



EINBLICKE ...

Messaufbau für Dünnschichtelektroden

Lebensdauer, Verlässlichkeit und Leistung einer Batterie werden durch passende Materialien, das richtige Zusammenspiel der einzelnen Komponenten und durch das Design bestimmt. Mit seinem umfangreichen Verständnis für diese verschiedenen Aspekte entwickelt das Zentrum für Angewandte Elektrochemie ZfAE moderne Energiespeichersysteme wie Festkörper- und Hochenergiebatterien. Auf dem Coverbild und im Innenteil ist eine Standardanordnung für eine Leitfähigkeitsmessung zu sehen. Um solche Messungen auch auf der Mikrometerskala punktgenau durchführen zu können, steht im Fraunhofer ISC auch ein Mikrolabor im REM zur Verfügung.

VOR
WORT

Liebe Freunde und Partner des Fraunhofer ISC,
sehr geehrte Damen und Herren,

das Fraunhofer ISC hat sich in den vergangenen Jahren zielstrebig zu einem international anerkannten Zentrum für Energie- und Ressourceneffizienz weiterentwickelt. Der Erfolg unserer langfristigen Strategie und der damit verbundenen Aufbauarbeit zeigt sich nicht zuletzt in der steigenden Nachfrage der Industrie und der Resonanz auf unsere Workshops, sowie Informations- und Kooperationsangebote. Besonderer Dank gilt hier dem Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Medien, Energie und Technologie und dem hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst, die diesen Weg durch ihre großzügige finanzielle Förderung unterstützen.


So konnten im vergangenen Jahr im Beisein der Bayerischen Staatsministerin für Wirtschaft, Medien, Energie und Technologie, Frau Ilse Aigner, der durch die EU, die Bundesrepublik und den Freistaat Bayern geförderte Neubau des Institutsgebäudes für das Fraunhofer-Zentrum HTL in Bayreuth eröffnet und offiziell in Betrieb genommen werden. Auch die Planung für die beiden Neubauten für unsere Projektgruppe IWKS in Alzenau und Hanau – ebenfalls gefördert von der EU, der Bundesrepublik, dem Freistaat Bayern sowie dem Land Hessen – schreitet nach der Bewilligung der zweiten Ausbauphase voran. Eine weitere wichtige Weichenstellung im Jahr 2015 war auch die Zusammenführung der beiden Gruppen und Standorte des Bayerischen Forschungs- und Entwicklungszentrums für Elektromobilität FZEB unter dem Dach des ISC in Würzburg, verbunden mit einer Weiterführung der Ausbauförderung.

An dieser zukunftsweisenden strategischen Ausrichtung hat mein langjähriger Stellvertreter Herr Dr. Rolf Ostertag mit seiner hervorragenden und weitsichtigen Arbeit entscheidend mitgewirkt. Mitte 2015 haben wir ihn – sehr zum Bedauern des ganzen Instituts – gemeinsam mit vielen seiner Weggefährten, auch aus seiner aktiven Zeit bei der Daimler AG, im Rahmen eines festlichen Kolloquiums in den wohlverdienten Ruhestand

verabschiedet. Seine Nachfolge als stellvertretender Institutsleiter hat Herr Dr. Thomas Hofmann, vormals Centrosolar Glas GmbH, angetreten.

Dank gilt an dieser Stelle allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Fraunhofer ISC – im Mutterinstitut, in der Projektgruppe IWKS und im Zentrum HTL – sowie des Lehrstuhls für Chemische Technologie für Materialsynthese an der Universität Würzburg für ihre engagierte, kreative und kompetente Arbeit. Der Fraunhofer-Gesellschaft sowie allen institutionellen Förderern und Partnern danke ich für das in uns gesetzte Vertrauen und die großzügige Förderung unserer Vorhaben. Insbesondere danke ich jedoch unseren Projektpartnern aus Industrie und Forschung für die konstruktive und lösungsorientierte Zusammenarbeit.

Zu unseren Forschungsaktivitäten und Entwicklungen haben wir einige aktuelle Beispiele in diesem Jahresbericht zusammengestellt – ich wünsche Ihnen eine spannende Lektüre.



Prof. Dr. Gerhard Sextl

INHALT



... weitere Informationen sowie den ausführlichen Anhang mit Projektüberblick, Kooperationen, Veröffentlichungen und Veranstaltungen gibt es unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht.

10

Im Überblick: ISC, HTL und IWKS,
Anwendungszentren

14

Organisation, Kuratorium, Daten und
Fakten, Rückblick, Analytische Dienst-
leistungen, Thermisches Management

56

Die Fraunhofer-Gesellschaft
Der Verbund Materials

Aktuelle Projekte 2015

28

MinSEM – Rückgewinnung von
Seltenerdelementen

42

Mensch-Maschine-Schnittstelle:
Schalterlose Bedienelemente

30 | 31

LED-Lampen-Recycling | ATLAS Informationssystem
für rohstoffbezogene Risiken

44

Enorme CO₂-Einsparung in Kohlekraftwerken

32

Textile Verarbeitung anorganischer Fasern

47

EELICON – smart shading system

34 | 35

Thermooptische Untersuchung |
Mikrostruktursimulation

48

Wieso altern Batterien?

36

CO-Pilot – funktionelle Nanokomposite a' la carte

51

Antihafschichten – weniger Rückstände
in Produktionsanlagen

38

Photokatalytische Nanopartikel gegen Krebs

52

Umweltfreundliches Galvanisieren mit neuer Oberflächenveredelung

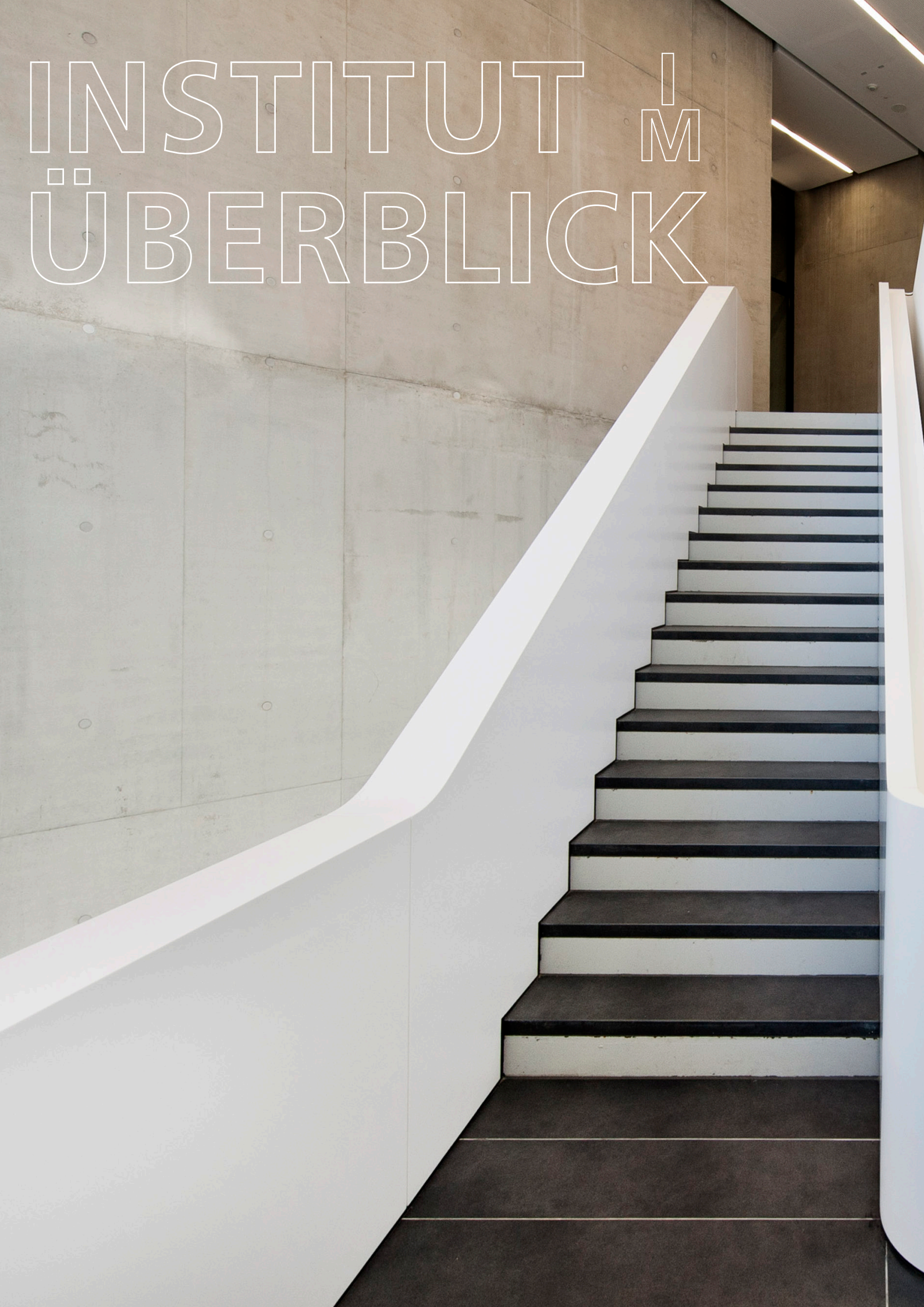
40

Wearable Technology – smarte gedruckte Sensoren
zum Bewegungsmonitoring

54 | 55

Wie Planeten entstehen | Kunstobjekte schützen

INSTITUT I M ÜBERBLICK





DAS FRAUNHOFER ISC IM ÜBERBLICK

Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC

Das Fraunhofer ISC hat sich als eines der wichtigsten Zentren für Energie- und Ressourceneffizienz in Bayern etabliert. Rund 400 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Technikerinnen und Techniker forschen im Haupthaus in Würzburg, an den Standorten Bronnbach, Bayreuth, Alzenau und Hanau an innovativen Materialien für heutige und zukünftige Produkte.

Im Fokus der Cluster Werkstoffchemie und Anwendungstechnik stehen Werkstoffoptimierung sowie effiziente Herstellungsverfahren und Prozesse, angepasst an die Bedürfnisse der Industrie. Die umfangreichen Dienstleistungen für Materialanalytik, -prüfung und -charakterisierung des Zentrums für Angewandte Analytik ZAA und die Entwicklung von wissenschaftlichen Geräten im Center of Device Development CeDeD runden das Angebot ab. Moderne, leistungsfähige und sichere Energiespeichersysteme sind Schwerpunktthema des Zentrums für Angewandte Elektrochemie ZfAE. Das Center Smart Materials CeSma entwickelt smarte elektrisch oder magnetisch schaltbare Materialien für Anwendungen in Automation, Mechatronik und Sensorik und die Fraunhofer ATTRACT-Gruppe »3DNano-Zell« erarbeitet Lösungen im Bereich Tissue Engineering und Biotechnologie.

Mit Blick auf Ressourceneffizienz, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit setzt das Fraunhofer ISC für seine Entwicklungen auf den Einsatz nachwachsender und umweltfreundlicher Rohstoffe wie auch Recyclingtechnologien, um so den Weg zu bereiten, dass Materialien und Ressourcen in einem geschlossenen Wertstoffkreislauf eingesetzt werden.

Fraunhofer-Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau HTL

Seit seiner Gründung im Jahr 2012 ist das Fraunhofer-Zentrum HTL auf 80 Mitarbeiter gewachsen. Mit einer Fläche von 2600 m² und modernster Geräteausstattung für Labor und Technikum stehen umfangreiche Ressourcen für Entwicklungsprojekte und FuE-Dienstleistungen zur Verfügung. Zusätzlich verfügt das Fraunhofer-Zentrum HTL seit 2014 über ein Anwendungszentrum für Textile Faserkeramiken TFK am Standort Münchberg, das aus einer Kooperation zwischen Fraunhofer und der Hochschule Hof hervorgegangen ist.

In den vier Arbeitsgruppen Verbundwerkstoff-Technologie, Polymer-Keramik, Keramik und Metall-Keramik-Komposite entwickeln die Mitarbeiter Materialien und Komponenten sowie Mess- und Simulationsverfahren für den Hochtemperatureinsatz. Wichtige Anwendungen liegen in der Energie-, Antriebs- und Wärmetechnik. Hinzu kommen die zwei Arbeitsteams Simulation und Materialprüfung.

Forschungsschwerpunkt des Fraunhofer-Zentrums HTL ist die Verbesserung der Qualität, sowie der Material- und Energieeffizienz von Hochtemperaturprozessen. Da in Deutschland mehr als 10 % der Endenergie für industrielle Hochtemperaturprozesse verbraucht werden, besteht ein erhebliches Verbesserungspotential für Kosten- und Energieeinsparungen sowie für Qualitätssteigerungen. Zur Prüfung von Hochtemperaturmaterialien und zur Optimierung ihrer Herstellprozesse werden am Fraunhofer-Zentrum HTL Thermooptische Messöfen (TOM) entwickelt und beispielsweise bei Entbinderungs- und Sinterprozessen eingesetzt.



Fraunhofer-Projektgruppe für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie IWKS

Die Fraunhofer-Projektgruppe für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie IWKS wurde 2011/2012 mit Unterstützung der beiden Bundesländer Bayern und Hessen gegründet. 2015 arbeiteten rund 80 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an den Standorten Alzenau und Hanau. Das IWKS verfügt zurzeit insgesamt über eine Labor- und Technikumsfläche von 850 m². Im Jahr 2012 entstand das Anwendungszentrum Ressourceneffizienz als Kooperation mit der Hochschule Aschaffenburg.

Das Fraunhofer IWKS schafft vor dem Hintergrund knapper und teurer werdender Rohstoffe die Voraussetzungen, die Rohstoffversorgung der Industrie langfristig zu sichern und damit auch zukünftig eine führende Position in der Hochtechnologie zu ermöglichen. Dafür werden zusammen mit Industriepartnern innovative Trenn-, Sortier-, Aufbereitungs- und Substitutionsmöglichkeiten erforscht und Strategien zum nachhaltigen Umgang mit kostbaren Ressourcen entwickelt. In seinen sechs Geschäftsfeldern Urban Mining, Elektrik/Elektronik, Biowerkstoffe/Lebensmittel, Magnetische Materialien, Beleuchtung und Energiematerialien bündelt das Fraunhofer IWKS diese Kernkompetenzen.

Im Fokus der Arbeit steht die Entwicklung regionaler, globaler und unternehmensspezifischer Stoffstrom-, Abfall- und Ressourcenmanagementkonzepte. Ziel ist es, Prozesse und Technologien systematisch zu analysieren, um intelligente und nachhaltige Ressourcenkonzepte zu erstellen und die Ressourceneffizienz zu optimieren.

- 1 **Fraunhofer-Institut für Silicatiforschung ISC**
Neunerplatz 2
97082 Würzburg
- 2 **Fraunhofer-Institut für Silicatiforschung ISC**
Außenstelle Bronnbach
Bronnbach 28
97877 Wertheim-Bronnbach
- 3 **Fraunhofer-Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau HTL**
Gottlieb-Keim-Str. 62
95448 Bayreuth
- 4 **Fraunhofer-Projektgruppe für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie IWKS**
Brentanostraße 2
63755 Alzenau

sowie auch im
- 5 **Industriepark Hanau-Wolfgang**
Rodenbacher Chaussee 4
63457 Hanau



ANWENDUNGSZENTRUM

TEXTILE FASERKERAMIKEN TFK

PROF. DR. FRANK FICKER | ☎ +49 9281 409-4540

Das Fraunhofer-Anwendungszentrum für Textile Faserkeramiken TFK in Münchberg beruht auf einer Kooperation zwischen der Fraunhofer-Gesellschaft und der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hof. Es gehört zum Fraunhofer ISC und ist dort Teil des Zentrums für Hochtemperatur-Leichtbau HTL in Bayreuth. Geleitet wird das TFK von Prof. Dr. Frank Ficker. Mit der Zusammenführung der Kompetenzen der beiden Einrichtungen HTL und TFK entsteht eine in Europa einzigartige Einrichtung, welche die gesamte Entwicklung keramischer Verbundwerkstoffe von der Faser über die Verarbeitung bis zum Endprodukt abdeckt. Das Forschungsthema schafft damit eine Verbindung zwischen der Textil- und Keramikindustrie. Mit dieser durchgängigen Prozesskette sollen Unternehmen sowohl aus der Materialherstellung als auch der Materialanwendung angesprochen werden.

Am Fraunhofer-Anwendungszentrum TFK wird erforscht, wie bewährte textile Verarbeitungs- und Prüftechnologien auf keramische Erzeugnisse übertragen werden können bzw. werden notwendige neue Lösungen, entwickelt. Darüber hinaus besteht eine der wesentlichen Zielsetzungen darin, mit geringsten Fasermengen Aussagen über die textile Verarbeitbarkeit zu treffen und so zielgerichtet die Optimierung von Fasern für die wirtschaftliche Herstellung von Preformen für den Hochtemperatureinsatz voranzutreiben.

Gemeinsam arbeiten TFK und das Fraunhofer-Zentrum HTL an der Herstellung von Keramikfasern sowie an der lastgerechten Auslegung und Weiterverarbeitung textiler Preformen zu Ceramic Matrix Composites (CMC). Das TFK legt den Fokus speziell auf den Zwischenschritt, nämlich auf die textile Verarbeitung heute noch hochpreisiger und schwer verarbeitbarer keramischer Fasern. Diese spröden, bruchempfindlichen Rohstoffe lassen nur vergleichsweise geringe Verarbeitungsgeschwindigkeiten zu und verlangen ein Höchstmaß an Sorgfalt und Vorsicht im Handling.

Mit der Gründung des TFK im Juni 2014 wurde für oberfränkische und überregionale Unternehmen aus der Materialherstellung und -anwendung eine leistungsfähige Anlaufstelle für textile Fragestellungen mit anorganischen Fasern geschaffen. Um diese Kompetenzen in der Region zu etablieren, stellt das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie Mittel in Höhe von 2,5 Mio. Euro bereit. Am 4. März 2016 überreichte die Bayerische Staatsministerin Ilse Aigner den Förderbescheid.

Es wird angestrebt, dass das Fraunhofer-Anwendungszentrum TFK in Münchberg in eine dauerhafte Fraunhofer-Gruppe übergeht. Für den Freistaat Bayern ergibt sich dadurch die Chance der nachhaltigen regionalen wie bayernweiten Stärkung des Zukunftsfelds »Neue Werkstoffe«.



ANWENDUNGSZENTRUM

RESSOURCENEFFIZIENZ

PROF. DR. GESA BECK | ☎ +49 6023 32039-862

Ressourceneffizienz ist ein hochaktuelles Forschungsgebiet, dem sich auch die EU im Rahmen des Forschungsprogramms Horizont 2020 verschrieben hat. Im Rahmen einer Kooperation zwischen der Hochschule Aschaffenburg und dem Fraunhofer ISC mit seiner Projektgruppe für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie IWKS in Alzenau und Hanau wurde das Fraunhofer-Anwendungszentrum »Ressourceneffizienz« gegründet, das seit September 2015 von Prof. Dr. Gesa Beck geleitet wird.

Das Anwendungszentrum beschäftigt sich mit der ressourceneffizienten Gestaltung von Funktionselementen, Prozessen und Produkten. Dabei werden vor allem laser- und nanotechnologische sowie elektrochemische Methoden für eine ressourceneffiziente Fertigungstechnik sowie für die ressourceneffiziente und recyclinggerechte Gestaltung genutzt.

Das Zentrum wird über einen Zeitraum von fünf Jahren vom Land Bayern (Regierung von Unterfranken) mit 2,5 Mio. € gefördert. Für die wissenschaftliche Leitung wurde von der Stadt Alzenau eine Stiftungsprofessur an der Hochschule Aschaffenburg eingerichtet, die Prof. Beck seit dem 1. September 2015 innehat.

Die Forschungsschwerpunkte des Fraunhofer-Anwendungszentrums »Ressourceneffizienz« ergänzen die Forschung der Fraunhofer-Projektgruppe IWKS und der Hochschule Aschaffenburg und fokussieren sich auf folgende Themenfelder:

- Nanotechnologische und elektrochemische Wege für ressourceneffiziente Prozesse und Produkte,
Verantwortung: Prof. Dr. G. Beck
- Neuartige Verfahren zur Materialtrennung,
Verantwortung: Prof. Dr.-Ing. U. Bochtler
- Lasertechnologien für ressourceneffiziente Prozessgestaltung,
Verantwortung: Prof. Dr. R. Hellmann
- Substitution kritischer Stoffe und Einsatz recyclinggerechter Fertigungsprozesse in der Elektronik,
Verantwortung: Prof. Dr. M. Kaloudis

Das Fraunhofer-Anwendungszentrum »Ressourceneffizienz« bearbeitet hiermit Forschungs- und Entwicklungsfelder, die großes Potential für technologische Innovationen haben. Dementsprechend ist es als Partner sowohl für große Unternehmen als auch für KMUs interessant, die ihre Prozesse oder Produkte ressourceneffizient gestalten möchten.

ORGANISATION



INSTITUTSLEITER FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SILICATFORSCHUNG ISC

Prof. Dr. Gerhard Sextl
☎ +49 931 4100-100
gerhard.sextl@isc.fraunhofer.de

STELLVERTRETENDER INSTITUTSLEITER | OPERATIVE LEITUNG

DR. THOMAS HOFMANN | ☎ +49 931 4100-350

ISC INTERNATIONAL – DR. MICHAEL POPALL | ☎ +49 931 4100-522

VERTRIEB | MARKETING – DR. VICTOR TRAPP | ☎ +49 931 4100-370

KOMPETENZCLUSTER

Werkstoffchemie – Dr. Martin Peters | ☎ +49 931 4100-250

Anwendungstechnik – Gerhard Domann | ☎ +49 931 4100-551

Dienstleistung – Dr. Jürgen Meinhardt | ☎ +49 931 4100-202

ZENTREN

Zentrum für Angewandte Elektrochemie ZfAE – Dr. Henning Lorrmann | ☎ +49 931 4100-519

Center Smart Materials CeSMa – Dr. Thomas Hofmann (kommisarisische Leitung) | ☎ +49 931 4100-350

Fraunhofer Attract 3DNanoZell – Prof. Dr. Doris Heinrich | ☎ +49 931 31-81862

ADMINISTRATION

Controlling

Joana Edtbauer | ☎ +49 931 4100-113

Einkauf

Alexandra Schott | ☎ +49 931 4100-133

Marketing und Kommunikation

Marie-Luise Righi | ☎ +49 931 4100-150

Zentrale Dienste | Bau

Michael Martin | ☎ +49 931 4100-111

Fraunhofer-Projektgruppe für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie IWKS | Alzenau und Hanau

Prof. Dr. Rudolf Stauber
☎ + 49 6023 32039-810

STANDORT ALZENAU

Biowerkstoffe, Lebensmittel

Dr. Stefan Hanstein | ☎ +49 6023 32039-829

Elektrik, Elektronik

Dr. Thorsten Hartfeil | ☎ +49 6023 32039-807

Urban Mining

Dr. Gert Homm | ☎ +49 6023 32039-867

STANDORT HANAU

Energiematerialien

Andreas Bittner | ☎ +49 6023 32039-844

Magnetische Materialien

Dr. Roland Gauß | ☎ +49 6023 32039-873

Beleuchtung

Dr. Jörg Zimmermann | ☎ +49 6023 32039-875

**Anwendungszentrum Ressourceneffizienz
Aschaffenburg**

Prof. Dr. Gesa Beck | ☎ +49 6023 32039-862

Fraunhofer-Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau HTL | Bayreuth

PD Dr. Friedrich Raether
☎ +49 921 78510-002

STANDORT WÜRZBURG

Polymerkeramik

Dr. Andreas Nöth | ☎ +49 931 4100-450

STANDORT BAYREUTH

Verbundwerkstoff-Technologie

Dr. Jens Schmidt | ☎ +49 921 78510-200

Keramiken

Dr. Holger Friedrich | ☎ +49 921 78510-300

Anwendungszentrum

Textile Faserkeramiken Münchberg TFK

Prof. Dr. Frank Ficker | ☎ +49 9281 409-4540

KURATORIUM

DIPL.-ING. PETER E. ALBRECHT

Innovation & Technology
Mölnlycke Health Care AB | Göteborg | Schweden

PROF. DR. MARTIN BASTIAN

Institutsdirektor
SKZ Das Kunststoff-Zentrum | Würzburg
Stellvertretender Vorsitzender des Kuratoriums

PROF. DR. PETER BEHRENS

Vorstand Institut für Anorganische Chemie
Universität Hannover

PROF. DR. TIM HOSENFELDT

Vice President Kompetenzzentrum
Oberflächentechnik
Schaeffler Technologies AG & Co. KG |
Herzogenaurach

PROF. DR. HUBERT JÄGER

Technische Universität Dresden,
Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik

PROF. DR. STEFAN LEIBLE

Präsident der Universität Bayreuth

DR.-ING. EGBERT LOX

Senior Vice President Government Affairs,
Umicore S.A. | Brüssel | Belgien
Vorsitzender des Kuratoriums

DR. PETER NAGLER

Chief Innovation Officer
Evonik Industries AG | Hanau-Wolfgang

HENRY RAUTER

Geschäftsführender Gesellschafter
VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG |
Bad Säckingen

GUIDO VERHOEVEN

General Manager
SIM-Flanders vzw | Zwijnaarde | Belgien

MR DR. STEFAN WIMBAUER

Leiter des Referats 43
Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und
Medien, Energie und Technologie | München

DR. DETLEF WOLLWEBER

Wuppertal



KURATORIUMSSITZUNG 2015

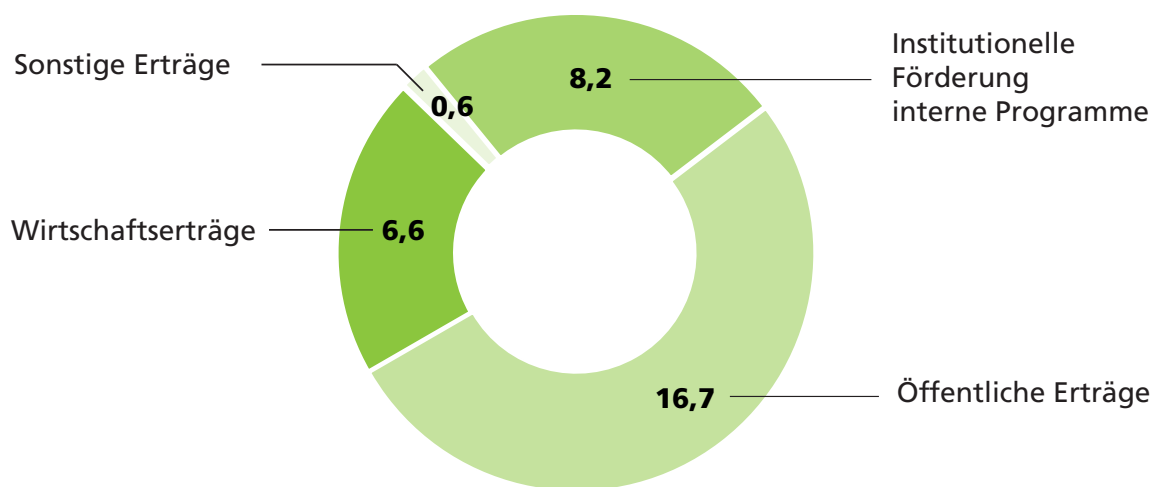
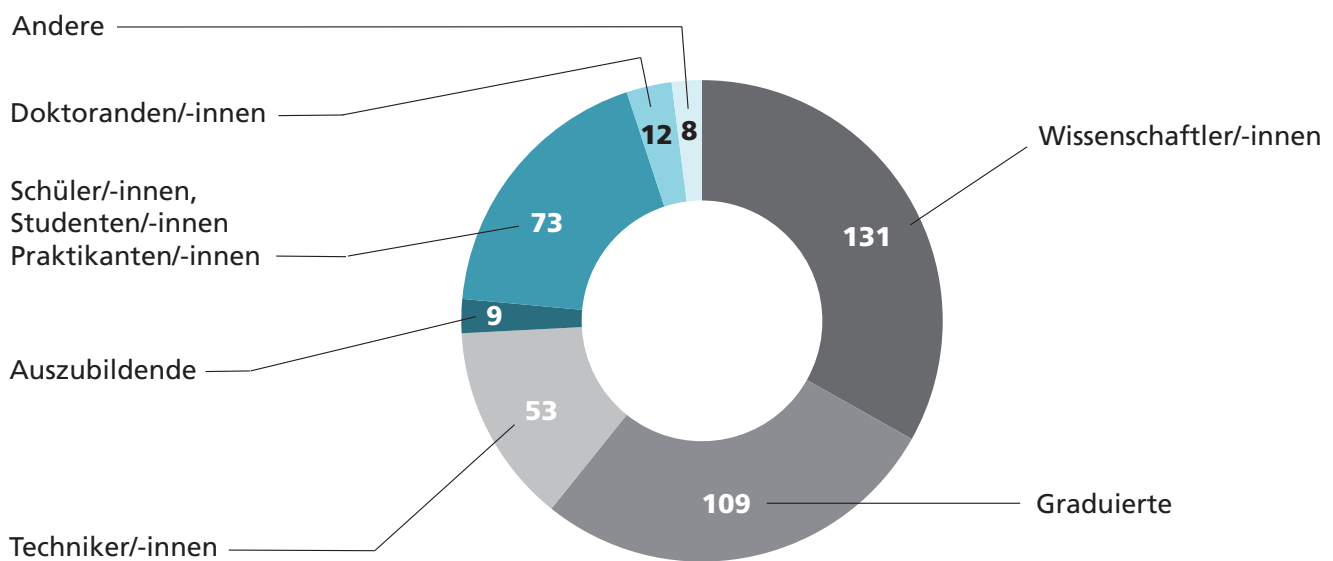
DATEN UND FAKTEN

Personal 2015	ISC	HTL	IWKS	Gruppe
Stammpersonal	187	47	59	293
Wissenschaftler/-innen	64	23	44	131
Graduierte	88	13	8	109
Techniker/-innen	35	11	7	53
Weiteres Personal	58	25	19	102
Auszubildende	8	0	1	9
Schüler, Studenten, Praktikanten	40	24	9	73
Doktoranden/-innen (*)	6	0	6	12
Andere	4	1	3	8

(*) zusätzliche Doktoranden an den assoziierten Universitäten Würzburg, Augsburg, Darmstadt, Gießen

Personal (Kopfzahl) **395**

Finanzen 2015	ISC	HTL	IWKS	Gruppe
Betriebshaushalt Aufwand	17,4	4,9	6,7	29,0
Personalaufwand	11,7	2,7	3,8	18,2
Sachaufwand	5,7	2,2	2,9	10,8
Betriebshaushalt Erträge	18,0	5,0	9,1	32,1
Wirtschaftserträge	5,6	0,4	0,6	6,6
Öffentliche Erträge, EU-Erträge	6,7	3,9	6,1	16,7
Sonstige Erträge	0,5	0,0	0,1	0,6
Institutionelle Förderung, interne Programme	5,2	0,7	2,3	8,2
Investitionshaushalt Aufwand	0,7	0,6	4,0	5,3
Investitionshaushalt Erträge	0,7	0,6	4,0	5,3
Wirtschaftsertrag	32%	7%	8,8%	22,8%
Ausbauinvestitionen Aufwand	5,3	7,1	5,6	18,0
Gesamthaushalt Aufwand (in Mio €)	23,4	12,6	16,3	52,3





ERÖFFNUNG NEUBAU FRAUNHOFER HTL

Am 28. Juli 2015 feierte das Fraunhofer-Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau HTL die offizielle Eröffnung seines neuen Forschungsgebäudes am Standort Bayreuth-Wolfsbach. Der Neubau wurde von der EU, vom Bund sowie vom Freistaat Bayern mit 20 Millionen Euro finanziert und bietet auf 2600 m² Fläche Platz für 80 Mitarbeiter.

Mit seiner prägnanten Keramikfassade soll der Neubau die Forschungsschwerpunkte des HTL sichtbar nach außen transportieren. Dazu gehören innovative Lösungen für Hochtemperaturmaterialien und -prozesse, für den Hochtemperatur-Leichtbau und die Erhöhung der Energieeffizienz von Wärmeprozessen. Gerade das Thema Energie wurde beim neuen Gebäude besonders berücksichtigt. So wurde ein Blockheizkraftwerk, ein Erdwärmetauscher und Photovoltaik integriert. Bei der Wärmedämmung werden die Anforderungen der gültigen Energieeinsparverordnung um mehr als 35 Prozent übererfüllt.

Im Rahmen der Baumaßnahme konnte die technische Ausstattung erweitert werden. So stehen jetzt zwei 3D-Drucker der neuesten Generation zur Fertigung von Bauteilen aus Keramiken bzw. Metallen zur Verfügung, außerdem eine vollautomatisierte 450 kV Computertomografie-Anlage zur zerstörungsfreien Bauteilprüfung, eine Prepreg-Anlage zur Beschichtung von 2D-Geweben sowie eine fünfachsige Fräsmaschine zur Bearbeitung von Grünkörpern und Hartstoffen.

Ebenfalls zur neuen Ausstattung gehören mehrere Thermooptische Messanlagen (TOM), die zur Prüfung von Hochtemperaturmaterialien und zur Optimierung ihrer Herstellprozesse am HTL eigens entwickelt worden waren. Im Rahmen der Einweihungsfeier wurde eine dieser Anlagen, TOM_wave, durch Staatsministerin Ilse Aigner in Betrieb genommen. TOM_wave ermöglicht kontaktfreie Messungen thermomechanischer Materialeigenschaften bei Temperaturen bis 1800 °C und ist weltweit einzigartig.

Planungsbeteiligte

- **Architekten:** kister scheithauer gross, architekten und stadtplaner GmbH, Leipzig
- **Tragwerksplanung:** Suess-Staller-Schmitt Ingenieure GmbH, Gräfenberg
- **TGA-Planung:** ZWP Ingenieur-AG, Dresden
- **Laborplanung:** AJZ Engineering GmbH, Jena
- **Außenanlagenplanung:** Lösch Landschaftsarchitektur, Amberg



VERABSCHIEDUNG STELLV. INSTITUTSLEITER DR. ROLF OSTERTAG

Am 17. Juli 2015 wurde der stellvertretende Institutsleiter Dr. Rolf Ostertag mit einem Überraschungskolloquium in den Ruhestand verabschiedet.

1985 begann Dr. Ostertag als wissenschaftlicher Mitarbeiter seine Karriere im Fraunhofer ISC, bevor es ihn 1988 in die Industrie zog. Zunächst arbeitete er in der Forschung der Dornier GmbH/DASA, ab 1994 war er dann in verschiedenen Positionen für den Daimler-Konzern tätig: als Leiter Batterietechnologie, Leiter Forschungsprogramm Verteidigung und Antriebe Luftfahrt, Leiter Verfahrenstechnik und Leiter Funktionswerkstoffe sowie schließlich als Leiter Forschungsprogramm Mercedes-Benz Entwicklung. Im Jahr 2007 kehrte er als stellvertretender Institutsleiter an das Fraunhofer ISC zurück.

Als Verantwortlicher für die strategische Weiterentwicklung des Fraunhofer ISC hat Dr. Ostertag in besonderer Weise das Institut mitgestaltet. Dazu gehörten vor allem die Initiierung von verschiedenen Zentren und Gruppen innerhalb des ISC, um das Institut für die Zukunft fit zu machen: Die wichtigsten Aufbauprojekte waren die Fraunhofer-Projektgruppe für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie IWKS von 2011 bis 2013, das Fraunhofer Forschungs- und Entwicklungszentrum Elektromobilität Bayern zusammen mit dem Zentrum für Angewandte Elektrochemie ZfAE 2011 und das Fraunhofer-Anwendungszentrum Ressourceneffizienz an der Hochschule Aschaffenburg 2012.

Innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft hat er an der Verankerung wichtiger Themenfelder wie beispielsweise der Nachhaltigkeit mitgewirkt und in Zusammenarbeit mit der Industrie neue Schwerpunkte für Forschungsk Kooperationen entwickelt. Die Fraunhofer-Gesellschaft ehrte den stellvertretenden Institutsleiter dafür mit dem Fraunhofer-Taler.

Das Thema Nachhaltigkeit war deshalb auch der gemeinsame Nenner des Abschiedskolloquiums, zu dem frühere und aktuelle Weggefährten seiner Karriere geladen waren. Die Begrüßung übernahm Institutsleiter Prof. Dr. Gerhard Sextl. Prof. Dr. Alexander Kurz (Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft), Dr. Eberhard Bessey (Daimler AG), Dr. Egbert Lox (Umicore SA), Prof. Dr. Rudolf Stauber (IWKS), Dr. Johanna Leissner (ISC-Repräsentantin in Brüssel), Dr. Henning Lorrmann (ZfAE) und Dieter Sporn (CeSMA) ehrten ihn mit Vorträgen und teils sehr persönlichen Abschiedsworten.



BEGLEITENDE ANALYTIK ENTLANG DER WERTSCHÖPFUNGSKETTE

DR. JÜRGEN MEINHARDT | ☎ +49 931 4100-202 | juergen.meinhardt@isc.fraunhofer.de

Die Fraunhofer ISC Gruppe bietet ihren Kunden sowohl eine materialbezogene spezifische Analytik entlang der gesamten Wertschöpfungskette eines Produktes als auch die Entwicklung und den Bau von individuell auf die Kundenanforderungen angepassten Inspektionsgeräten zur Prozesskontrolle oder von Messanlagen, z. B. Thermooptische Messanlagen (TOM) mit hochpräzisen optischen Dilatometern oder Volumenmessgeräte zur effizienten zuverlässigen Kalibrierung des Füllvolumens – z. B. von Pipetten für chemische Labore. Standortbezogen ergeben sich folgende analytische Schwerpunkte:

Standort Würzburg | Bronnbach (ISC Mutterhaus)

Schadensanalytik und Qualitätskontrolle des Produktionsprozesses. Zusätzliche Spezialgebiete sind Analysen des Umwelteinflusses auf Materialien (Korrosions- und Langlebigkeitsversuche), Batterieanalytik – z. B. Post-mortem-Analytik – und Batterietestverfahren sowie Life-Science-Analytik.

Standort Bayreuth (Fraunhofer-Zentrum HTL)

Analyse von Wärmebehandlungsprozessen und Materialanalytik bei hohen Temperaturen. Zusätzliche Spezialgebiete sind zerstörungsfreie und mechanische Prüfungen.

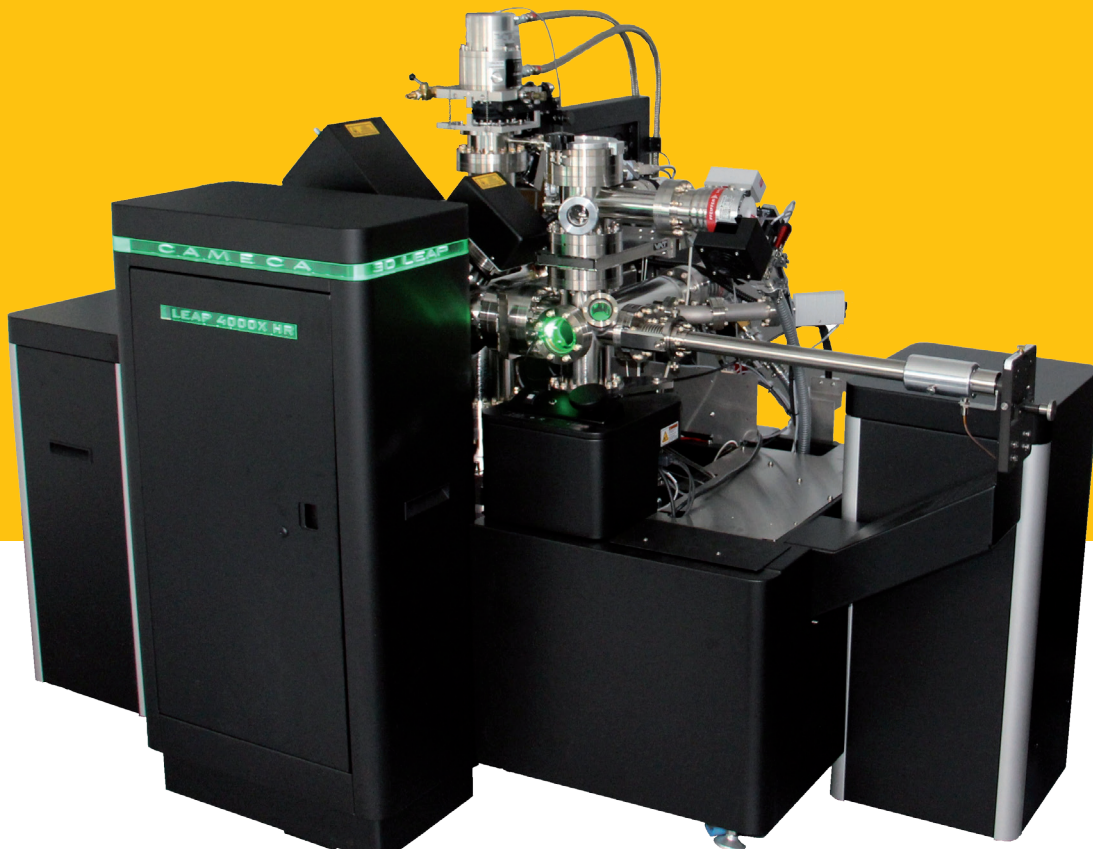
Standort Alzenau | Hanau (Projektgruppe IWKS)

Recyclingprozessanalytik. Zusätzliches Spezialgebiet ist die Analyse von magnetischen Werkstoffen und seltenerdhaltigen Materialien. Gemäß den vielfältigen analytischen Aufgaben ent-

lang der Wertschöpfungskette verfügt die ISC Gruppe an den verschiedenen Standorten über eine Vielzahl analytischer Möglichkeiten und Verfahren, beispielsweise:

I. Strukturelle und chemische Analyse

- Nahezu artefaktfreie Ionenstrahlpräparation von sämtlichen Materialien und Materialverbänden für die anschließende höchstauflösende Materialanalytik.
- Höchstauflösende analytische (Cryo-)Rasterelektronenmikroskopie incl. EBSD und 3D-FIB-Tomografie.
- Atomar auflösende analytische (Raster)Transmissionselektronenmikroskopie zur Strukturaufklärung.
- Atomar auflösende chemische 3D-Grenzflächenanalytik (Atomsondenmikroskopie).
- Röntgen-Beugungsmethoden/Strukturanalysen (Hochtemperatur-XRD, In-situ-XRD).
- Chemische Oberflächen-/Beschichtungsanalytik, z. B. Röntgen-Photoelektronenspektroskopie, Mikro-Infrarot- und Mikro-Raman-Spektroskopie inkl. Laser-Rasterelektronenmikroskopie zur quantitativen topografischen Oberflächenanalyse.
- Post-mortem-Analytik zur Aufklärung von Alterungsvorgängen in Batterien
- Nasschemische Elementaranalytik mittels ICP-OES (inkl. Flusssäureaufschluss) und Laser-ICP-MS.
- Life-Science-Analytik, u. a. Analyse von biologischen Proben (z. B. lebenden Zellen) im Environmental-Rasterelektronenmikroskop bzw. mit dem konfokalen 3D-Fluoreszenzmikroskop.



- Zerstörungsfreie Prüfverfahren, z. B. Thermografie, Röntgen-Computertomografie und Terahertztechnologie zur Aufklärung der makroskopischen inneren Struktur von Bauteilen und Komponenten und ggf. Lokalisierung von Fehlern im Aufbau.
- Chemische Gasanalytik, d. h. Chromatographie, z. B. HPLC, HPIC, GC-MS.

II. Prozessanalytik

- Thermische Analytik
- Thermooptische Messverfahren (TOM) zur Prozessanalytik bei hohen Temperaturen - z. B. Dimensionsänderungen, Massenverlust, thermische Leitfähigkeit, Viskosität, Benetzung, Korrosion und weitere spezifische Messgrößen.

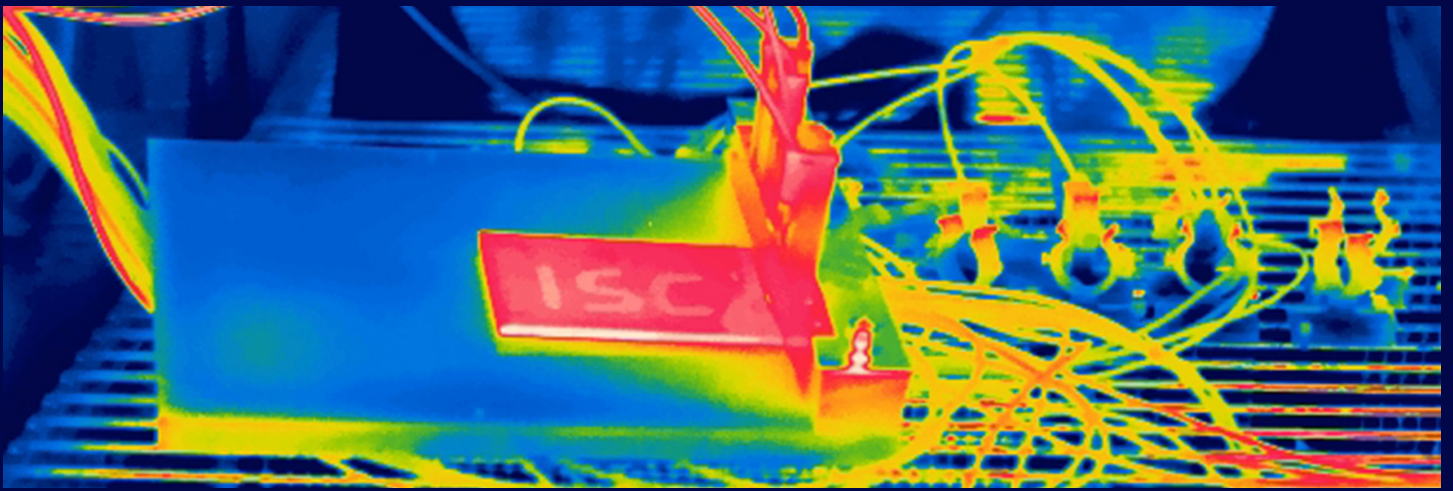
III. Eigenschaftsanalytik

- Mechanische Prüfverfahren, auch für spezifische Fragestellungen, z. B. im Dentalbereich.
- Optische Prüfverfahren, z. B. Spannungsanalyse
- Mikrolabor im Rasterelektronenmikroskop für die Eigenschaftsanalytik auf der Mikroskala, z. B. der elektrischen Leitfähigkeit

- Batterietestverfahren
- Messung magnetischer Eigenschaften (PPMS, VSM, Kerr-Mikroskop)
- Umweltmonitoring mittels Glassensoren sowie Werkstoffprüfung unter verschiedenen klimatischen Bedingungen u. a. mittels Klima-TOM
- Zellbasierte Assays - Testumgebungen für die Analyse und Bewertung von Wirkstoffen.

Die große in der ISC-Gruppe vorhandene Bandbreite an Messverfahren ermöglicht die gezielte Auswahl der für die jeweilige Fragestellung unserer Kunden optimalen Messmethode(n). Das Zentrum für Angewandte Analytik ZAA in Würzburg ist akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025, das Zentrum für Hochtemperaturleichtbau HTL in Bayreuth ist zertifiziert nach DIN EN ISO 9001.

Zentraler Ansprechpartner für analytische Fragestellungen ist das Zentrum für Angewandte Analytik ZAA in Würzburg. Es koordiniert die Analytik in der ISC-Gruppe und vermittelt den Ansprechpartner für die jeweilige Fragestellung.



THERMISCHES MANAGEMENT MATERIALIEN – PROZESSE – ANALYTIK

DR. ROLAND GAUSS | ☎ +49 6023 32039-873 | roland.gauß@isc.fraunhofer.de

DR. JÜRGEN MEINHARDT | ☎ +49 931 4100-202 | juergen.meinhardt@isc.fraunhofer.de

PD DR. FRIEDRICH RAETHER | ☎ +49 921 78510-002 | friedrich.raether@isc.fraunhofer.de

Die Deckung des Wärmebedarfs beziehungsweise die Bereitstellung von Heiz- und Prozesswärme sowie die Klimatisierung und Kühlung sind in Deutschland die weitaus größten Energieverbraucher und damit große Kostentreiber und CO₂-Produzenten. Ein intelligentes thermisches Management erhöht die Effizienz und spart sowohl Kosten als auch Treibhausgase ein.

Das ISC und seine Projektgruppe IWKS in Hanau und Alzenau sowie das Fraunhofer-Zentrum HTL in Bayreuth erarbeiten kundenspezifische Lösungen für das thermische Management, von der Entwicklung temperaturbeständiger Werkstoffe über spezifische Anwendungsfelder im Maschinenbau, in der Klimatisierung bis hin zur energetischen Optimierung von Hochtemperaturprozessen. Unterstützt werden diese Arbeiten durch Verfahrenssimulation, die Entwicklung spezifischer Messtechniken und kompetente Analytik und Beratung.

Hier ein Überblick über die werkstofflichen und systemischen Angebote des ISC für ein verbessertes thermisches Management von Wohn- und Arbeitsräumen, von Verbrennungs-, Kühl- und Fertigungsprozessen sowie über das damit verbundene Angebot an Messgeräten und Dienstleistungen.

Klimatisierung

Ein eigenentwickelter hochporöser Glaswerkstoff des ISC als Zuschlag zu Innenputzen oder Farben ist in der Lage, die Raumfeuchte zu regulieren und damit gleichzeitig einen positiven Effekt auf die Raumtemperatur auszuüben. Darüber

hinaus arbeitet das Fraunhofer ISC auch an der Verbesserung feuerbasierter Dämmstoffe.

Eine Neuentwicklung des ISC ermöglicht den Einsatz von elektrochromen Scheiben im Architektur- und Fahrzeugbereich in einem einfachen Gesamtaufbau. Eine neue Materialklasse erlaubt zudem eine erweiterte Farbwahl für die Scheibentönung.

Phasenwechselmaterialien nutzen Energiebedarf bzw. -freisetzung beim Phasenübergang fest/flüssig. Das ISC stellt gekapselte Phasenwechselmaterialien für unterschiedliche Temperaturbereiche zur Verfügung.

Kühlprozesse beruhen überwiegend auf dem Einsatz von Kompressoren. Das Prinzip der magnetischen Kühlung eröffnet neue Wege für eine energieeffiziente Kühltechnik. An dieser zukunftsweisenden Technologie arbeitet das IWKS in Hanau.

Maschinenbau

In Windkraftanlagen zur Erzeugung regenerativer Energie herrschen je nach technischer Auslegung Betriebstemperaturen über 100 °C. Dafür werden spezielle temperaturbeständige Magnetwerkstoffe benötigt, die Zusatzstoffe aus der Gruppe der Seltenerdelemente, z. B. Dysprosium, enthalten. Diese waren in der Vergangenheit starken Preisschwankungen unterworfen und unterliegen der Monopolstellung eines einzelnen Zulieferlandes. Die Projektgruppe IWKS in Hanau und Alzenau arbeitet deshalb an der Entwicklung von hochtemperatursta-



bilen seltenerdarmen oder -freien Magnetwerkstoffen sowie an Recyclingtechnologien zur material- und energieeffizienten Wiedergewinnung von Seltenerdlegierungen oder -elementen aus gebrauchten Magneten.

Hochtemperaturprozesse

Flugasturbinen können effizienter arbeiten, wenn es gelingt, den nutzbaren Temperaturbereich der Verbrennungsgase zu vergrößern. Es gibt jedoch eine Grenze für die Temperaturbeständigkeit metallischer Werkstoffe. Darüber hinaus können nur faserverstärkte keramische Werkstoffe eingesetzt werden, wie sie am Fraunhofer-Zentrum HTL in Bayreuth entwickelt werden.

Diese hochtemperaturbeständigen Verbundwerkstoffe bieten sich auch im industriellen Ofenbau an, da sie aufgrund ihrer Stabilität auch einen Leichtbau von Gestellen für das Brenngut ermöglichen. Damit wird weniger Energie für die Erwärmung des Ofens benötigt.

Bei industriellen Wärmebehandlungsprozessen ist neben den Werkstoffen auch die Optimierung des Brennvorganges selbst eine wesentliche Einflussgröße zur Steigerung der Energieeffizienz. Unterstützt durch Simulationsrechnungen gelang es am HTL, den notwendigen Energieeinsatz für einen realen Brennvorgang um bis zu 40 Prozent abzusenken.

Das HTL erweitert derzeit sein Materialspektrum über die keramischen Werkstoffe hinaus auf metallische Werkstoffe und Metall-Keramik-Verbundwerkstoffe. Basis für die gezielte Werkstoffentwicklung ist die Simulation der Struktur-/Eigenschaftsbeziehungen dieser neuen Materialien.

Messtechnik und Analytik

Die Kenntnis des Verhaltens von Materialien bei Temperaturen bis über 2000 °C unter frei wählbaren Gasatmosphären und Drücken sowie unter Last ist eine wesentliche Voraussetzung zur Steuerung von Verbrennungsvorgängen und zur Werkstoffentwicklung. Der Einsatz der kundenspezifisch entwickelten und eigengefertigten Thermooptischen Messgeräte (TOM) reicht von der Uhrenindustrie bis zu Großkraftwerksbetreibern.

Die jüngste TOM-Entwicklung ermöglicht die optische Nachverfolgung von Degradationsvorgängen bei Temperaturen von -70 °C bis +180 °C und variablen Feuchtegehalten der Atmosphäre (Klima-TOM), Prüfwerkstoffe reichen von Beton bis zu Kunststoffen.

Die Wärmeleitfähigkeit von Stoffen verläuft mit steigender Temperatur nicht zwingend linear. Ein eigenentwickeltes Messgerät des ISC ermöglicht die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Materialien von Raumtemperatur bis über 1000 °C präzise und mit geringem Aufwand.

Über die Eigenentwicklungen hinaus steht eine Vielzahl von weiteren spezifischen Messgeräten zur Verfügung, selbstverständlich auch eine räumlich und zeitlich hoch auflösende Wärmebildkamera.

Isolierwerkstoffe auf der Basis von Glas- und Mineralfasern sind seit vielen Jahren Stand der Technik. Das ISC ist eines der wenigen akkreditierten analytischen Prüflabors in Europa zum Nachweis der gesundheitlichen Unbedenklichkeit von Faserwerkstoffen nach RAL/EUCEB. Darüber hinaus kann im ISC auch die Isolierwirkung von Faserdämmstoffen gemessen werden.



PROJEKTE
2015



MINSEM

RÜCKGEWINNUNG VON SELTENERDELEMENTEN

DR. KAROLINA KAZMIERCZAK | ☎ +49 6023 32039-845 | karolina.kazmierczak@isc.fraunhofer.de

Unter der Leitung der Fraunhofer-Projektgruppe IWKS wurde im Juni 2015 das vom BMBF geförderte Forschungsprojekt MinSEM zur Rückgewinnung von Seltenerdelementen (SEE) und Platingruppenmetallen gestartet. Die Rückgewinnung erfolgt zum einen aus Schlacken, die beim Recycling von Autoabgaskatalysatoren anfallen, und zum anderen aus Produktionsrückständen optischer Flintgläser.

Bei den Recyclingverfahren, die heute im Bereich Autoabgaskatalysatoren großtechnisch betrieben werden, entstehen große Mengen an Schmelzrückständen (Schlacken), die wertvolle und z. T. schwer verfügbare Metalle aus der Gruppe der SEE sowie Edelmetalle enthalten. Auch in den Produktionsrückständen von Flintgläsern sind SEE in großen Mengen vorhanden, v. a. Lanthan.

Bisher werden diese Elemente nicht zurückgewonnen, da eine adäquate Verfahrenskette von der Zerkleinerung über die Rückgewinnung bis hin zum Wiedereinsatz fehlt. Ziel des MinSEM-Projektes ist es, die genannten Elemente nicht nur zu extrahieren, sondern auch in verwertbare Produkte zu überführen und damit den Wertstoffkreislauf zu schließen.

Ein Schwerpunkt liegt dabei in der Entwicklung und dem Einsatz von umweltfreundlichen Recyclingverfahren, die die Zielmetalle selektiv unter Erzeugung möglichst geringer Abfallmengen aus den Einsatzmaterialien separieren. Dabei werden parallel mehrere Ansätze über Säure-Behandlung, ionische Flüssigkeiten oder Gasphasenreaktionen verfolgt.

Die so gewonnenen SEE sollen dann im Herstellungsprozess von Spezialgläsern und Hochtechnologieprodukten ihre Anwendung finden. Ein Wiedereinsatz der zurückgewonnenen Platingruppenmetalle kann u. a. im Katalysator- oder Elektronikbereich erfolgen. Für die Glasfraktion ist ein Einsatz im Straßenbau anvisiert. Die zurückbleibende mineralische Restfraktion soll als Sekundärprodukt im Baustoffbereich eingesetzt werden.

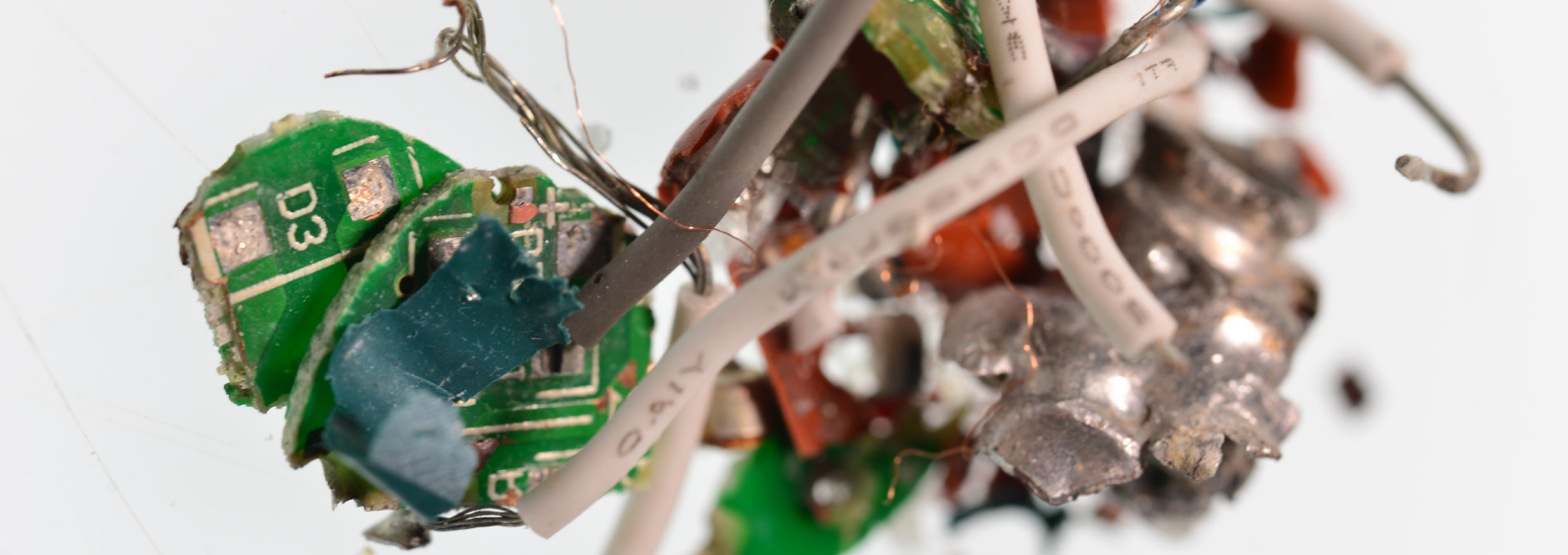
Nach erfolgreich laufenden Versuchen im Labormaßstab sollen in einem nächsten Schritt alle Verfahren in den Pilotmaßstab aufskaliert werden, um das Vermarktungspotential der Forschungsergebnisse zu optimieren.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fördert dieses Projekt im Rahmen des Förderschwerpunktes r^4 – Innovative Technologien für Ressourcen-effizienz – Forschung zur Bereitstellung wirtschaftsstrategischer Rohstoffe.

GEFÖRDERT VOM







LED-LAMPEN-RECYCLING

HEUTE AN MORGEN DENKEN

DR. JÖRG ZIMMERMANN | ☎ +49 6023 32039-875 | joerg.zimmermann@isc.fraunhofer.de

Das von der EU-Kommission beschlossene Verbot ineffizienter Leuchtmittel hat in den letzten Jahren einen umfassenden Wandel des Beleuchtungsmarkts mit sich gebracht, der alle Bereiche betrifft. Profiteur ist vor allem die LED-Technologie. Gemäß einer Analyse der Deutschen Energie-Agentur haben LED-Leuchtmittel in der Allgemeinbeleuchtung derzeit einen Anteil von 7 Prozent, der Prognosen zufolge in den nächsten fünf bis zehn Jahren stark steigen wird.

Durch die lange Lampenlebensdauer und den derzeit geringen Marktanteil sind die Rückläufe an LED-Altlampen noch gering, sie beziffern sich auf ca. 1 Prozent des Lampenrücklaufs. Die Lampenrecycler sind auf die Wiederverwertung von Gasentladungslampen ausgerichtet. Für das Recycling von LED-Altlampen hingegen stehen zurzeit noch keine industriellen Prozesse zur Verfügung.

Hier setzt die Arbeit der Fraunhofer-Projektgruppe IWKS an. Mithilfe der Methode der elektrohydraulischen Zerkleinerung konnten LED-Retrofit-Lampen effizient in ihre Einzelkomponenten zerlegt und im Anschluss nach Materialien bzw. Komponenten sortiert werden (siehe Abb. unten). Auf diese Weise können nicht nur die für Recycler relevanten großen Materialfraktionen Metall, Kunststoff, Glas und Elektronikschrott sortenrein gewonnen werden, auch die LED-Bauteile selbst werden von den Platinen abgelöst. Die Projektgruppe IWKS forscht parallel bereits an Verfahren, um die in LEDs verwendeten Funktionsmaterialien zurückzugewinnen: Gallium und Indium aus den Dioden, Gold und Silber aus den Kontakten sowie Seltene Erden wie Yttrium, Lutetium, Cer oder Europium aus dem Leuchtstoff. Da diese Stoffe in sehr geringen Mengen verwendet werden, rechnet sich eine Rückgewinnung derzeit ökonomisch noch nicht. Vor dem Hintergrund stetig steigender LED-Mengen und der kritischen Verfügbarkeit der Elemente wird die Frage aber in der Zukunft relevant werden.

Glaskolben



Kunststoff-isolierfolie



Kunststoff-dichtung



LED-Chips



Keramik-kühlkörper



Glasisolierung



Platine und elektronische Bauteile

Fuß-kontaktstift

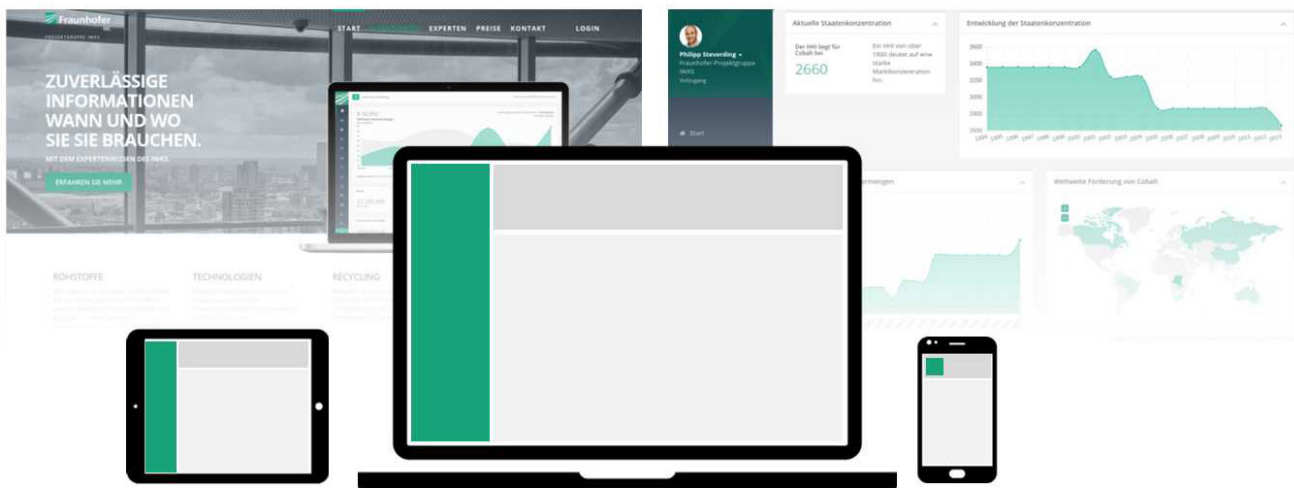


Edisonsockel



LED-Panel





ATLAS – EIN INFORMATIONSSYSTEM FÜR ROHSTOFFBEZOGENE RISIKEN

PHILIPP STEVERDING | ☎ +49 6023 32039-861 | philipp.steverding@isc.fraunhofer.de

Die Zusammensetzung moderner Industriegüter ist hochkomplex. Ebenso komplex sind die Wertschöpfungsketten, in denen die vielfältigen Komponenten des Endproduktes gefertigt werden. Im Rahmen zunehmender Integration sammeln sich auf diese Weise Risiken in der Wertschöpfungskette, derer sich produzierende Unternehmen häufig nicht bewusst sind.

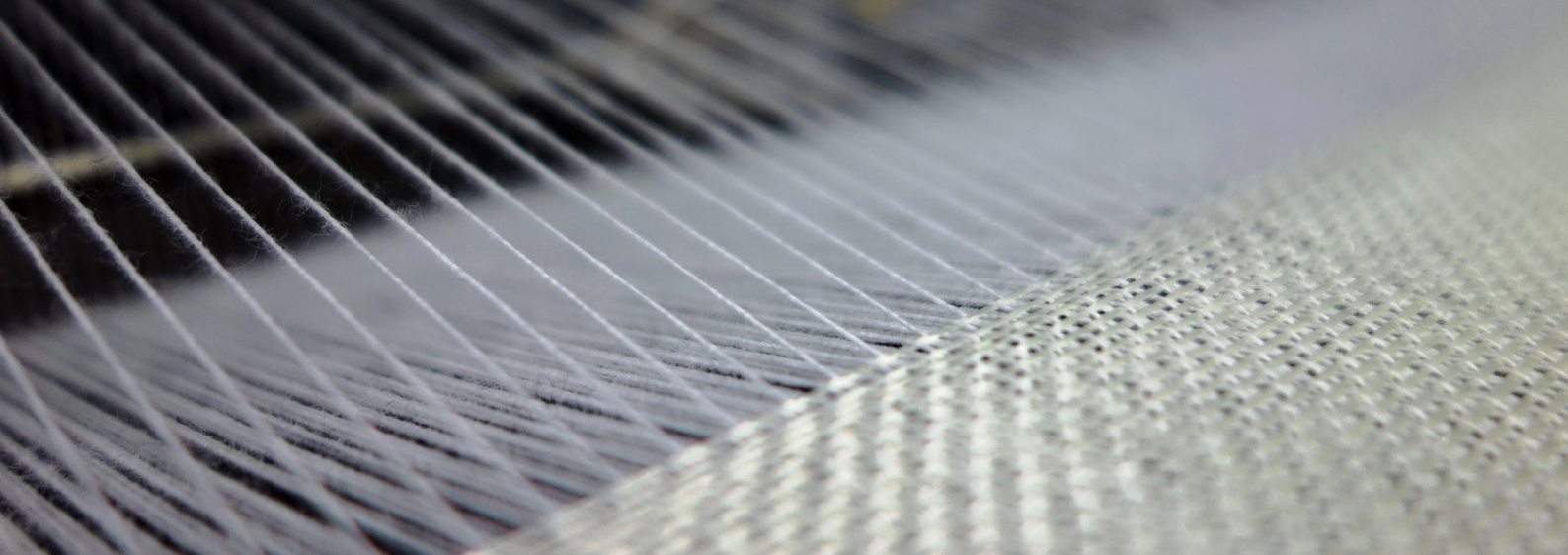
Das Risikomanagement ist auf unabhängige und aktuelle Informationen angewiesen, um einen umfassenden Einblick in die Rohstoffgewinnung zu erhalten und Engpässe und unvorhergesehene Kosten vermeiden zu können. Erklärtes Ziel ist es, rohstoffbezogene Risiken einzuschätzen und zu minimieren.

Mit ATLAS entwickelt die Fraunhofer-Projektgruppe IWKS eine Lösung für genau diese Problemstellung: ein Informationssystem für Unternehmen mit komplexen Wertschöpfungsketten, die auf die gesicherte Verfügbarkeit kritischer Rohstoffe angewiesen sind. Durch aktuelle Informationen über die Versorgungslage für die eingesetzten Rohstoffe hilft ATLAS, die rohstoffbezogenen Risiken für Großunternehmen und KMU gleichermaßen zu reduzieren.

Durch ATLAS bekommt der Kunde direkten Zugriff auf die relevanten Rohstoffinformationen und spart erheblichen Personal- und Kostenaufwand, der sonst für eine eigenständige Recherche notwendig wäre. Die Informationen werden von unseren Experten analysiert und aufbereitet und geben die derzeitige Rohstofflage auf eine neutrale Weise wieder. Zudem unterstützen interaktive Visualisierungen bei der Einschätzung. Um Handlungsalternativen für den Ernstfall aufzuzeigen, umfasst das Produkt auch ein Informationsangebot zum Bezug von Rohstoffen aus dem Recycling und der Substitution durch weniger kritische Rohstoffe.

Das ATLAS-System ist derzeit in aktiver Entwicklung, ein Proof of Concept liegt bereits vor. Im Rahmen der Entwicklung hat die Abteilung »Ressourcenstrategien, Kritikalitätsstudien« erfolgreich am Förderprogramm FDays teilgenommen. Hierdurch besteht der aktive Kontakt zu Industriepartnern, um eine bestmögliche Anpassung an den Informationsbedarf produzierender Unternehmen zu gewährleisten.





TEXTILE VERARBEITUNG

ANORGANISCHER FASERN

PROF. DR. FRANK FICKER | ☎ +49 9281 409-4540 | frank.ficker@isc.fraunhofer.de

Die textile Verarbeitung anorganischer bzw. keramischer Fasern erfordert eine Anpassung der klassischen Textilverarbeitungstechnik an die besonderen Eigenschaften des anorganischen Materials. Arbeitsschwerpunkte des Anwendungszentrums Textile Faserkeramiken TFK des Fraunhofer-Zentrums HTL und der Hochschule Hof-Münchberg sind deshalb zunächst die Prüfung der Fasern hinsichtlich ihrer textilen Verarbeitungseigenschaften und im weiteren das Verweben der Fasern. Neben der Vermeidung kleiner Radien bei der Führung der Fasern muss hier beispielsweise auf eine drehungsfreie Verarbeitung geachtet werden, unabhängig davon, ob das Garn im Schuss (quer zur Produktionsrichtung) oder in Kettrichtung eingesetzt wird. Weil der Keramik-Roving flach und bändchenförmig vorliegt, führt eine Drehung um die eigene Achse zur maßgeblichen Beeinträchtigung des Erscheinungsbildes und der relevanten Eigenschaften.

Betrachtet man die Herausforderungen anhand des Webvorgangs und der Position an der Maschine, so lassen sie sich in vier Bereiche einteilen: die Bereitstellung der Kette, die Litzen, der Schusseintragsmechanismus und die Zuführung des Schussfadens. Schussfaden und Kette formen schlussendlich das textile Flächegebilde.

Kette

An die Kettfäden werden verschiedene Anforderungen gestellt. Beispielsweise müssen sie alle eine gleichmäßige Kettspannung aufweisen und dürfen keinesfalls zu locker sein. Dies wird normalerweise durch eine gewisse Elastizität gewährleistet, allerdings weisen die zu verarbeitenden Keramik-Rovings keinerlei Dehnung auf und können sich dadurch nicht ausgleichen.

Litzen

Nachfolgend laufen die Kettfäden durch die Litzen. Sie heben und senken die Kettfäden muster gemäß und bilden dadurch das sogenannte Fach. Diese Litzen müssen auf das sensible Material abgestimmt werden. Das Litzenauge bezeichnet den Punkt, an dem die zu verwebenden Fäden durch die Litzen geführt werden. In dieser Öse wird der Roving senkrecht zu seiner Längsachse



nach oben oder unten ausgelenkt. Unempfindliche Standardgarne werden durch die schmalen Kanten der Litzenaugen nicht geschädigt. Für Keramik-Rovings werden am TFK aktuell mehrstufige Tests durchgeführt, um die tatsächlichen Vorteile verschiedener Speziallitzen im Vergleich zu normalen Rundstahllitzen empirisch zu ermitteln.

Schusseintrag

Zwischen den angehobenen und abgesenkten Fäden entsteht ein Durchlass, in den der Schussfaden eingebracht wird. Dafür existieren verschiedene Technologien. Als besonders geeignet für Keramik-Rovings erweist sich der Eintrag mittels Greifer. Er zeichnet sich durch ein besonders schonendes Klemmen des Fadens aus, zudem sind die Beschleunigung und das Abbremsen an den beiden Kanten des Gewebes weniger abrupt als beispielsweise beim Eintrag per Projektil.

Zuführung des Schussfadens

Die zweite Herausforderung beim Schusseintrag ist die verdrehungsfreie Bereitstellung des Rovings. Standardmäßig wird ein Vorspulgerät verwendet, um eine bestimmte Garnmenge zwischenzuspeichern. Dazu wird der Schussfaden auf eine Trommel aufgespult und bei Bedarf abgezogen. Durch diese Abzugsmethode entstehen zwangsläufig Drehungen im Roving. Bei Standardanwendungen sind diese kein Problem, bei bändchenförmigen Hochleistungsfasern müssen sie jedoch zwingend vermieden werden. Daher werden verschiedene Alternativen geprüft, die den zwischengespeicherten Garnabschnitt nicht auf eine Trommel wickeln, sondern ihn in Schlaufenform bereitstellen.

Weitere Forschungsaktivitäten werden sich auf Vliesbildung und Flechten der Keramik-Rovings konzentrieren.





THERMOOPTISCHE UNTERSUCHUNG VON FEUERFESTMATERIALIEN

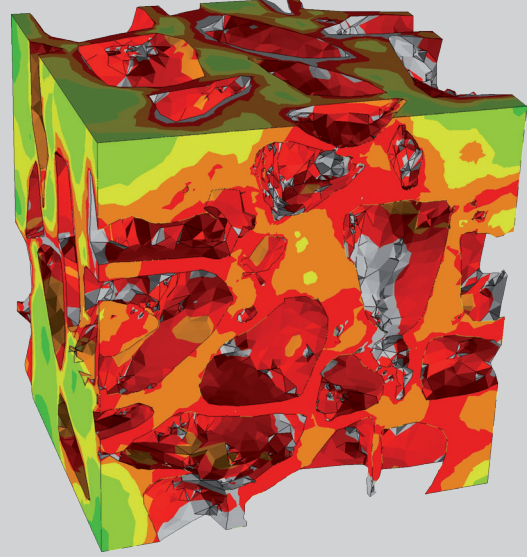
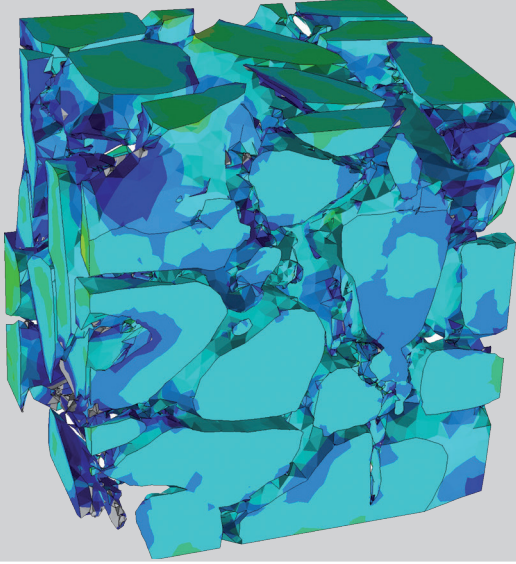
DR. HOLGER FRIEDRICH | ☎ +49 921 78510-300 | holger.friedrich@isc.fraunhofer.de

Werkstoffe, die bei hohen Temperaturen – beispielsweise in der Kraftwerkstechnik oder in der Antriebstechnik, bei der Keramik- oder Glasherstellung – eingesetzt werden sollen, durchlaufen auch bei ihrer Herstellung Hochtemperaturprozesse. Die optimale Steuerung dieser Herstellprozesse ist entscheidend für die Zuverlässigkeit der Werkstoffe und die Energieeffizienz.

Im Fraunhofer-Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau HTL in Bayreuth werden im Rahmen des vom Freistaat Bayern geförderten Projektclusters EnerTHERM dafür Thermooptische Messverfahren und Simulationsmethoden kontinuierlich weiterentwickelt, um die unterschiedlichen Fragestellungen bei Hochtemperaturprozessen aufzuklären. Mit der neuen Thermooptischen Messanlage TOM_wave wird eine Untersuchungsmethodik zum Einsatzverhalten beispielsweise für Feuerfestmaterialien aufgebaut. Bislang werden Feuerfestmaterialien im Thermoschockverfahren nach DIN EN 993-11 von hohen Temperaturen, z. B. 950 °C schnell auf Raumtemperatur abgekühlt und entstehende Schäden ausgewertet. Nicht berücksichtigt werden hier Schäden durch ein partielles schockartiges Aufheizen, wie es unter realen Bedingungen beispielsweise durch Einbringen von Schmelzen verursacht wird. Mit der neuen Messanlage TOM_wave können erstmals solche heißen Thermoschocks mittels Laser in der Werkstoffprobe ausgelöst und online verschiedene Parameter wie die Ausdehnung, Temperatur, Wärmeleitung sowie akustische Signale (Rissbildung) gemessen werden. Ebenso kann eine thermische Zyklierung nachgestellt werden. Mit den gemessenen Werten gespeiste Computermodelle geben wesentliche Ansatzpunkte für eine Verbesserung der Materialqualität, der Zuverlässigkeit, der Herstellungsprozesse und ermöglichen Prognosen über die Lebensdauer von Feuerfestmaterialien.

Weitere Fragestellungen für die TOM-Familie sind Korrosionsprozesse unter heißen und besonders aggressiven Bedingungen, wie sie beispielsweise in Gasturbinen auftreten. Speziell für die Untersuchung der Korrosionsbeständigkeit von Werkstoffen in kontrollierten Gasatmosphären bis 1500 °C unter hohen Volumenströmen wird die TOM_chem entwickelt. Einzigartig ist hierbei die Möglichkeit, gezielt Stäube, Partikel und Dämpfe in den Gasstrom einzubringen. Dies ermöglicht die Untersuchung von Korrosionsproblemen unter anwendungsnahen Bedingungen. Die Analyse und Verbesserung von Entbinderungsprozessen wird mit TOM_pyr unterstützt, weitere TOM-Geräte stehen für spezifische Fragestellungen zur Verfügung bzw. werden gemäß den Anforderungen entwickelt und aufgebaut.





MIKROSTRUKTURSIMULATION ZUR OPTIMIERUNG VON WERKSTOFFEN

DR. GERHARD SEIFERT | ☎ +49 921 78510-350 | gerhard.seifert@isc.fraunhofer.de

Um die richtigen Produkteigenschaften sicherzustellen und die Anforderungen der industriellen Produktionsprozesse zu erfüllen, müssen die Materialeigenschaften im Produkt perfekt eingestellt und aufeinander abgestimmt werden. Das Fraunhofer-Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau HTL hat speziell für Hochtemperaturwerkstoffe empirisch validierte Simulationswerkzeuge für computergestützte Materialauswahl bzw. das Materialdesign entwickelt, die eine zuverlässige Struktureigenschaftskorrelation von Mehrphasensystemen erlauben und so die Anzahl der zeitraubenden und materialintensiven Experimente bei der Entwicklung neuer Hochtemperaturwerkstoffe minimieren können.

Grundlage für die erfolgreiche Vorhersage der Werkstoffeigenschaften eines Komposits sind neben den Materialparametern der Komponenten vor allem die geometrischen Kenndaten des entstehenden Gefüges. Am HTL wurde in den vergangenen Jahren eine hausinterne Software namens GeoVal entwickelt, die es erlaubt, sehr flexibel die unterschiedlichsten Mikrostrukturen keramischer Materialien auf Basis pulverförmiger Ausgangsstoffe zu erzeugen. Durch quantitative Vergleiche z. B. mit elektronenmikroskopischen Analysen wird sichergestellt, dass die mit GeoVal generierten repräsentativen Volumenelemente (RVE) möglichst genau mit dem realen Gefüge übereinstimmen. Mit den RVE als Ausgangsstruktur werden durch Finite-Elemente-Simulationen schließlich die makroskopischen Eigenschaften des Kompositwerkstoffes ermittelt. Nach erfolgreicher experimenteller Validierung können nun in der Simulation die einzelnen Parameter wie Korngrößen und Phasenanteile variiert werden, um die für die jeweils gewünschte Anwendung optimale Zusammensetzung zu finden. Ein spezieller Aspekt ist die Auswertung innerer Spannungen im Gefüge, die sich durch die unterschiedliche thermische Ausdehnung der Komponenten ergibt; die Simulation liefert hier wertvolle Hinweise, welche Gefüge-Arten die größte intrinsische Festigkeit erwarten lassen. Auch der Einsatz von Additiven – beispielsweise leitfähige Komponenten, um eine Nachbearbeitung von Keramiken mit dem Verfahren der Elektroerosion zu ermöglichen – lässt sich über die Mikrostruktursimulation optimieren.

Das Gesamtkonzept der Mikrostruktur-Eigenschafts-Simulation wurde im Rahmen mehrerer Doktorarbeiten entwickelt und in verschiedenen Projekten erfolgreich auf Komposite auf Basis von u. a. Siliciumnitrid, Aluminiumnitrid oder Siliciumcarbid angewendet (siehe auch unsere Publikationen hierzu unter nebenstehendem QR-Code). Aktuell wird daran gearbeitet, die Methode für Faserverbundwerkstoffe einzusetzen, unter anderem durch eine direkte Übernahme von Strukturdaten aus der Computertomographie.



CO-PILOT

FUNKTIONELLE NANOKOMPOSITE À LA CARTE

DR. KARL MANDEL | ☎ +49 931 4100-402 | karl.mandel@isc.fraunhofer.de

Nanopartikel bieten mit ihren adaptierbaren Eigenschaften eine hervorragende Möglichkeit, um eine Vielzahl an Materialien für den technischen Einsatz zu veredeln. Eine zentrale Herausforderung bleibt jedoch, eine große Menge an Nanoteilchen bottom-up nasschemisch so herzustellen, dass sie nach der Synthese vereinzelt vorliegen und individuell verarbeitet werden können. Nur so lassen sich ihre Nanoeigenschaften auch wirklich vorteilhaft nutzen.

Im laufenden EU-Projekt CO-Pilot («Flexible Pilot Scale Manufacturing of Cost-Effective Nanocomposites through Tailored Precision Nanoparticles in Dispersion») beschäftigen sich Industrieunternehmen und Forschungsinstitute – darunter das Fraunhofer ISC – mit der Herausforderung des Upscalings von Nanopartikeln in Dispersion und der Herstellung von Kompositen daraus. Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung einer frei zugänglichen Infrastruktur für kleine und mittelständische Unternehmen, die an der Herstellung von qualitativ hochwertigen Nanopartikeln und deren Weiterverarbeitung zu multifunktionalen Nanokompositen interessiert sind.

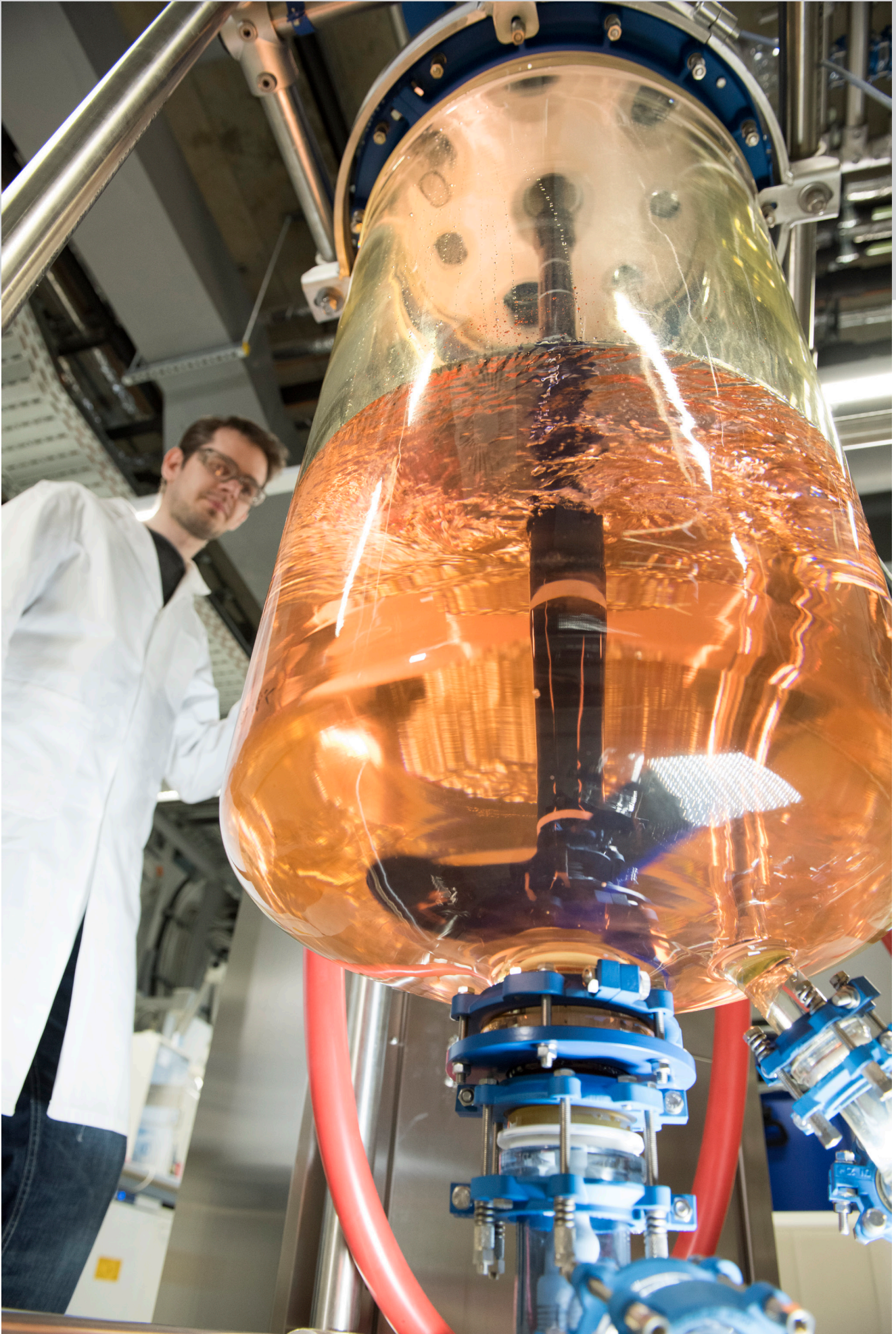
Zentrale Aufgabe des Teams von Karl Mandel, Leiter der Partikeltechnologie im Fraunhofer ISC, ist im Rahmen des Projekts der Aufbau von Syntheseanlagen und das Upscaling der Partikelsynthesen auf 100-Liter- bzw. Kilogramm-Maßstab. Dabei kommen verschiedene Reaktorkonzepte zum Einsatz, welche mit In-situ-Analytik ausgestattet werden. Dies erlaubt eine genaue Kontrolle und Beeinflussung des Syntheseprozesses. Eine innovative halbkontinuierliche Zentrifuge, die von der Firma CEPA im Rahmen des Projekts zu einem weltweit in seiner Leistungsfähigkeit einzigartigen Prototypen weiterentwickelt wird, ermöglicht die effiziente Aufreinigung der Partikel, um sie anschließend weiter zu modifizieren und letztendlich zu Kompositen zu verarbeiten.

Um die Vielfaltigkeit und Flexibilität der neuen Pilotanlage zu demonstrieren, wurden vier Partikeltypen zur Synthese und Aufskalierung ausgewählt. Dazu gehören sogenannte Layered Double Hydroxides, die sich als flammhemmende Füllstoffe eignen, Siliciumdioxid-Hohlpartikel, die zu Coating-Formulierungen für Antireflexbeschichtungen verarbeitet werden, Halbleiter-Nanopartikel aus Zinkoxid- und Titandioxid sollen als optisch hochbrechende Komponenten bzw. als Zusatzstoffe in Hochspannungsisolatoranwendungen eingesetzt werden. Magnetpartikel lassen sich für Separationsanwendungen im Bereich der Katalyse oder zur Wasserreinigung einsetzen.



Das Projekt wird finanziert durch das EU-Programm »Horizon 2020« unter der Vertragsnummer Nr. 645993.





PHOTOKATALYTISCHE NANOPARTIKEL GEGEN KREBS

DR. SOFIA DEMBSKI | ☎ +49 931 4100-516 | sofia.dembski@isc.fraunhofer.de

Bösartige Tumore der Kopf-Hals-Region werden in der Regel durch eine Operation, eine Strahlen- und/oder Chemotherapie sowie über kombinierte Verfahren behandelt. Auch findet sich nicht selten ein ausgedehnter Befall größerer Schleimhautareale. Die etablierten Therapieverfahren zeigen jedoch hohe Nebenwirkungen. Trotz der enormen Fortschritte in der modernen Krebsforschung konnten bisher keine sinnvollen Alternativen für dieses Problem gefunden werden. In einem gemeinsamen Projekt des Fraunhofer ISC, des Translationszentrums Würzburg »Regenerative Therapien für Krebs- und Muskuloskeletale Erkrankungen« TZKME, der Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten, plastische und ästhetische Operationen des Universitätsklinikums Würzburg und der Universität Bordeaux wurden Nanopartikel für einen neuartigen Therapieansatz konzipiert.

Das Konzept basiert auf der Anwendung von photokatalytisch aktiven Titandioxid-Nanopartikeln (ORMOBEAD®p-cat). Die vom Fraunhofer ISC entwickelten Nanopartikel mit einer Größe von 5 bis 25 nm und einer speziell gestalteten Oberfläche sollen insbesondere für die Behandlung des zweithäufigsten bösartigen Hauttumors – des Plattenepithelkarzinoms, das die Schleimhaut im Mund-, Nasen- und Halsbereich befällt – eingesetzt werden. Eine Besonderheit dieser Tumorart ist die sogenannte Feldkanzerisierung: Hierbei reicht der Krebs nicht tief, meist ist jedoch eine große Fläche der Schleimhaut betroffen, sodass ein chirurgischer Eingriff nicht erfolgversprechend erscheint.

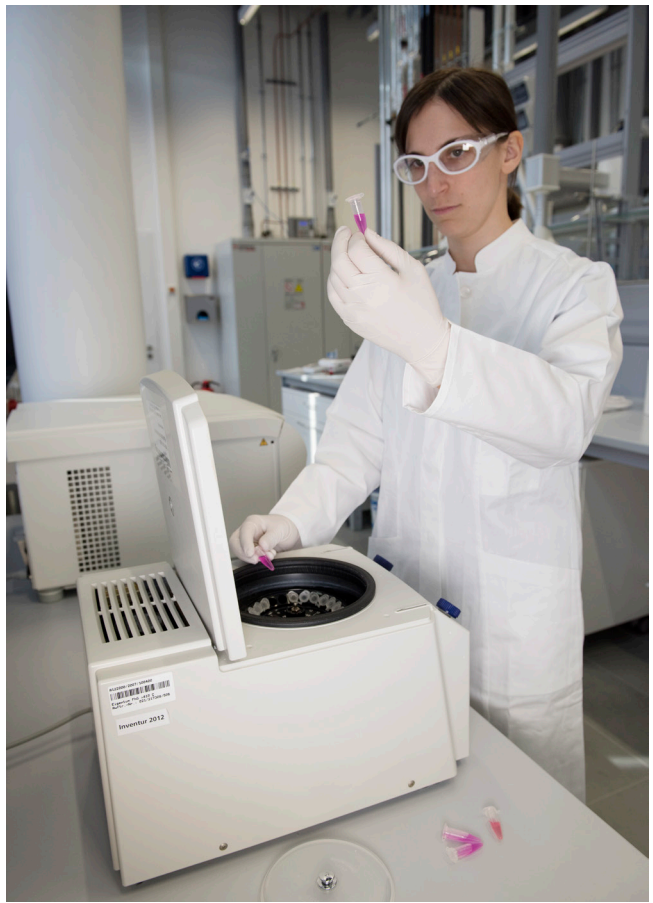
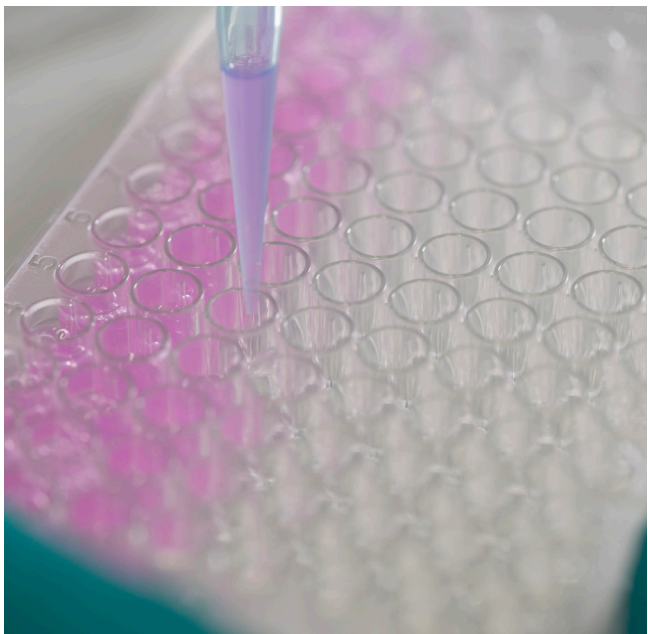
ORMOBEAD®p-cat Nanopartikel werden im Vorfeld mit UV-Strahlung aktiviert und zeigen eine zytotoxische Wirkung auf Tumorzellen. Gesunde Zellen hingegen werden nicht zerstört. Ein Vorteil dieses Therapieansatzes besteht darin, dass die Aktivierung der Nanopartikel mit dem für Patienten schädlichen UV-Licht in-vitro d. h. außerhalb des Körpers stattfinden kann.

Zentrale Fragestellungen der aktuell laufenden gemeinsamen Projektarbeiten an der HNO-Klinik in Würzburg, der Universität Bordeaux und am Fraunhofer ISC sind die Oberflächenfunktionalisierung der Nanopartikel zur besseren Aufnahme in die Zelle und die Untersuchung der biologischen Wirkungen wie Zellaufnahmemechanismen, wachstumshemmende und zytotoxische Wirkung auf Tumorzellen.

ORMOBEAD®p-cat ist eine eingetragene Marke der Fraunhofer-Gesellschaft für angewandte Forschung e. V.

Das Projekt wird finanziert durch das EU-Programm »COST ACTION«, das Programm »Fraunhofer TALENTA« und die Universität Bordeaux.





WEARABLE TECHNOLOGY – SMARTE, GEDRUCKTE SENSOREN ZUM BEWEGUNGSMONITORING

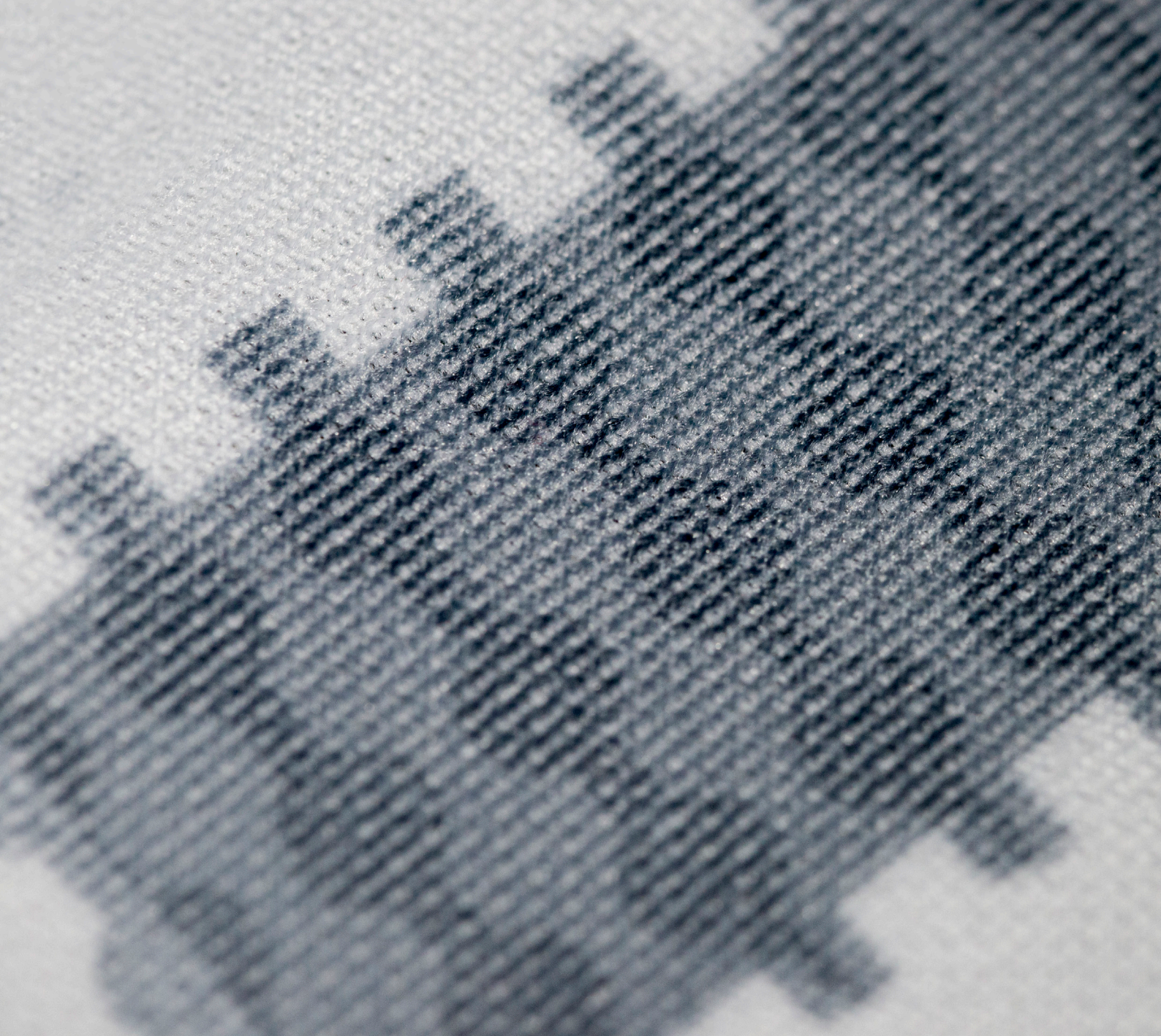
GERHARD DOMANN | ☎ +49 931 4100-551 | gerhard.domann@isc.fraunhofer.de

Armbänder können inzwischen als intelligente »Gesundheitscoaches« agieren, die ihre Träger dabei unterstützen, für genügend Schlaf und Sport sowie für die richtige Ernährung zu sorgen. Entsprechende Sensorik in Textilien zu integrieren, ist sehr viel aufwendiger und teurer. Das Team von Gerhard Domann, Leiter Optik und Elektronik des Fraunhofer ISC, hat ein neues, transparentes Material für Sensoren entwickelt, das sich einfach auf Textilien drucken lässt und für die Überwachung von Bewegungsabläufen gedacht ist.

Als Proof-of-concept soll zusammen mit dem Fraunhofer ISIT ein Shirt – das sogenannte MONI-Shirt – mit der entsprechenden Sensor-Technologie versehen werden. Im ersten Schritt hat das Fraunhofer ISC piezoelektrische Polymerpasten ohne toxische Lösungsmittel für die Sensorik entwickelt, das Fraunhofer ISIT erarbeitete die dazugehörige Auswertungs-elektronik. Die aufgedruckten und mit der Auswerteelektronik versehenen Sensormaterialien registrieren Druck und Verformung und können so als Bewegungssensoren eingesetzt werden. Die zusätzliche Temperatursensitivität ermöglicht darüber hinaus auch die Anwendung als Näherungssensor oder die berührungslose Interaktion. Mit einem einfachen, kostengünstigen Siebdruckverfahren – geeignet für die Massenproduktion in der industriellen Anwendung – können die Sensorpasten auf Textilien aufgetragen werden. Die gedruckten Sensoren sind transparent und flexibel, somit wird das Design von Textilien nicht gestört. Da die Sensoren um ein Vielfaches dünner als ein Haar sind, werden sie für den Träger des Kleidungsstücks kaum spürbar sein. Außerdem benötigen die Sensoren keine Stromquelle in Form einer Batterie, sondern erzeugen selbst den Strom, den sie brauchen. Indem funktionelle, sensorische Kleidung die Gesundheitsvorsorge und die Betreuung von Patienten unterstützt, könnte sie einen wesentlichen Beitrag zur Kostenentlastung des Gesundheitswesens leisten. Textilien mit entsprechender Sensorik können die Mobilität älterer Menschen im Alltag durch Monitoring von Bewegungsabläufen unterstützen. In Krankenhäusern könnten solche Textilien auch die Kontrolle der Körpertemperatur und der Atmung beispielsweise für bettlägerige Patienten oder Babys übernehmen.

In der weiteren Entwicklung sollen Feldtests für verschiedene Anwendungen und Textilien durchgeführt und die Sensormaterialien auf Abriebfestigkeit und Waschbarkeit getestet werden.





TRANSPARENTE
GEDRUCKTE SENSOREN



MENSCH-MASCHINE-SCHNITTSTELLE: SCHALTERLOSE BEDIENELEMENTE

DR. HOLGER BÖSE | ☎ +49 931 4100-203 | holger.boese@isc.fraunhofer.de

Innovative, smarte Materialien ermöglichen neuartige Anwendungen und Designs im Automobilbereich. Innerhalb einer Fördermaßnahme des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie entwickeln Holger Böse, wissenschaftlich-technischer Leiter des Center Smart Materials CeSMA, und sein Team Sensoren und Aktoren aus Silikonen, deren mechanische Eigenschaften sich elektrisch oder magnetisch steuern lassen.

Eine Anwendung, die stark an Bedeutung gewonnen hat, sind weiche Drucksensoren aus leitfähigen und nichtleitfähigen Silikonen. In Handschuhen verarbeitet, messen sie Greifkräfte, um beispielsweise die Belastung für Arbeiter beim Heben von schweren Gegenständen zu überwachen. In Greifwerkzeugen von Robotern lässt sich mit ihnen feststellen, mit welchem Druck sie zupacken. Auch für den Automotivebereich sind die Sensoren interessant. Integriert in das Lenkrad erlauben sie unter anderem eine flexible Einstellung von Steuerelementen. Wenn man auf die Sensoren drückt, kann man mit der Kraft des Fingerdrucks zum Beispiel Radiolautstärke oder Lüftung stufenlos steuern. Bisher gibt es nur Schalter, die durch starres Material aus Kunststoff, Metall oder Keramik sehr unflexibel und sich nicht an beliebige Positionen anpassen. Darüber hinaus können sie oft nur zwischen »Ein« oder »Aus« beziehungsweise »Weiter« oder »Zurück« unterscheiden.

Die CeSMA-Sensoren bestehen aus mehreren Silikonkomponenten mit Elektroden, zwischen denen die Kapazität gemessen wird. Die Form und die Lage der Elektroden sind dabei entscheidend für die Empfindlichkeit des Sensors, da die elektrische Kapazität als Maß für den Druck je nach Sensoraufbau unterschiedlich ausfällt. Die ISC-Forscher können diese Unterschiede nutzen und so das Design der Sensoren individuell an verschiedene Anforderungen anpassen. Das verwendete Silikon stellen die Wissenschaftler selbst nach eigener Rezeptur bzw. aus industriellen Vorprodukten her. Dies ermöglicht eine maßgeschneiderte Empfindlichkeit und Kennlinie der Sensoren je nach erforderlichen Eigenschaften und Kundenanforderungen.

Nach dem Proof of Concept soll im nächsten Schritt die Technologie aus dem Labor in konkrete Produkte gebracht werden. Neben dem Lenkrad lassen sich die flexiblen Sensoren auch in weiteren automobilen Anwendungen einsetzen, zum Beispiel in der Mittelkonsole, als Fensterheber in der Tür, im Sitz, oder an ganz neuen Stellen wie in der Fahrzeugdecke oder in der Türverkleidung.





ENORME CO₂-EINSPARUNG IN KOHLEKRAFTWERKEN

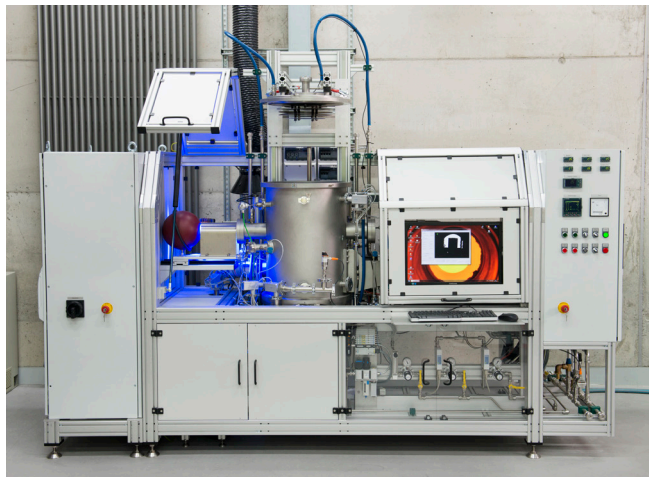
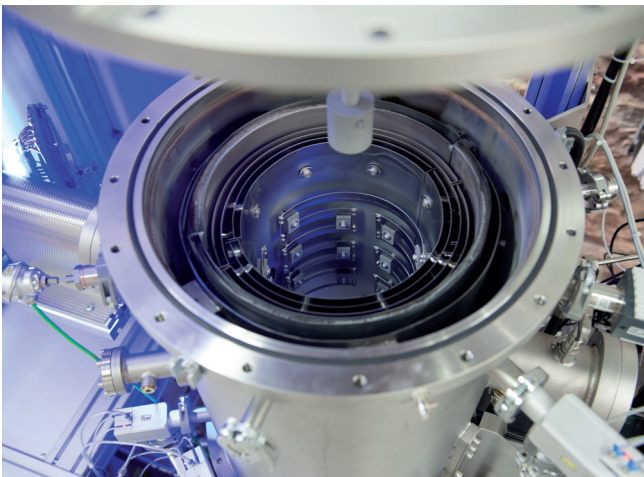
DR. ANDREAS DIEGELER | ☎ +49 9342 9221-701 | andreas.diegeler@isc.fraunhofer.de

Kohlekraftwerke als alternative Energiequellen zur Atomkraft sind essenziell zur Sicherstellung der Grundlast, solange die Energieversorgung nicht allein über Sonnen-, Wind- oder Wasserkraft sichergestellt werden kann. Doch aufgrund ihres hohen CO₂-Austoßes gibt es großen Handlungsbedarf, um die Energiegewinnung von Kohlekraftwerken effizienter und umweltverträglicher zu gestalten.

Das Center of Device Development CeDeD konnte durch den Einsatz von Thermooptischen Messanlagen (TOM) die Verbrennungsprozesse so verbessern, dass große Mengen an Energie und somit CO₂ eingespart werden können. Dafür haben die Wissenschaftler die Prozesse bei der Verbrennung von Kohle und die Entstehung von Abfallschlacke oder Gasen mithilfe von TOM-Anlagen genau analysiert. Die Anlagen bestehen aus einem zentral gelegenen Hochtemperatur-ofen mit Fenstern auf beiden Seiten. Mit einer starken Lichtquelle auf der linken Seite des Ofens, die das Innere erleuchtet, und einer CMOS-Kamera mit speziellen Linsen und Filtern auf der rechten Seite ist eine exakte Beobachtung der verbrennenden Kohle möglich. Die Kamera nimmt die Veränderungen der Materialien unter kontrollierter Atmosphäre bei unterschiedlichen Bedingungen auf – angefangen bei Raumtemperatur bis hin zu extremen Temperaturen von bis zu 2400 °C. Eine Analyse der Kamerabilder mit einer Genauigkeit von bis zu 0,3 µm erlaubt es, die Änderung der Konturen des Kohlestücks während der Verbrennung im Ofen zu messen. Zusätzlich werden mit IR-Spektroskopie und Gaschromatographie die Verbrennungsgase bestimmt und wenn erforderlich, kontrolliert Gase zugeführt.

Mit diesen Daten gelang es dem Team von CeDeD die Verbrennungsprozesse zu optimieren und unerwünschte Abfallprodukte zu reduzieren. Bei der Verbrennung von Braunkohle konnte durch eine Absenkung der Temperatur um 50 °C im Brennraum und durch die Zuführung von Gasen eine enorme Verbesserung des Reinigungsprozesses erreicht werden und die CO₂-Emission um rund 10 Prozent reduziert werden. In einem modernen Braunkohlekraftwerk, das jährlich mehr als 30 Millionen Tonnen Kohle für rund 30 Terawattstunden (30 Milliarden kWh) Energie benötigt, können so rund 3 Millionen Tonnen CO₂ im Jahr eingespart werden.







EELICON – SMART SHADING SYSTEM

DR. UWE POSSET | ☎ +49 931 4100-638 | uwe.posset@isc.fraunhofer.de

Koordiniert vom Fraunhofer ISC arbeiten 13 internationale Partner im EU-Projekt EELICON an der Entwicklung einer innovativen, schaltbaren Beschattungstechnologie. Zentraler Bestandteil sind mechanisch flexible, leichte elektrochrome (EC) Elemente, basierend auf leitfähigen Polymerkompositen. Sie überzeugen mit einem einzigartigen Eigenschaftsprofil aus großer Flexibilität, hoher Sicherheit, geringem Gewicht, kleiner Betriebsspannung und hohem Farbkontrast.

Die zugrundeliegende Beschichtungstechnologie ist unter dem Namen ISCoating® bereits registriert. Die wichtigsten Vorteile der EELICON-EC-Technologie liegen in der großen Spanne zwischen der hellsten und dunkelsten Beschattungsstufe (5 - 10 % und 60 - 65 %), ihrer schnellen Reaktionszeit (15-30 Sekunden für eine Größe von DIN A3), ihrer hohen Langlebigkeit von 100.000 Zyklen unter Laborbedingungen und ihrer guten Temperaturbeständigkeit von -25 °C bis über +60 °C. Nächster Schritt im Projekt ist die Hochskalierung vom Labor- in den Pilotmaßstab.

Die EELICON-EC-Komponenten können im kostengünstigen Rolle-zu-Rolle-Verfahren aufgebracht werden. Mit dem EELICON-EC-System lassen sich beispielsweise Autofenster nachrüsten, um Sicherheit und Komfort zu steigern sowie den Klimatisierungsbedarf zu mindern. Die EELICON-Projektpartner TEKS, Hersteller für Flugzeug- und Motorsportbauteile, und Masermic, Automobilzulieferer für elektronische Komponenten, testen nun die Entwicklung für die automobilen Anwendung zunächst in Rennwagen und Elektrofahrzeugen. Verlaufen die ersten Tests der Technologie erfolgreich, könnten in der Automobilbranche nach und nach verschiedene Segmente nachziehen, angefangen bei den technologiegetriebenen Nischensektoren Tuning und Motorsport, über die Anpassung für Luxusautos und mittel- und langfristig schließlich der Einsatz als bewährtes Produkt für die Massenproduktion.



Das Projekt wird finanziert durch das 7. EU-Forschungsrahmenprogramm unter der Vertragsnummer 604204.



Jesus-Maria Iriondo, Sandra Lopez
Masermic, Kurutz-Gain Polígono Industrial Pol., 6, 20850 Mendara (Gipuzkoa), Spanien

Nicola Ridgway, Mauro Comoglio
TEKS, Les Toits Blancs, 23 Rue du Praya, 05100 Montgenevre, Frankreich

Uwe Posset, Marco Schott
Fraunhofer ISC, Neunerplatz 2, 97082 Würzburg, Deutschland



WIESO ALTERN BATTERIEN?

JANA MÜLLER | ☎ +49 931 4100-244 | jana.mueller@isc.fraunhofer.de

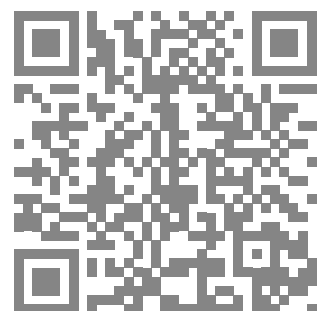
Mit dem Boom für Elektrofahrräder und der steigenden Nachfrage nach Elektroautos in den letzten Jahren stieg auch der Bedarf nach sicheren und zuverlässigen Batterien für E-Bikes und Elektroautos. Hersteller fokussieren sich dabei auf die Entwicklung von langlebigen Batterien mit größeren Reichweiten. Entscheidend für die Lebensdauer von Batterien ist insbesondere, wann sie eine Restkapazität von 80 Prozent erreichen. Danach erfährt ihre Leistungskurve einen deutlichen Knick und die nichtlineare, rapide Alterung beginnt.

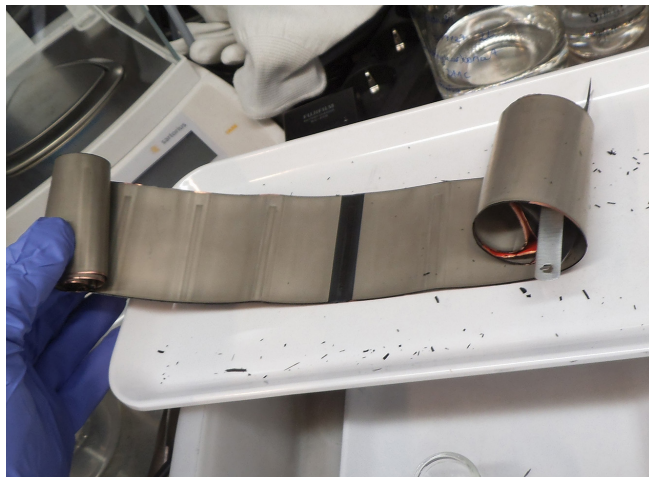
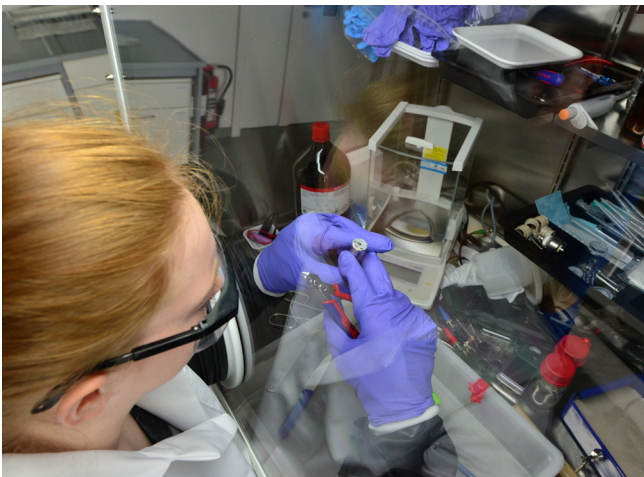
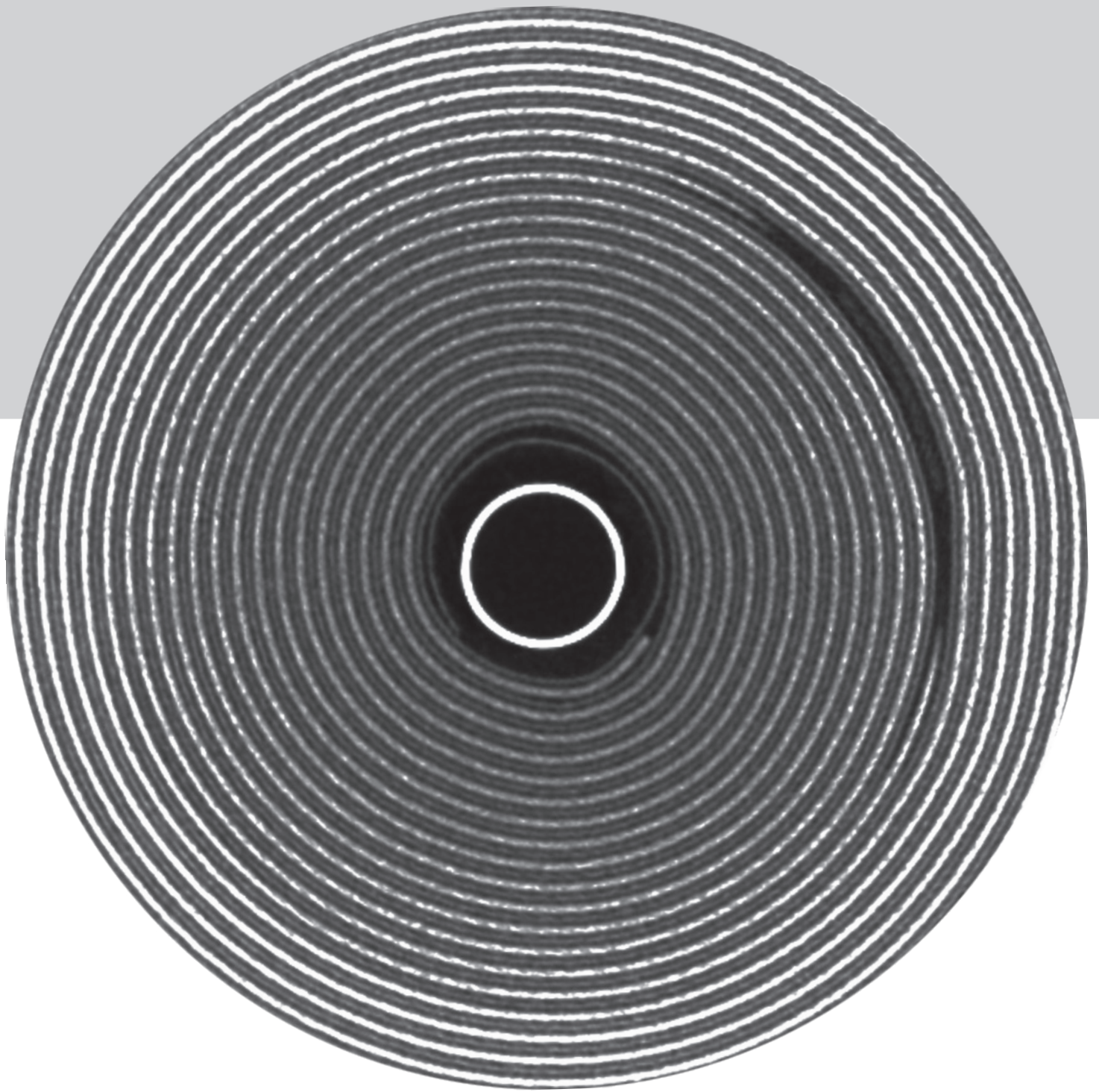
Um die Ursachen für diese Alterung und die damit verbundene nachlassende Leistung zu klären, untersuchte das Zentrum für Angewandte Elektrochemie ZfAE, Teil des Fraunhofer ISC, im EU-Projekt ABattReLife Altbatterien aus Elektroautos der ersten Generation und verglich sie mit eigens gefertigten Laborzellen gleicher Bauweise. Sowohl die gebrauchten Batterien als auch die laborgefertigten Zellen – die einer kontrollierten, schnellen Alterung unterzogen wurden – durchliefen verschiedene mechanische, thermische und chemische Tests, deren Ergebnisse das ZfAE anschließend für die Analysen der Zellveränderungen nutzte.

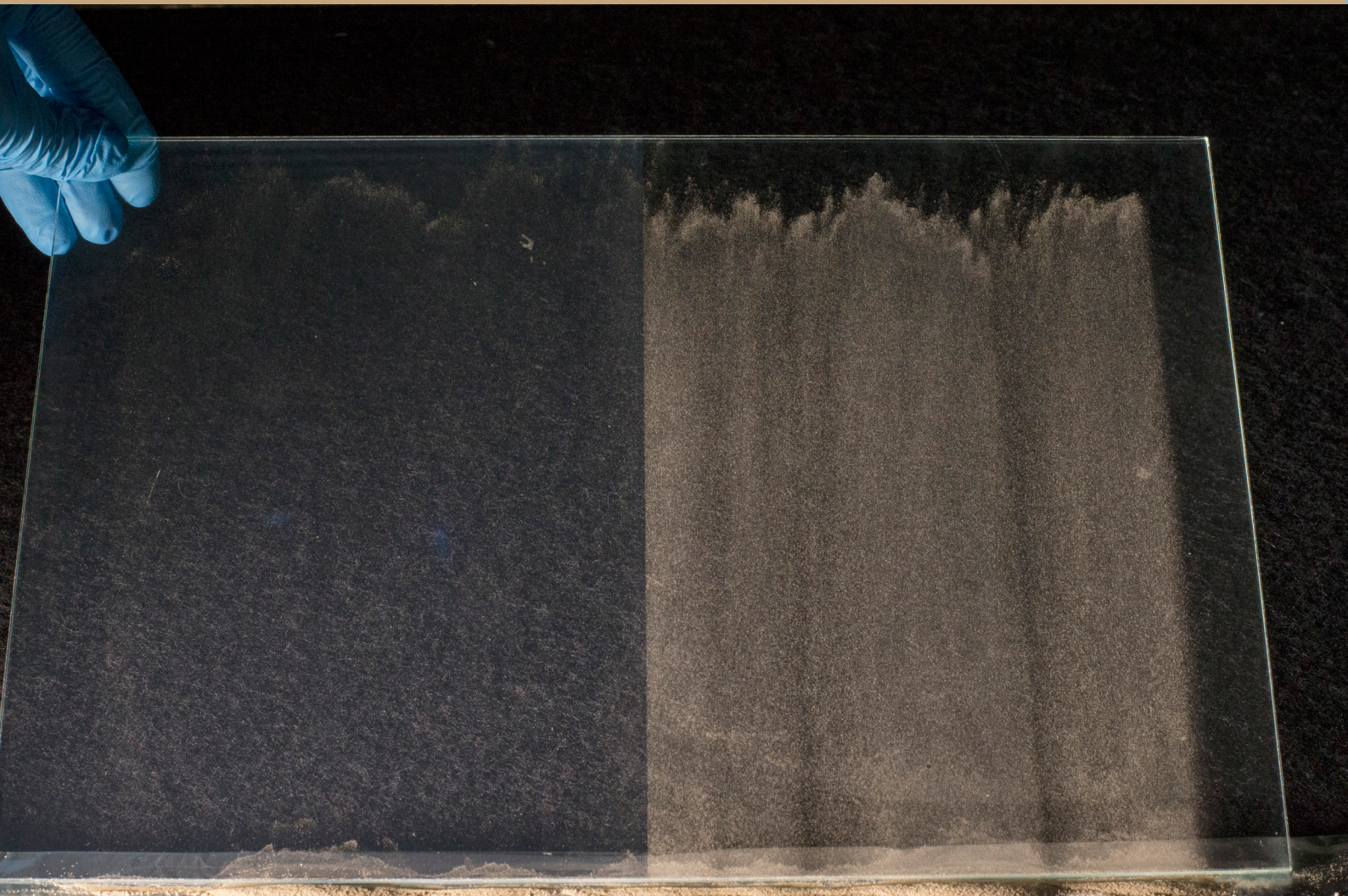
Die Wissenschaftler stellten fest, dass kurz vor dem Leistungsknick kleine Bereiche der Anode starke Beeinträchtigungen in Form von Mikrorissen und einem metallischen Lithiumschleier – das sogenannte Lithium-Plating – aufwiesen. Dafür waren insbesondere zwei Faktoren entscheidend: Zu schnelles Laden und – konstruktionsbedingt – ein Ableiter, der bestimmte Bereiche stärker komprimierte und eine lokale Überladung erzeugte. Um das Lithium-Plating zu verhindern, könnten also beispielsweise Batteriezellen gebaut werden, deren Ableiter so angebracht wird, dass lokale mechanische Verspannungen bzw. Druckspitzen vermieden werden. Darüber hinaus sollte der Ladevorgang genau gesteuert werden, sodass Ladetemperatur, -geschwindigkeit und -spannung kontrolliert ablaufen. Solche konstruktiv ausgereiften Batterien kämen dann wieder für eine mögliche Zweitverwendung – beispielsweise als stationäre Energiespeicher – in Frage.



Das Projekt wird finanziert durch das EU-Programm »Electromobility+«







ANTIHAFTSCHICHTEN – WENIGER RÜCKSTÄNDE IN PRODUKTIONSANLAGEN

WALTHER GLAUBITT | ☎ +49 931 4100-406 | walther.glaubitt@isc.fraunhofer.de

Selbst unter saubersten Bedingungen setzen sich Produktionsrückstände bzw. Partikel und Stäube in Produktionsanlagen fest. Dies bedeutet für Hersteller teilweise hohe Kosten für Ausfallzeiten oder eine teure Reinigung von Maschinen, damit beim Wechsel von Produktchargen trotzdem alle Qualitätsstandards eingehalten werden können. Darüber hinaus geht wertvolles Material nutzlos in den Anlagen verloren.

Um dieses Problem zu lösen, bietet das Fraunhofer ISC spezielle Antihafbeschichtungen, die mit dem Baukastenprinzip an kundenspezifische Bedürfnisse angepasst werden können. Die Beschichtungen zeigen hervorragende Antihafteigenschaften und können problemlos in Produktionsanlagen eingesetzt werden. Das Team von Walther Glaubitt, Leiter Sol-Gel-Werkstoffe und -Produkte des ISC, testet die Antihafteigenschaften bereits erfolgreich mit Materialien von Druckfarbenherstellern.

Der nasschemische Lack besteht aus nichtmetallischen, anorganischen Materialien, die durch ihre besondere Strukturierung die Anhaftung von Partikeln bzw. Prozessstäuben an Oberflächen reduzieren – ähnlich dem bekannten Lotuseffekt. Der Lack ist temperaturbeständig, lebensmittelecht, frei von fluorhaltigem Kohlenwasserstoff und zeigt eine dauerhafte Haltbarkeit und Funktionalität. Durch Tauchen oder Sprühen kann die Schicht auf einzelne Anlagenteile aus Glas, Keramik oder Metall aufgetragen und anschließend thermisch ausgehärtet werden. Auch bestimmte Kunststoffe lassen sich mit speziellen Lackzusammensetzungen beschichten. Da die Beschichtung deutlich weniger als 1 µm dünn ist, bleiben Oberflächen – beispielsweise von Rohren oder Ventilen – nahezu unverändert.

Mit den Antihafschichten könnten Oberflächen von besonders betroffenen Bauteilen ausgerüstet werden, um zu verhindern, dass sich Partikel festsetzen. Für die Lebensmittelindustrie heißt das, dass Spuren von Allergenen in Nahrungsmitteln deutlich reduziert oder sogar ganz vermieden werden könnten. In der Pharmazie könnte eine Schutzschicht in Industrieanlagen teure Wirkstoffe einsparen, die dann nicht mehr in der Anlage, sondern genau dort landen, wo sie gebraucht werden – im Medikament bzw. der Verpackung. Ähnliche Vorteile hätten Hersteller von Farbpulvern und Tonern, die auch beim Wechsel von Produktchargen die Farbechtheit garantieren müssen. Auch eine Anwendung in Abfüllanlagen und Lagercontainern ist denkbar.



UMWELTFREUNDLICHES GALVANISIEREN MIT NEUER OBERFLÄCHENVEREDELUNG

DR. JÜRGEN MEINHARDT | ☎ +49 931 4100-202 | juergen.meinhardt@isc.fraunhofer.de

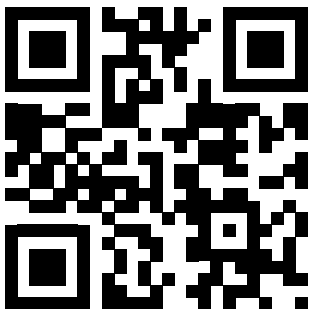
Das Galvanisieren ist eine häufig eingesetzte Art der Oberflächenveredelung von Kunststoffteilen, insbesondere im Automobilbereich. Für eine hochwertige Optik und Haptik sowie die Haltbarkeit der Metallschichten auf den Kunststoffen ist nach dem Stand der Technik ein aufwändiges Verfahren über mehrere Beschichtungs- und Abscheidungsschritte notwendig.

Um Polymere, aber auch andere elektrisch nicht-leitende Materialien in einem Galvanikprozess mit einer Metallschicht zu veredeln, muss über eine »chemische Metallisierung« zunächst eine dünne, elektrisch leitfähige Beschichtung aufgebracht werden. Meistens werden Kupfer- oder Nickelschichten eingesetzt. Für den Prozess der chemischen Metallisierung ist ein Katalysator notwendig, an dem sich Kupfer oder Nickel abscheiden. In den heute üblichen Verfahren erhalten alle chemisch zu metallisierenden Materialien durch eine Tauchbeschichtung zunächst eine Palladiumschicht, die wiederum erst nach verschiedenen Säurebädern aufgebracht werden kann.

Zur Prozessvereinfachung und Vermeidung umweltgefährdender Behandlungsmethoden wurden vielfach alternative leitfähige Schichten gesucht. Keines dieser Alternativverfahren konnte sich bisher in der Praxis durchsetzen, u. a. auch deshalb, weil die hohen mechanischen Anforderungen im Automobilbereich von rein organischen Zwischenschichten nicht erfüllt werden können.

Das Fraunhofer ISC konnte nun in einem Forschungsprojekt gemeinsam mit der ITW Automotive Products GmbH einen grundlegenden Durchbruch hin zur Vereinfachung des Galvanisierungsverfahrens für Polyamid erzielen. Ziel des Projektes ist die vollständige Substitution der chemischen Metallisierung von Polyamid und Verzicht des Palladiums. Auf Basis von ORMOCER®-Beschichtungsmaterialien, die erwiesenermaßen hervorragend auf Metallen und verschiedenen Kunststoffen haften, wurde ein leitfähiges Beschichtungsmaterial entwickelt, das nasschemisch aufgebracht werden kann und eine direkt galvanisierbare Oberfläche auf dem Polyamid erzeugt.

Besondere Herausforderungen waren dabei einerseits die gute Haftung der Beschichtung auf Polyamid und das Erzielen einer ausreichenden Leitfähigkeit für eine hohe Abscheidungsgeschwindigkeit bei der Galvanisierung. Dies konnte dank der hohen Variabilität der ORMOCER®-Chemie nun erstmals erreicht werden. Damit ist eine der größten Hürde auf dem Weg zu umweltfreundlichen und ressourcenschonenden Galvanisierungsverfahren überwunden worden. Weitere Optimierungsschritte, beispielsweise hinsichtlich der Oberflächengüte der Zwischenschicht, um später eine glatte Metalloberfläche zu erzielen, schließen sich an.



ITW Automotive OEM
Fuel, Release & Trim

ITW Automotive OEM
Release & Trim
ITW Automotive Products GmbH
Im Wasen 1
D-97285 Röttingen



WIE PLANETEN ENTSTEHEN

DR. MARTIN KILO | ☎ +49 931 4100-234 | martin.kilo@isc.fraunhofer.de

Bis heute gibt es viele ungelöste Fragen zur Entstehung von Planeten. Bisherige Erkenntnisse legen nahe, dass sich aus Glastropfen – sogenannte Chondren mit einer Größe von etwa 0,1 bis 3 mm – planetare Körper bildeten. Diese Chondren hatten ursprünglich die Konsistenz von heißem, flüssigem Glas, aus dem größere Gesteinskonglomerate aggregierten, abkühlten und auskristallisierten. Wie sich daraus schließlich Asteroiden und Planeten bildeten, untersuchten die Universitäten Münster und Braunschweig in einem Experiment. Da sich das Glas in seiner Materialzusammensetzung stark von technischen Gläsern unterscheidet, ließen sich die beiden Partner vom Fraunhofer ISC ein spezielles Glas entwickeln, das sich entsprechend dem theoretisch angenommenen Entstehungsprozess verhielt.

Um den Schmelzvorgang möglichst naturgetreu nachbilden zu können, entwickelte das Team von Dr. Martin Kilo ein Spezialglas, das sie zu winzigen Kügelchen formten. Dazu nutzten die Glas-Experten zwei unterschiedliche Verfahren: Im ersten Ansatz wurden grobe Glasfritts hergestellt, auf die passende Größe gesiebt und anschließend durch thermische Behandlung verrundet. Für die zweite Lösung wurden Glasplatten in kleine Quader gesägt und mechanisch zu Kugeln geschliffen. Damit das Glas die entsprechenden physikalischen Eigenschaften aufwies, arbeiteten die Wissenschaftler vorab mit Modellierungsprogrammen, um herauszufinden, welches Schmelzverhalten das Glas aufweist, ob es kristallisiert und wenn dies der Fall ist, bei welchen Temperaturen es in welcher Form kristallisiert. Um die passende Materialzusammensetzung zu erhalten, erschmolzen sie verschiedene Glasgemenge unter kontrollierten Bedingungen.

Diejenigen Glaskugeln, die nach diesen Testschmelzen den Eigenschaften aus dem theoretischen Modell am nächsten kamen, setzten Forscher aus Münster und Braunschweig anschließend bei Experimenten am Zentrum für angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation (ZARM) in Bremen ein: Der dort betriebene Fallturm umschließt eine 120 Meter hohe stählerne Fallröhre, in welcher ein Hochvakuum erzeugt wird. Mittels Katapultsystem werden die Glaskügelchen in einer Kapsel bis zur Spitze der Fallröhre geschossen. Auf diese Weise erreicht man für ca. 9,5 Sekunden Schwerelosigkeit – also Bedingungen wie im All. Die Glaskügelchen werden in dieser Zeit auf bis zu 1100°C erhitzt. Während des Fallvorgangs kollidieren die Kugeln und bilden Cluster. Danach analysierten die Partner, ob die Cluster nur noch eine homogene Masse aufwiesen oder ob noch einzelne Kugeln erkennbar waren und ob es zur Auskristallisierung kam. Die Ergebnisse dieser Experimente können dann mit den Modellvorstellungen zur Planetenbildung verglichen werden.





KUNSTOBJEKTE SCHÜTZEN

DR. KATRIN WITTSTADT | ☎ +49 9342 9221-704 | katrin.wittstadt@isc.fraunhofer.de

Nicht nur durch freie Bewitterung im Außenraum, sondern auch wenn Kunst- und Kulturobjekte in Museen oder historischen Gebäuden aufbewahrt werden, können Schäden beispielsweise durch aggressive Luftschadstoffe entstehen. Um Konzepte für einen dauerhaften Schutz von Ausstellungsgegenständen zu entwickeln, beauftragten die Staatlichen Schlösser und Gärten Baden-Württemberg das Fraunhofer ISC zu mehrmonatigen Sensormessungen an zwei verschiedenen Standorten, die Ende 2015 erfolgreich abgeschlossen wurden. Auf Schloss Favorite (Rastatt) sowie im Sammlungsdepot Karlsruhe wurden je zwei dreimonatige Messkampagnen im Sommer und Winter durchgeführt. Als Frühwarnsystem dienten vom Fraunhofer ISC entwickelte Glassensoren, die bei ungünstigen Umgebungsbedingungen strukturelle Änderungen zeigen. Diese lassen sich später im Labor durch infrarotspektroskopische Untersuchungen exakt quantifizieren und qualifizieren. Auch Analysen kristalliner Ablagerungen lassen zum Teil Rückschlüsse auf Schadstoffe zu.

Insbesondere in den Ausstellungsräumen auf Schloss Favorite machten sich jahreszeitliche Unterschiede bemerkbar. Die Räume sind nicht klimatisiert oder beheizt, sodass das Innenraumklima den äußeren Witterungsbedingungen folgt und unmittelbar von anderen Faktoren – wie dem hohen Besucherverkehr in den Sommermonaten – beeinflusst wird. Der korrosive Einfluss der Umgebung auf die Kunstobjekte lag im Sommer daher generell deutlich höher als im Winter. Im Gegensatz zu Schloss Favorite sind die Depoträume in Karlsruhe beheizbar und die relative Luftfeuchtigkeit wird reguliert. Die Glassensormessungen zeigten daher trotz der erkennbaren jahreszeitlichen Schwankungen insgesamt unproblematische Umgebungsbedingungen, sowohl in der Raumluft als auch in den Depotschränken.

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse planen die Staatlichen Schlösser und Gärten Baden-Württemberg für die beiden Standorte kostengünstige und bereits kurzfristig durchführbare Änderungen, die Bestandteile eines dauerhaft wirksamen Schutzkonzepts sind. Als erste, einfach zu realisierende Maßnahmen zur Verbesserung der Raumbedingungen schlug das Fraunhofer ISC unter anderem regelmäßiges Lüften der Ausstellungsvitrinen sowie den Einsatz von Absorbermaterialien zur Reduzierung der Luftschadstoffe vor.



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 67 Institute und Forschungseinrichtungen. Knapp 24 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von mehr als 2,1 Milliarden Euro. Davon fallen rund 1,8 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Knapp 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden. Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses. Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung an Fraunhofer-Instituten 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. Im Bild oben zu sehen sind die von Fraunhofer im solaren Spektrum entdeckten Absorptionslinien der Sonnenphotosphäre

FRAUNHOFER-VERBUND MATERIALS

Der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS bündelt die Kompetenzen der materialwissenschaftlich orientierten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft.

Materialwissenschaft und Werkstofftechnik umfasst bei Fraunhofer die gesamte Wertschöpfungskette von der Entwicklung neuer und der Verbesserung bestehender Materialien über die Fertigungsverfahren im quasiindustriellen 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, dies über alle Skalen, vom Molekül bis zum Bauteil und zur Prozesssimulation. Stofflich deckt der Fraunhofer-Verbund MATERIALS den gesamten Bereich der metallischen, anorganisch-nichtmetallischen, polymeren und aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugten Werkstoffe sowie Halbleitermaterialien ab.

Der Verbund setzt sein Know-how vor allem 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. Mit strategischen Vorschauen unterstützt der Verbund die Entwicklung von Materialien und Technologien für die Zukunft.

Ziele des Verbunds sind:

- Erhöhung von Sicherheit und Komfort sowie Reduzierung des Ressourcenverbrauchs in den Bereichen Verkehrstechnik, Maschinen- und Anlagenbau, Bauen und Wohnen
- Steigerung der Effizienz von Systemen der Energieerzeugung, Energiewandlung, Energiespeicherung und -verteilung.
- 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
- Recyclingkonzepte

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
- Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS
- Silicatforschung ISC
- Solare Energiesysteme ISE
- System- und Innovationsforschung ISI
- Werkstoffmechanik IWM
- Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP
- Windenergie und Energiesystemtechnik IWES

Sowie als ständige Gäste die Institute für:

- Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM
- Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB
- Integrierte Schaltungen IIS.

IMPRESSUM

Redaktion

Marie-Luise Righi
Lena Hirnickel
Magdalena Breidenbach
Katrin Selsam-Geißler
Prof. Dr. Gerhard Sextl

Grafiken und Diagramme

Winfried Müller
Katrin Selsam-Geißler

Layout und Produktion

Katrin Selsam-Geißler

Übersetzung

Martina Hofmann

Bildquellen

Fraunhofer ISC: Knud Dobberke, Katrin Heyer,
Katrin Selsam-Geißler
HNO-Universitätsklinik Würzburg: Seite 47
Fotolia: Seite 53
Unsplash: Seite 23 (oben links), 40
Pixelio: Seite 38

Druck

Fa. Lokay, Reinheim



Das Kopieren und Weiterverwenden von Inhalten ohne
Genehmigung der Redaktion ist nicht gestattet.

© Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC, Würzburg 2016

Anschrift der Redaktion

Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC
Neunerplatz 2
97082 Würzburg
☎ +49 931 4100 0
marie-luise.righi@isc.fraunhofer.de
www.isc.fraunhofer.de

Anschriften weiterer Standorte

Fraunhofer ISC - Außenstelle Bronnbach
Bronnbach 28
97877 Wertheim-Bronnbach

Fraunhofer-Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau HTL
Gottlieb-Keim-Str. 62
95448 Bayreuth
www.htl.fraunhofer.de

Fraunhofer-Projektgruppe für Wertstoffkreisläufe und
Ressourcenstrategie IWKS
Brentanostraße 2
63755 Alzenau

sowie im
Industriepark Hanau-Wolfgang
Rodenbacher Chaussee 4
63457 Hanau www.iwks.fraunhofer.de