  
10. Sitzung des Gemeinschaftsausschusses Pulvermetallurgie Expertenkreis Sintern, Dresden (28.10.2010), Vortrag
- Beckert, W.  
**Einsatz von Modellierung und Simulation für multi-disziplinäre Forschungs- und Entwicklungsaufgaben am Fraunhofer IKTS Simulations-Stammtisch,**
- Fraunhofer EAS, Dresden (30.8.2010), Vortrag
- Beckert, W.  
**Mechanik- und Strömungssimulation von Keramikkomponenten für die Abgasnachbehandlung**  
Industrietag: Keramik in der motorischen Abgas-Nachbehandlung, Dresden (23.9.2010), Vortrag
- Belitz, R.; Jahn, M.; Koszyk, S.; Männel, D.; Michaelis, A.; Roch, M.  
**Einsatz von beschichteter, offenzelliger SSiC-Schaumkeramik zur katalytischen Nachbehandlung von SOFC-Abgasen**  
43. Jahrestreffen Deutscher Katalytiker, Weimar (10.-12.3.2010), S.323-324, Poster
- Böer, J.  
**Werkstoffgrundlagen und Verfahrenstechnik der piezokeramischen Werkstoffe – Brenntechnik**  
IHK-Schulung für technische Mitarbeiter PI Ceramic, Hermsdorf (29.9.-1.10.2010), Vortrag
- Böer, J.; Kiesel, L.; Pippardt, U.  
**Keramische asymmetrische Membranen aus**
- Ba<sub>0,5</sub>Sr<sub>0,5</sub>Co<sub>0,8</sub>Fe<sub>0,2</sub>O<sub>3-δ</sub> zur Sauerstoffseparation**  
DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Poster
- Böttge, D.; Adler, J.  
**Functionalization of ceramic foams for high temperature catalytic applications illustrated by the development of a lean gas reactor**  
Cellular Materials – CELLMAT 2010, Dresden (27.-29.10.2010), Vortrag
- Bramlage, B.; Gebhardt, S.  
**Development of PZT thick film actuators for active micro-optics**  
12th International Conference and Exhibition New Actuators and Drive Systems – ACTUATOR 2010, Bremen (14.-16.6.2010), S.594-596, Poster
- Breite, M.; Pohl, M.; Jahn, M.  
**Partielle Oxidation von flüssigen und gasförmigen Kohlenwasserstoffen**  
Jahrestreffen Reaktionstechnik 2010, Würzburg (10.-12.5.2010), S.107-108, Poster

- Breite, M.; Jahn, M.; Männel, D.; Weder, A.; Michaelis, A.  
**Selectivity and stability for catalytic partial oxidation of ethanol to synthesis gas**  
1st International Conference on Materials for Energy, DE-HEMA, Karlsruhe (4.-8.7.2010), S.928-930, Poster
- Breite, M.; Jahn, M.; Männel, D.; Weder, A.; Michaelis, A.; Bernhard, J.  
**Selektivität und Langzeitstabilität bei der katalytischen partiellen Oxidation von Ethanol zu Synthesegas**  
43. Jahrestreffen Deutscher Katalytiker, Weimar (10.-12.3.2010), S.346-347, Poster
- Brückner, B.; Schönecker, A.  
**Prüfsystem für Module und Strukturen mit integrierten piezokeramischen Aktoren unter hoher elektrischer Gleichlast**  
3. Tagung DVM-Arbeitskreis Zuverlässigkeit mechatronischer und adaptiver Systeme, Darmstadt (14./15.4.2010), Vortrag
- Bruchmann, C.; Burkhardt, T.; Kamm, A.; Gebhardt, S.; Beckert, E.; Eberhardt, R.; Tünnermann, A.  
**New results of unimorph laser mirrors with screen printed actuator**  
MEMS Adaptive Optics IV, San Francisco/Calif. (27./28.1.2010), Paper 75950J, Vortrag
- Brüschke, H.; Heckmann, M.; Weyd, M.; Jakob, S.  
**Technical and economic comparison of distillation/Dehydration concepts for bioalcohol/water mixtures**  
18th European Biomass Conference & Exhibition, Lyon (3.-7.5.2010), Vortrag
- Brüschke, H.; Tusel, G.; Weyd, M.; Richter, H.; Voigt, I.  
**Improvement of the efficiency of bioethanol production by inorganic membranes**  
13th Aachener Membran Kolloquium, Aachen (27./28.10.2010), S.251-259, Vortrag
- Chen, H.F.; Klemm, H.; Michaelis, A.  
**Environmental barrier coatings for silicon nitride**  
3rd International Congress on Ceramics – ICC3, Osaka, Japan (14.-18.11.2010), Vortrag
- Dannowski, M.; Beckert, W.; Adler, J.; Michaelis, A.  
**Model-based evaluation of diesel particulate filter structures**  
1st International Conference on Multiphysics Simulation – Advanced Methods for Industrial Engineering, Bonn (22./23.6.2010), Vortrag
- Eckhard, S.; Lenzner, K.; Nebelung, M.; Fries, M.  
**Deformation behavior of single ceramic granules with regard to internal structure**  
6th World Congress on Particle Technology – WCPT6 2010, Nürnberg (26.-29.4.2010), CD, Vortrag
- Eckhard, S.; Fries, M.:  
**Influence of different suspension properties on internal structure and deformation behavior of spray dried ceramic granules**  
12th International Ceramics Congress – CIMTEC 2010, Montecatini Terme, Italy (06.-11.6.2010), S.157-162, Vortrag
- Eckhard, S.; Fries, M.; Höhn, S.; Nebelung, M.  
**Influence of drying conditions on processing properties of ceramic spray granules**  
17th International Drying Symposium – IDS 2010, Magdeburg (3.-6.10.2010), CD, S.938-944, Vortrag
- Eckhard, S.; Fries, M.; Höhn, S.; Nebelung, M.  
**Quantitative Bewertung innerer Strukturen keramischer Granulate in Korrelation mit mechanischen Eigenschaften**  
ProcessNet Fachaussschuß Trocknungstechnik, Göttingen (1./2.3.2010), Poster
- Endler, I.; Höhn, M.; Herrmann, M.; Holzschuh, H.; Pitonak, R.; Ruppi, S.; van den Berg, H.; Westphal, H.; Wilde, L.  
**Aluminium-rich TiAlCN coatings by LPCVD**  
37th International Conference on Metallurgical Coatings and Thin Films – ICMCTF 2010, San Diego, CA, USA (26.-30.4.2010), Vortrag
- Endler, I.  
**Herstellung gerichteter CNT-Schichten**  
Carbon Nanotubes – auf dem Weg aus der Forschung in die Anwendung, Regensburg (6./7.12.2010), Vortrag

- Endler, I.; Höhn, M.  
**Novel TiAlN and TiAlCN coatings by LPCVD**  
Materials Science and Engineering – MSE 2010, Darmstadt (24.-26.8.2010), Vortrag
- Falk Windisch, H.; Kretzschmar, C.; Rebenklau, L.; Michaelis, A.  
**Interaction between glass and silicon during firing of a solar cell front electrode paste**  
10th ESG Conference und 84. Glastechnische Tagung, Magdeburg (30.5.-2.6.2010), Poster
- Faßbauer, B.  
**Forschungsförderung von Biogas- und Biomasetechnologie im Kontext aktueller EU-Strategien – ein Überblick**  
7. Fachtagung Anaerobe Biologische Abfallbehandlung: aktuelle Tendenzen, Co-Vergärung und Wirtschaftlichkeit, Dresden (7./8.6.2010), Vortrag
- Feller, C.; Kretzschmar, C.; Reinhardt, K.; Belda, C.; Fritsch, M.; Partsch, U.  
**Elektrochemische Sensoren in Dickschichttechnik**
54. Treffen des Sächsischen Arbeitskreises Elektronik-Technologie, Dresden (30.6.2010), Vortrag
- Feller, C.; Reinhardt, K.; Griebmann, H.; Partsch, U.; Meye, R.; Schulz, J.  
**Keramikbasierter pH-Sensor in Multilayertechnologie**  
15. Heiligenstädter Kolloquium, Heilbad Heiligenstadt (27.-29.9.2010), Poster
- Feng, B.; Hans-Peter, M.; Michaelis, A.  
**Thermoelektrische Eigenschaften von Borcarbid mit Si-Dotierung**  
2. Tagung Thermoelectrics goes Automotive, Berlin (9./10.12.2010), Poster
- Fischer, G.  
**Werkstoffgrundlagen und Verfahrenstechnik der piezokeramischen Werkstoffe – Praktische Probleme**  
IHK-Schulung für technische Mitarbeiter PI Ceramic, Hermsdorf (29.9.-1.10.2010), Vortrag
- Fischer, M.; Bartsch, H.; Pawlowski, B.; Barth, S.; Hoffmann, M.; Müller, J.  
**SiCer – ein innovativer Substratwerkstoff für MEMS**
- Thüringer Werkstofftag, Ilmenau (24.3.2010), S.6, Vortrag
- Flössel, M.; Gebhardt, S.; Schönecker, A.; Michaelis, A.  
**Novel packaged LTCC/PZT modules for actuator and sensor applications**  
12th International Conference and Exhibition New Actuators and Drive Systems – ACTUATOR 2010, Bremen (14.-16.6.2010), S.586-589, Poster
- Frense, D.; Pflieger, C.; Szolkowy, D.; Barthel, A.; Nacke, T.; Pliquett, U.; Beckmann, D.; Pätz, R.; Listewnik-Richter, J.-H.; Weyd, M.; Richter, H.; Reitberger, S.; Hänel, E.  
**Entwicklung innovativer Messtechnik für die Online-Überwachung der Bioethanolverfermentation**  
15. Heiligenstädter Kolloquium, Heiligenstadt (27.-29.9.10), Poster
- Friedrich, E.; Friedrich, H.; Jobst, K.; Schwarz, B.; Stelter, M.; Wufka, A.; Fassauer, B.  
**Verbesserte Konvertierbarkeit lignozellulosehaltiger Substrate in der Nassfermentation-Strohbehandlung**  
Hannover Messe, Hannover (19.-23.4.2010), Poster
- Friedrich, E.  
**Behandlung der Biomasse am Eingang des Fermenters: Das System IKTS**  
6. Info Biogas, Montichiari (21.10.2010), Vortrag
- Friedrich, E.; Jobst, K.; Lomtscher, A.  
**Bewertung von Mischprozessen mittels Prozess-Tomographie**  
KSB-Biogasanwenderforum, Halle (12.11.2010), Vortrag
- Friedrich, E.; Friedrich, H.; Jobst, K.; Schwarz, B.; Lincke, M.; Wufka, A.  
**Desintegrationsverfahren – Aufwand und Nutzen für die Biogaserzeugung**  
19. Jahrestagung Fachverband Biogas e.V., Leipzig (2.-4.2.2010), Vortrag
- Friedrich, H.; Friedrich, E.  
**Entwicklung eines neuartigen energie- und rohstoffeffizienten Entschwefelungssystems für die Erzeugung von Bio-Erdgas**  
2. Statusseminar des BMU-Förderprogramms zur Opti-

- mierung der energetischen Biomassenutzung, Berlin (11./12.10.2010), Vortrag
- Fries, M.; Eckhard, S.; Svoboda, H.  
**Korrelationen zwischen Einzelgranieneigenschaften, Verdichtungsverhalten und Grünkörpereigenschaften sprühgetrockneter Pressgranulate**  
29. Hagener Symposium Pulvermetallurgie, Hagen (25./26.11.2010), S.163-179, Vortrag
- Fries, M.  
**Design of granules for die pressing by organic compaction aids**  
6th World Congress on Particle Technology – WCPT6 2010, Nürnberg (26.-29.4.2010), CD, Vortrag
- Fries, M.; Eckhard, S.; Höhn, S.; Nebelung, M.  
**Korrelationen zwischen Prozessfunktionen, Granulatstruktur und Produkteigenschaften – Quantifizierung der inneren Struktur von Sprühgranulaten**  
Arbeitskreis Verarbeitungseigenschaften keramischer synthetischer Rohstoffe, Dresden (9.11.2010), Vortrag
- Fries, M.  
**Pulveraufbereitung**  
Keramische Hochleistungswerkstoffe Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer, Block I: Werkstoffe und Verfahren, Dresden (10./11.3.2010), Vortrag
- Fries, M.  
**Thermische Granulationsverfahren**  
15. DKG-Fortbildungsseminar – Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung, Dresden (22./23.4.2010), Vortrag
- Fritsch, M.; Jurk, R.  
**Ink jet printing of fine line metallization with particle Ag inks**  
IMAPS/ACerS 6th International Conference and Exhibition on Ceramic Interconnect and Ceramic Microsystems Technologies – CICMT 2010, Chiba, Japan (18.-21.4.2010), Vortrag
- Füssel, A.; Klemm, H.; Böttge, D.; Marschallek, F.; Adler, J.; Michaelis, A.  
**Advancement of cellular ceramics made of silicon carbide for burner applications**  
3rd International Congress on Ceramics – ICC3, Osaka, Japan (14.-18.11.2010), Vortrag
- Ganzer, G.; Schöne, J.; Beckert, W.; Jahn, M.; Michaelis, A.  
**Coupled model description of a reformer for a SOFC system**  
7th Symposium Fuel Cell Modelling and Experimental Validation – MODVAL7, Morges, Schweiz (23./24.3.2010), Vortrag
- Gestrich, T.; Zins, M.  
**Werkstoff-, Prozess- und Systementwicklung im Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS Dresden**  
29. Hagener Symposium Pulvermetallurgie, Hagen (25./26.11.2010), S.319-320, Vortrag
- Gebhardt, S.; Schönecker, A.; Bruchmann, C.  
**Integrated actuators based on PZT thick films for microsystems applications**  
12th International Conference and Exhibition New Actuators and Drive Systems – ACTUATOR 2010, Bremen (14.-16.6.2010), S.122-125, Vortrag
- Gestrich, T.; Jaenicke-Röbber, K.  
**Grundlagen der Thermoanalytik – Optimierung von Entbinderungs- und Sinterprozessen**  
DKG-Fortbildungsseminar – Thermoplastische Formgebung von Technischer Keramik, Dresden (6./7.10.2010), Vortrag
- Gestrich, T.; Jaenicke-Röbber, K.; Herrmann, M.; Neher, R.; Brandt, K.  
**Thermische Analyse bei der Herstellung von Werkstoffen über die pulvertechnologische Route**  
Praxistag – Thermische Analyse für Hochtemperaturanwendungen, Ilmenau (4.2.2010), Vortrag
- Gestrich, T.; Jaenicke-Röbber, K.; Leitner, G.  
**Thermoanalytical and thermophysical analysis of metal-ceramic-composites**  
Users Meeting for Laser Flash Technique, Dresden (26./27.10.2010), Vortrag
- Glöb, B.  
**Charakterisierung des Fließverhaltens keramischer Pressgranulate – Messmethoden und deren Aussagekraft**

- Arbeitskreis Verarbeitungseigenschaften keramischer synthetischer Rohstoffe, Dresden (9.11.2010), Vortrag
- Glöb, B.; Fries, M.  
**Kombination von experimentellen, statistischen und numerischen Methoden zur Analyse des Fließverhaltens von Pressgranulaten**  
DKG-Symposium Simulation und Modellierung von Fertigungsprozessen, Erlangen (30.11.-1.12.2010), Vortrag
- Günther, C.  
**H<sub>2</sub>-permeable Zeolithmembranen**  
Dresdner Werkstoffsymposium 2010 – Werkstoffe der Energietechnik, Dresden (9./10.12.2010), Poster
- Haderk, K.; Richter, H.-J.; Grzesiak, A.; Graf, C.; Refle, O.  
**Three dimensional printing for the manufacture of ceramic dental prostheses**  
Materials Science and Engineering – MSE 2010, Darmstadt (24.-26.8.2010), Vortrag
- Häusler, Andreas  
**Rohformgebung – Trockenpressen und Extrusion**  
IHK-Schulung für technische Mitarbeiter PI Ceramic, Hermsdorf (29.9.-1.10.2010), Vortrag
- Heddrich, M.  
**Cost requirements for SOFCs**  
3rd Large-SOFC Workshop - Large Fuel Cell Systems: Balance of Plant, Brügge (17./18.5.2010), Vortrag
- Heddrich, M.; Jahn, M.; Stelter, M.; Paulus, J.  
**Development of robust SOFC microCHP systems**  
9th European SOFC Forum, Lucerne, Switzerland (29.6.-2.7.2010), Vortrag
- Heddrich, M.  
**Hochtemperaturbrennstoffzellen – Stand der Technik und Perspektiven**  
3. Veranstaltung der Energie-City Leipzig Innovationen, Leipzig (21.10.2010), Vortrag
- Heddrich, M.; Jahn, M.  
**SOFC Systementwicklung zur Hausenergieversorgung**  
3. Sächsischer Brennstoffzellentag, Freiberg (9.12.2010), Vortrag
- Heddrich, M.; Jahn, M.; Kaden, C.; Michaelis, A.  
**Biogas SOFC  $\mu$ CHP – A simple process concept with high electrical efficiency**  
9th European SOFC Forum, Lucerne, Switzerland (29.6.-2.7.2010), Poster
- Heddrich, M.; Jahn, M.; Michaelis, A.; Stelter, M.  
**SOFC- $\mu$ KWK mit Biogas – Ein einfacher Prozess mit hohem elektrischen Wirkungsgrad**  
28. DECHEMA-Jahrestagung der Biotechnologen und ProcessNet-Jahrestagung 2010, Aachen (21.-23.9.2010), Poster
- Herrmann, M.  
**Anisotropes Kornwachstum in Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Sialon-Werkstoffen**  
Mechanik-Seminar, Karlsruher Institut für Technologie (14.1.2010), Vortrag
- Herrmann, M.; Sydow, U.; Sempff, K.; Schneider, M.; Kleebe, H.-J.; Michaelis, A.  
**Electrochemical corrosion of silicon carbide ceramics in aqueous solutions**  
12th International Ceramics Congress – CIMTEC 2010, Montecatini Terme, Italy (6.-11.6.2010), Vortrag
- Herrmann, M.; Himpel, G.; Martin, H.-P.; Standke, G.
- Entwicklung und Test keramischer nichtoxidischer Werkstoffe für die Reaktorauskleidung von Vergasungsanlagen**  
1. DER-Tag, Freiberg (21.10.2010), Vortrag
- Herrmann, M.  
**Gefügedarstellung und Bewertung**  
Keramische Hochleistungswerkstoffe Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer, Block III: Konstruktion, Werkstoffprüfung, Qualitätssicherung, Einsatzverhalten, Freiburg (11./12.11.2010), Vortrag
- Herrmann, M.; Zins, M.  
**Hochleistungskeramik für korrosive Anwendungen**  
Keramische Hochleistungswerkstoffe Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer, Block I: Werkstoffe und Verfahren, Dresden (10./11.3.2010), Vortrag
- Herrmann, M.; Klemm, H.  
**Hochtemperaturkorrosion keramischer Werkstoffe**  
DKG Fachausschusses 6 »Werkstoffanwendung«, Mannheim (9.6.2010), Vortrag

- Herrmann, M.; Höhn, S.  
**Kinetics of rare earth incorporation and their role in densification and microstructure formation of alpha-SiAlON**  
3rd International Symposium on SiAlONs and Non-Oxides, Cappadocia, Turkey (1.-4.6.2010), Vortrag
- Herrmann, M.  
**Sintern von Keramik mittels FAST – Möglichkeiten und Grenzen**  
2. Workshop Anwendung des Spark Plasma Sinterverfahrens, Fraunhofer IFAM Dresden (15.4.2010), Vortrag
- Herrmann, M.  
**Thermische Entbinderungsprozesse: Mechanismen, Methoden, Verfahren**  
DKG-Fortbildungsseminar – Entbinderung keramischer Formteile, Dresden (28./29.10.2010), Vortrag
- Hildebrandt, S.; Völkel, L.; Mosch, S.; Partsch, U.; Michaelis, A.; Kinski, I.  
**Non contact printed front metallization: Conductor geometry affected by printing technologies**  
25th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition – 25th EU PVSEC, Valencia, Spain (6.-10.9.2010), Poster
- Himpel, G.  
**Entbinderungstechnik**  
DKG-Fortbildungsseminar – Entbinderung keramischer Formteile, Dresden (28./29.10.2010), Vortrag
- Höhn, M.; Endler, I.; van den Berg, H.; Westphal, H.  
**Deposition of chromium-containing Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CVD-coatings**  
37th International Conference on Metallurgical Coatings and Thin Films – ICMCTF 2010, San Diego, CA, USA (26.-30.4.2010), Vortrag
- Höhn, S.  
**Charakterisierung der Formkörper: Defektentstehung, Nachweis, Vermeidung**  
DKG-Fortbildungsseminar – Entbinderung keramischer Formteile, Dresden (28./29.10.2010), Vortrag
- Höhn, S.; Eckhard, S.; Fries, M.; Nebelung, M.  
**Korrelationen zwischen Prozessfunktionen, Granulatstruktur und Produkteigenschaften – Quantifizierung der inneren Struktur von Sprühgranulaten auf der Basis keramischer Mischsysteme**  
9. Workshop über Sprays, Techniken der Fluidzerstäubung und Untersuchungen von Sprühvorgängen – Spray 2010, Heidelberg (3.-5.5.2010), CD, S.104-111, Vortrag
- Höhn, S.; Eckhard, S.; Fries, M.; Matthey, B.  
**Quantification of internal structures of spray-dried granules**  
6th World Congress on Particle Technology – WCPT6 2010, Nürnberg (26.-29.4.2010), Vortrag und Poster
- Huppertz, H.; Hering, S.; Zvoriste, C. E.; Riedel, R.; Kinski, I.  
**High-pressure/High-temperature synthesis of oxynitrides**  
12th International Ceramics Congress – CIMTEC 2010, Montecatini Terme, Italy (6.-11.6.2010), Vortrag
- Ihle, M.; Mosch, S.; Partsch, U.  
**Aerosol printed conductors for miniaturized LTCC packaging**
- European Aerosol Jet User Group Meeting, Bremen (13./14.9.2010), Vortrag
- Jaenicke-Röbler, K.  
**Thermoanalytik zur Optimierung der Entbinderungsprozesse**  
DKG-Fortbildungsseminar – Entbinderung keramischer Formteile, Dresden (28./29.10.2010), Vortrag
- Jahn, M.  
**Brennstoffzellen-Systementwicklung am Fraunhofer IKTS**  
Engler-Bunte-Institut, Bereich Chemische Energieträger – Brennstofftechnologie, Karlsruhe (17.5.2010), Vortrag
- Jahn, M.; Heddrich, M.  
**SOFC-Systementwicklung am Fraunhofer IKTS**  
Workshop »Stationäre Brennstoffzellensysteme«, Berlin (11.11.2010), Vortrag
- Jahn, M.; Michaelis, A.; Pohl, M.; Schreck, C.  
**Schaumkeramik als Katalysatorsystem**  
28. DECHEMA-Jahrestagung der Biotechnologen und ProcessNet-Jahrestagung, Aachen (21.-23.9.2010), Poster

- Jurk, R.; Fritsch, M.; Völkel, L.; Partsch, U.; Michaelis, A.  
**Inkjet printing the front grid metallization of silicon solar cells**  
25th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition – 25th EU PVSEC, Valencia, Spain (6.-10.9.2010), Poster
- Kaltenborn, N.; Müller, S.; Richter, H.; Voigt, I.  
**Structure of nanoporous carbon membranes for gas separation**  
5th International Zeolite Membrane Meeting – IZMM2010, Loutraki (23.-26.5.2010), Vortrag
- Kaltenborn, N.; Müller, S.; Richter, H.; Voigt, I.  
**Structure of nanoporous carbon membranes for gas separation**  
7th International Conference High Temperature Ceramic Matrix Composites – HT-CMC 7, Bayreuth (20.-22.9.2010), S.688-693, Poster
- Kaltenborn, N.; Müller, S.; Voigt, I.; Richter, H.; Anisiris, C.; Feldhoff, A.; Roitsch, S.  
**Structure of nanoporous carbon membranes for gas separation**
- separation**  
CNT-Jahreskongress, Marl (19.-21.1.10), Poster
- Kazemekas, D.; Listewnik, J.-H.; Hasselbeck, G.; Weyd, M.  
**Kostensenkung in der Bioalkoholproduktion aus stärkehaltigen Rohstoffen mithilfe einer verbesserten Verflüssigung/Verzuckerung und Kurzzeitfermentation**  
Bioprozessorientiertes Anlagendesign, Nürnberg (10.-12.5.2010), Vortrag
- Kemnitz, E.; Scholz, G.; Stosiek, C.; Reichel, U.; Ludwig, H.; Voigtsberger, B.  
**Nanoskopische Metallfluoride als neuartige Sinterhilfsmittel**  
DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Vortrag
- Kiesel, L.  
**Werkstoffgrundlagen und Verfahrenstechnik der piezokeramischen Werkstoffe – Brenntechnik**  
IHK-Schulung für technische Mitarbeiter PI Ceramic, Hermsdorf (29.9.-1.10.2010), Vortrag
- Kinski, I.; Oberländer, A.; Giszas, L.; Huppertz, H.; Hering, S.; Zvoriste, C. E.; Riedel, R.  
**Cubic gallium oxonitride synthesis via a single source precursor**  
Polymer Derived Ceramics and Related Materials – PDC 2010, Boulder, Colorado (31.7.-7.8.2010), Vortrag
- Kircheisen, R.; Kriegel, R.; Töpfer, J.  
**Sauerstoffstöchiometrie und ihre Auswirkung auf die thermische und chemische Dehnung von  $Ba_{0,5}Sr_{0,5}Co_{0,8}Fe_{0,2}O_{3-\delta}$**   
DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Poster
- Klemm, H.; Nake, K.; Bales, A.  
**Bestimmung der Warmhärte von metallischen und keramischen Hochtemperaturwerkstoffen**  
Härterei-Kolloquium, Rhein-Main-Hallen, Wiesbaden (13.-15.10.2010), Vortrag
- Klemm, H.; Fritsch, M.  
**Environmental barrier coatings for ceramic matrix composites**  
7th International Conference High Temperature Ceramic Matrix Composites – HT-CMC 7, Bayreuth (20.-22.9.2010), Vortrag
- Klemm, H.  
**Hochleistungskeramik für Hochtemperaturanwendungen**  
Keramische Hochleistungswerkstoffe Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer, Block I: Werkstoffe und Verfahren, Dresden (10./11.3.2010), Vortrag
- Kolb, S.; Birman, E.; Konstandin, A.; Schönecker, A.  
**Ferroelastic domain switching in soft and hard doped lead zirconate titanate ceramics**  
DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Vortrag
- Koplin, C.; Stockmann, J.  
**Belastungsgerechte Auslegung von Extrusionsmündstücken**  
DKG-Symposium Simulation und Modellierung von Fertigungsprozessen, Erlangen (30.11.-1.12.2010), Vortrag
- Krell, A.  
**Hochleistungskeramik für Verschleißanwendungen**

- Keramische Hochleistungswerkstoffe Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer, Block I: Werkstoffe und Verfahren, Dresden (10./11.3.2010), Vortrag
- Kriegel, R.  
**Aufbau und Testbetrieb eines Sauerstoff-Erzeugers auf der Basis gemischt leitender keramischer Membranen**  
DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Vortrag
- Kriegel, R.  
**Efficient oxygen separation with the help of ceramic membranes**  
Hannover Messe, Renewable Energy Forum, Hannover (20.4.2010), Vortrag
- Kriegel, R.  
**Energieeffiziente Sauerstoff-Separation mit mischleitenden Membranen**  
Thüringer Werkstofftag 2010, Ilmenau (24.3.2010), S.15-20, Vortrag
- Kriegel, R.  
**Keramische Werkstoffe – Strukturen – Überblick**  
IHK-Schulung für technische Mitarbeiter PI Ceramic, Hermsdorf (29.9.-1.10.2010), Vortrag
- Kriegel, R.  
**Verfahren zur energieeffizienten Bereitstellung von Sauerstoff**  
4. Internationaler Biomass-to-Liquid-Kongress – BtL 2010, Berlin (1./2.12.2010), Poster
- Kriegel, R.; Voigt, I.  
**Hochtemperatur-Sauerstoff-Separation mit leitfähigen keramischen Membranen**  
Sitzung des Dechema-Arbeitsausschusses Membrantechnik, Frankfurt/Main (21.1.2010), Vortrag
- Kucera, A.; Ahlhelm, M.  
**Comparison of injection molding simulation, mold filling analysis and sintered component of an in mold, labelled cylinder**  
Junior-Euromat 2010, Lausanne, Schweiz (26.-30.7.2010), Vortrag
- Kühnert, J.-T.; Richter, H.; Weyd, M.; Voigt, I.; Tusel, G.; Brüschke, H.; Tusel, E.  
**Hydrophile Zeolithmembranen für die Entwässerung organischer Lösemittel im industriellen Maßstab**  
DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Poster
- Kühnert, J.-T.; Tusel, E.; Brüschke, H.; Richter, H.; Weyd, M.; Voigt, I.  
**Entwässerung von Ethanol durch Dampfpermeation mit NaA-Zeolithmembranen im industriellen Maßstab**  
Vision Keramik 2010 – Integrierte Keramikforschung von der Idee bis zum Produkt, Hermsdorf (22.1.2010), Poster
- Kusnezoff, M.; Megel, S.; Paepcke, A.; Sauchuk, V.; Venskutonis, A.; Kraussler, W.; Brandner, M.  
**CFY-Stack development for long-term operation with high efficiency**  
9th European SOFC Forum, Lucerne, Switzerland (29.6.-2.7.2010), Chapter 17, S.9-19, Vortrag
- Kusnezoff, M.; Michaelis, A.  
**Trends in SOFC development**  
SOFC Konferenz, Chernogolovka, Russland (17./18.6.2010), S.7, Vortrag
- Lang, B.; Schäfer, M.; Höhne, D.; Nebelung, M.  
**Flow properties of ductile ceramic granules - Challenges in characterization**  
6th World Congress on Particle Technology – WCPT6 2010, Nürnberg (26.-29.4.2010), CD, Vortrag
- Lang, B.; Eckhard, S.; Fries, M.; Nebelung, M.  
**Keramische Pressgranulate: Mechanische Eigenschaften und deren Einfluss auf das Fließverhalten**  
ProcessNet Jahrestreffen der FA »Agglomerations- und Schüttguttechnik«, »Zerkleinern und Klassieren« und »Mischvorgänge«, Fulda (22./23.2.2010), Vortrag
- Langklotz, U.; Schneider, M.; Michaelis, A.  
**Micro-EIS of anodic thin oxide films on TiAlV-6-4**  
8th International Symposium on Electrochemical Impedance Spectroscopy, Carvoeiro (6.-11.6.2010), Vortrag
- Langklotz, U.; Schneider, M.; Michaelis, A.  
**Micro-EIS on anodized TiAlV-6-4**  
3rd International Workshop on Impedance Spectroscopy, Chemnitz (13.-15.10.2010), Vortrag

Lankau, V.; Martin, H.-P.; Michaelis, A.

**Modification of the thermoelectric properties of sintered silicon carbide**

2. Tagung Thermoelectrics goes Automotive, Berlin (9./10.12.2010), Poster

Lenk, R.

**Formgebung**

Keramische Hochleistungswerkstoffe Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer, Block I: Werkstoffe und Verfahren, Dresden (10./11.3.2010), Vortrag

Lenk, R.

**Waben, Schäume: Fertigungsverfahren für Filter und Katalysatorsubstrate**

Industrietag: Keramik in der motorischen Abgas-Nachbehandlung, Dresden (23.9.2010), Vortrag

Lenzner, K.; Potthoff, A.; Stein, J.

**Interaction of energy input and bead abrasion during comminution of alumina in attrition mills**

6th World Congress on Particle Technology – WCPT6 2010, Nürnberg (26.-29.4.2010), CD, Poster

Lincke, M.; Friedrich, E.; Friedrich, H.

**Möglichkeiten der Leistungssteigerung von Biogasanlagen**

Kolloquium – Neue Verfahren und Materialien für Energie- und Umwelttechnik, Zwickau (4.11.2010), Vortrag

Ludwig, H.

**Aufbereitung oxidkeramischer Massen**

IHK-Schulung für technische Mitarbeiter PI Ceramic, Hermsdorf (29.9.-1.10.2010), Vortrag

Luthardt, F.; Adler, J.

**Continuous slurry foaming: A new method for manufacturing ceramic foams**

Cellular Materials – CELLMAT 2010, Dresden (27.-29.10.2010), Vortrag

Mammitzsch, L.

**Katalyse im Abgasstrang: Stand und Trends bei Katalysatorträgern, beschichteten Filtern und DeNOx**

Industrietag: Keramik in der motorischen Abgas-Nachbehandlung, Dresden (23.9.2010), Vortrag

Mammitzsch, L.; Petasch, U.; Adler, J.

**Bewertung der Aktivität**

**von Katalysatorpulvern und beschichteten Partikelfiltern für die Rußverbrennung am Beispiel von La-Perowskiten**

43. Jahrestreffen Deutscher Katalytiker, Weimar (10.-12.3.2010), S.508-509, Poster

Männel, D.; Jahn, M.; Kriegel, R.; Kusnezoff, M.

**High temperature ceramics for efficient energy conversion and chemical separation, technologies for sustainability and climate protection – chemical processes and use of CO<sub>2</sub>**

Informations- und Partnering-Veranstaltung zum BMBF-Förderprogramm »Technologien für Nachhaltigkeit und Klimaschutz – Chemische Prozesse und stoffliche Nutzung von CO<sub>2</sub>«, Frankfurt/Main (21.4.2010), Poster

Malzbender, J.; Huang, B.X.; Baumann, S.; Kriegel, R.; Steinbrech, R.W.

**Thermomechanical behavior of LSCF and BSCF oxygen transport membranes. I: Mechanical anomalies at intermediate temperature**

11th International Conference on Inorganic Membranes, Washington (19.-22.7.2010), Poster

Mannschatz, A.; Müller, A.; Moritz, T.

**Influence of powder morphology on properties of ceramic injection moulding feedstocks**

International Conference on Ceramic Processing Science, Zürich (29.8.-1.9.2010), Vortrag

Marschallek, F.; Stelter, M. **Cost requirements for SOFCs** 7th International Solid Oxide Fuel Cell Summer School, Thessaloniki, Griechenland (29.8.-2.9.2010), Vortrag

Marschallek, F.; Pönicke, A.; Rost, A.

**Sealing materials and joining techniques**

7th International Solid Oxide Fuel Cell Summer School, Thessaloniki, Griechenland (29.8.-2.9.2010), Vortrag

Marschallek, F.; Megel, S.; Stelter, M.

**SOFC stack materials and design**

7th International Solid Oxide Fuel Cell Summer School, Thessaloniki, Griechenland (29.8.-2.9.2010), Vortrag

Marschallek, F.; Adler, J.; Böttge, D.; Füssel, A.;

- Jahn, M.; Michaelis, A.  
**Verbrennung in porösen Medien – Beiträge zur Prozessabsicherung und zur Langzeitstabilität keramischer Brenneinsätze**  
28. DECHEMA-Jahrestagung der Biotechnologen und ProcessNet-Jahrestagung 2010, Aachen (21.-23.9.2010), Poster
- Martin, H.-P.; Kinski, I.; Conze, S.; Feng, B.; Veremchuk, I.; Oeschler, N.; Grin, J.; Michaelis, A.  
**Keramische Thermoelektrika als Werkstoff für thermoelektrische Generatoren**  
1. International ECCEP Colloquium, Dresden (2./3.12.2010), Vortrag
- 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**  
9th European SOFC Forum, Lucerne, Switzerland (29.6.-2.7.2010), Chapter 12, S.71-87, Poster
- Meißner, F.; Lorrmann, H.; Pastewka, L.; Endler, I.  
**Preparation, characterization and simulation studies of carbon nanotube electrodes for electrochemical energy storage**  
1st International Conference on Materials for Energy, DECHEMA, Karlsruhe (4.-8.7.2010), S.622-624, Poster
- Meißner, T.  
**Nanoparticle and suspension characterization as basis for toxicological investigations**  
5th Late Summer Workshop »Nanoparticles and Nanomaterials in Aquatic Systems«, Maurach am Bodensee (28.9.-1.10.2010), Vortrag
- Meißner, T.  
**Nanopartikeldispersierung und -charakterisierung im Rahmen toxikologischer Untersuchungen**  
nanoToxCom-Kolloquium, Universität Bremen (18.1.2010), Vortrag
- Meißner, T.  
**Physiko-chemische Materialcharakterisierung zur Identifizierung toxizitätsbestimmender Parameter von technischen Nanopartikeln**  
DFG-Nachwuchsakademie »Materialwissenschaft und Werkstofftechnik«, Heigenbrücken (15.-17.3.2010), Vortrag
- Meyer, A.; Potthoff, A.; Lenzner, K.  
**Einfluss des Energieeintrages auf die Wirkung von Dispergatoren bei der Nassmahlung von Böhmit**  
ProcessNet Jahrestreffen der FA »Agglomerations- und Schüttguttechnik«, »Zerkleinern und Klassieren« und »Mischvorgänge«, Fulda (22./23.2.2010), Vortrag
- Meyer, A.; Potthoff, A.; Lenzner, K.  
**Influence of energy input on suspension properties**  
12th International Ceramics Congress – CIMTEC 2010, Montecatini Terme, Italy (6.-11.6.2010), S.141-146, Vortrag
- Meyer, A.; Potthoff, A.; Lenzner, K.; Nebelung, M.  
**Stabilisierung des Böhmits zur Vermahlung in der Rührwerkskugelmühle**  
Symposium »Nano geht in die Produktion – NanOnline, NanoDirekt, COMPOMEL«, Pfinztal (20./21.4.2010), Vortrag
- Meyer, A.; Potthoff, A.; Lenzner, K.  
**Influence of application of energy on the effectiveness of chemical additives in suspension preparation**  
6th World Congress on Particle Technology – WCPT6 2010, Nürnberg (26.-29.4.2010), CD, Poster
- Michaelis, A.  
**Keramische Hochtemperaturbrennstoffzellen (SOFC) und Mikrobrennstoffzellen für die Praxis**  
DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Vortrag
- Michaelis, A.  
**300 Jahre Hochleistungskeramik aus Dresden. Vom Böttger Porzellan bis zu High Tech Innovationen für die Energie- und Umwelttechnologie**  
Neujahrsempfang des VDI-Landesverbandes Sachsen, Dresden (4.2.2010), Vortrag
- Michaelis, A.  
**Advanced processing technologies for innovative ceramic systems**  
34th International Conference and Exposition on Advanced Ceramics and Composites – ICACC 2010, Daytona Beach, Florida (24.-29.1.2010), Vortrag

- Michaelis, A.  
**Batterien, Brennstoffzellen und Superkondensatoren für die Elektromobilität**  
3. Sächsischer Ingenieurtag des VDI, Leipzig (17.4.2010), Vortrag
- Michaelis, A.  
**Ceramic materials and technologies for fuel cells, batteries and supercapacitors**  
Workshop Commercializing Future Technologies for Energy and Energy Efficiency, Dresden (8.7.2010), Vortrag
- Michaelis, A.  
**Chancen der Lithium-Ionen-Technologie für mobile und stationäre Anwendungen**  
Kooperationsforum Lithium-Ionen-Technologie, Dresden (28.9.2010), Vortrag
- Michaelis, A.  
**Die Entwicklung der Keramik – von den Anfängen bis zur Gegenwart**  
Dresdner Gesprächskreis, Dresden (27.8.2010), Vortrag
- Michaelis, A.  
**Innovative Mobilitätskonzepte – Brennstoffzellen, Superkondensatoren und Batterien für Elektromobilität**  
Sachsen – Land der Ingenieure – Ingenieure gestalten die Zukunft, Ingenieurkammertag Sachsen, Dresden (10.11.2010), Vortrag
- Michaelis, A.  
**Keramik in der Energietechnik**  
Dresdner Werkstoffsymposium 2010 – Werkstoffe der Energietechnik, Dresden (9./10.12.2010), Vortrag
- Michaelis, A.  
**Keramische Materialien und Technologien für Brennstoffzellen, Li-Ionen-Batterien und Superkondensatoren**  
Technische Universität Dresden, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik: Industriepartner-Symposium, Dresden (30.9.2010), Vortrag
- Michaelis, A.  
**Keramische Werkstoffe und Anwendung in Brennstoffzellen**  
Dresdner Materialinnovationen für die Praxis & Verleihung des internationalen »Dresden Barkhausen Awards 2009«, Dresden (15.1.2010), Vortrag
- Michaelis, A.  
**Keramische Werkstoffe und Technologien für die Energie- und Umwelttechnik**  
IMF-Seminarvortrag, KIT Eggenstein-Leopoldshafen (23.4.2010), Vortrag
- Michaelis, A.  
**Thick films and multilayer ceramic technology for innovative fuel cell systems**  
12th International Ceramics Congress – CIMTEC 2010, Montecatini Terme, Italy (6.-11.6.2010), Vortrag
- Michaelis, A.  
**Vom Material bis zum System. Entwicklung von Produkten für die Elektromobilität in geschlossenen Wertschöpfungsketten**  
Saxsess event »Elektromobilität«, Silicon Saxony, Dresden (18.10.2010), Vortrag
- Michaelis, A.  
**Vom Material zum System: Steigerung der Ressourceneffizienz durch Entwicklung nachhaltiger Energiesysteme in geschlossenen Werkstoffketten am Beispiel von Brennstoffzellen, Superkondensatoren und Lithium-Ionen-Batterien**  
Forum Umwelttechnik, Erfurt (1.12.2010), Vortrag
- Moritz, T.  
**Fehlerquellen bei der Herstellung keramischer Werkstoffe**  
Keramische Hochleistungswerkstoffe Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer, Block III: Konstruktion, Werkstoffprüfung, Qualitätssicherung, Einsatzverhalten, Freiburg (11./12.11.2010), Vortrag
- Moritz, T.; Richter, H.-J.; Lenk, R.  
**Formgebung – Werkstofflösungen und Designfreiheit für keramische und pulvermetallurgische Produkte**  
29. Hagener Symposium Pulvermetallurgie, Hagen (25./26.11.2010), S.129-149, Vortrag
- Moritz, T.; Mannschatz, A.; Kucera, A.; Baumann, A.; Lenk, R.  
**Fraunhofer IKTS activities in two-component powder injection moulding**  
Powder Metallurgy World Congress & Exhibition – World PM2010, Florenz (10.-14.10.2010), Vortrag

- Moritz, T.  
**Keramische Formgebung unter Verwendung organischer Aditive**  
DKG-Fortbildungsseminar – Entbinderung keramischer Formteile, Dresden (28./29.10.2010), Vortrag
- Müller, J.; Fischer, M.; Bartsch de Torres, H.; Pawlowski, B.; Barth, S.  
**Advantages of a new wafer level integration concept based on direct bonded silicon on LTCC**  
Pan Pacific Microelectronics Symposium and Tabletop Exhibition; Kauai, Hawaii (26.-28.1.2010), S.58-63, Vortrag
- Müller, S.; Kaltenborn, N.; Voigt, I.; Richter, H.  
**Nanoporöse Kohlenstoffschichten auf porösen, keramischen Trägern zur Gastrennung**  
Jahreskongress 2010 der Innovationsallianz Carbon Nanotubes (Inno.CNT), Marl (20.1.2010), Poster
- Müller, S.; Richter, J.; Voigt, I.  
**CNT-Schichten auf porösen, keramischen Trägern für die Anwendung in der Gastrennung**  
Dresdner Werkstoffsymposium 2010 – Werkstoffe der Energietechnik, Dresden (9./10.12.2010), Poster
- Näke, R.; Heddrich, M.; Jahn, M.  
**Brennstoffzellen-Systementwicklung für  $\mu$ KWK-Anwendungen**  
Kolloquium – Neue Verfahren und Materialien für Energie- und Umwelttechnik, Zwickau (4.11.2010), Vortrag
- Neher, R.; Herrmann, A.; Jaenicke-Rößler, K.; Brandt, K.; Pan, Z.; Fabrichnaya, O.; Seifert, H.J.  
**Liquid phase formation in the system  $\text{SiC-Al}_2\text{O}_3\text{-Y}_2\text{O}_3$**   
GEFTA Jahrestagung 2010, Dresden (26.-28.5.2010), Vortrag
- Neher, R.  
**Micro-segregations in liquid phase sintered silicon carbide ceramics**  
Junior-Euromat 2010, Lausanne, Schweiz (26.-30.7.2010), Vortrag
- Oberbach, T.; Begand, S.; Ludwig, H.  
**Hochfestes sub- $\mu\text{m}$  kristallines  $\text{Al}_2\text{O}_3$  für die Gelenkendoprothetik**  
DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Vortrag
- Oberländer, A.; Kunz, W.; Michael, G.; Schönfeld, K.; Kinski, I.; Klemm, H.; Müller, A.; Decker, D.  
 **$\text{SiC/SiCN}$  CMC for high temperature application produced via a PIP process**  
7th International Conference High Temperature Ceramic Matrix Composites – HT-CMC 7, Bayreuth (20.-22.9.2010), Vortrag
- Oehme, F.  
**Rationalisierung der Grünbearbeitung technischer Keramik**  
Keramische Hochleistungswerkstoffe Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer, Block II: Bearbeitung, Berlin (5./6.5.2010), Vortrag
- Partsch, U.; Mosch, S.; Ihle, M.  
**Aerosol printed conductors for miniaturized LTCC packaging**  
IEEE-CPMT: Electronic System Integration Technology Conference – ESTC 2010, Berlin (13.-16.9.2010), CD, p0136.pdf, Vortrag
- Pawlowski, B.; Barth, S.; Bartsch de Torres, H.; Fischer, M.; Müller, J.; Hoffmann, M.  
**Ein neuartiges Silizium-Keramik-Verbundsubstrat für die Mikrosystemtechnik**  
DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Poster
- Petasch, U.  
**Heißgasprüfstand mit Rubinjektor: Leistungsparameter und Testmöglichkeiten**  
Industrietag: Keramik in der motorischen Abgas-Nachbehandlung, Dresden (23.9.2010), Vortrag
- Petasch, U.  
**Testung und Vergleich von keramischen Werkstoffen/Bauteilen für die Abgasnachbehandlung**  
Industrietag: Keramik in der motorischen Abgas-Nachbehandlung, Dresden (23.9.2010), Vortrag
- Pohl, M.; Bouché, M.; Jahn, M.; Michaelis, A.  
**Einsatz offenzelliger Schaumkeramik bei der partiellen Oxidation von Methan**  
43. Jahrestreffen Deutscher

- Katalytiker, Weimar (10.-12.3.2010), S.344-345, Poster
- Pohl, M.; Jahn, M.; Michaelis, A.; Schreck, C. **Experimentelle Untersuchung der partiellen Oxidation von Methan mit Katalysatorsystemen auf der Basis offenzelliger Schaumkeramik**  
28. DECHEMA-Jahrestagung der Biotechnologen und ProcessNet-Jahrestagung 2010, Aachen (21.-23.9.2010), Poster
- Pönicke, A.; Schilm, J.; Kusnezoff, M.; Michaelis, A. **Reactive air brazing as joining technology for SOFC**  
9. Internationales Kolloquium Hart- und Hochtemperaturlötten und Diffusionsschweißen – LÖT 2010, Aachen (15.-17.6.2010), S.70-75, Vortrag
- Potthoff, A. **Ceramic nanomaterials and nanotechnologies**  
The first Symposium Global Challenges for Sustainable Development, Rennes, France (25./26.2.2010), Vortrag
- Potthoff, A. **Charakterisierung von Nanopartikeln**  
Fortbildungsseminar Nanoanalytik, Dresden (29./30.11.2010), Vortrag
- Potthoff, A.; Buschmann, M.; Meyer, A. **Nanofluids – ready to use?**  
International Conference on Ceramic Processing Science, Zürich (29.8.-1.9.2010), Vortrag
- Potthoff, A.; Bräunig, R. E. **NanOnLine – Online-Nanopartikelcharakterisierung für die Produktion**  
Arbeitskreis Prozessbegleitende Prüfungen, Berlin (2./3.6.2010), Vortrag
- Potthoff, A.; Meißner, T. **Evaluation of health risks of technical nanoparticles – the contribution of characterization**  
6th World Congress on Particle Technology – WCPT6 2010, Nürnberg (26.-29.4.2010), CD, Poster
- Potthoff, A.; Lenzer, K.; Meyer, A.; Stein, J. **Stabilisierung von Böhmit zur Herstellung von Nanopartikeln durch Vermahlung in einer Rührwerkskugelmühle**  
DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Poster
- Puhlfürß, P.; Herrmann, K.; Voigt, I.; Sittig, D.; Prehn, V.; Stobbe, A.; Junghans, A. **Nanoporöse keramische Membranen für die Reinigung von Problemabwässern**  
DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Poster
- Rabbow, T.; Jablonowski, R.; Roch, M.; Petri, M.; Schneider, M. **Elektrolytische Schichten für Anwendungen in der Photovoltaik**  
Symposium: Galvanik - eine etablierte Technik innovativ angewendet, Dresden (25./26.11.2010), Poster
- Räthel, J.; Herrmann, M. **Korrosionsmechanismen von Chrom/Nickelschmelzen an Verdampferwerkstoffen**  
DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Poster
- Reinhardt, K.; Kretzschmar, C.; Rebenklau, L.; Schulz-Hader, J.; Meyer, A.; Marx, C. **Lead-oxide-free copper thick-film paste for alumina substrates**  
33rd International Spring Seminar on Electronics Technology, Warschau, Polen (12.-16.5.2010), S.87-92, Vortrag
- Reichel, U. **Ceramic materials with submicron structure based on nanopowders**  
Deutsch-Russisches NanoForum, Tomsk (15.-17.9.2010), Vortrag
- Reichel, U. **Ceramic nanomaterials – Research & Development**  
Deutsch-Russisches NanoForum, Tomsk (15.-17.9.2010), Poster
- Reichel, U.; Khasanov, O.; Dvilis, E.; Khasanov, A. **Nanostructured dense ceramics compacted from dry nanopowders using powerful ultrasonic action**  
17th International Symposium on Metastable, Amorphous and Nanostructured Materials – ISMANAM 2010, Zürich, (4.-9.7.2010), Poster
- Reichel, U.; Ludwig, H.; Johannes, M. **Oxide ceramic materials –**

**high purity, high dense, high strength, biocompatible, transparent**

4th International Seminar – Nanotechnology, Energy, Plasma, Lasers – NEPL 2010, Tomsk, (25.-31.10.2010), Vortrag

Reichel, U.; Ludwig, H.; Kemnitz, E.; Scholz, G.; Stosiek, C.

**Nano-metallfluorid dotierte Aluminiumoxid-Keramik**

DKG-Jahrestagung, Hermsdorf (23.3.2010), Vortrag

Richter, H. (invited); Voigt, I.  
**Ceramic membrane production in industrial scale**  
NASA-OTM/MemBrain-Summer School, Valencia (8.-10.9.2010), Vortrag

Richter, H.; Voigt, I.; Puhlfürß, P.; Wöhner, S.; Weyd, M.; Voss, H.; Schuch, G.

**Zeolith-MFI-Membranen für die Isomerentrennung in der chemischen Industrie**

DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Poster

Richter, H.; Voigt, I.; Weyd, M.; Fischer, G.; Puhlfürß, P.

**Low temperatures ethanol up grading with hydrophobic zeolite membranes**

International Scientific Conference on Pervaporation and Vapor Permeation, Toruń (18.-21.4.2010), Vortrag

Richter, H.; Weyd, M.; Kriegel, R.; Voigt, I.

**Nanoporöse keramische Schichten und ihre Anwendung zur Stofftrennung**

elmu4future, Suhl (22.-23.6.2010), Vortrag

Richter, H.; Weyd, M.; Kühnert, J.-T.; Kriegel, R.; Voigt, I.

**LTA-membranes in industrial bioethanol dewatering**

Sino-German Symposium on Novel Inorganic Membranes with Nano Design, Guangzhou (21.-26.3.2010), Vortrag

Richter, H.; Weyd, M.; Kühnert, J.-T.; Voigt, I.

Mothes, R.; Lubenau, U.; Tusel, E.; Brüscke, H.

**Ceramic membranes in biogas upgrading and bioethanol drying**

International Biomass Conference, Leipzig (4./5.5.2010), Poster

Richter, H.-J.; Lenk, R.; Stockmann, J.

**Entwicklung und Fertigung keramischer Bauteile als Funktionsmuster und Prototypen**

15. Anwenderforum RPD, Stuttgart (13.10.2010), Vortrag

Richter, H.-J.; Kucera, A.

**UV-curable binders in tape casting**

Workshop on Tape Development, Karlsruhe (17.3.2010), Vortrag

Richter, J.; Kriegel, R.; Kahn, R.; Glüsing, J.; Ruhe, N.; Beckmann, M.; Böhning, D.; Müller, M.; Ma, M.

**Entwicklung eines Katalysator- und Sauerstoffträger-systems zur Aufbereitung teerhaltiger Brenngase**

4. Internationaler Biomass-to-Liquid-Kongress – BtL 2010, Berlin (1./2.12.2010), Poster

Richter, V.

**Effect of grain size on mechanical properties of materials**

Innovation through Nanotechnology and Nanomaterials – Current Aspects of Safety Assessment and Regulation, Dresden (22.-24.4.2010), Vortrag

Rödel, C.; Michaelis, A.; Fries, M.; Potthoff, A.

**Einfluss von Mahlung und Dotierung auf die Wechselwirkungen von organischen Additiven in Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Suspensionen**

DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Poster

Rödig, T.; Schönecker, A.

**Enhancement of power output and efficiency of piezoelectric generator by proper material selection**  
5th Annual Energy Harvesting Workshop, Roanoke, Virginia, USA (3./4.3.2010), Vortrag

Rödig, T.

**Optimising Piezoelectric Generators – From Material Selection to System Design**  
Energy Harvesting for Wireless Automation, München (23.-25.3.2010), Workshop

Rödig, T.; Schönecker, A.; Martin, H.-P.

**Innovative Keramiken für effiziente Generatoren**  
Fraunhofer-Workshop »Energieautarke Sensornetze«, München (16.11.2010), Vortrag

Rödig, T.; Schönecker, A.  
**Piezoelectric generator for self-powered micro actuators**  
 12th International Conference and Exhibition New Actuators and Drive Systems – ACTUATOR, Bremen (14.-16.6.2010), S.133-136, Vortrag

Rödig, T.; Schönecker, A.; Martin, H.-P.  
**Smart ceramics for energy harvesting**  
 Energy Harvesting and Storage Europe, München (26./27.5.2010), Vortrag

Rodrigues, G.; Preumont, A.; Gebhardt, S.  
**Segmented deformable bimorph mirrors for adaptive optics**  
 12th International Conference and Exhibition New Actuators and Drive Systems – ACTUATOR, Bremen (14.-16.6.2010), S.624-627, Poster

Rohländer, D.  
**Untersuchungen an technischen Keramiken vom Rohstoff bis zum Endprodukt mittels FESEM**  
 GEMINI User Meeting, Bochum (30.8.-1.9.2010), Vortrag

Rohländer, D.  
**Roh- und Werkstoffcharakterisierung**  
 IHK-Schulung für technische Mitarbeiter PI Ceramic, Hermsdorf (29.9.-1.10.2010), Vortrag

Rost, A.; Schilm, J.; Kusnezoff, M.; Michaelis, A.  
**Degradation of sealing glasses under electrical load**  
 9th European SOFC Forum, Lucerne, Switzerland (29.6.-2.7.2010), Vortrag

Rösler, J.; Häusler, A.  
**Low-temperature sintering of porcelain for domestic and technical applications on ultra-light, highly-porous shelves**  
 Statusseminar des Förderschwerpunktes »Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – rohstoffintensive Produktionsprozesse«, Berlin (4.11.2010), Poster

Rösler, J.; Häusler, A.  
**Niedrig-Temperatur-Sinterung von Geschirr und technischem Porzellan auf ultraleichten, hochporösen Brennplatten in mit Holzgas beheizten Schnellbrandöfen**  
 r2 – internes Statusseminar des Förderschwerpunktes

»Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – rohstoffintensive Produktionsprozesse«, Berlin (4.11.2010), Vortrag

Sauchuk, V.; Megel, S.; Girdauskaite, E.; Trofimenko, N.; Kusnezoff, M.; Michaelis, A.  
**Influence of protective layers on SOFC operation**  
 SOFC Konferenz, Chernogolovka, Russland (17./18.6.2010), Vortrag

Seffner, L.; Moritz, T.; Schönecker, A.; Roscher, H.-J.; Anselment, C.; Just, D.  
**Packaging of active devices using plastic injection molding**  
 12th International Conference and Exhibition New Actuators and Drive Systems – ACTUATOR, Bremen (14.-16.6.2010), S.620-623, Poster

Schilm, J.; Rost, A.; Pönicke, A.  
**Fügetechnologien und Glaslote für SOFC**  
 DGG-Fachausschuss I Physik und Chemie des Glases, Würzburg (18.10.2010), Vortrag

Schneider, M.; Schroth, S.; Richter, S.; Schubert, N.;

Michaelis, A.  
**In-situ investigation on the influence of the crystallographic grain orientation on the anodic dissolution of copper under near-ECM conditions**  
 6th International Symposium on Electrochemical Machining Technology – INSECT, Brüssel (4./5.11.2010), Vortrag

Schneider, M.; Kremmer, K.; Fürbeth, W.; Weidmann, S.  
**What do we learn about anodized aluminium by using the electrochemical impedance spectroscopy?**  
 3rd International Workshop on Impedance Spectroscopy, Chemnitz (13.-15.10.2010), Vortrag

Schöne, J.; Ganzer, G.; Pfeifer, T.; Beckert, W.; Jahn, M.; Michaelis, A.  
**Coupled model description of reactors for high temperature fuel cell systems**  
 1st International Conference on Multiphysics Simulation – Advanced Methods for Industrial Engineering, Bonn (22./23.6.2010), Vortrag

Schönecker, A.  
**Funktionskeramik: Spezifische Eigenschaften und**

## Anwendungen

Keramische Hochleistungswerkstoffe Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer, Block I: Werkstoffe und Verfahren, Dresden (10./11.3.2010), Vortrag

Schroth, S.; Schneider, M.; Michaelis, A.  
**Investigation of the anodic dissolution on cemented carbides under near-ECM conditions**  
6th International Symposium on Electrochemical Technology – INSECT, Brüssel (4./5.11.2010), Vortrag

Schubert, R.; Tupaika, F.; Kuhn, J.  
**Funktionell modifizierte anorganisch-organische Kompositwerkstoffe**  
DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Poster

Schulz, M.  
**FEM-Simulation der Sauerstoffpermeation durch MIEC Membranen im Vakuumbetrieb und Vergleich mit experimentellen Daten**  
DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Vortrag

Schulz, M.; Kämpfer, A.; Kriegel, R.  
**Experimentelle Bestimmung und Modellierung der Sauerstoffpermeation durch  $Ba_{0,5}Sr_{0,5}Co_{0,8}Fe_{0,2}O_{3-\delta}$**   
DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Poster

Schulz, M.; Kriegel, R.; Kämpfer, A.  
**Assessment of CO<sub>2</sub>-stability and oxygen flux of oxygen permeable membranes**  
11th International Conference on Inorganic Membranes, Washington (19.-22.7.2010), Vortrag

Sempf, K.  
**Neue Möglichkeiten der Gefügedarstellung von SiC-Werkstoffen**  
13. Internationale Metallographie-Tagung 2010, Leoben (29.9.-1.10.2010), Vortrag

Stahn, M.; Endter, A.  
**Keramische Filterelemente in der Cross-Flow-Filtration – Beschreibung des Einflusses von Trägergeometrie und Trennschicht durch Simulation der Strömungsvorgänge**  
DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Vortrag

Stahn, M.  
**Berechnung des Strömungsverhaltens in porösen Membranen – Einsatz von CFD-Software zur numerischen Simulation des Einflusses von Trägergeometrie und Trennschicht auf das Strömungsverhalten**  
Arbeitskreis »Keramische Membranen«, Frankfurt/M. (06.5.2010), Vortrag

Stein, J.; Altin, E.; Fuchs, T.; Bräunig, R.; Potthoff, A.  
**Aufbereitung von Nanoteilchen im industriellen Maßstab durch Automatisierung des Nassmahlprozesses**  
DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Vortrag

Steinbrech, R.W.; Huang, B.X.; Malzbender, J.; Baumann, S.; Kriegel, R.  
**Thermomechanische Charakterisierung von  $Ba_{0,5}Sr_{0,5}Co_{0,8}Fe_{0,2}O_{3-\delta}$  für den Einsatz als Sauerstoff-Transport-Membranen**  
DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Vortrag

Steinbrech, R.W.; Malzbender, J.; Rutkowski, B.; Huang, B.X.; Baumann, S.; Kriegel, R.; Beck, T.  
**Thermomechanical behavior of LSCF and BSCF oxygen transport membranes. II: Creep at operation temperature**  
11th International Conference on Inorganic Membranes, Washington (19.-22.7.2010), Poster

Stelter, M.; Schneider, M.; Reuber, S.  
**Portable SOFC System based on multilayer technology**  
Fuel Cell Seminar & Exposition, San Antonio, TX, USA (18.-21.10.2010), Vortrag

Stockmann, J.  
**Verbindungstechnik**  
Keramische Hochleistungswerkstoffe Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer, Block III: Konstruktion, Werkstoffprüfung, Qualitätssicherung, Einsatzverhalten, Freiburg (11./12.11.2010), Vortrag

Svoboda, H.; Sobek, D.; Michaelis, A.  
**Einfluss des Matrizenwerk-**

**stoffs auf das Pressergebnis bei der uniaxialen Verdichtung von keramischen Granulaten**

DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Vortrag

Thiele, J.; Prasad, R.M.; Kaltenborn, N.; Richter, H.; Voigt, I.; Gurlo, A.; Riedel, R.  
**Polymerabgeleitete Keramik-Membranen auf porösen keramischen Supporten für die Hochtemperatur-Gastrennung**  
Dresdner Werkstoffsymposium 2010 – Werkstoffe der Energietechnik, Dresden (9./10.12.2010), Poster

Thiele, S.; Sempf, K.; Jaenicke-Roeßler, K.; Berger, L.-M.; Spatzier, J.  
**Thermophysical studies on thermally sprayed tungsten carbide-cobalt coatings**  
International Thermal Spray Conference – ITSC 2010, Singapore (3.-5.5.2010), CD, S.266-271

Tigges, B.; Lämmel, C.; Schneider, M.; Fürbeth, W.  
**Innovative wear and corrosion protection of aluminium by formation of nanoparticle-reinforced**

**hard anodizing layers**  
61st Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, Nizza (26.9.-1.10.2010), Vortrag

Toma, F.-L.; Scheitz, S.; Berger, L.-M.; Sauchuk, V.; Kusnezoff, M.

**Comparative study of the electrical properties and microstructures of thermally sprayed alumina- and spinel-coatings**  
International Thermal Spray Conference – ITSC 2010, Singapore (3.-5.5.2010), CD, S.272-277

Toma, L.-F.; Langner, S.; Berger, L.-M.; Rödel, C.; Potthoff, A.

**Influence of spray parameters on the characteristics of dense suspension-sprayed Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-coatings**  
24th International Conference on Surface Modification Technologies, Dresden (7.-9.9.2010), Vortrag

Töpfer, J.; Kircheisen, R.  
**Phase stability, point defects and magnetoresistance of nonstoichiometric Sr<sub>2</sub>FeMoO<sub>6-δ</sub>**  
Electroceramics XII, Trondheim (13.-16.6.2010), Vortrag

Töpfer, J.; Kircheisen, R.  
**Phase stability, point defects and magnetic properties of nonstoichiometric Sr<sub>2</sub>FeMoO<sub>6-δ</sub>**  
7th International Conference on Inorganic Materials, Biarritz (12.-15.9.2010), Poster

Töpfer, J.; Kracunovska, S.; Barth, S.; Pawlowski, B.; Bechtold, F.; Müller, J.  
**Z-, Y- and M-type hexagonal ferrites for high-frequency multilayer inductors**  
3rd International Congress on Ceramics, Osaka (14.-18.11.2010), Vortrag

Töpfer, J.; Mürbe, J.; Kracunovska, S.; Barth, S.; Pawlowski, B.; Rabe, T.  
**Ferrite materials for integrated LTCC modules**  
Materials Science & Technology 2010 Conference & Exhibition, Houston, Texas (17.-21.10.2010), Vortrag

Triebert, A.; Martin, H.-P.  
**Elektrische Kontaktierung von Keramiken für Hochtemperaturanwendungen**  
9. Internationales Kolloquium Hart- und Hochtemperaturlöten und Diffusionsschweißen – LÖT 2010, Aachen (15.-17.6.2010), Vortrag

Tröber, O.; Kahle, I.; Trentsch, S.; Richter, H.  
**Preparation of custom-made nano-zeolites for absorption of photochromic dyes**  
22nd German Zeolite Conference, München, (3.-5.3.2010), Poster

Trofimenko, N.; Kusnezoff, M.; Michaelis, A.  
**Electrolyte supported cells with high power density**  
SOFC Konferenz, Chernogolovka, Russland (17./18.6.2010), S.38-39, Vortrag

Voigt, I.  
**Bestimmung des Wasserflusses und des molekularen Rückhaltes an keramischen Membranen**  
DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Poster

Voigt, I.  
**Ceramic membranes for gas upgrading processes**  
Workshop »Upgrading of biologically produced gases«, Herzogenrath (24.9.2010), Vortrag

Voigt, I.  
**Tailoring of membrane pore size and wettability of ceramic NF-membranes**

**for application in organic solvents**

3rd International Organic Solvent Nanofiltration Conference, London (13.-15.9.2010), Vortrag

**Vacuum driven oxygen separation with BSCF membranes**

11th International Congress on Inorganic Membranes, Washington D.C. (17.-22.7.2010), Poster

**Keramische Werkstoffe – Einführung und Eigenschaften und Anwendung ausgewählter technischer Keramikwerkstoffe**

IHK-Schulung für technische Mitarbeiter PI Ceramic, Hermsdorf (29.9.-1.10.2010), Vortrag

**Advanced ceramic materials – History – Present – Prospects**

4th International Seminar »Nanotechnology, Energy, Plasma, Lasers« – NEPL-2010, Tomsk (25.-31.10.2010), Vortrag

**Keramische Technologien und Systeme als Innovationstreiber für High-Tech Produkte des 21ten Jahrhunderts**

Vision Keramik 2010 – Integrierte Keramikforschung von der Idee bis zum Produkt, Hermsdorf (22.1.2010), Vortrag

**Transparente Mg-Al-Keramik: Durchsichtig wie Glas, hart wie Keramik**

Barkhausen-Posterwettbewerb, Dresden (16.12.2010), Poster

**Imprägnierung poröser Anodisierschichten auf Aluminiumlegierungen durch Einbau oxidischer Nanopartikel**

ZVO Oberflächentage, Berlin (22.-24.9.2010), Vortrag

**Process integrated water and waste water treatment by ceramic membranes**

IFAT Entsorga 2010, München (13.-17.9.2010), Vortrag

Weyd, M.; Hermann, K.; Kühnert, J.-T.; Tusel, E.; Brüsckke, H.; Richter, H.; Voigt, I.

**Ceramic membranes for the separation of glucose and the dewatering of ethanol**

18th European Biomass Conference & Exhibition, Lyon (3.-7.5.2010), Poster

**Dewatering of ethanol by hydrophilic zeolite membranes in vapour permeation at high temperatures**

International Scientific Conference on Pervaporation and Vapor Permeation, Torun (18.-21.4.2010), Vortrag

**Trattamento della biomassa all'ingresso del fermentatore: Il sistema IKTS**

6. Info Biogas, Montichiari (21.10.2010), Vortrag

**Anwendungen und Lieferanten keramischer Hochleistungskomponenten**

Keramische Hochleistungswerkstoffe Schulungsprogramm des Fraunhofer-

Demonstrationszentrums AdvanCer, Block I: Werkstoffe und Verfahren, Dresden (10./11.3.2010), Vortrag

**Keramische Hochleistungswerkstoffe: Einsatzbereiche, Entwicklungstrends**

DKG-Fortbildungsseminar – Entbinderung keramischer Formteile, Dresden (28./29.10.2010), Vortrag

**Keramische Werkstoffe und Anwendungen – Entwicklungstrends und -angebote**

DKG-Fortbildungsseminar – Thermoplastische Formgebung von Technischer Keramik, Dresden (6./7.10.2010), Vortrag

**Elektrisch leitfähige Keramiken auf Basis von Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>**

DKG-Jahrestagung 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010), Vortrag

## LEHRTÄTIGKEITEN VON MITARBEITERN, MITARBEIT IN GREMIEN UND FACHAUSSCHÜSSEN

### Lehrtätigkeiten von Mitarbeitern

#### Dr. Barth, S.

Vorlesung  
»Keramische Technologie«  
Fachhochschule Jena, Fachbereich Scitec (WS10/11)

#### Dr. habil. Herrmann, M.

Vorlesung  
»Principles of ceramic processing«  
University of Witwatersrand, Johannesburg, Südafrika (10/2010)

#### Dipl.-Ing. Höhn, S.

Vorlesung  
»Keramografie«  
Im Rahmen der Lehrveranstaltung »Metallografie«  
TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft (11.01.2010)

#### Dr. Jahn, M.

Vorlesung  
»Chemische Verfahrenstechnik/Reaktionstechnik«  
HTW Dresden, Chemieingenieurwesen (SS10)

#### Dr. Kriegel, R.

Vorlesung  
»Keramische Verfahrenstechnik«  
Fachhochschule Jena, Fachbereich Scitec (WS10/11)

#### Dr. Kusnezoff, M.

Vorlesung  
»Funktionskeramik II«, Studiengang »Elektronik- und Sensormaterialien« (9. Semester)  
TU Bergakademie Freiberg (WS10/11)

#### Prof. Dr. Michaelis, A.

Vorlesung und Praktikum  
»Keramische Werkstoffe«  
TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft (WS09/10; WS10/11)

#### Prof. Dr. Michaelis, A.;

#### Dr. Schönecker, A.;

#### Dr. Kusnezoff, M.;

#### Dr. Stelter, M.; Dr. Partsch, U.;

#### Dr. Jahn, M.; Heddrich, M.

Vorlesung  
»Keramische Funktionswerkstoffe«  
TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft (SS10)

#### Dr. Rebenklau, L.

Kapitel: »Technologien der Dickschichttechnik« in der Vorlesungsreihe »Hybridtechnik«  
TU Dresden, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik (WS10/11)

#### Dr. Rebenklau, L.

Vorlesung »Dickschichttechnik« und »Multilayerkeramik« in der Vorlesung von

Prof. Michaelis »Funktionskeramik«

TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft (SS10)

#### Dipl.-Ing. Svoboda, H.

Vorlesung  
»Pulveraufbereitung und –konfektionierung« im Rahmen der Lehrveranstaltung »Keramische Werkstoffe« (12.11.2010)

#### Dr. Voigt, I.

Vorlesung  
»Membranen - Theorie und Anwendung«  
Friedrich-Schiller-Universität Jena, Chemisch-geowissenschaftliche Fakultät (WS10/11)

#### Dr. Voigt, I.

Vorlesung  
»Keramische Verfahrenstechnik«  
Fachhochschule Jena, Fachbereich Scitec (WS10/11)

#### Dr. Voigtsberger, B.

Vorlesung  
»Keramische Verfahrenstechnik«  
Fachhochschule Jena, Fachbereich Scitec (WS10/11)

#### Dr. Zins, M.

Vorlesung

»NE-Metalle /Keramik/Kunststoffe – Technische Keramik als Leichtbaustoff«

TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft (WS10/11)

### Mitarbeit in Gremien und Fachausschüssen

#### Gremien

#### Prof. Dr. Michaelis, A.

- »World Academy of Ceramics« WAC
- WAC Forum Komitee, Mitarbeit
- DKG-Vorstandsmitglied
- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Hochleistungskeramik«, Arbeitskreis »Koordination«
- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Hochleistungskeramik«, Arbeitskreis »Funktionskeramik«, Leitung
- DECHEMA-Arbeitsausschuss »Angewandte Anorganische Chemie«
- Fraunhofer-Allianz »Hochleistungskeramik«, Sprecher
- 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

#### **Dr. Richter, H.**

- International Zeolite Association

#### **Dr. Voigtsberger, B.**

- DKG-Vorstandsmitglied
- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Strategiekreis«
- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Hochleistungskeramik«, Arbeitskreis »Koordinierung«
- Verband der Wirtschaft

- Thüringens e.V., Ausschuss »Forschung und Innovation«
- Hochschulrat Fachhochschule Jena
- Wissenschaftlicher Beirat Jenoptik AG

#### **Fachausschüsse**

##### **Dr. Beckert, W.**

- Fraunhofer-Allianz »Numerische Simulation von Produkten und Prozessen« NUSIM

##### **Dipl.-Chem. Fischer, G.**

- DKG-Fachausschuss 10 »Umwelttechnik«

##### **Dr. Friedrich, H.**

- DKG-Fachausschuss 10 »Umwelttechnik«, Vorsitz
- VDI/GVC-Fachausschuss »Partikelmess-technik«
- VDI/GVC-Fachausschuss »Abfallwirtschaft und Wertstoffrückgewinnung«
- VDI/GET-Fachausschuss »Regenerative Energien«
- VDI-Bezirksverein Dresden, Arbeitskreis »Granulometrie«
- DWA-Fachkreis »Schlammbehandlung«
- Energieprojekt »Biogas« (NL)
- Fachverband »Biogas«

##### **Dr. Fries, M.**

- DGM/DKG-Arbeitskreis »Verarbeitungseigenschaften synthetischer keramischer Rohstoffe«, Leiter
- DKG-Fachausschuss »Verfahrenstechnik«

##### **Dr. Gestrich, T.**

- Gemeinschaftsausschuss »Pulvermetallurgie«, Expertenkreis »Sintern«
- GEFTA-Arbeitskreis »Thermophysik«

##### **Dipl.-Ing. Gronde, B.**

- Gemeinschaft »Thermisches Spritzen e.V.«
- DVS-Arbeitsgruppe »Thermisches Spritzen«

##### **Dipl.-Ing. Jaenicke-Rößler, K.**

- GEFTA-Arbeitskreis »Thermophysik«
- GEFTA-Arbeitskreis »Messunsicherheit von Thermodynamometern«

##### **Dr. Kaltenborn, N.**

- DKG-Arbeitskreis »Kohlenstoff«

##### **Dr. Klemm, H.**

- DKG-Arbeitskreis »Verstärkung keramischer Stoffe«
- DIN Normenausschuss »Materialprüfung NMP 291«

##### **Dr. Krell, A.**

- Associate Editor des »Journal of the American Ceramic Society«

##### **Kunath, R.**

- Arbeitskreis »Dresdner Informationsvermittler e.V.« I
- Arbeitskreis »Spezialbibliotheken«

##### **Dr. Kusnezoff, M.**

- DIN/VDE, Referat K 141, DKE Deutsche Kommission, »Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik«

##### **Dr. Lenk, R.**

- DKG-Expertenkreis »Keramikspritzguss«, Vorstandsvorsitzender
- Fraunhofer-Allianz »Hochleistungskeramik«, Geschäftsstelle

##### **Dipl.-Ing. Ludwig, H.**

- DGM-Fachausschuss »Biomaterialien«

##### **Dr. Moritz, T.**

- ENMAT »European Network of Materials Research Centres«, Sprecher
- Management Committee of COST action MP0701 »Nanocomposite Materials«
- DECHEMA-Fachausschuss »Nanotechnologie«

- DKG-Expertenkreis »Keramikspritzguss«

**Dipl.-Phys. Mürbe, J.**

- VDI-Bezirksverein Dresden, Arbeitskreis »Granulometrie«

**Nake, K.**

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

**Dr. Nebelung, M.**

- VDI/GVC-Fachausschuss »Agglomerations- und Schüttguttechnik«
- VDI/GVC-Fachausschuss »Trocknungstechnik«

**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 Fachaus-

schuss 5.5 »Aufbau- und Verbindungstechnik«

- Ges. für Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktechnik

**Dr. Reichel, U.**

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

**Dr. Richter, H.-J.**

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

**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«

**Dr. Schilm, J.**

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

**Dr. Schönecker, A.**

- Beirat der Smart Material GmbH Dresden

**Dipl.-Chem. Schubert, R.**

- DGM/DKG-Gemeinschaftsausschuss »Hochleistungskeramik«, Arbeitskreis »Polymerkeramik«

**Dipl.-Phys. Sikora, R.**

- DVS-Arbeitsgruppe »Keramik-Metall-Verbindungen«
- DVS-Arbeitsgruppe »Kleben von Glas und Keramik«

**Dipl.-Ing. Stahn, M.**

- VDI-Entwicklung, Konstruktion, Vertrieb

**Dr. Stelter, M.**

- Brennstoffzellen Initiative Sachsen e.V., Vorstand
- VDMA-Arbeitsgruppe »Brennstoffzellen«, Arbeitskreis »Industrienetzwerk«

**Dipl.-Ing. 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. Zins, M.**

- DKG-Koordinierungsgruppe »Strukturwerkstoffe Fachausschüsse«
- Fachausschuss »Pulvermetallurgie«
- DKG-Fachausschuss »Keramik Anwendungen«
- Deutsche Messe AG, Fachmessebeirat »Industrial Supply«
- Messe München, Fachbeirat »Ceramitec«
- Institut für Prozess- und Anwendungstechnik Keramik, RWTH Aachen, Vorstand

## **Programmausschüsse bei Fachtagungen**

### **Prof. Dr. Michaelis, A.**

- DECHEMA-Diskussionstagung »Anorganisch-Technische Chemie«, Frankfurt/Main (2010), Vorbereitungskomitee
- Vision Keramik 2010, Hermsdorf (22.1.2010)
- APNFM 2010 – Advanced Processing for Novel Functional Materials, Dresden
- DKG-Jahrestagung 2010 / Symposium Hochleistungskeramik DKG/DGM 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010)
- MATERIALICA Keramik Kongress München (2010)
- Symposium »Galvanik eine etablierte Technik innovativ angewendet«, IKTS Dresden (25./26.11.2010), Organisator
- Materialforschungstag des MFD, Dresden (Nov/Dez 2010)
- Industrietag »Keramik in der motorischen Abgas-Nachbehandlung«, Dresden (23.9.2010), Organisator
- DKG-Jahrestagung 2011, Saarbrücken (28.-30.3.2011)
- DECHEMA-Diskussionsta-

gung »Anorganisch-Technische Chemie«, Frankfurt/Main (2011), Vorbereitungskomitee

- 10th CMCEE International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications, Dresden (20.-23.4.2012), Organisationskomitee

### **Dipl.-Krist. Adler, J.**

- Industrietag »Keramik in der motorischen Abgas-Nachbehandlung«, Dresden (23.9.2010), Organisator

### **Dr. Gestrich, T.**

- 29. Hagener Symposium Pulvermetallurgie »Formgebung: Chancen der Pulvermetallurgie«, Hagen (25./26.11.2010), Programmausschuss

### **Dr. Herrmann, M.**

- DKG-Fortbildungsseminar »Entbinderung keramischer Formteile«, IKTS Dresden (28./29.10.2010)

### **Dr. Lenk, R.**

- DKG-Symposium »Plastische und Thermoplastische Formgebung«, Dresden (6./7.10.2010), Programm-Organisator

- Keramische Hochleistungswerkstoffe – Schulungsprogramm des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer, Block I: Werkstoffe und Verfahren, IKTS Dresden (10./11.3.2010), Programm-Organisator

### **Dr. Moritz, T.**

- DKG-Symposium »Plastische und Thermoplastische Formgebung«, Dresden (6./7.10.2010), Programm-Organisator
- Powder Metallurgy World Congress & Exhibition – WORLD PM2010, Florence, Italy (10.-14.10.2010), Organizing Committee

### **Dr. Nebelung, M.**

- DKG-Jahrestagung 2010/ Symposium Hochleistungskeramik DKG/DGM 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010)

### **Dr. Fries, M.**

- 15. DKG-Fortbildungsseminar »Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung«, IKTS Dresden/TU Dresden (22./23.4.2010), Programm-Organisator
- DKG-Symposium »Simulation und Modellierung von

Fertigungsprozessen«, Erlangen (30.11.-1.12.2010), Programmausschuss

### **Dr. Reichel, U.**

- 4th International Seminar »Nanotechnology, Energy, Plasma, Lasers – NEPL 2010, Tomsk, (25.-31.10.2010)

### **Dr. Richter, V.**

- 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications – CMCEE, Dresden (20.-23.4.2012), Mitglied Organisationskomitee

### **Dr. Schneider, M.**

- International Workshop on Impedance Spectroscopy, Chemnitz (13.-15.10.2010), Programm Committee
- Symposium »Galvanik eine etablierte Technik innovativ angewendet«, IKTS Dresden (25./26.11.2010), Konferenz-Organisator

### **Dr. Voigt, I.**

- DKG-Jahrestagung 2010/ Symposium Hochleistungskeramik DKG/DGM 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010)

MITARBEIT IN GREMIEN UND FACHAUSSCHÜSSEN,  
DISSERTATIONEN,  
DIPLOMARBEITEN

- International Scientific Committee of the International Conference on Inorganic Membranes – ICIM, Washington D.C. (17.-22.7.2010)
- Aachener Membran Kolloquium , Aachen (27./28.10.2010), Scientific Committee

**Dr. Voigtsberger; B.**

- DKG-Jahrestagung 2010/ Symposium Hochleistungskeramik DKG/DGM 2010, Hermsdorf/Thüringen (22.-24.3.2010)

**Dr. Zins, M.**

- Hannover Messe – Tag der Technischen Keramik, Werkstoff-Forum, Hannover (23.4.2010), Mitglied Programmausschuss

-----  
**Dissertationen**  
-----

**Baumann, Andreas**

Pulverspritzgießen von Metall-Keramik-Verbunden  
Dissertation 2010  
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Institut Verfahrens- und Energietechnik

**Kaltenborn, Nadine**

Nanopröse Kohlenstoffmembranen auf asymmetrisch aufgebauten porösen keramischen Supporten für die Gastrennung  
Dissertation 2010  
IKTS Hermsdorf – TU Bergakademie Freiberg

**Nawka, Stefan**

Untersuchung des Wachstumsverhaltens und der Bandlücke von ALD-hafniumbasierten Oxidschichten mittels winkelauflösender XPS  
Dissertation 2010  
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik

**Paepcke, Anne**

Untersuchungen des Hochtemperaturbrennstoffzellenstapels unter realen Betriebsbedingungen durch Finite Elemente Modellierung  
Dissertation 2010

IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen

**Rose, Martin**

Untersuchungen zur Oberflächenchemie der Atomlagenabscheidung und deren Einfluss auf die Effizienz von Prozessen  
Dissertation 2010

IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik

**Scholehtar, Timo**

Charakterisierung der Struktur-Gefüge-Eigenschaftsbeziehungen von piezokeramischen Werkstoffen des Systems PZT/SKN  
Dissertation 2010

IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen

**Uhlig, Benjamin**

High precision stress measurements in semiconductor structures by raman microscopy  
Dissertation 2010

IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Mathematik und Naturwissenschaften

**Ziesche, Steffen**

Synthese und elektrische/elektrochemische Charakterisierung von ionisch-elektronisch gemischt-leitenden keramischen Werkstoffen für Permeationsanwendungen  
Dissertation 2010

IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen

-----  
**Diplomarbeiten**  
-----

**Adler, Anne-Katrin**

Elektrochemische Abscheidung von Kompositnanopartikeln aus Gold und Berliner Blau  
Diplomarbeit 2010  
IKTS Dresden – HTW Dresden, Fakultät Maschinenbau/Verfahrenstechnik

**Bergner, Anne**

Herstellung und Charakterisierung von Titansuboxid-Carbid-Kompositkeramiken  
Diplomarbeit 2010  
IKTS Dresden – TU Bergakademie Freiberg, Fakultät für werkstoffwissenschaften und Werkstofftechnologie

**Bigalke, Stephan**

Strömungsmechanische Analyse eines Filtrationsmoduls im Hinblick auf die Minimierung von Ablagerungen an der Filteroberfläche  
Diplomarbeit 2010  
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen

**Deska, David**

Elektrochemische und infrarotspektroskopische Charakterisierung von Elektrodenmaterialien und Elektrolyten für Energiespeicher

Masterarbeit 2010  
IKTS Dresden – HTW Dresden, Fakultät Maschinenbau/Verfahrenstechnik

**Deutschmann, Anne**

Untersuchungen zum Einsatz von Enzympräparaten im Bereich der anaeroben Biogasfermentation mit separater Hydrolysestufe  
Diplomarbeit 2010  
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen

**Dosch, Christian**

Untersuchungen zum Einfluss der Rußbildner auf die Leistung der Hochtemperaturbrennstoffzelle (SOFC)  
Diplomarbeit 2010  
IKTS Dresden – HTWK Leipzig, Fakultät Maschinen- und Energietechnik

**Friedrich, David**

Untersuchungen zur organischen Modifizierung von HMDSO-stabilisierten Siliziumoxid-Isolationsschichten  
Diplomarbeit 2010  
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen

**Gierth, Uta**

Aufbau eines enzymatischen amperometrischen Biosensors – Einfluss verschiedener

Gold-Dickschichtelektroden als Sensorsubstrat  
Diplomarbeit 2010  
IKTS Dresden – HTW Dresden, Fakultät Maschinenbau/Verfahrenstechnik

**Hauptmann, Erik**

Methodenentwicklung zur impedimetrischen Bestimmung der Elektrodenalterung einer symmetrischen Zelle  
Diplomarbeit 2010  
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen

**Hlawatschek, Daniel**

Untersuchung des Einflusses von Vor- und Fertigsinterung auf den Kohlenstoffhaushalt von WC-Ni-Hartmetallen  
Diplomarbeit 2010  
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen

**Hoyer, Christian**

Entwicklung und Charakterisierung keramischer Folien auf Basis von UV-vernetzenden Bindern  
Diplomarbeit 2010  
IKTS Dresden – Hochschule Amberg-Weiden, Fakultät Maschinenbau/Umwelttechnik

**Ihle, Martin**

Rapid Prototyping für LTCC-

Multilayer mittels Aerosoldruck  
Diplomarbeit 2010  
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Elektrotechnik, Institut für Aufbau- und Verbindungstechnik

**Kammer, Georg**

Untersuchungen zum Einsatz von Oxidationskatalysatoren bei der Nachbehandlung von SOFC-Abgas  
Diplomarbeit 2010  
IKTS Dresden – HTW Dresden, Fakultät Maschinenbau/Verfahrenstechnik

**Kretzschmann, Lisett**

Untersuchung des Herstellungsprozesses von piezokeramischen Vollfasern mit Porositäten kleiner fünf Prozent nach dem Polysulfonverfahren  
Diplomarbeit 2010  
IKTS Dresden – HTW Dresden, Fakultät Maschinenbau/Verfahrenstechnik

**Marx, Christian**

Wasserstoff/Propan-Trennung unter Verwendung molekularsiebender keramischer Membranen  
Bachelorarbeit 2010  
IKTS Hermsdorf – Fachhochschule Jena, Fachbereich SciTec

**Patzak, Stefan**

Zeolithgefüllte Polymermembranen für die Alkoholabtrennung aus verdünnten wässrigen Lösungen  
Bachelorarbeit 2010  
IKTS Hermsdorf – Fachhochschule Jena, Fachbereich SciTec

**Paulik, Sebastian**

Charakterisierung der Stabilität und katalytischen Eigenschaften von perowskit- und platinhaltigen Katalysatoren für den Einsatz in Dieselpartikelfiltern  
Masterarbeit 2010  
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Mathematik und Naturwissenschaften

**Pilz, Sirko**

Untersuchung instationärer Prozesse in anodisch erzeugten dünnen Ventilmetalloxidschichten mit hoher lateraler und zeitlicher Auflösung  
Diplomarbeit 2010  
IKTS Dresden – TU Dresden, Fakultät Mathematik und Naturwissenschaften

**Reichelt, Erik**

Entwicklung eines mit Biogas betriebenen SOFC-Systems mit dem Ziel der Wirkungsgradsteigerung durch hohe

Reaktorenintegration

Diplomarbeit 2010  
IKTS Dresden – HTW Dresden, Fakultät Maschinenbau/Verfahrenstechnik

**Seitz, Ronald**

Einfluss des Energieeintrages auf die Stabilisierung hochkonzentrierter Böhmit-Suspensionen

Masterarbeit 2010  
IKTS Dresden – HTW Dresden, Fakultät Maschinenbau/Verfahrenstechnik

**Weder, Aniko**

Aufbau und Betrieb eines Reformerteststandes zur Untersuchung der Synthesegas-erzeugung mittels partieller Oxidation von Ethanol

Diplomarbeit 2010  
IKTS Dresden – TU Bergakademie Freiberg, Fakultät Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik

**Weller, Sebastian**

Einfluss von Vergällungsmitteln auf die Reformierung von Ethanol für den Betrieb in einer Hochtemperaturbrennstoffzelle

Diplomarbeit 2010  
IKTS Dresden – HTW Dresden, Fakultät Maschinenbau/Verfahrenstechnik

**Wilk, Tabea**

Entwicklung keramischer Folien auf Basis von wasserlöslichen Bindersystemen zur Strukturierung mittels Prägen bei Raumtemperatur

Diplomarbeit 2010  
IKTS Dresden – TU Bergakademie Freiberg, Fakultät für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie

**Zschornack, Daniel**

Katalytische Abscheidung von Carbon Nanotubes auf leitfähigen Substraten mittels CVD

Diplomarbeit 2010  
IKTS Dresden – Fachhochschule Südwestfalen, Iserlohn, Fachbereich Informatik und Naturwissenschaften

# VERANSTALTUNGEN UND MESSEN 2011

## Tagungen

**Dutch-German Seminar on Energy Innovations**  
13./14. April 2011

**ISPA 2011 – International Symposium on Piezocomposite Applications**  
22./23. September 2011,  
Gläserne Manufaktur

## Events

**Lange Nacht der Wissenschaften**  
1. Juli 2011  
[www.dresden-wissenschaft.de](http://www.dresden-wissenschaft.de)

**Fraunhofer-Talentschool**  
4.–6. November 2011  
[www.talent-school-dresden.de](http://www.talent-school-dresden.de)

## Seminare/Workshops

**DKG Fortbildungsseminare**  
**Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung**  
14./15. April 2011

**Thermoplastische Formgebung von Technischer Keramik – Technologie und Training**  
5./6. Oktober 2011

**Entbinderung keramischer Formteile**  
6./7. Oktober 2011

**Sprühtrocknung keramischer Suspensionen – Technologie und statistische Versuchsplanung**  
November 2011

Weitere Informationen finden Sie unter [www.dkg.de](http://www.dkg.de).

**Seminar- bzw. Schulungsangebote des Fraunhofer Demonstrationszentrums AdvanCer**

**Werkstoffe, Verfahren**  
Dresden, 9./10. März 2011

**Bearbeitung**  
Berlin, 4./5. Mai 2011

**Konstruktion, Prüfung**  
Freiburg, 10./11. November 2011

Weitere Informationen finden Sie unter [www.advancer.fraunhofer.de](http://www.advancer.fraunhofer.de).

## Messebeteiligungen

**Enertec/Terratec**  
Leipzig, 25.–27. Januar 2011

**nano tech**  
Tokio, 16.–18. Februar 2011

**Innovation Materials and Technologies**  
(Technical Ceramics Exhibition, Specialized Salon)  
Moskau, 1.–3. März 2011

**Z Zuliefermesse**  
Leipzig, 1.–4. März 2011

**IDS Internationale Dental-Schau**  
Köln, 22.–26. März 2011

**Hannover-Messe**  
Hannover, 4.–8. April 2011

**Energy Harvesting and Storage**  
Orlando, 25.–29. April 2011

**SMT/HYBRID/PACKAGING, Internationale Fachmesse & Kongress**  
Nürnberg, 3.–5. Mai 2011

**Internationale Biomassekonferenz Leipzig**  
24./25. Mai 2011

**Sensor + Test**  
Nürnberg, 7.–9. Juni 2011

**EURO PM**  
Barcelona, 9.–12. Oktober 2011

**Biotechnica**  
Hannover, 11.–13. Oktober 2011

**POWTECH**  
Nürnberg, 11.–13. Oktober 2011

**Materialica**  
München, 25.–27. Oktober 2011

**Agritechnica**  
Hannover, 13.–19. November 2011

**Productronica**  
München, 15.–18. November 2011

**Hagener Symposium**  
Hagen, 24./25. November 2011

**EuroMold**  
Frankfurt/Main, 29. November–2. Dezember 2011

---

## Kontakt

---

Fraunhofer-Institut für  
Keramische Technologien und Systeme IKTS

Presse und Öffentlichkeitsarbeit  
Katrin Schwarz

Winterbergstraße 28  
01277 Dresden

Telefon +49 351 2553-7720  
Fax +49 351 2554-114  
katrin.schwarz@ikts.fraunhofer.de

www.ikts.fraunhofer.de

---

## Informationsmaterial

---

Wenn Sie Informationsmaterial wünschen, kreuzen Sie bitte das entsprechende Feld an und senden bzw. faxen Sie eine Kopie dieser Seite an die oben angegebene Adresse.

\_\_\_\_\_  
Name, Vorname

\_\_\_\_\_  
Firma

\_\_\_\_\_  
Straße

\_\_\_\_\_  
PLZ, Ort

\_\_\_\_\_  
Telefon

\_\_\_\_\_  
Fax

\_\_\_\_\_  
Datum, Unterschrift



Aktueller Jahresbericht

deutsch  englisch



Das Fraunhofer IKTS im Profil

deutsch  englisch



Forschungsfeld

Werkstoffe

deutsch  englisch



Forschungsfeld

Verfahren und Bauteile

deutsch  englisch



Forschungsfeld

Sintern und Charakterisierung

deutsch  englisch



Forschungsfeld

Umwelttechnik und Bioenergie

deutsch  englisch



Forschungsfeld

Mikro- und Energiesysteme

deutsch  englisch



Forschungsfeld

Intelligente Materialien und Systeme

deutsch  englisch

---

# 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 Mügelter Straße
- an der nächsten Ampelkreuzung rechts abbiegen auf die Straße Moränenende
- unter der Eisenbahnbrücke durch weiter geradeaus bis zur nächsten Ampel, dann links einbiegen in die Breitscheidstraße
- Weiterfahrt ca. 3 km immer geradeaus über An der Rennbahn auf die Winterbergstraße
- das Fraunhofer IKTS befindet sich auf der linken Seite gegenüber einem Netto-Markt

---

### 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 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 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 IKTS

# IMPRESSUM

---

## Redaktion/Layout

---

Katrin Schwarz  
Peter Peuker  
Andrea Gaal  
Susanne Freund  
Rita Kunath

---

## Druck

---

ELBTAL Druckerei & Kartonagen Kahle GmbH

---

## Bilder

---

Fotograf Jürgen Lösel  
Foto Wachs Dresden  
Fraunhofer IKTS  
Atelier »Mein Foto« Dresden

---

## 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 03/2011