



Fraunhofer
ICT

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR CHEMISCHE TECHNOLOGIE ICT



JAHRESBERICHT
2015/2016

IMPRESSUM

Redaktion

Dr. Stefan Tröster
Alexandra Wolf

Satz und Gestaltung

Alexandra Wolf

Druck

Kraft Druck GmbH, Ettlingen

Redaktionsschluss

01/2016

Bildquellen

Titelbild & Seite 12: Mona Rothweiler
Seite 8: Michael Seher, Pfinztal
Seite 10: Wolfram Scheible
Seite 21 / 24 (rechts) / 39: Walter Mayrhofer
Seite 32: Ville Nikkanen
Seite 44: Tobias Hang

Kontakt

Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7
76327 Pfinztal

Telefon +49 721 4640-0
Fax +49 721 4640-111
info@ict.fraunhofer.de

www.ict.fraunhofer.de

**JAHRESBERICHT
2015/2016**

WAS ERFORSCHEN WIR IM JAHR 2020?

Die Strategie eines Fraunhofer-Instituts wird etwa alle fünf Jahre auditiert. Bei uns war das im aktuellen Geschäftsjahr 2015 wieder der Fall. Für unseren Strategieprozess war es uns wichtig, einen einfachen und sehr zielorientierten Ansatz zu wählen. Das Ergebnis sollte ein kompaktes und leicht nachvollziehbares Dokument werden. Der zentrale Gedanke bei der Entwicklung unserer Strategie für die nächsten fünf Jahre war, dass wir uns an den bereits vorhandenen Kernkompetenzen orientieren und wir uns nicht von Hype-Themen oder lukrativ klingenden Geschäftsfeldern leiten lassen. Eine nachhaltig auf die Zukunft ausgerichtete Kernkompetenz besitzt nach unserer Auffassung eine breite, von vielen Wissenschaftlern getragene Basis, eine durch Projekte, Patente und Publikationen belegbare und messbare Vergangenheit, eine aktuell sehr gute Wettbewerbssituation und auf die nächsten fünf Jahre bereits gut abschätzbare Entwicklungschancen. Auch im Hinblick auf eine noch bessere Vernetzung innerhalb des Instituts, haben wir uns im Strategieteam aus Institutsleitung und den Abteilungsleitungen auf nur vier Kernkompetenzen geeinigt, die allesamt abteilungsübergreifend ausgelegt sind.

Unsere Kernkompetenzen sind wie folgt:

- Chemical & Environmental Engineering
- Polymer Engineering
- Energiesysteme
- Explosivstoff-Technik

In diesen vier Kompetenzfeldern haben wir die notwendige Forschungsbreite und Forschungstiefe um Sie, unsere Kunden und Projektpartner, auf hohem Niveau unterstützen zu können.

Detailliert haben wir herausgearbeitet, welche Bestandteile exakt unsere Kernkompetenzen charakterisieren und wie wir dadurch unsere Position im globalen wissenschaftlichen Wettbewerb einschätzen. Um die aktuelle Marktposition möglichst genau zu erfassen, haben wir für jede Kernkompetenz unsere Forschungsergebnisse, Patente, Schlüsselveröffentlichungen und Einnahmen der letzten drei Jahre zu Grunde gelegt. Basierend auf diesen haben wir für jede unserer vier Kernkompetenzen die Zukunftsprojektion für die nächsten fünf Jahre beschrieben.

Dabei haben wir uns insbesondere an zu erwartenden Veränderungen bei Methoden, Werkzeugen und Technologien orientiert, daraufhin eine Technologie-Roadmap aufgestellt und unsere eigenen Ziele in Bezug auf diese Roadmap definiert. Auf Basis dieser Zielsetzungen wurde dann eine Chancen-/Risiken-Betrachtung durchgeführt.

Welche Inhalte sich als Blick in die Kristallkugel erweisen und wie groß der Anteil dessen ist, was sich in den kommenden Jahren bis 2020 bewahrheitet, wird die Retrospektive in fünf Jahren zeigen. Als Forschungsinstitut werden wir mit Sicherheit auf Veränderungen reagieren, auf neue Züge aufspringen und auch das ein oder andere Mode-Thema wieder verlassen. Wie Sie es von uns gewohnt sind, werden wir das jedoch in aller Gelassenheit und ohne Überstürzung tun.

Unsere neun Strategieauditoren haben uns bescheinigt, dass das Institut fachlich und im Bereich der Infrastruktur exzellent aufgestellt ist, um sich in den nächsten fünf Jahren (und absehbar darüber hinaus) gut bis sehr gut behaupten zu können.

Wir haben diesen Jahresbericht bereits anhand unserer vier Kernkompetenzen gegliedert und nicht mehr gemäß unserer fünf operativen Produktbereiche wie in den vergangenen Jahren.

Wir hoffen, mit unserer intensivierten, internen Vernetzung in den vier Kernkompetenzen noch besser als Dienstleister und Entwicklungspartner dienen zu können. Wir denken, unsere systemische Herangehensweise an die komplexer werdenden Fragestellungen gewinnt zunehmend an Bedeutung. Wir freuen uns sehr auf Ihr Feedback zu unserer thematischen Ausrichtung und zu diesem Jahresbericht.

Viel Spaß bei der Lektüre

Ihr

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'P. Ellis' followed by a flourish.

INHALT

ALLGEMEINE INFORMATIONEN

Kurzprofil	8
Mission Statement	10
Kuratorium	12
Organigramm	14
Wirtschaftliche Situation	16
Geschäftsfelder und Kernkompetenzen	18

KERNKOMPETENZEN

Chemical and Environmental Engineering	20
Polymer Engineering	26
Energiesysteme	32
Explosivstofftechnik	38

PROJEKTGRUPPEN UND INSTITUTSTEILE

Fraunhofer ICT-IMM – Institut für Mikrotechnik Mainz.....	44
Projektgruppe Neue Antriebssysteme NAS	46
Institutsteil Funktionsintegrierter Leichtbau FIL.....	48

ANHANG

Verbände, Allianzen und Innovationscluster	50
Lehr- und Gremientätigkeiten.....	52
Veranstaltungen, Messen und Fachausstellungen	58
Veröffentlichungen	60
Der kurze Weg zum Fraunhofer ICT.....	66
Die Fraunhofer-Gesellschaft	67

KURZPROFIL

Das Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT ist eines der größten und – aufgrund der Gründung bereits im Jahre 1959 – eines der etablierten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft, welche derzeit ca. 24.000 Beschäftigte und einen Umsatz von 2,1 Milliarden Euro aufweist. Inklusive der Außenstellen des Instituts sind 2015 ca. 800 Personen am Institut beschäftigt. Am Hauptstandort in Pfinztal forschen und entwickeln aktuell etwa 540 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den Kernkompetenzen Chemical & Environmental Engineering, Polymer Engineering, Energiesysteme und Explosivstoff-Technik.

Die Gesamtfläche des Institutes in Pfinztal beträgt 200.000 m², davon entfallen 25.000 m² auf Laboratorien, Büros, Technika, Werkstätten, Prüfstände und Infrastruktur. Entsprechend dieser ausgezeichneten Infrastruktur mit zum Teil großserienfähigen Anlagen im Technikums- und Industriemaßstab, legen wir einen besonderen Schwerpunkt auf die Entwicklung und Umsetzung von neuen Materialien, Verfahren und Produkten bis zur vorserienreifen Anwendung. Gut ausgestattete und unter neuesten Erkenntnissen der Sicherheits- und der Energietechnik ausgerüstete Labore sowie alle in der Forschung auf unseren Arbeitsgebieten notwendigen Analyse- und Testverfahren sind am Fraunhofer ICT etabliert.

Unsere Kunden und Projektpartner kommen überwiegend aus den Bereichen Automobil und Verkehr, Energie und Umwelt, Verteidigung und Sicherheit sowie Chemie und Verfahrenstechnik.

Unsere Verteidigungsforschung

Wir sind das einzige Explosivstoff-Forschungsinstitut in Deutschland, das den gesamten Entwicklungsbereich vom Labor über das Technikum bis zum System bearbeitet. Wir verfügen über jahrzehntelange Kompetenz bei chemischen Energieträgern wie beispielsweise Raketentreibstoffen, Rohrwaffentreibmitteln oder Sprengstoffen und sind seit über 55 Jahren Forschungspartner des Bundesverteidigungsministeriums.

Luftaufnahme des Fraunhofer ICT Pfinztal (Fotograf: Michael Seher, Pfinztal)





MISSION STATEMENT





»Forschen wo's Spaß macht« ist das Leitmotiv des Fraunhofer ICT. Dieses Motiv bezieht sich zum einen auf die Förderung einer guten Mitarbeiterkultur und zum anderen auf die Erziehung zur Selbstständigkeit der Mitarbeiter. Diese werden mit einer »gesunden« Mischung aus Forschungs- und Handlungsfreiheit sowie Kreativität in der Lösungsfindung, verbunden mit dem Übernehmen der Verantwortung für die Forschungsergebnisse gegenüber den Auftraggebern motiviert. Wir sehen in der Kombination aus Forschungsfreiheit und Eigenverantwortung den wesentlichen Schlüssel zu wissenschaftlicher Exzellenz und herausragenden Forschungsergebnissen.

Unsere Mission fußt auf der Mission der Fraunhofer-Gesellschaft. Wir betreiben international vernetzt anwendungsorientierte Forschung zum unmittelbaren Nutzen für die Wirtschaft und die Gesellschaft. Wir tragen mit unseren system- und technologieorientierten Innovationen zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei.

KURATORIUM



Dr. Wolfgang Böttger

Dynamit Nobel Defence GmbH, Burbach

Dr.-Ing. Thomas Czirwitzky

Deutsch-Französisches Forschungsinstitut Saint-Louis,
Weil am Rhein

Wolf-Gerd Dieffenbacher

DIEFFENBACHER GmbH + Co. KG, Eppingen

Achim Friedl

Bundesministerium des Innern, Berlin

Dr.-Ing. Axel Homburg

Ehrenvorsitzender

MinDirig Michael Kleiner

Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst
Baden-Württemberg, Stuttgart

Brigadegeneral Erich Könen

Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnologie und
Nutzung der Bundeswehr, Koblenz

Dr.-Ing. Guido Kurth

Bayern-Chemie GmbH, Aschau am Inn

Prof. Dr.-Ing. Detlef Löhe

KIT Karlsruhe, Kuratoriumsvorsitzender

Kay Nehm

Generalbundesanwalt i. R.

Wolf-Rüdiger Petereit

Neuwied

Prof. Dr.-Ing. Stefan Schlechtriem

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR),
Institut für Raumfahrtantriebe, Hardthausen a.K.

Dipl.-Kfm. Jörg Schneider

WERIT Kunststoffwerke W. Schneider GmbH, Altenkirchen

MinR Norbert M. Weber

Bundesministerium der Verteidigung, Bonn

MinR Dr. Joachim Wekerle

Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, Stuttgart

Dr. Hans-Ulrich Wiese

Gräfelfing

MinR Dr. Stefan Wimbauer

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur,
Verkehr und Technologie, München

Dr. Tobias Wirtz

Premium Aerotech GmbH, Augsburg

Beate Zika-Beyerlein

ElringKlinger Abschirmtechnik (Schweiz) AG, Sevelen, Schweiz

Dr.-Ing. Michael Zürn

Daimler AG, Sindelfingen

ORGANIGRAMM



Institutsleitung

Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner
Telefon +49 721 4640-401
peter.elsner@ict.fraunhofer.de



Produktbereich Querschnittsaufgaben

Dr. Bernd Hefer
Telefon +49 721 4640-125
bernd.hefer@ict.fraunhofer.de



Produktbereich Energetische Materialien

Dr. Stefan Löbbecke
Telefon +49 721 4640-230
stefan.loebbecke@ict.fraunhofer.de



Produktbereich Zentrales Management

Dr. Stefan Tröster
Telefon +49 721 4640-392
stefan.troester@ict.fraunhofer.de



Dr. Horst Krause
Telefon +49 721 4640-143
horst.krause@ict.fraunhofer.de



Produktbereich Energetische Systeme

Dipl.-Phys. Wilhelm Eckl
Telefon +49 721 4640-355
wilhelm.eckl@ict.fraunhofer.de



Dipl.-Phys. Gesa Langer
Telefon +49 721 4640-317
gesa.langer@ict.fraunhofer.de



**Produktbereich
Angewandte Elektrochemie**

Prof. Dr. Jens Tübke
Telefon +49 721 4640-343
jens.tuebke@ict.fraunhofer.de



**Projektgruppe Neue
Antriebssysteme NAS, Karlsruhe**

Dr.-Ing. Hans-Peter Kollmeier
Telefon +49 721 9150-3811
hans-peter.kollmeier@ict.fraunhofer.de



**Produktbereich
Polymer Engineering**

Prof. Dr.-Ing. Frank Henning
Telefon +49 721 4640-420
frank.henning@ict.fraunhofer.de



**Institutsteil Funktionsintegrierter
Leichtbau FIL, Augsburg**

Prof. Dr.-Ing. Klaus Drechsler
Telefon +49 821 598-3503
klaus.drechsler@ict.fraunhofer.de



**Produktbereich
Umwelt Engineering**

Dipl.-Chem. Rainer Schweppe
Telefon +49 721 4640-173
rainer.schweppe@ict.fraunhofer.de



**Institutsteil Fraunhofer ICT-IMM
Institut für Mikrotechnik Mainz**

Prof. Dr. Michael Maskos
Telefon +49 6131 990-100
michael.maskos@imm.fraunhofer.de

WIRTSCHAFTLICHE SITUATION

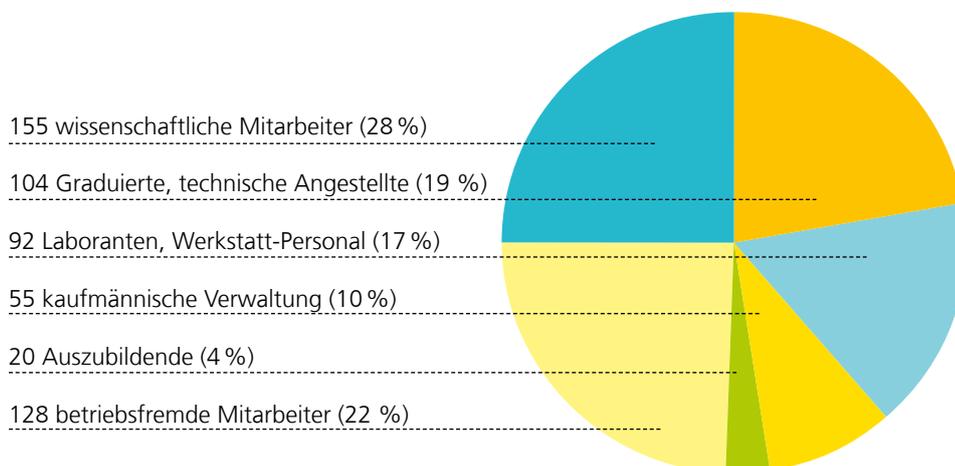
2015 war wirtschaftlich gesehen ein sehr stabiles Jahr für uns. Sowohl die Ausgabenseite als auch die Einnahmenseite sind gegenüber dem Vorjahr moderat gestiegen. Unseren Personalstamm an wissenschaftlichen, technischen und kaufmännischen Angestellten sowie an Laboranten haben wir, gemäß unserer eigenen Vorgabe, in 2015 konstant gehalten. Unsere als »Betriebsfremde« geführten studentischen Hilfskräfte haben wir nach dem Rückgang in 2014 wieder etwas verstärkt einsetzen können. Es freut uns auch, dass wir aktuell 20 Auszubildende bei uns haben. Diese Zahl haben wir in den letzten Jahren kontinuierlich gesteigert.

Unsere um 1,5 Millionen Euro gestiegenen Ausgaben sind mehrheitlich in erhöhten Sachmittelausgaben zu begründen. Diese hatten wir im Geschäftsjahr 2014 aufgrund der wirtschaftlichen Situation deutlich reduziert. Im aktuellen Geschäftsjahr war dies nicht mehr notwendig, und wir haben diese wieder auf das Niveau des Jahres 2013 angehoben. Die ständige Modernisierung unserer Arbeitsmittel ist in unserer Forschungsarbeit essenziell. Unsere Einnahmenseite ist gegenüber dem Vorjahr ebenfalls um 1,5 Millionen Euro angestiegen und übersteigt nun erstmals die 35 Millionen Euro-Marke.

Die hier berichteten Kennwerte beziehen sich auf unseren Stammsitz in Pfinztal. Die direkten Erträge aus der Industrie sind mit 6,7 Millionen Euro auf dem Vorjahresniveau. Aufgrund des höheren Betriebshaushaltes ist dadurch unser Industrieanteil in den Bereich zwischen 30 und 31 Prozent gesunken. Wir sind damit noch über den geforderten 30 Prozent, werden aber diesem für uns so wichtigen Kennwert in 2016 eine erhöhte Aufmerksamkeit schenken. Wir streben mittelfristig einen Industrieanteil von über 35 Prozent an. Unsere öffentlichen Erträge der nationalen und Europäischen Fördergeber, die wir als angewandte Forschung ebenfalls im Verbund mit der Industrie erwirtschaften, sind 2015 gestiegen. Damit stimmt nach wie vor unser Einnahmenmix mit dem klaren Schwerpunkt in der anwendungsbezogenen Forschung und Entwicklung für und mit Industrieunternehmen, sowie einem Anteil von knapp 30 Prozent für grundlegendere und für den Markt vorbereitende Forschungsarbeiten.

Wir konnten das Jahr 2015 wirtschaftlich positiv abschließen und sind auch mit sehr guten Kennzahlen in das Jahr 2016 gestartet.

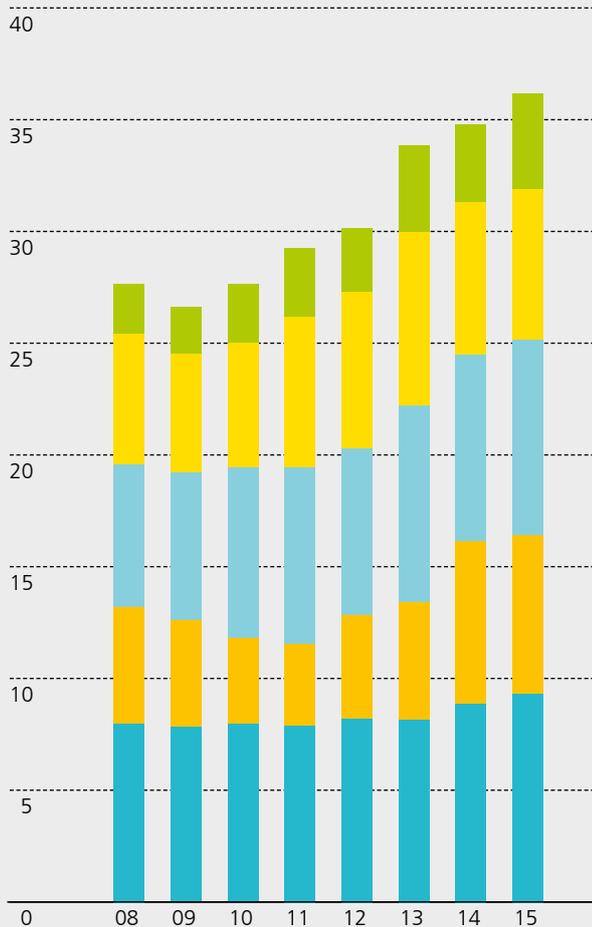
Personalstruktur des Fraunhofer ICT: Stand 31. Dezember 2015



Finanzielle Entwicklung des Fraunhofer ICT 2008 bis 2015.

Erträge

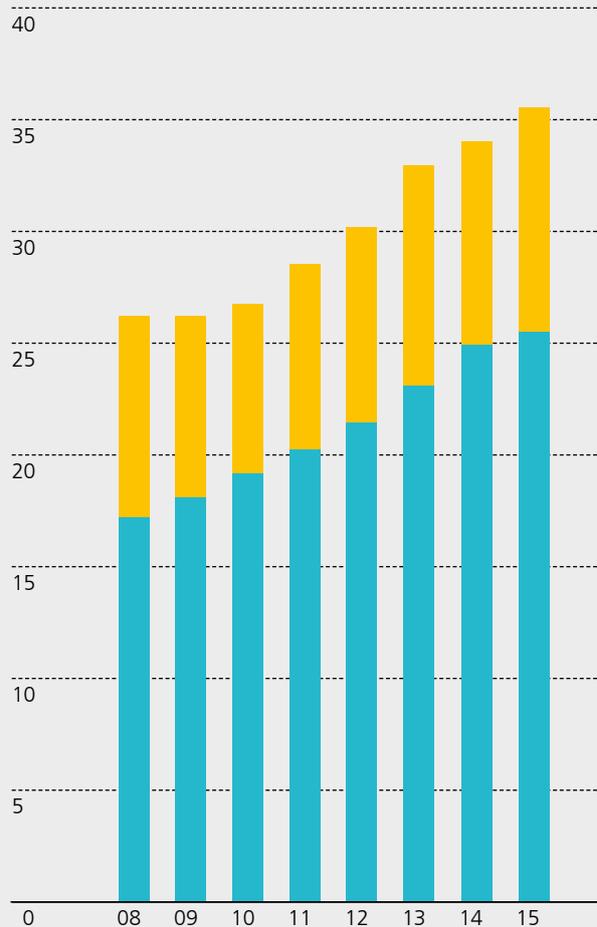
Mio. €



- Sonstige
- Industrie
- Öffentliche Hand
- Institutionelle Förderung: BMBF
- Institutionelle Förderung: BMVg

Aufwendungen

Mio. €



- Sachkosten
- Personalkosten

GESCHÄFTSFELDER UND KERNKOMPETENZEN

Die Kernkompetenzen des Fraunhofer ICT finden überwiegend in vier am Markt orientierten Geschäftsfeldern Anwendung, diese sind:

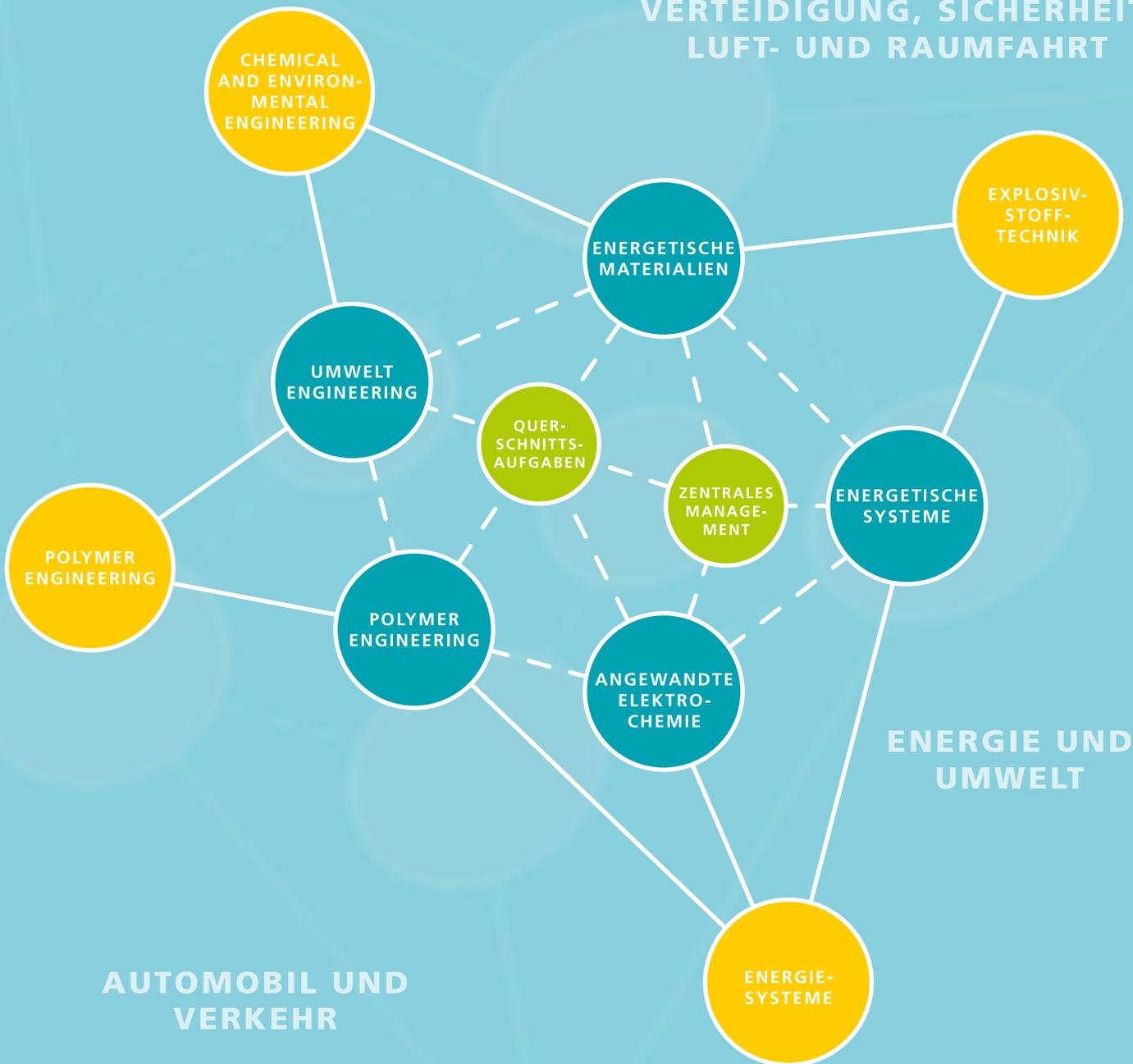
- Verteidigung, Sicherheit, Luft- und Raumfahrt
- Automobil und Verkehr
- Energie und Umwelt
- Chemie und Verfahrenstechnik

Eine Zuordnung von Themen oder sogar von Projekten, bei sich im Zuge der Systemkompetenzen zunehmend überlappenden Geschäftsfeldern, ist aus unserer Sicht weder notwendig noch zielführend.

Die Geschäftsfelder dienen dazu, unsere Kernkompetenzen anhand von Märkten und Marktsegmenten unserer Auftraggeber aus Industrie und öffentlicher Hand nach außen hin darzustellen. Viele unserer Kernkompetenzen finden sich in mehreren dieser Geschäftsfelder wieder. Ein gutes Beispiel dafür ist unsere Batterieforschung und -entwicklung. Diese findet sich zum Beispiel mit den Li-Ionen-Batterien je nach konkreter Anwendung in allen vier Geschäftsfeldern wieder. Wir verzichten bewusst auf Geschäftsfeldverantwortliche, da für uns sowohl die marktorientierte als auch die wissenschaftliche und technologische Ausrichtung der Forschungsthemen maßgeblich ist, und sich daraus ableitet, welcher primäre Markt, welche Marktsegmente oder welcher Markteinstieg gewählt werden.

CHEMIE UND VERFAHRENSTECHNIK

VERTEIDIGUNG, SICHERHEIT, LUFT- UND RAUMFAHRT



ENERGIE UND UMWELT

KERNKOMPETENZ

CHEMICAL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING

Die Kernkompetenz »Chemical and Environmental Engineering« umfasst die Fähigkeit zur Auslegung und Durchführung neuartiger, ressourcenschonender chemischer Prozesse vom Labor- bis zum technischen Maßstab. Die Kernkompetenz deckt hierbei die gesamte Prozesskette ab – beginnend bei der Rohstoffaufarbeitung, über die chemische Reaktionsführung, das Downstream-Processing (zum Beispiel Trenntechniken) bis hin zu nachgeschalteten Prozessen wie der Produktveredelung (zum Beispiel Partikeltechnik) und Formgebung (zum Beispiel Formulierung, Compoundierung).

Zentrale Zielgrößen der chemischen Prozessauslegung und Prozessoptimierung sind Leistungsspektrum, Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit. Insbesondere zielt das Leistungsspektrum für Prozesse der Fein- und Spezialitätenchemie auf das Erreichen hoher Selektivitäten und Ausbeuten, sowie auf dezidierte Eigenschaften der Zielprodukte.

Für die Wirtschaftlichkeit der Prozessführung stehen Forderungen nach energieeffizienten und ressourcenschonenden Verfahrenstechniken im Mittelpunkt. Gleichmaßen gilt es aber auch, Nachhaltigkeitsanforderungen im Hinblick auf die Minimierung der Abfallströme, die Rückführung von Stoffströmen und den Einsatz erneuerbarer (nachwachsender) Rohstoffquellen zu erfüllen.

Am Fraunhofer ICT begegnen wir diesen Anforderungen mit der Entwicklung moderner Verfahrens- und Prozesstechniken. Hierbei wird häufig erfolgreich ein Paradigmenwechsel von diskontinuierlichen zu kontinuierlichen Prozesstechniken vollzogen. So ist beispielsweise die kontinuierliche Prozessführung unter Einsatz von Mikroverfahrenstechnik ein zentrales Element der Prozessauslegung und Prozessintensivierung. Sie erlaubt die Prozessführung in neuen Prozessfenstern, die mit klassischen Verfahren nicht zugänglich sind und in denen chemische Reaktionsprozesse technisch und wirtschaftlich signifikant optimiert betrieben werden können. Häufig handelt es sich hierbei um die Herstellung von Vorstufen oder Produkten aus dem Bereich der Fein- und Spezialitätenchemie (zum Beispiel Polymere, Agrochemikalien, Pharma-Vorprodukte, Tenside, Explosivstoffe, Life Science Produkte).

Ein großer Anteil dieser Arbeiten wird exklusiv im Auftrag von Industriekunden durchgeführt. Darüber hinaus wird das Anwendungsspektrum kontinuierlicher Prozessführung systematisch auf weitere Prozessschritte und neue Anwendungsfelder übertragen. Insbesondere sind dies die Intensivierung im Downstream-Processing (zum Beispiel Extraktion, Phasentrennung), die größenkontrollierte Herstellung von Nanopartikeln und Mikrokapseln, die Entwicklung photochemischer Synthesen und umweltfreundlicher Katalyseprozesse sowie die Intensivierung mehrphasiger Reaktionsprozesse (gasförmig/flüssig, flüssig/flüssig).

Ein wichtiges Werkzeug bei der Prozessauslegung stellen modernste, zum Teil eigenentwickelte Prozessanalysetechniken dar. Große Fortschritte erzielen wir insbesondere bei der Entwicklung und Adaption schneller spektroskopischer und kalorimetrischer Prozessanalytik. Mittels dieser können wir chemische Prozesse mit einer hohen Zeit- und Ortsauflösung verfolgen. Dadurch werden häufig erstmals kinetische, sicherheitstechnische sowie weitere relevante Daten für eine optimierte Prozessauslegung zugänglich.

Kontinuierliche Mehrzweckanlage für Syntheseprozesse im kg/h-Maßstab.



Aufgrund unseres umfassenden Know-hows auf dem Gebiet der Explosivstofftechnik verfügen wir über spezielle Kompetenzen bei der sicheren Auslegung und Durchführung gefahrgeneigter Prozesse (explosiv, toxisch). Bei der Entwicklung von Hochdruck-Prozessen profitieren wir zudem von unseren langjährigen Erfahrungen bei der Prozessführung überkritischer Fluide.

Sowohl unter dem Aspekt der Prozesssicherheit als auch der Erzielung einer zuverlässigen sowie robusten Prozessführung und -effizienz bilden die maßgeschneiderte Prozessregelung, Prozesssteuerung und Prozessüberwachung einen integralen Bestandteil unserer Entwicklungsarbeiten. Mit der Fähigkeit zur Synthese-Aufskalierung und Durchsatzsteigerung in eigenentwickelten Mehrzweck-, Miniplant- und Pilotanlagen können wir sowohl größere Substanzmengen für Testanwendungen bereitstellen als auch Sicherheits- und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen auf realistische Betriebsgrößen und -maßstäbe abbilden.

Für die Nutzung nachwachsender Rohstoffe entwickeln wir Bioraffinerieprozesse und evaluieren sie unter bioökonomischen Gesichtspunkten. Biogasprozesse für die Energiespeicherung ergänzen die Bioökonomie-Aktivitäten des Fraunhofer ICT.

Die Bioraffinerieprozesse umfassen beispielsweise den Aufschluss von Holz und anderen Lignocellulosen oder Fetten und Ölen, die nicht im Wettbewerb zur Nahrungsmittelproduktion stehen, um entsprechende Plattformchemikalien (Lignine, aromatische und aliphatische Folgeprodukte) aufzubauen. So wurden ein kontinuierlicher Prozess zum Lignocellulose-Aufschluss im Miniplantmaßstab sowie verschiedene Verfahren zur Synthese von Plattformchemikalien aus nachwachsenden Rohstoffen realisiert.

Auch bei der Entwicklung von Bioraffinerieprozessen steht ein wirtschaftliches Downstream-Processing der Produktströme häufig im Mittelpunkt des Interesses. Aktuelle Arbeitsgebiete

sind deshalb die Intensivierung und Energieoptimierung klassischer Trenntechnologien, die Entwicklung kontinuierlicher Trenntechniken sowie Trenntechnologien der zweiten Generation (»Molecular Sorting«).

Auf dem Gebiet der Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz stehen Nachhaltigkeitsanforderungen im Hinblick auf die Minimierung der Abfallströme, das Recycling von Stoffströmen und der Einsatz nachwachsender Rohstoffquellen im Mittelpunkt. Weitere Möglichkeiten, Sekundärrohstoffe nutzbar zu machen, eröffnen sich durch das Know-how auf den Gebieten des nachhaltigen Produktdesigns (Eco-Design), des Life-Cycle-Assessments (LCA) und der Substitution kritischer Rohstoffe (zum Beispiel im Fraunhofer Leitprojekt »Molecular Sorting«).

Darüber hinaus wird am Fraunhofer ICT die Umweltsimulation als Instrument der Lebensdauervorhersage für ein nachhaltiges Wirtschaften sehr erfolgreich eingesetzt. Dabei werden Umwelteinflüsse auf technische Erzeugnisse verschiedenster Industriebereiche wie Automobil- und Automobilzulieferindustrie, Elektro- und Elektronikindustrie, Verpackungs- und Bauindustrie simuliert und deren Wirkung in Schwachstellenanalysen ermittelt.

KONTAKT

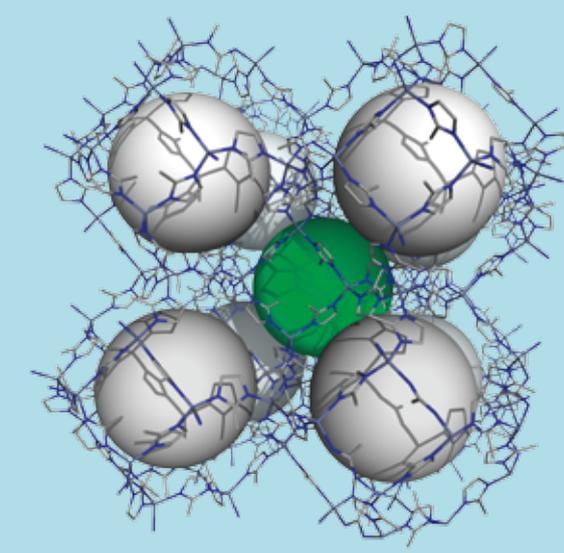
Dr. Stefan Löbbecke

Tel. +49 721 4640-230 | stefan.loebbecke@ict.fraunhofer.de

Rainer Schweppe

Tel. +49 721 4040-173 | rainer.schweppe@ict.fraunhofer.de

BILDER RECHTS Links: *Typische Struktur einer MOF-Verbindung (hier: ZIF-8, aufgebaut aus Zn-Knotenpunkten und 2-Methylimidazol-Brückenmolekülen). Graue und grüne Kugeln illustrieren die unterschiedlichen Porengrößen in der Gerüstverbindung. Mitte: MOF-Kristalle mit enger Partikelgrößenverteilung (hier: ZIF-8, mittlere Partikelgröße 500 µm). Rechts: Herzstück der kontinuierlichen MOF-Herstellung: mikrofluidische Reaktorstrukturen.*



METAL ORGANIC FRAMEWORKS

Nanoporöse Multitalente

Metallorganische Gerüstverbindungen (Metal-Organic Frameworks, MOFs) erfahren als eine neue Klasse hochporöser Materialien eine ungebrochen hohe Nachfrage, schließlich erstrecken sich ihre potenziellen Anwendungen von der Gasspeicherung, Gastrennung und Katalyse bis hin zur Biomedizin, Sensorik, Energietechnik und Mikroelektronik. Mit ihren großen spezifischen Porenvolumina von bis zu $3,60 \text{ cm}^3/\text{g}$ und hohen spezifischen Oberflächen von bis zu $7000 \text{ m}^2/\text{g}$ übertreffen MOFs etablierte poröse Materialien wie Aktivkohlen oder Zeolithe zum Teil deutlich. Was MOFs besonders macht, ist ihr modularer Aufbau aus metallischen Clustern (Knotenpunkte) und organischen Brückenmolekülen (Linker), die die Gerüststruktur aufspannen. Durch die gezielte Kombination aus organischen Linkern und metallischen Knotenpunkten lassen sich MOFs mit sehr unterschiedlichen Materialeigenschaften entwickeln.

MOF-Anwendungen brauchen leistungsfähige Herstellungsverfahren

Das Fraunhofer ICT betreibt die reaktions- und verfahrenstechnische Optimierung von MOF-Synthesen. Hierzu werden Herstellungsstrategien entwickelt, die eine skalierbare und wirtschaftliche Bereitstellung von MOF-Substanzen im Kilogramm-Maßstab ermöglichen, um damit MOFs für erste industrielle Anwendungen verfügbar zu machen. Für die Synthese stark nachgefragter MOF-Substanzen wie zum Beispiel ZIF-8 (Zeolitic Imidazolate Framework 8) wird konsequent von der herkömmlichen diskontinuierlichen Batch-Herstellung auf kontinuierliche Prozessfahrweisen umgestellt. Dabei wird auf mikroverfahrenstechnische Komponenten zurückgegriffen, die eine starke Intensivierung von Stoff- und Wärmetransport im Reaktor ermöglichen und zudem ein genaue Verweilzeitkontrolle erlauben.

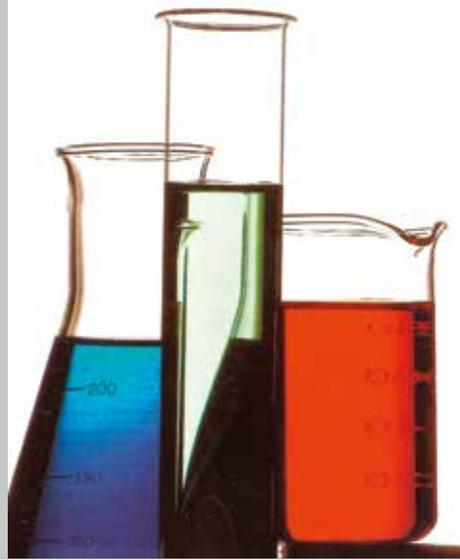
Über mehrere Entwicklungszyklen ist es so gelungen, signifikante Prozessoptimierungen sowohl im Hinblick auf Durchsatz und Produktqualität als auch auf MOF-Herstellungskosten zu erzielen. Mit Hilfe der Konti-Prozesse unter Einsatz mikrofluidischer Strukturen werden MOF-Kristalle mit enger Partikelgrößenverteilung erhalten. Zudem ist es möglich, über die präzise Wahl der Prozessbedingungen sowohl die mikroskopische als auch makroskopische Morphologie der MOF-Produkte je nach Anwendungsfall gezielt einzustellen. Typische Synthesekapazitäten liegen gegenwärtig im Bereich von mehreren Kilogramm Produkt pro Tag – bei Herstellungskosten von zum Teil deutlich unter 1 Euro pro Gramm MOF.

Mit dem kontinuierlichen Syntheseansatz wurde bewusst ein Reaktorkonzept gewählt, das nicht nur hohe Raum/Zeit-Ausbeuten liefert, sondern auch skalierbar ist. Durchsatzsteigerungen werden durch eine entsprechende Parallelisierung von Reaktionssträngen unter Erhalt der gewählten Dimensionierungen und damit unter Erhalt von optimierten Stoff- und Wärmetransportbedingungen sowie optimiertem Verweilzeitverhalten realisiert. Dadurch wird ein klassisches Problem bei der Aufskalierung von Batch-Prozessen, nämlich die veränderten Oberflächen- und Volumenverhältnisse, umgangen. Das Ergebnis ist eine gleichbleibende Produktqualität, insbesondere im Hinblick auf Kristallstruktur, BET-Oberfläche, Sorptionsverhalten, Partikelgröße sowie thermische und chemische Stabilität. Diese Qualitätsparameter werden bereits während der Synthese- und Prozessauslegung fortlaufend erfasst, um ggf. Prozessanpassungen frühzeitig vornehmen zu können.

KONTAKT

Dr. Calogero Giancarlo Piscopo

Tel. +49 721 4640-572 | calogero.piscopo@ict.fraunhofer.de



BIORAFFINERIE-PROZESSE

In den vergangenen Jahren wurden am Fraunhofer ICT viele Bioraffinerie-Prozesse zum Aufschluss von Laub- und Althölzern, Fetten und Ölen, Kohlenhydraten und Restbiomassen aus Biogasanlagen für die Synthese hochwertigster Zwischenprodukte entwickelt. Diese Produkte umfassen die Produktklasse der Weichmacher, Schmierstoffe, Tenside, Lacke, Polymervorstufen und Pharmazievorprodukte. Anhand der Projektergebnisse erfolgte in Zusammenarbeit mit der durch das Fraunhofer ICT mitgegründeten Außenstelle des Fraunhofer IGB, dem Fraunhofer CBP, die Übertragung in industrielle Miniplantmaßstäbe.

Ein besonders hervorzuhebendes Forschungsprojekt endete Mitte 2015: Die Lignocellulose-Bioraffinerie unter der Leitung der DECHEMA (gefördert von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe). Ziel dieses Vorhabens war die stoffliche Nutzung der Inhaltsstoffe Lignin, Cellulose, Hemicellulose und weiterer Komponenten, gewonnen aus dem Aufschluss von Hölzern. Da bereits seit 2003 am Fraunhofer ICT Organosolv-Prozesse (Ethanol/Wasser-Aufschluss) für die Extraktion von Biomasse-Inhaltsstoffen eingesetzt werden, konnte der Prozess sowohl chemisch-technisch als auch wirtschaftlich optimiert werden. Über den Organosolv-Aufschluss von Holz mittels Ethanol und Wasser kann ein besonders reines, schwefelfreies Lignin mit relativ geringer Molekülmasse (1000-1500 g/mol) gewonnen werden. Durch eine spezielle Prozessführung und die Art der Ligninfällung ist es zudem möglich, seine Eigenschaften zu variieren.

Lignin bietet sich grundsätzlich als aromatenreicher Rohstoff für die chemische Industrie an. Die Nutzung von Lignin als Polymer in Harzen, Polyurethanen und PU-Schäumen wurde bereits mehrfach erfolgreich gezeigt. Mittels katalytischer Spaltung des Lignins erzielten wir hohe Ausbeuten oligomerer aromatischer Produkte mit einem hohen Gehalt an wertvollen Phenolen. Wir stellten Phenolharze, PU-Schäume und

Polyurethane, aber auch thermoplastische Lignin-Blends und Naturfaser-Composites her und analysierten deren Kennwerte. Dabei konnten mehrere Rezepturen mit vorteilhaften anwendungsspezifischen Eigenschaftsspektren entwickelt werden, die auch für eine industrielle Produktion geeignet sind.

Besonderes Augenmerk wurde auf eine wirtschaftliche Nutzung der im Holzaufschluss freigesetzten C₅- und C₆-Zucker gelegt. Hier verfügt das Fraunhofer ICT seit über 13 Jahren über umfangreiche Erfahrungen im Bereich der Synthese von 5-HMF (Hydroxymethylfurfural) und dessen Folgeprodukt 2,5-FDCA (Furandicarbonsäure) aus Zuckern für die Synthese unterschiedlichster Polyfuranolate und anderer Polyester.

Die Zuckerfraktionen lassen sich auch problemlos in unterschiedliche Polyole für Polyurethan- oder Polyesteranwendungen umwandeln. Die erhaltenen Produkte zeigen im Gegensatz zu pflanzenölbasierten Polyolen ein zähsteifes Verhalten.

Im Rahmen der Nachhaltigkeitsbewertung des gesamten Prozesses ergaben sich insbesondere bei den Kategorien Klimawandel, Versauerung, Eutrophierung und dem kumulierten fossilen Energieaufwand Vorteile in der Größenordnung von 50 bis 80 Prozent eingesparter Emissionen gegenüber konventionellen Referenzprozessen.

KONTAKT

Rainer Schweppe

Tel. +49 721 4640-173 | rainer.schweppe@ict.fraunhofer.de

BILDER Rechts: Produkte verschiedenster Aufschlussprozesse aus Buchenholz v.l.n.r.: Lignin (Extraktion), Kohle (Pyrolyse) und oligomere Phenole (Hochdruckspaltung von Lignin).

AUSSTATTUNG

- verschiedene Synthesetechnika für mechanische und chemische Verfahrenstechnik
- kontinuierliche und diskontinuierliche Hochdruckanlagen für die Hydrothermolyse, Oxidation und Hydrierung sowie Reaktionen in unter- und überkritischem Wasser
- Hochdruckextraktionsanlagen für die Extraktion in überkritischem Kohlendioxid
- Anlagen zur Bestimmung von Löslichkeiten und Phasengleichgewichten bei hohen Drücken
- Anlagen zur Lösungs- und Schmelzpolymerisation
- mobile Anlagen zur Umkehrosmose, Nano- und Ultrafiltration
- Pilotanlagen zur Kristallisation aus Lösungen mittels überkritischer Fluide
- verschiedenste Destillationsanlagen zur thermischen Trennung hochsiedender/empfindlicher Stoffgemische (Fallfilmverdampfer, Hochtemperaturvakuumrektifikation)
- Anlagen zur Flüssig/Flüssig- und Fest/Flüssigextraktion
- Mikroverfahrenstechnische Versuchsstände und Syntheseanlagen
- Anlagen zum Parallelscreening von Syntheseansätzen (auch unter Hochdruck)
- mehrere Reaktionskalorimeter (Batch und kontinuierlich)
- Technikumsanlage zur Aufskalierung in den 50 kg bzw. 50 l Maßstab
- Sicherheitsboxen zur ferngesteuerten Reaktionsführung gefahrgeneigter Prozesse
- modernste Prozessspektrometer für die inline, online oder atline Prozessverfolgung (UV/Vis, NIR, IR, Raman)
- umfangreich ausgestattete chemische, spektroskopische, thermische und mechanische Analysenlabore
- Anlagen zur Oberflächenanalytik, Anlagen zur volumetrischen und gravimetrischen Sorptionsmessung
- Beschichtungs- und Coatingprozesse
- Sprüh- und Schmelzkristallisationsprozesse
- Zerkleinerungstechniken
- Partikelgrößen- und Kristallstrukturanalytik
- Computertomographie
- Anlagen zur Umweltsimulation (Klima, Vibration, Schadgas, Korrosion, Schutzart)
- Einrichtungen zur Emissionsmessung flüchtiger Verbindungen (VOC) an Werkstoffen und Bauteilen

KERNKOMPETENZ POLYMER ENGINEERING

Seit seiner Teilkonversion im Jahre 1994 betreibt das Fraunhofer ICT in der Kernkompetenz »Polymer Engineering« erfolgreich anwendungsnahe Forschung von der Polymersynthese über Werkstofftechnik, Kunststoffverarbeitung, Bauteilentwicklung und -fertigung bis hin zum Recycling von Kunststoffen und ihren Anwendungen.

In der »Polymersynthese« befassen wir uns überwiegend mit der Entwicklung so genannter klassischer Polymere wie Polyurethane, Polyester und Polyamide. Hierbei zielen wir auf die Einstellung neuer Eigenschaften ab, die zu einer Erweiterung der Einsatzmöglichkeiten dieser Polymere führen. Neben der Polymersynthese bildet die Additiv- und Flammschutzmittelsynthese, beispielsweise für neue Bio-Polymer-Compounds, einen Schwerpunkt in diesem Bereich. Diese Entwicklungen gewinnen aufgrund der Veränderungen im Feedstockbereich sowie durch regulatorische Anforderungen (bspw. REACH) an Bedeutung. Die sich aus den Veränderungen der Materialsysteme ergebenden Prozessanpassungen werden durch die breite thematische Ausrichtung der Kernkompetenz Polymer-Engineering dabei mit berücksichtigt.

Im Bereich »Compounding und Extrusion« befassen wir uns intensiv mit der Prozess- und Materialentwicklung in der Aufbereitungstechnik. Schwerpunkte der Arbeiten in der Prozessentwicklung sind extraktive Compoundierprozesse zur Reduktion von Emissionen. Im Bereich Materialentwicklung bilden Recyclingwerkstoffe und Bio-Polymere die Schwerpunkte.

Die Kompetenz bei den »Nanokompositen« liegt in der Verarbeitung und Charakterisierung von funktionellen Kompositen unter Verwendung nanoskaliger Zusatzstoffe (insbesondere Carbon-Nano-Tubes), um den Materialien verbesserte elektrische, mechanische oder thermische Eigenschaften zu verleihen. Maßgebliche Aufgaben im Themenfeld »Schäumtechnologien« bestehen in der Partikelschaumtechnik sowie der Herstellung geschäumter Halbzeuge im

Direktschaumprozess. Die Forschungsschwerpunkte liegen dabei auf der Optimierung konventioneller Materialien, unter anderem hinsichtlich verbesserter Wärmedämmung, dem Schäumen von Polymeren aus nachwachsenden Rohstoffen sowie in Technologien zur Verbesserung der Oberflächenqualität.

In der »Thermoplastverarbeitung« stehen neben Standard-Spritzgieß- und Fließpressverfahren, u.a. zur integrativen Verarbeitung lokaler Verstärkungselemente oder Inlays im Bereich hybrider Bauteile, vor allem Direktprozesse im Mittelpunkt der FuE-Arbeiten. Eine weiter zunehmende Bedeutung wird auch für das Thermoplast-Schaumspritzgießen erwartet, weshalb dieser Themenbereich bereits gestärkt wurde.

Die Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte bei der »Duromerverarbeitung« liegen in der Material- und Prozessentwicklung für die großserienfähige Herstellung langfaserverstärkter Verbundbauteile, welche für Struktur- und Oberflächenbauteile benutzt werden. Unsere diesbezüglichen Kompetenzen bestehen unter anderem bei Sheet Molding Compounds (SMC) sowie im PU-Fasersprühen.

*Anwendungsbeispiele für
Partikelschäume.*



Die Forschungsschwerpunkte im Bereich »Hochleistungsfaserverbunde« sind insbesondere die Weiterentwicklung und Industrialisierung von Resin-Transfer-Molding-Verfahren (RTM) im Hinblick auf die großserienfähige Herstellung von Bauteilen aus duromeren sowie thermoplastischen (T-RTM) Hochleistungsfaserverbundwerkstoffen. Das Erzeugen textiler Preforms, deren Handhabung sowie die nachfolgende Harzinfusion unter Hochdruck sind wichtige Bestandteile der Forschungsarbeiten.

Unsere Kompetenzen im Bereich »Mikrowellen- und Plasmatechnologie« umfassen Entwicklungen von Anlagen- und Messtechnik für Mikrowellen und mikrowellenbasierten Plasmen sowie die numerische Simulation des elektromagnetischen Feldes. Anwendungen sind unter anderem die mikrowellenbasierte Erwärmung von Kunststoffen und Harzsystemen oder die Plasmabildung zur Oberflächenmodifikation von Bauteilen. Besonderes Augenmerk liegt im reproduzierbaren und kontrollierbaren Einsatz der Mikrowellentechnik sowie auf effizienten Plasmaprozessen.

Im Bereich des »Online-Prozessmonitorings« werden spektrale und auf Mikrowellen basierende Messverfahren zur anlagenintegrierten Prozess- und Materialkontrolle sowie zur Prozesssteuerung eingesetzt. Großes Know-how liegt im Bereich der Sondentechnik speziell für Mikrowellenverfahren, beim Einsatz von Spektralverfahren im UV-, VIS-, NIR- und IR-Bereich sowie in der Prozess-Raman-Spektroskopie vor.

Im Bereich »Recycling und Kreislaufwirtschaft« werden insbesondere Prozesse und Technologien für eine stoffliche Verwertung von Polymeren entwickelt. Einen Schwerpunkt bilden dabei Konzeptstrategien für die Verwertung von Verbundwerkstoffen, zum Beispiel für Flügel von Windkraftanlagen.

Neben der stofflichen Aufbereitung von Verbunden befassen wir uns im Sinne einer hohen Ressourceneffizienz auch mit der chemischen Aufbereitung, insbesondere mit der Entwicklung von Solvolysenverfahren.

Fraunhofer Project Centre FPC for Composites Research

Mit der einzigartigen Partnerschaft zwischen dem Fraunhofer Project Centre for Composites Research (FPC) at Western University in London, Ontario, Kanada und der Western University selbst ist ein Zusammenschluss gelungen, der die Kompetenzen des Fraunhofer ICT auf dem Gebiet der Faserverbundwerkstoffe mit dem Know-how in der Material- und Oberflächenforschung der kanadischen Hochschule verbindet. Das FPC verfügt über eine hochmoderne Anlagentechnik zur Verarbeitung von Faserverbundwerkstoffen. Damit können Forschungsaufträge im industriellen Maßstab, überwiegend für den Automobilbau, durchgeführt werden. Eine enge Zusammenarbeit durch den Austausch von Ingenieuren, Technikern und Wissenschaftlern ermöglicht eine umfassende Werkstoff- und Verfahrensentwicklung, maßgeschneidert für die unterschiedlichen Marktanforderungen.

Verbünde und Allianzen

Durch die enge thematische Vernetzung mit anderen Fraunhofer-Instituten innerhalb der Fraunhofer-Allianzen »Bau«, »Automobilproduktion«, »Leichtbau« und »Nanotechnologie« sind wir in der Lage, Systemlösungen aus einer Hand anzubieten.

KONTAKT

Prof. Dr. Frank Henning

Tel. +49 721 4640-420 | frank.henning@ict.fraunhofer.de

Rainer Schweppe

Tel. +49 721 4640-173 | rainer.schweppe@ict.fraunhofer.de

Gesa Langer

Tel. +49 721 4640-317 | gesa.langer@ict.fraunhofer.de

BILDER RECHTS *Links: Sitzreihe aus einem Flugzeug (Demonstrator Clean Sky), deren Polyurethanformulierung zu etwa 23 Gew% aus nachwachsenden Rohstoffen besteht. Rechts: Mikrowellenantennen zur direkten CFK-Erwärmung.*



JTI CLEAN SKY

Clean Sky ist das bislang größte Forschungsprogramm zur Förderung der europäischen Luftfahrt. Das Ziel: Luftfahrt soll die Umwelt weniger belasten. So sollen die Emissionen von CO₂ und Stickoxiden um 50 bzw. 80 Prozent gesenkt und die Lärmbelastung halbiert werden. Rund 2,2 Milliarden Menschen steigen jährlich in den Flieger, Tendenz: steigend. Daher sollen in 20 Jahren bereits doppelt so viele Flugzeuge den Himmel stürmen. Doch so viele Flugzeuge belasten die Umwelt. JTI Clean Sky vereint 500 Akteure aus 24 Ländern, darunter 14 Fraunhofer-Institute. Die genannten Zielsetzungen sollen Fliegen somit umweltverträglicher machen.

Leicht, leichter, am leichtesten ...

Soll das Fliegen die Umwelt schonen, dann ist der Dreh- und Angelpunkt das Gewicht des Flugzeugs: Je weniger es wiegt, desto weniger Kerosin braucht es und desto schadstoffärmer fliegt es. Die Hersteller gehen daher dazu über, Metall durch funktionsintegrierten Leichtbau und kohlenstofffaserverstärkten Kunststoff (CFK) zu ersetzen. Forscher des Fraunhofer ICT arbeiten daher daran, die Herstellung in die Großserie zu überführen, etwa mit einem Legekopf und einer optimierten Prozesstechnologie und -steuerung, den die Projektgruppe Funktionsintegrierter Leichtbau FIL des Fraunhofer ICT zusammen mit der Firma Coriolis entwickelt hat. An einem handelsüblichen Industrieroboter befestigt, greift der Legekopf die mit Harz ummantelten Carbonfasern und legt sie auf dem Werkzeug ab, wo sie ausgehärtet werden. Für den Airbus A 350 wird die Firma Premium Aerotec bereits in Kürze erste Bauteile mit dem neuen Verfahren herstellen.

Mehr Intelligenz ins Flugzeug

Auch andere Aspekte der Luftfahrt werden beleuchtet: Rund um die Sahara strömen bei Start und Landung etwa zweieinhalb Kilogramm Sand durch ein Triebwerk. Ab einer gewissen Temperatur schmilzt dieser Sand, lagert sich auf der Turbinenschaufel ab und schädigt sie. Forscher des Fraunhofer ICT

bringen daher Mikropartikel auf die Wärmedämmschicht auf. Sie reagieren mit dem geschmolzenen Staub und setzen dessen Schmelzpunkt herauf, sodass er wieder fest wird und sich nicht mit der Oberfläche verbindet.

Umweltschonendes Recycling

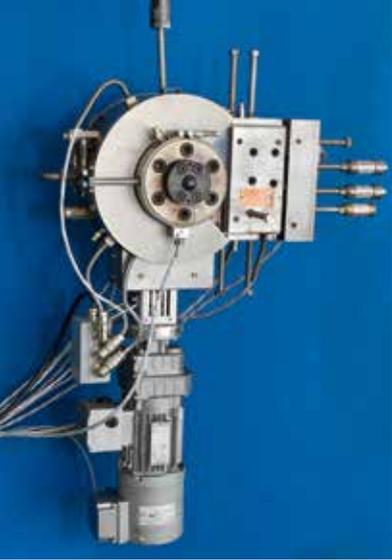
Für den Jet an sich ist Recycling noch eine ungewöhnliche Idee. Doch soll die Luftfahrt umweltfreundlicher werden, führt daran kein Weg vorbei. Das Projekt EcoDesign, ein Unterprojekt von Clean Sky unter Leitung des ICT, widmet sich Technologien fürs Flugzeug-Recycling. Eine große Hürde liegt in den Verbundmaterialien: Die Fasern lassen sich nur schwer wieder vom umgebenden Harz trennen. Hier hilft ein am Fraunhofer ICT entwickeltes Verfahren, welches mit Hilfe überkritischer Fluide faserverstärkte Komposite wieder in die Bestandteile »Faser« und »Matrixpolymer« zerlegt. Ein am ICT entwickelter Flugzeugsitz, bestehend aus einem 100 Prozent recyceltem Polyurethanschaum und ausgestattet mit einem nachhaltigen Flammenschutzsystem erreichte als einziges Entwicklungsbauteil eines Forschungsinstitutes den Status eines Demonstrators für das Flugzeug der Zukunft.

Auf Wunsch der Luftfahrtindustrie hat ein Team des Fraunhofer ICT gemeinsam mit anderen Instituten ein softwarebasiertes System zur ganzheitlichen Bilanzierung von Flugzeugbauteilen entwickelt (ENDAMI). Die Software ist anwenderfreundlich und liefert bereits in der Planungsphase Informationen, wie sich bestimmte Materialien und Bauteile auf die Umwelt auswirken.

KONTAKT

Rainer Schweppe

Tel. +49 721 4640-173 | rainer.schweppe@ict.fraunhofer.de



NanoOnSpect

Nanoskalige Partikel können die Funktionalität von Kunststoffen deutlich erweitern, ohne dass dafür große Zugabemengen erforderlich wären. Damit aber beispielsweise die gewünschte elektrische Leitfähigkeit erreicht wird, muss nicht nur die Zugabemenge, sondern auch die Verteilung der Partikel innerhalb der Kunststoffmischung exakt stimmen. Das EU-Projekt NanoOnSpect hat hierfür ein neues onlinefähiges Charakterisierungstool, die sogenannte »^{on}BOX«, entwickelt.

Aufgrund der häufig hohen Kosten für funktionalisierende Nano-Partikel und kleiner Produktionsbatches ist eine möglichst frühzeitige Erkennung von Qualitätsschwankungen und die Einhaltung von Toleranzen entscheidend in der Herstellung von Nano-Kompositen. Der in der Herstellung von »konventionellen« Kunststoff-Compounds meist gewählte Ansatz zeitversetzter Offline-Analytik führt hier zu potenziell hohen wirtschaftlichen Verlusten. Aufgrund der Komplexität der Zusammenhänge zwischen Partikelzugabemenge, Dispergiereigenschaften, Verfahrensparametern und den Eigenschaften des Basispolymers wird die Zieleigenschaft der Kunststoffmischung häufig erst nach mehreren produzierten Testmengen erreicht.

Das Fraunhofer ICT hat zusammen mit Partnern im europäischen Verbundprojekt NanoOnSpect ein industrietaugliches Analyse-Werkzeug entwickelt, das die Charakterisierung von polymeren Nanokompositen hinsichtlich ihrer Zieleigenschaften bereits während der laufenden Produktion erlaubt. Das spart nicht nur Materialkosten und Zeit. Es hilft auch, die Qualität der Kunststoff-Compounds weiter zu verbessern und ein stabiles Prozessfenster zu finden, da eine Prozess- und Materialoptimierung viel schneller und effizienter durchgeführt werden kann, wenn die Wartezeiten auf die Ergebnisse der Offline-Analytik wegfallen.

Installiert wird die im Projekt entwickelte »^{on}BOX« am Ende des Compoundierextruders, wo maßgeschneiderte Sensoren die Kunststoffmischung noch im schmelzeflüssigen Zustand vor der Granulierung analysieren. Unter anderem mit Hilfe von Spektroskopie, Ultraschallanalyse und dielektrischer Charakterisierung wird das Komposit aus Kunststoff und Nanopartikeln auf seine exakte Zusammensetzung, Viskosität, Leitfähigkeit und die Dispergiereigenschaften hin untersucht.

Wenn gewünscht, können die Daten im System mittels neuronaler Netze und Expertensystemen weiterverarbeitet und automatische Prozesskorrekturen abgeleitet werden.

Ein zentraler Forschungsinhalt des Projektes war die Erarbeitung von Korrelationen zwischen den in der Schmelze gemessenen Eigenschaften und den final am erstarrten Bauteil erhaltenen Materialeigenschaften.

Neben der Anwendung in der Charakterisierung von Nano-Kompositen sind die entwickelten onlinefähigen Sensoren und Auswertungsmethodiken natürlich auch für konventionelle Materialmischungen einsetzbar.

KONTAKT

Irma Mikonsaari

Tel. +49 721 4640-413 | irma.mikonsaari@ict.fraunhofer.de

BILDER Links: ^{on}BOX für die Online-Analytik. Rechts: Validierung der NanoOnSpect-Technologie an der industriellen Extrusionslinie bei Addiplast SAS, Frankreich.

AUSSTATTUNG

- diverse Doppelschneckenextruder
- optimierte Compoundiertechnik
- gravimetrische Dosiersysteme für Granulate, Pulver, Fasern, etc.
- Dosiersysteme für flüssige und hochviskose Medien
- Stranggranulierung, Unterwassergranulierung sowie Heißabschlag-Luftgranulierung
- diverse Trockner, Vakuumpumpen und Schmelzefilter
- parallelaufgeregelt hydraulische Pressen für die Verarbeitung von Kunststoffen mit 6300 und 36.000 kN Schließkraft
- Direkt-LFT-Anlage
- hydraulische Presse mit Zwischentisch und 2400 kN Schließkraft
- Spritzgießanlagen im Schließkraftbereich 350 bis 7000 kN
- Spritzgießsondervverfahren Spritzprägen, Mehrkomponentenspritzgießen, Thermoplast-Schaumspritzgießen, Expansionsschäumen
- Injection Molding Compounder mit 40 mm Doppelschneckenextruder und 7000 kN Schließkraft
- automatisiertes Thermoplast-Tapelegeverfahren für Gelege bis 2 x 2 m²
- Wickeltechnik zur Herstellung komplexer Schlaufenstrukturen
- Partikelschaumtechnik mit Doppelschneckenextruder, Unterwassergranulierung, Vorschäumer und Formteilautomat
- Tandem-Schaumextrusionsanlage für geschäumte Halbzeuge
- diverse Gasdosierstationen
- SMC-Flachbahnanlage
- Polyurethanverarbeitung PU-RIM und PU-Fasersprüh-technologie
- thermoplastische RIM/RTM-Verarbeitung
- duromere RIM/RTM-Technologie für Hochdruckinjektions- und Hochdruckkompressions-RTM-Prozess
- Automatisiertes PreformCenter zur Herstellung textiler Preforms
- Hochdruck CO₂-Schäumautoklaven
- Mikrowellenanlagen mit Generatoren im Bereich 1,2 bis 50 kW bei 915 MHz, 2,45 GHz und bei 5,8 bis 7 GHz
- mikrowellenbasierte Sensortechnik zur Prozessüberwachung
- Niederdruck-Flächenplasma mit 500 x 1000 mm Applikationsfläche und 8 x 2 kW Leistung
- Niederdruck-Plasmaanlage mit 8 Gaskanälen, ECR-Plasma und 1000 mm Plasmalänge
- Universalprüfmaschine 50 kN
- Schlagpendel und Durchstoßfallwerk
- HDT/Vicat-Gerät
- Hochdruckkapillarviskosimeter
- Rheotens[®]-Gerät zur Dehnviskositäts-Bestimmung
- Schmelzindex-Prüfgerät
- Platte-Platte-Viskosimeter
- Kontaktwinkelmessgerät
- Tensiometer
- Differential Scanning Kalorimetrie (DSC)
- TG-MS, Pyrolyse-GC-MS
- Gelpermeationschromatographie (GPC)-Molmassenbest.
- TGA und Mikrowellenveraschung zur Fasergehaltsbestimmung
- Lichtmikroskopie Auflicht und Durchlicht, Polarisation
- (Kryo-)Mikrotom, Schleif- und Poliermaschinen
- Weißlichtinterferometer
- Rasterelektronenmikroskop mit Elementanalyse (REM-EDX)
- FTIR mit ATR-Aufsatz, IR-Mikroskop
- UV-VIS und NIR
- Flammenschutz-Teststände
- Wärmeleitfähigkeitsmessgeräte

KERNKOMPETENZ ENERGIESYSTEME

Eine nachhaltige und bezahlbare Energieversorgung sowie der effiziente Umgang mit Energie bilden die Schwerpunkte der aktuellen Forschungspolitik. Innerhalb der Kernkompetenz »Energiesysteme« befasst sich das Fraunhofer ICT mit Energiespeichern für mobile und stationäre Systeme, mit dem Thema Brennstoffzellen sowie mit Wärmespeichern und stofflichen Energiespeichern. Das Institut hat sich innerhalb dieser Kernkompetenz über mehr als 30 Jahre elektrochemisches und chemisches Know-how aufgebaut und die Grundlagen für die Entwicklung effizienter und kostengünstiger Speicher und Wandler gelegt.

Zur Speicherung elektrischer Energie werden neue Speichermöglichkeiten entwickelt sowie bereits bekannte oder auch auf dem Markt befindliche Batterien untersucht und weiterentwickelt. Die Schwerpunkte liegen dabei auf Lithium-Ionen-Batterien, Festkörperbatterien (all-solid-state-Batterien), Redox-Flow-Batterien und auf den sogenannten Post-Lithium-Ionen-Systemen, wie zum Beispiel Lithium-Schwefel oder auch Natrium-basierten Batterien. Zellen und Batteriemodule werden sowohl thermisch als auch elektrisch charakterisiert und simuliert und können damit für unterschiedliche Anwendungen und damit Anforderungsprofile ausgelegt werden. Einen weiteren Schwerpunkt stellen Sicherheits- und Abuse-Untersuchungen mit Gasanalytik, Post-mortem-Untersuchungen an Zellen und Batterie-Modulen sowie die Entwicklung und Validierung von Sicherheitskonzepten für den Betrieb, Transport und Lagerung dar.

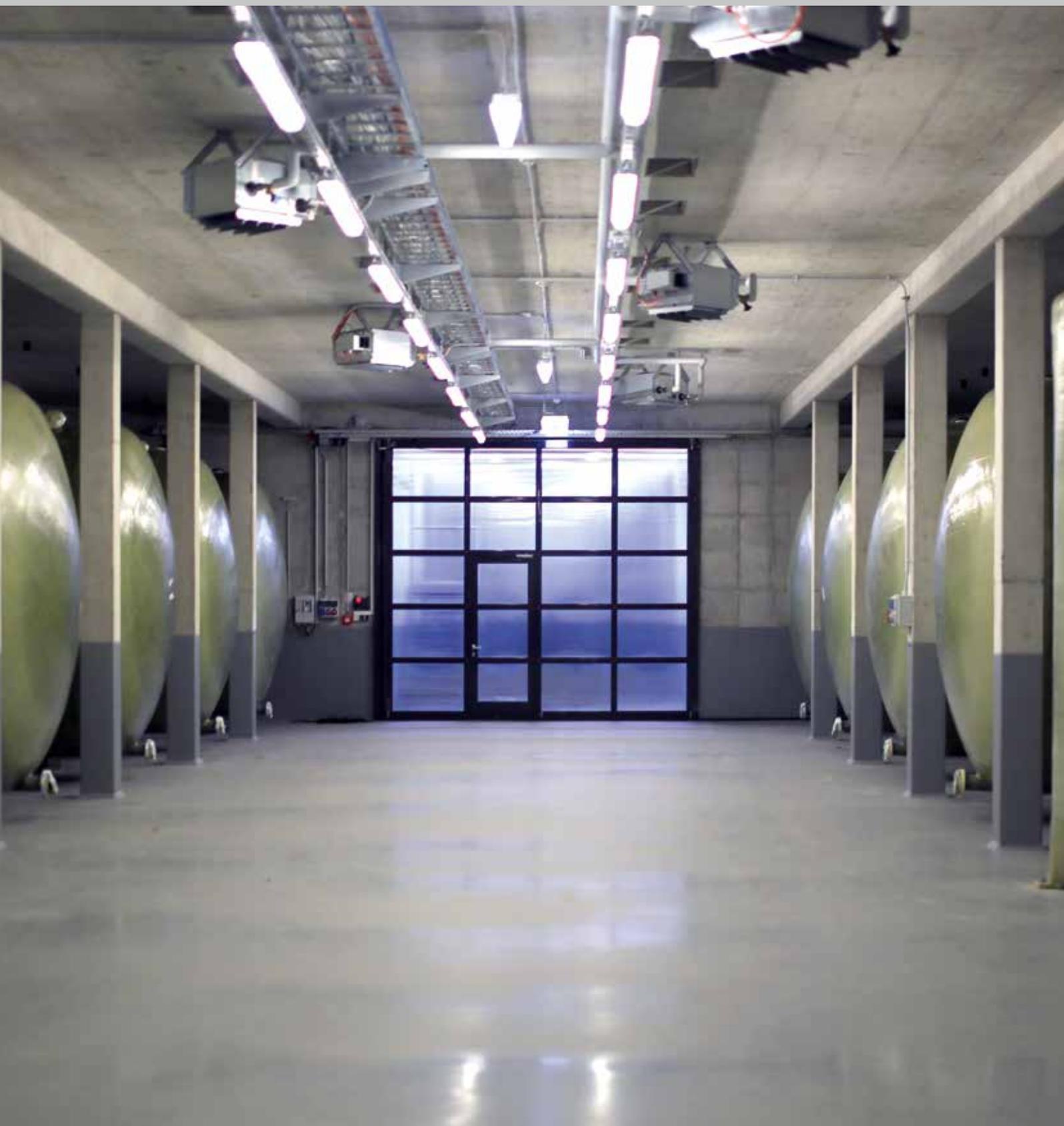
Elektrokatalysatoren für Brennstoffzellen der nächsten Generation bilden einen Schwerpunkt im Bereich der Brennstoffzellenentwicklung mit dem Ziel, die Leistungsdichten von mit flüssigen Brennstoffen betriebenen Systemen zu erhöhen und möglichst auf den Einsatz von Platin als Katalysator zu verzichten. Für die Entwicklung von Direkt-Alkohol-Brennstoffzellen liegen die Themenschwerpunkte in der Untersuchung von elektrochemischen Prozessen der Brennstoffzellen, zum Beispiel der Oxidation von Alkoholen und weiteren Brennstoffen sowie der Sauerstoff-Reduktions-Reaktion. Stacks und Brennstoffzellen-Systeme können für den Betrieb mit flüssigen Brennstoffen oder mit Wasserstoff ausgelegt, aufgebaut und umfangreich charakterisiert werden.

Bei Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC) liegen die Arbeitsschwerpunkte in der Charakterisierung der Leistungsfähigkeit bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen sowie auf Alterungsuntersuchungen an Membranmaterialien zur Aufklärung der Alterungsmechanismen und späteren Optimierung neuer Membranmaterialien. Im Elektrolysemodus kann die Degradation von Elektroden- und Supportmaterialien charakterisiert werden.

Thermische Speicher werden sowohl auf der Basis von Phase-Change-Materials (PCM) als auch von Zeolithen entwickelt und charakterisiert. Dazu gehört die physikalisch-chemische Grundlagencharakterisierung inklusive der modellhaften Beschreibung und die Charakterisierung von Ad- und Desorptionsphänomenen mithilfe thermoanalytischer Methoden. Die Auslegung, der Aufbau und der Test von Sorptionsspeichersystemen, Wärmespeichern auf Basis von Phase-Change-Materials sowie die Auslegung und der Aufbau und Test von Latentwärmespeichern ergänzen sehr anwendungsbezogen unsere Grundlagenuntersuchungen.

Neben den thermischen Speichern leistet auch die stoffliche Energiespeicherung einen wichtigen Beitrag zur Energiewirtschaft. Das Fraunhofer ICT befasst sich in diesem Themengebiet mit Wasserstoff als Energieträger.

*Tankebene
Redox-Flow-Batterie.*



Bei der Wasserstoffsicherheit spielt der Umgang mit Wasserstoff, insbesondere die sichere Lagerung und der sichere Transport, die Entwicklung und Ausführung von spezifischen Tests sowie die Beurteilung, Konzeption und Auslegung von Wasserstoffspeichern die wesentliche Grundlage dieser Kernkompetenz.

Verbünde und Allianzen

Die Kompetenzen des Fraunhofer ICT sind sowohl über Fraunhofer-Verbünde als auch über Fraunhofer-Allianzen mit anderen Instituten der Fraunhofer-Gesellschaft verknüpft. Das Fraunhofer ICT stellt mit Prof. Dr. Jens Tübke den Sprecher der »Allianz Batterien« und ist damit Fraunhofer-intern in der Kernkompetenz Energiesysteme hervorragend vernetzt. Weiterhin ist das Fraunhofer ICT mit seinen Themen aus dem Bereich der Energiesysteme hauptsächlich in den Allianzen »Energie«, »Space« und »Nanotechnologie« aktiv.

Dienstleistungen und Technologietransfer

Wir bieten unseren Kunden eine breite Palette an Entwicklungsangeboten für elektrische und thermische Speicher und elektrische Wandler für unterschiedlichste Anwendungsfelder. Eine Auslegung und Entwicklung von zum Beispiel Range Extendern oder APU Brennstoffzellensystemen für eine stationäre Anwendung sowie für Fahrzeuge umfasst folgende Schwerpunkte:

- vollständige Charakterisierung der Brennstoffzellenstacks der Typen PEMFC, HT-PEMFC und DMFC
- Umweltsimulation an Stacks und Systemen, zum Beispiel Klimatests, Einfluss von Erschütterungen etc.
- Erarbeitung von Betriebsstrategien, Optimierung des Zusammenspiels von Brennstoffzelle und Batterie
- Durchführung von Sicherheitsbetrachtungen mittels FMEA Methode

Weiterhin entwickeln wir geeignete Elektrokatalysatoren zum Einsatz mit verschiedenen Brennstoffen (Wasserstoff, Alkohole) in sauren oder alkalischen Brennstoffzellen. Zur Evaluierung

von Batteriematerialien wie Elektroden, Separatoren, Elektrolyten und Ableitern stehen uns unterschiedliche Testzellen und diverse eigene entwickelte Spezialmesszellen zur Verfügung. Nachfolgende Untersuchungen und Serviceleistungen bieten wir unseren Kunden an:

- Bestimmung der Leitfähigkeit (Elektrolyt, Membran, Separator)
- Evaluierung von Elektroden (zum Beispiel NCA, NCM, Graphit, Si, LCO, LTO, O₂-Kathoden etc.)
- Test von Separatoren und Untersuchung von Elektrolyten (organisch, anorganisch, ionisches Liquid, Festionenleitend) auf Performance und Stabilität
- Thermische Simulation und Kühlkonzepte für Zelle, Modul und Batterie und Entwicklung von Modul- und Batteriekonzepten mit Ihren Zellen
- Forschung an Systemen der nächsten Generation (zum Beispiel Li-S, Luftkathoden, Na-Systeme, Festionenleiter)

In unseren Abuse-Laboren können wir thermische, mechanische und elektrische Sicherheitstests an Li-Ionen Zellen und an Modulen bis 6 kWh durchführen. Dabei können wir die Tests nach Ihren Anforderungen gestalten und die austretenden Gase qualitativ und quantitativ bestimmen. Zudem führen wir anorganische und organische Analysen von Batterieelektrolyten bzw. Batterieelektrolytmischungen mit Hilfe spezieller Headspaceverfahren, Gasanalysen von Zellen nach interner Gasbildung und post-mortem Analysen ausgefallener Zellen durch.

KONTAKT

Prof. Dr. Jens Tübke

Tel. +49 721 4640-343 | jens.tuebke@ict.fraunhofer.de

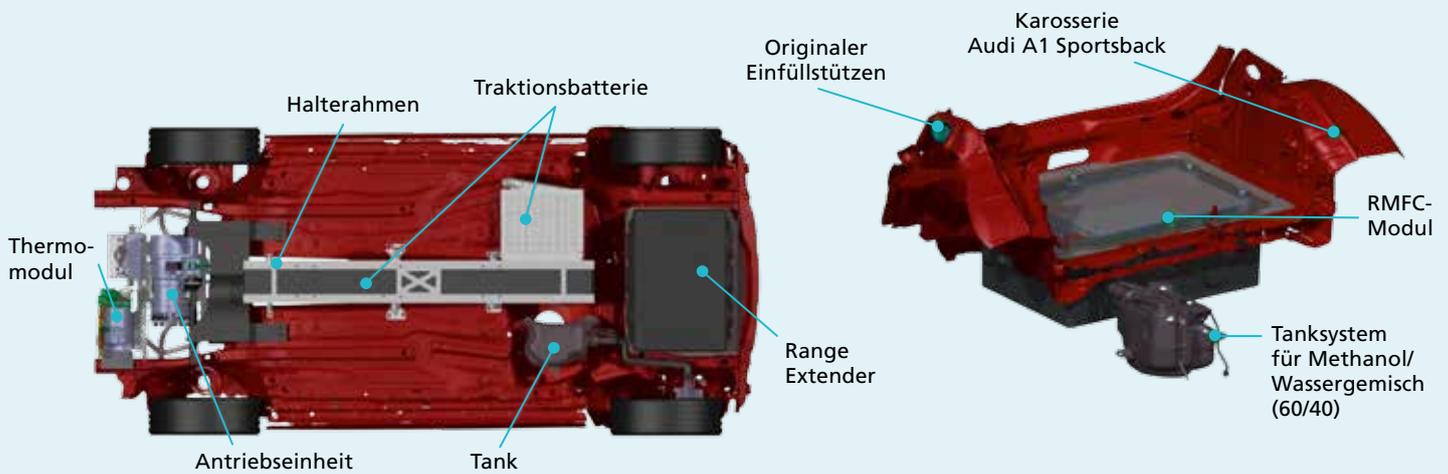
Wilhelm Eckl

Tel. +49 721 4640-355 | wilhelm.eckl@ict.fraunhofer.de

Prof. Dr. Karsten Pinkwart

Tel. +49 721 4640-322 | karsten.pinkwart@ict.fraunhofer.de

BILD RECHTS *Einbau der Range-Extender-Brennstoffzelle mit Tanksystem, Traktionsbatterie und Thermomodul im Audi A1 Sportsback.*



RANGE EXTENDER FUEL CELL

Aktuell werden mit Batterie- und Brennstoffzellenantrieben zwei konkurrierende Systeme entwickelt, um Lärm- und Schadstoffemissionen in Ballungsräumen zu reduzieren und erneuerbare Energien im Transportbereich zu nutzen. Bei batterieelektrischen Fahrzeugen skalieren die Batteriesystemkosten direkt mit dem Energieinhalt der Batterie und steigen daher mit der geforderten Reichweite des Fahrzeugs. Brennstoffzellen dagegen sind Energiewandler, deren Kosten im Wesentlichen durch die erforderliche Leistung definiert werden. In einem hybriden Aufbau mit einer Batterie und einer Brennstoffzelle als Range Extender ergänzen sich somit beide Systeme, wobei die Brennstoffzelle hohe Reichweiten und ein schnelles Nachtanken ermöglicht.

Das Fraunhofer ICT entwickelt in verschiedenen Projekten Range Extender Lösungen, vom APU System mit bis zu ca. 5 kW, welches die Antriebsbatterie entlastet, indem es weitere Verbraucher wie Heizung, Klimaanlage oder Beleuchtung versorgt, über einfache Range Extender zwischen 5 kW und ca. 15 kW, die die Batterie im Betrieb nachladen, ohne direkt den Motor zu versorgen, bis hin zu größeren Systemen über 15 kW Leistung, die den Antrieb direkt und notfalls auch bei komplett entladener Batterie versorgen können.

In dem von der Fraunhofer-Gesellschaft geförderten Projekt »Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität II« wurde ein 5 kW Brennstoffzellenmodul als Range Extender für batterieelektrische Fahrzeuge auf Basis einer kommerziellen PEM Brennstoffzelle aufgebaut. Ziel war es unter anderem, die Luft-Luft Start Problematik zu verbessern. In Zusammenarbeit mit weiteren Fraunhofer-Instituten wurde hier ein Kompetenzcluster innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft auch zu weiteren Fragestellungen im Themengebiet der Elektromobilität geschaffen. Ein 5 kW Range Extender Brennstoffzellenmodul auf Basis einer HT-PEM der Firma Serenergy mit einem Methanol-Wasser-Gemisch als Brennstoff wurde im

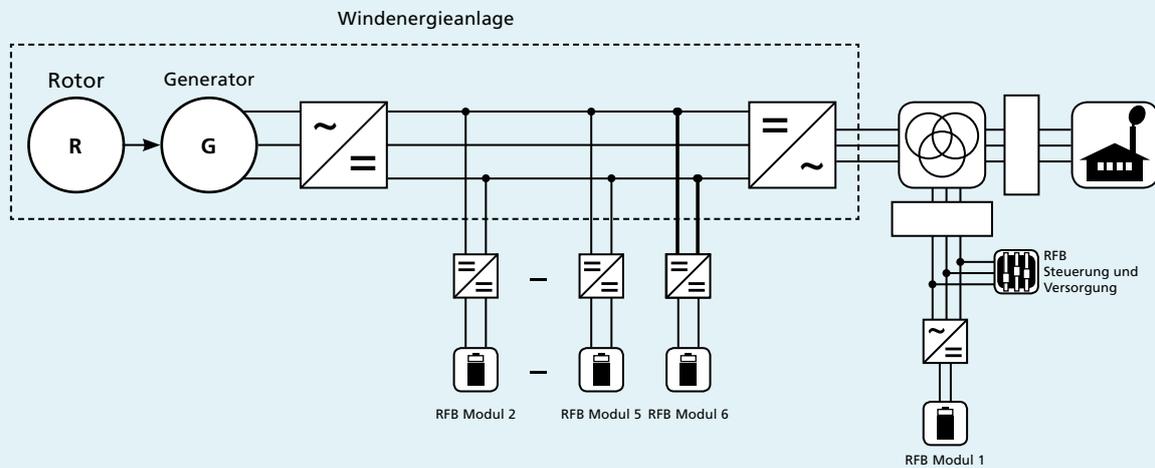
Projekt REM 2030 in ein Fahrzeug integriert. In diesem vom Land Baden-Württemberg und der Fraunhofer-Gesellschaft geförderten Projekt wurde ein Audi A1 mit einem batterieelektrischen Antriebsstrang aufgebaut, der aus einer Fahrbatterie und einem Brennstoffzellen Range Extender Modul besteht, basierend auf der Kompetenz der Projektgruppe Neue Antriebssysteme. Für das bislang lediglich im stationären Bereich eingesetzte Brennstoffzellenmodul wurde untersucht, ob und wie eine Nutzung im Fahrzeug möglich ist bzw. welche Modifikationen dafür notwendig sind. Neben der Integration des Moduls im Fahrzeug und der Entwicklung eines Tanksystems wurde auch die Auskopplung von Wärme aus der Brennstoffzelle realisiert. Mit Hilfe eines im Rahmen des Projektes aufgenommenen Fahrzyklus für die regionale Mobilität konnte gezeigt werden, dass eine Reichweitenverlängerung von 150 km mit 20 l Brennstoff möglich ist. Die Batterie für das Fahrzeug wurde ebenfalls am Fraunhofer ICT ausgelegt und aufgebaut und liefert 12 kWh Energie.

Der Aufbau eines Brennstoffzellenmoduls für ein UUV (unmanned underwater vehicle) der Bundeswehr wurde gemeinsam mit der Wehrtechnischen Dienststelle WTD71 im Projekt STEHNIS realisiert, um den Einsatz einer Brennstoffzelle in einem UUV zu erproben. Das realisierte System liefert 3 kW Leistung und wird mit Wasserstoff betrieben. Eine wesentliche Herausforderung in diesem Projekt ist der Betrieb der Brennstoffzelle in einem zur Umgebung abgeschlossenen Behälter, so dass keine anfallenden Betriebsstoffe an die Umgebung abgegeben werden können, da dies auch die Trimmung des Unterwasserfahrzeugs verändern würde.

KONTAKT

Dr. Carsten Cremers

Tel. +49 721 4640-665 | carsten.cremers@ict.fraunhofer.de



REDOX-FLOW-BATTERIE

Redox-Flow-Batterien (RFB) speichern elektrische Energie in chemischen Verbindungen und sind damit grundsätzlich mit den Akkumulatoren verwandt. Im Unterschied zu den klassischen Akkus fließt jedoch das energiespeichernde Material durch die Zelle hindurch und nimmt dabei Energie auf (Ladevorgang) oder gibt Energie ab (Entladevorgang). Voraussetzung dafür sind zwei Redoxpaare, deren Halbzellenpotenziale eine möglichst große Potenzialdifferenz besitzen. Während des Lade- / Entladevorganges werden Ionen zwischen den beiden Elektrolyten durch eine protonen- oder anionenleitende Membran (zum Beispiel NAFION) ausgetauscht. Der Elektronenübergang findet in der Zelle an geeigneten Elektroden (zum Beispiel Graphit, C-Filz) statt. Das energiespeichernde Material wird außerhalb der Zelle in Tanks gelagert, wobei die gespeicherte Energiemenge nur von der Tankgröße aber nicht von der Größe der Zelle abhängt. Die Zellengröße schließlich bestimmt die Leistung der Zelle.

Im Rahmen des durch das Land Baden-Württemberg und der Fraunhofer-Gesellschaft finanzierten Projektes »RedoxWind« wird ein Scale-up der am Fraunhofer ICT maßgeblich weiter entwickelten und untersuchten Technologie einer Vanadium-Redox-Flow-Batterie erfolgen. Redox-Flow-Großbatteriespeicher (2 MW / 20 MWh) und Windrad (2 MW) werden auf dem Gelände des Instituts aufgebaut. Aus dem Zusammenspiel von Windrad und Speicher sollen Daten über den Betrieb gewonnen und mit unterschiedlichen Betriebsstrategien ein wirtschaftliches Arbeiten eines solchen Batteriespeichers ermittelt werden.

Neben verfahrenstechnischen Herausforderungen einerseits liegt ein weiteres Hauptthema der Redox-Flow-Technik darin, dass die eingesetzten Materialien und der Stackbau heute noch zu aufwändig und damit ökonomisch nicht konkurrenzfähig sind.

Eine weitere Besonderheit im Projekt liegt im Anschluss der Batterie an das Netz und die Windkraftanlage. So ist es vorgesehen, die Batterie direkt an den Gleichstrom-Zwischenkreis der Windkraftanlage zu koppeln. Durch diese direkte Anbindung spart man gegenüber einer netzseitigen Kopplung zum einen eine Umwandlungsstufe in der Leistungsübertragung ein, zum anderen verringern sich die Investitionskosten der Umrichtertechnik.

Ende 2015 war der Neubau des Redox-Flow-Gebäudes bestehend aus Batteriehalle, Forschungs- und Entwicklungslaboren sowie -technika abgeschlossen. Der Aufbau erster Anlagenteile, wie die im Erdgeschoss untergebrachten 18 Elektrolyt-Tanks mit einem Volumen von jeweils 50 m³ wurde bereits abgeschlossen. Die Batteriemodule werden ab Mitte 2016 in mehreren Entwicklungsstufen aufgebaut, beginnend mit einem sogenannten Forschungsmodul, welches auch später im Betrieb der Gesamtanlage noch flexibel für weitere Forschungsprojekte genutzt werden kann.

KONTAKT

Dr. Peter Fischer

Tel. +49 721 4640-891 | peter.fischer@ict.fraunhofer.de

BILD Elektrische Anbindung der Redox-Flow-Batterie an die Windkraftanlage und das ICT-Netz.

AUSSTATTUNG

- Lade- und Entladestationen für die Batteriezellen- und Modulcharakterisierung
- Argon-Schutzgasboxen
- High-Speed- und Infrarot-Kameras
- Kryostaten und Klimaschränke von -70 °C bis 250 °C
- Rastertunnelmikroskop (STM) / Rasterkraftmikroskop (AFM) bis in den atomaren / Nanobereich in 3D-Darstellung
- Digital-Mikroskopie bis zu 5000-fache Vergrößerung in 2D- oder 3D-Darstellung
- Rasterelektronenmikroskop (REM) / Röntgendiffraktometer (RDX)
- RAMAN- und Infrarot(IR)-Spektroskope
- thermische, mechanische und elektrische Sicherheitsteinrichtung für Batteriezellen und -modulen bis 6 kWh, Brennstoffzellenmodule
- Synthesemöglichkeiten für geträgerte Elektrokatalysatoren bis zum Grammaßstab
- Messplätze für die elektrochemische Katalysatorcharakterisierung sowie zur Durchführung von Alterungstests an Membran-Elektroden-Einheiten
- differenzielle elektrochemische Massenspektrometrie (DEMS) zur Untersuchung von Reaktions- oder Korrosionsprodukten
- Mitteltemperaturzelle (120 °C – 200 °C) mit Onlinemassenspektrometrie (HT-DEMS)
- Sprühvorrichtungen zur Herstellung von Membranelektroden-Einheiten
- mehrere Einzelzellteststände zur Charakterisierung von Membranen-Elektroden-Einheiten für Wasserstoff-PEMFC, PEM- und AEM- und HT-PEMC basierte Direktalkoholbrennstoffzellen, HT-PEMFC im Reformatbetrieb, PEM Elektrolyse
- Messstand zur Durchführung zeitaufgelöster online-massenspektrometrischer Messungen für die Untersuchung transienter Vorgänge in automobilen PEMFC wie Korrosion bei Schaltvorgängen oder Gasaustausch von Inertgasen
- Teststand für die Untersuchung von Short-Stacks bis 500 W der Typen PEMFC, DAFC und HT-PEMFC
- Teststand zur Stackcharakterisierung von Wasserstoff-Luft, Wasserstoff-Sauerstoff-PEMFC mit Betriebsdrücken bis 5 bar
- Möglichkeit der Systementwicklung und Komponentenerforschung im Hardware in the Loop-Verfahren
- Umweltsimulation, insbesondere mechanische Tests (Vibration, Stoß, etc.) an Brennstoffzellenstacks und -systemen
- Online-Massenspektrometer mit Membraneinlasseinheit für Flüssigphasenanalytik
- Sputteranlage zum Beschichten mit Metallen
- Teststand für die differenzielle elektrochemische Massenspektroskopie (DEMS)
- verschiedene Hochtemperaturöfen mit Möglichkeit der Simulation von H₂, CO, CO₂ oder SO₂-haltigen Atmosphären bis 800 °C

KERNKOMPETENZ EXPLOSIVSTOFFTECHNIK

Auf Basis langjähriger Erfahrung steht das Fraunhofer ICT als einziges deutsches Forschungsinstitut für die gesamte Systemkette vom Rohprodukt bis zum Prototyp im Bereich Explosivstoffverarbeitung sowohl dem Verteidigungsministerium als auch der Industrie und öffentlichen Einrichtungen zur Bearbeitung aktueller Fragestellungen in den Themenfeldern innere und äußere Sicherheit zur Verfügung.

Das Fraunhofer ICT nutzt die Kompetenzen seiner Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für die Entwicklung verbesserter chemischer Energieträger und Wirksysteme für die Bundeswehr und trägt damit zur Sicherung der Urteilsfähigkeit des Bundesministeriums der Verteidigung BMVg bei. Im Zentrum der Forschungsarbeiten stehen die Synthese, Entwicklung, Charakterisierung, Formulierung und Herstellungstechniken von Komponenten für Raketentreibstoffe, Gasgeneratoren, Rohrwaffentreibmittel, Sprengstoffe und neuen Anzündsysteme. Ergänzt wird das Portfolio durch nicht-letale Wirkmittel sowie Sicherheits- und Schutzsysteme wie Airbaggeneratoren, Munitionsbrandschutzbeschichtungen und pyrotechnische Täuschkörper, die in ihren spektralen Emissionen denen eines realen Triebwerks angenähert werden, um einer Differenzierung durch spektral auflösende Suchköpfe zu entgehen.

Bei der Entwicklung von Treib- und Explosivstoffsystemen werden Leistung, Empfindlichkeit, Handhabungssicherheit, Funktionalität und Umweltverträglichkeit auf Anwendungsprofile und individuelle Zielsetzungen abgestimmt und optimiert. Hierzu werden Komponenten in den Laboren des Fraunhofer ICT synthetisiert und modifiziert, neue Bindersysteme und Rezepturen entwickelt und die energetischen Produkte in den Technika des Instituts hergestellt. In der Innenballistik und Detonik werden Umsetzungsverhalten, Empfindlichkeit und Leistungsdaten der Produkte im Labor, im Sprengbunker oder auf dem Freigelände bis in den Kilogrammabmaßstab charakterisiert. Aktuelle Forschungsthemen sind innovative Raketenhochleistungstreibstoffe für militärische und zivile Anwendungen, geschäumte Treibladungskörper, unempfindliche Hochleistungssprengstoffe,

Geltreibstoffe, die geregelte Schubphasen von Raketen ermöglichen, Sensoren in Raketenmotoren, die ein zerstörungsfreies Monitoring des Alterungszustands des Treibstoffs erlauben, sowie Untersuchungen zur Kompatibilität, Stabilität und Prognose des Alterungsverhaltens neuer energetischer Substanzen.

Eine weitere Kompetenz ist die Detektion von Explosivstoffen, auch in geringsten Mengen mit Hilfe spezieller molekularer Adsorber. Am Fraunhofer ICT werden sogenannte Terroristensprengstoffe hergestellt, bezüglich ihrer Handhabbarkeit und Detektierbarkeit bewertet und für Tests bereitgestellt. Die Arbeiten reichen bis hin zur Erstellung von Konzepten für das Auffinden illegaler Sprengstofffabrikation, der Auslegung von zivilen oder militärischen Sicherheitsbereichen und Kontrollpunkten sowie der standardisierten Bewertung von Detektionssystemen im internationalen Umfeld wie sie beispielsweise bei Sicherheitskontrollen an Flughäfen verwendet werden. Parallel dazu steht die Entwicklung von Schutzsystemen gegen terroristische Aktionen im Mittelpunkt ergänzender Aktivitäten.

Strukturuntersuchungen von Explosivstoffen – Probenbestückung eines Röntgendiffraktometers.



Verbünde und Allianzen

Im Bereich der Explosivstofftechnik und Sicherheitsforschung ist das Fraunhofer ICT Teil des Fraunhofer-Verbunds Verteidigungs- und Sicherheitsforschung VVS, in dem sich sieben Institute und drei Gastinstitute zusammengeschlossen haben, um ihre Kompetenzen zu bündeln und Forschungsaktivitäten zu koordinieren und umzusetzen. Das Fraunhofer ICT ist außerdem Mitglied der Fraunhofer-Allianz Space, einem Zusammenschluss von 15 Fraunhofer-Instituten, die im Bereich Raumfahrttechnologie angewandte Forschung für den Weltraum betreiben.

Zudem ist das Institut mit seiner Explosivstoffkompetenz in zahlreiche nationale und internationale Projektvorhaben (BMVG, EDA, NATO, EU, BMBF, BMI, BMWi) aktiv eingebunden. Hinzu kommen Kooperationen im Rahmen bilateraler Forschungsabkommen des BMVG. Im Auftrag der Bundespolizei bringt das Institut als Testcenter sein Know-how in die internationalen Gremien zur Verbesserung der Luftsicherheit ein.

Dienstleistungen und Technologien

Wir bieten Forschung in allen Bereichen der Explosivstofftechnik für das Verteidigungsministerium, die verteidigungsbezogene und sicherheitstechnische Industrie und in den Bereichen Automobil sowie Luft- und Raumfahrt. Ein Schwerpunkt der Dienstleistungen liegt bei der Entwicklung, Auslegung und Bewertung von energetischen Produkten und Systemen auf der Basis unseres chemischen Know-hows und unserer sicherheitstechnischen Ausstattung. Wir sind in der Lage, sämtliche Entwicklungsschritte eines pyrotechnischen Gasgenerators für Sicherheitseinrichtungen (zum Beispiel Airbags) anwendungs- und kundenspezifisch durchzuführen oder zu bewerten. In unserem Testzentrum für Explosivstoffdetektionssysteme bieten wir Herstellern von Flughafenscannern und Detektionsgeräten Tests mit realen Explosivstoffen und Referenzsubstanzen zur Bewertung und Verfeinerung der Systeme an.

Darüber hinaus werden solche Detektionssysteme in Kooperation mit der Bundespolizei für die Zulassung an europäischen Flughäfen getestet.

Daneben helfen wir beispielsweise bei der Suche nach REACH-konformen Ersatzstoffen, der Entwicklung von selektiver Sensorik für Explosivstoffe oder der Auslegung von Mikroreaktionstechniken für gefahrgeneigte Prozesse wie bei der Synthese von Explosivstoffkomponenten.

Softwaregestützte Analyse- und Auslegungswerkzeuge ermöglichen das Screening neuer Treib- und Explosivstoffrezepturen, unter anderem anhand der Leistung und Umweltverträglichkeit. Bei Rohrwaffentreibmitteln bzw. der Ballistik umfasst dies auch explizit die Berücksichtigung von Systemaspekten von Waffe und Munition.

KONTAKT

Wilhelm Eckl

Tel. +49 721 4640-355 | wilhelm.eckl@ict.fraunhofer.de

Dr. Horst Krause

Tel. +49 721 4640-143 | horst.krause@ict.fraunhofer.de

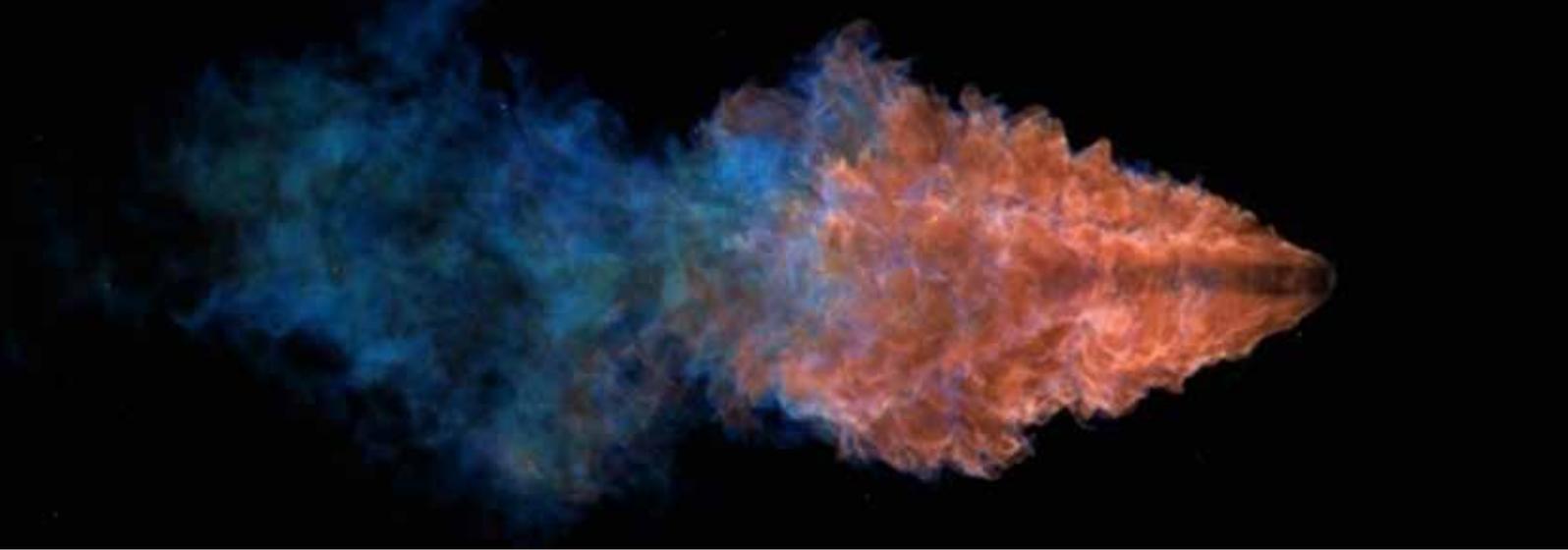
Dr. Stefan Löbbecke

Tel. +49 721 4640-230 | stefan.loebbecke@ict.fraunhofer.de

Gesa Langer

Tel. +49 721 4640-317 | gesa.langer@ict.fraunhofer.de

BILD RECHTS *Brennender Täuschkörper im Strömungsprüfstand.*



ENTWICKLUNG PYROTECHNISCHER SCHEINZIELE

Zur Abwehr von Angriffen mittels suchkopfgesteuerter Flugkörper werden Scheinziele ausgestoßen, deren Aufgabe es ist, die angreifenden Flugkörper abzulenken. Pyrotechnische Täuschkörper bilden dabei einen wichtigen Bestandteil der Schutzausrüstung von Plattformen vor infrarotgesteuerten Lenkflugkörpern. Neue, spektral auflösende Suchköpfe orientieren sich an der Strahlungssignatur der anzugreifenden Plattformen. Zu deren Abwehr ist die Entwicklung neuer Scheinzielwirkmassen mit für das zu schützende Objekt angepasster Strahlungssignatur erforderlich. Deshalb konzentriert sich die Forschung und Entwicklung derzeit auf spektrale Scheinziele, deren Emission die Signatur des Abgasstrahls der zu schützenden Plattform möglichst genau imitieren soll. Das Fraunhofer ICT arbeitet hier mit dem selbstentwickelten Ansatz pyroorganischer Mischungen. Der Ansatz kombiniert die spektrale Charakteristik bei der Verbrennung von geeigneten Kohlenwasserstoffen mit hochenergetischen, pyrotechnischen Sätzen, um höchste Abstrahlungsleistungen zu erreichen. Bei der Entwicklung neuer chemischer Formulierungen wird die Komponentenauswahl und -zusammensetzung von Thermodynamik-Rechnungen als Eingabeparameter für ein spektrales Simulationsmodell unterstützt. Daraus ergeben sich zahlreiche chemische Formulierungen, die als Probenkörper im kleineren Maßstab hergestellt werden, um sie dann im Verbrennungslabor auf ihre Abbrandeigenschaften und ihr Strahlungsverhalten hin zu untersuchen. Die Täuschkörper werden dabei sowohl im offenen als auch im geschlossenen Abbrand unter verschiedenen, auch subatmosphärischen Druckbedingungen charakterisiert. Die Beurteilung der Flammenbilder und der ermittelten Abbrandgeschwindigkeiten, Abbrandtemperaturen und spektralen Emissionen liefern Auslegungsparameter und erlauben wichtige Einblicke in das pyrotechnische Abbrandverhalten. Damit lassen sich die vielversprechendsten Formulierungen auswählen und optimieren.

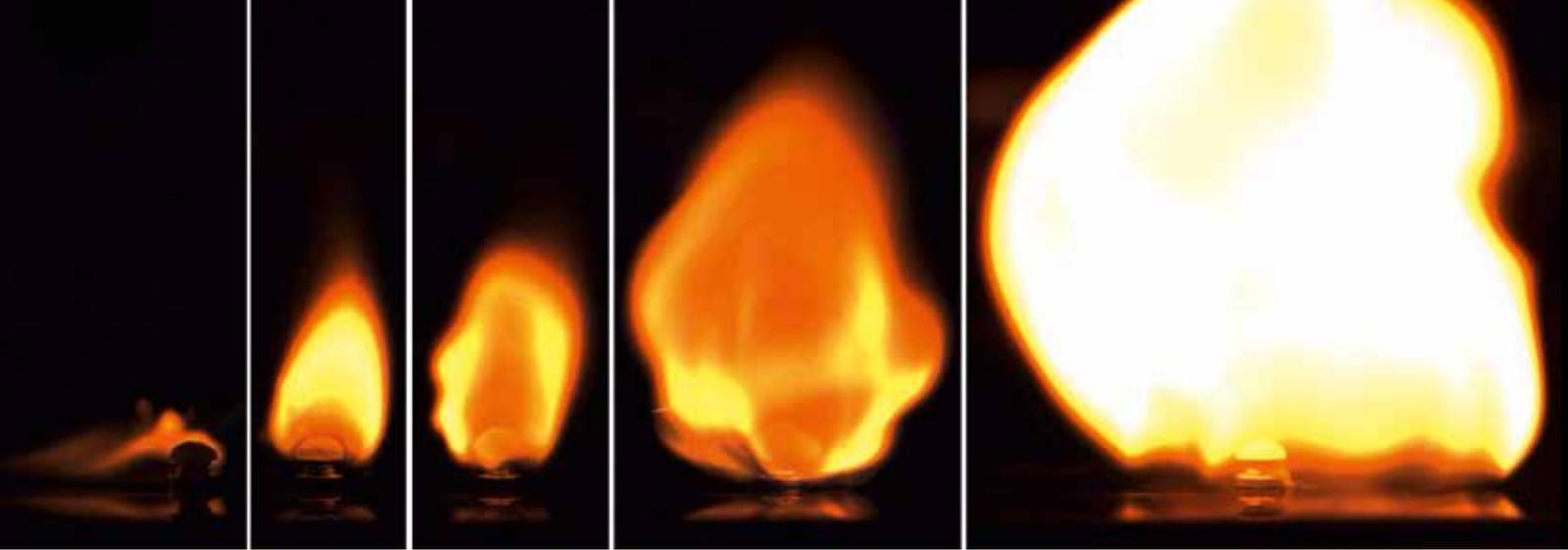
Nach Simulationsrechnungen mit räumlichen Abbrandmodellen, die auch den zeitlichen Verlauf der Abstrahlung berücksichtigen, werden Formkörper im Realmaßstab hergestellt. Neben dem Abbrandverhalten, der Leuchtkraft und der spektralen Signatur der Wirkmasse ist eine definierte, schnelle und zuverlässige Anzündung der Scheinziele von hohem Stellenwert. Daher gilt es auch, einen geeigneten pyrotechnischen Anzündsatz zu entwerfen, der eine schnelle Anzündung der Wirkmasse erlaubt, ohne das Abstrahlungsverhalten des Täuschkörpers negativ zu beeinflussen. Der Test der Scheinziele im Realmaßstab hinsichtlich der wirkungsrelevanten Kriterien ist für eine zielorientierte Entwicklung von zentraler Bedeutung. Das Fraunhofer ICT betreibt zu diesem Zweck einen speziellen Scheinzielprüfstand mit Luftanströmung, um die neuen Wirkmassen unter möglichst realitätsnahen Bedingungen charakterisieren zu können. Derzeit stehen drei Geschwindigkeitsprofile für die Anströmung zur Verfügung: Helikopter, Transportflugzeug und Kampffjet. Die Abbrandtests werden mit spektral auflösenden und bildgebenden Messsystemen aufgezeichnet und auf die Zuverlässigkeit der Anzündung, den zeitlichen Verlauf von Strahlungsleistung, die spektrale Strahlungsverteilung und die Gesamtstrahlung hin charakterisiert.

Beginnend mit der Formulierung der Wirkmassen bis hin zur Herstellung von Scheinzielen im Realmaßstab und deren Untersuchung unter realitätsnahen Bedingungen, kann das Fraunhofer ICT alle Stufen der Entwicklung neuer Scheinzielwirkmassen begleiten.

KONTAKT

Volker Weiser

Tel. +49 721 4640-156 | volker.weiser@ict.fraunhofer.de



GELTREIBSTOFFE FÜR REGELBARE ANTRIEBE

Gelförmige Raketentreibstoffe bieten als Hauptvorteil die Möglichkeit, Raketenantriebe mit variabler Schubstärke, geregelter Schub und dessen Unterbrechung zu schaffen. Im Vergleich mit Fest- oder Flüssigtreibstoffen zeigt sich, dass die jeweiligen Vorteile durch die Geltreibstoffe kombiniert werden können, ohne dass die charakteristischen Nachteile in Kauf genommen werden müssen. Antriebssysteme mit Geltreibstoffen können im Gegensatz zu Festtreibstoffen definiert abgeschaltet und wieder gezündet werden. Durch das scherverdünnende Verhalten ist der Geltreibstoff im Ruhezustand oberhalb seiner Fließgrenze, und reagiert damit elastisch auf kleine Scherwirkungen. Erst bei größerer Scherbelastung fängt der Treibstoff an zu fließen. Damit kann zum einen der Treibstoff bei Leckagen nicht auslaufen und zum anderen sind bei Havarien auch deutlich geringere Umweltschäden zu erwarten, da das Einsickern in den Boden deutlich verlangsamt wird. Bei diergolen bzw. hypergolen Antriebssystemen ist selbst bei Leckagen das Risiko einer Vermischung von Brennstoff und Oxidator nur sehr gering. Auch bei direktem Kontakt sind konvektive Vermischungsvorgänge vernachlässigbar, so dass keine explosionsgefährlichen Gemische entstehen können.

Im Rahmen des Nationalen Technologie-Programms zur Untersuchung der Einsatzfähigkeit von gelförmigen Brenn- und Treibstoffen werden am Fraunhofer ICT seit 2001 Geltreibstoffe entwickelt, die bereits 2009 in zwei Flugversuchen ihre Fähigkeiten demonstrierten. Im Rahmen des »Nationalen Geltechnologie-Programms« werden geeignete Brennstoff- und Oxidatorgele entwickelt und Grundlagenuntersuchungen zur Gelverbrennung und Stabilität durchgeführt.

Als Brennstoff für monergole und diergole Systeme eignet sich Nitromethan, das mit anorganischen (zum Beispiel Carbon-Nano-Tubes, CNTs) oder organischen Gelatoren vergelt werden kann. Um die Leistungsfähigkeit der Geltreibstoffe zu

erhöhen, können zum einen energieliefernde Zusätze (zum Beispiel Metalle) im Brennstoffgel verwendet werden, zum anderen kann das Brennstoffgel in Kombination mit einem Oxidatorgel in diergolen Systemen eingesetzt werden. Mit klassischen Oxidatoren wie Wasserstoffperoxid oder Salpetersäure können so massenspezifische Impulse bis zu 2600 Ns/kg erreicht werden. Unter bestimmten Voraussetzungen ist sogar eine hypergole Zündung (Zündung bei Kontakt von Brennstoff und Oxidator) möglich, wodurch die Abschaltung und Wiederezündung des Triebwerks erleichtert wird.

Als Treibstoffalternative zum Nitromethan oder als leistungssteigernder Zusatz zu bisherigen Gelen können energetische ionische Liquide (EIL) mit Nitrat- oder Dinitramidanionen herangezogen werden. Diese EILs besitzen neben sehr guter thermischer Stabilität, elektrischer Leitfähigkeit und hoher Wärmekapazität einen sehr geringen Dampfdruck. Dadurch treten während Transport, Lagerung und Handling keine explosiven Dämpfe auf. Diese EILs eignen sich aufgrund ihrer tiefen Glasübergangstemperaturen von unter -60 °C auch sehr gut als Ersatz für auf Hydrazin basierende Antriebe in Weltraumanwendungen und weisen zudem höhere Leistungen bezogen auf den volumen- und massenspezifischen Impuls auf. In Kombination mit Wasserstoffperoxid-Lösungen sind auch hypergole Systeme mit kurzen Anzündverzugszeiten möglich.

KONTAKT

Dr. Jürgen Hürttlen

Tel. +49 721 4640-414 | juergen.huerttlen@ict.fraunhofer.de

BILDER *Tropfenabbrand eines Geltreibstoffs.*

AUSSTATTUNG

TECHNIKA UND PRÜFSTÄNDE

- chemisches Technikum und Syntheselabore für Explosivstoffe
- Technika zur Herstellung und Modifikation von Explosivstoffprodukten
- Sicherheitsboxen und Versuchsgelände für Explosions- und Sicherheitsuntersuchungen
- Testcenter Explosivstoffdetektion
- Sprengbunker (bis 2 kg TNT)
- Prüfstände für Rohrwaffen bis Kaliber 20 mm
- Abbrandprüfstand für Raketenmotoren und Täuschkörper
- Brandstand zur Untersuchung pyrotechnischer Systeme

APPARATIVE AUSSTATTUNG

- Pilotanlage zur überkritischen Herstellung von Feinstpartikeln
- Mikroverfahrenstechnische Versuchsstände und Syntheseanlagen
- Wirbelschicht-Coater
- Anlage zur Sprühkristallisation
- Hochdruckanlage, zum isostatischen Pressen
- Detonationskammer (bis zu 2 kg TNT-Äquivalenten)
- spezielle Kneeter, Mischer und Pressen mit Ex-Schutz

ANALYTISCHE AUSSTATTUNG UND LABORE

- Rasterkraftmikroskop, Feldemissionselektronenmikroskop (FESEM) mit variablem Druck sowie energiedispersiver Röntgenanalytik (EDX)
- Mikro-Computertomograph
- thermoanalytisches Labor, Mikro- und Reaktionskalorimeter, Alterungsprüfstände
- Labore für mechanische Prüfung und Rheologie
- ballistische und optische Vorrichtungen zur Ermittlung von Abbrandgeschwindigkeiten und Temperaturmessung von Flammen
- Labor für Röntgendiffraktometrie
- Labore für chromatographische und spektroskopische Analysetechniken (IR und RAMAN-Mikroskop)
- On-line-Spektroskopie (UV/VIS/NIR/RAMAN)

FRAUNHOFER ICT-IMM INSTITUT FÜR MIKROTECHNIK MAINZ



Seit zwei Jahren ist das Fraunhofer ICT-IMM nun ein Teil der Fraunhofer-Gesellschaft. Unsere Aufgabe ist es, die Bedürfnisse unserer Kunden und Partner laufend nachzuvollziehen, um in der Lage zu sein, anwendungs- und kundenorientierte Lösungen zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit anbieten zu können. Dabei streben wir stets einen verantwortlichen Umgang mit neuen Technologien und nachhaltige Lösungen für Gesellschaft und Umwelt an. Dies spiegelt sich auch in unseren Forschungsschwerpunkten wider: Nachhaltiges Wirtschaften und Energie, Gesundes Leben, Intelligente Mobilität und Zivile Sicherheit.

Unsere Kompetenzen im Feld »Nachhaltiges Wirtschaften und Energie« beinhalten Katalyse, Wasserstofftechnologie, Biokraftstoffe, Strom für Gas-, Hitze- und Kryotechnikmanagement, Energiespeicherung, Fusionsenergie, kontinuierliche Synthese von Chemikalien und Nanopartikeln, Verkapselung von Nanopartikeln, Photochemie und Elektrochemie. Im Rahmen der »Green Chemistry«-Nachhaltigkeitsprinzipien nutzen wir die Fotochemie als wichtigen Syntheseweg für zukünftige industrielle Anwendungen, also verschiedene chemische Reaktionen, die durch Einwirkung von Licht ausgelöst werden, überwiegend bei Zimmertemperatur und unter Normaldruck. Solch nachhaltige und umweltfreundliche Bedingungen ermöglichen Reagenzien und Folgeprodukte, die durch thermische Behandlung nur schwer erzeugt werden können. Die Fotochemie ist somit eine praktikable Alternative, um Synthesen nichtthermisch durchzuführen zu können. Bisher war es allerdings so gut wie unmöglich, fotochemische Reaktionen im großindustriellen Maßstab einzusetzen. Ein konventionelles »Gefäß«, das eine Lösung beinhaltet, kann nicht gleichmäßig genug bestrahlt werden, um einen ausreichend kontrollierten Prozess durchzuführen. Deswegen setzt das Fraunhofer ICT-IMM Mikroreakorteknologie ein, um es dem Licht zu ermöglichen, die dünne Lösungsschicht auf dem Weg durch den Reaktor komplett zu durchdringen. Darüber hinaus ermöglicht die genau definierte Verweilzeit mehr Kontrolle über die Bildung von Nebenprodukten.

Im Hinblick auf ein gesundes Leben forschen unsere Wissenschaftler an der »Point-of-Care«-Diagnostik. Diese beinhaltet die Bereiche gezielte Pharmakotherapie, Wirkstoffsynthese, Funktionalisierung, Nahrungsmittelsicherheit, Neurostimulation sowie Implantate. »Point-of-Care«-Diagnostik ist einer der wichtigsten zukünftigen Themenbereiche, wenn es um schnelle und individuelle Patientenbehandlung geht. Aber wir setzen uns auch mit fundamentalen Überlebensfragen in lebensfeindlichen Gebieten auseinander: Bemannte Langzeit-Weltraummissionen, wie zum Beispiel die Marsmission, erfordern geeignete Lösungsansätze, um die Astronauten während ihrer Reise zu versorgen. Ein vielversprechender erster Ansatz ist die biologische Umsetzung des Astronautenurins in Flüssigdünger, um Pflanzen anzubauen (zum Beispiel Tomaten). Ein solches System wird derzeit vom DLR und der Universität Erlangen-Nürnberg entwickelt und soll während einer Satellitenmission 2017 erprobt werden. Im Rahmen dieses Projekts hat das Fraunhofer ICT-IMM ein autonom arbeitendes Ionenanalysemodul entwickelt, mit dem die Konzentrationen verschiedener Ionen im Flüssigdünger während der Weltraummission regelmäßig gemessen werden. Das Ionenanalysemodul nutzt ein Elektrophoresekonzept auf Basis eines mikrofluidischen Chips und besticht sowohl durch ultra-leichtes, kompaktes Design als auch durch vollautomatisierte Probenahme- und Datenerfassung. Neben der Anwendung in der Raumfahrt ist das Modul beispielsweise auch für Industrie 4.0-Zwecke geeignet (zum Beispiel vollautomatische Überwachung ionischer Flüssigkeiten).

Der Bereich »Intelligente Mobilität« beschäftigt sich mit Reformer-Systemen, Abgasreinigung, Kraftstoffzufuhr, Dichtheitsprüfungen und Sensorik unter rauen Umgebungsbedingungen. In manchen Fällen ist die Mobilität eng an den Komfort gebunden, beispielsweise in Flugzeugen. Während das Flugzeug selbst auf eine lange Lebenszeit ausgelegt ist, wird sein Interieur während dieser viele Male erneuert, ebenso wie die Bordküchen. Überflüssiges Equipment wird durch neuere Technik ersetzt, die aber im Normalfall auch mehr Strom verbraucht – sei es durch High-Tech-Bordküchengeräte

oder Annehmlichkeiten wie Mini-TVs in den Kopfstützen der Sitze. Doch die während des Flugs durch die Turbinen erzeugte und für die zuvor genannten Zwecke nutzbare Energie ist begrenzt. Forscher des Fraunhofer ICT-IMM haben deshalb in Kooperation mit der Diehl Aerospace GmbH und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR ein Stromagregat in Form eines Servierwagens für die Bordküchen entwickelt. Der Wagen erleichtert sogar den weiteren Genehmigungsprozess dadurch, dass er bei Nachrüstungen/Umbauten des Flugzeugs keine neuen Genehmigungen benötigt. Durch die Verwendung von Brennstoffzellen wird der Strom nicht nur sehr effizient, sondern auch sehr leise produziert. Als Brennstoff wird Propylenglykol verwendet, eine flüssige Substanz, die nicht in Druckbehältern gelagert werden muss, bei Mischung mit Wasser nicht entzündlich und allgemein nicht toxisch ist und schon länger als Kühl- und Enteisungsmittel in Flugzeugen verwendet wird.

Der Kompetenzbereich »Zivile Sicherheit« beschäftigt sich schließlich mit der CBRN-Detektion, Wasseranalytik und spezieller Sensortechnik.

Neben diesen Kompetenzen besitzen wir ein umfangreiches Know-how in verschiedenen Grundlagendisziplinen, auf denen seit 25 Jahren unser Erfolg aufbaut: Prozessanalytik, Prozessführung, Simulation, Reaktordesign und -entwicklung, Anlagenentwicklung, mikrofluidische Komponenten, Probenaufbereitung, Assay-Entwicklung, Spektromessungen, Präzisionsbearbeitung, Oberflächenmodifikationen, Analytik und Elektronik.

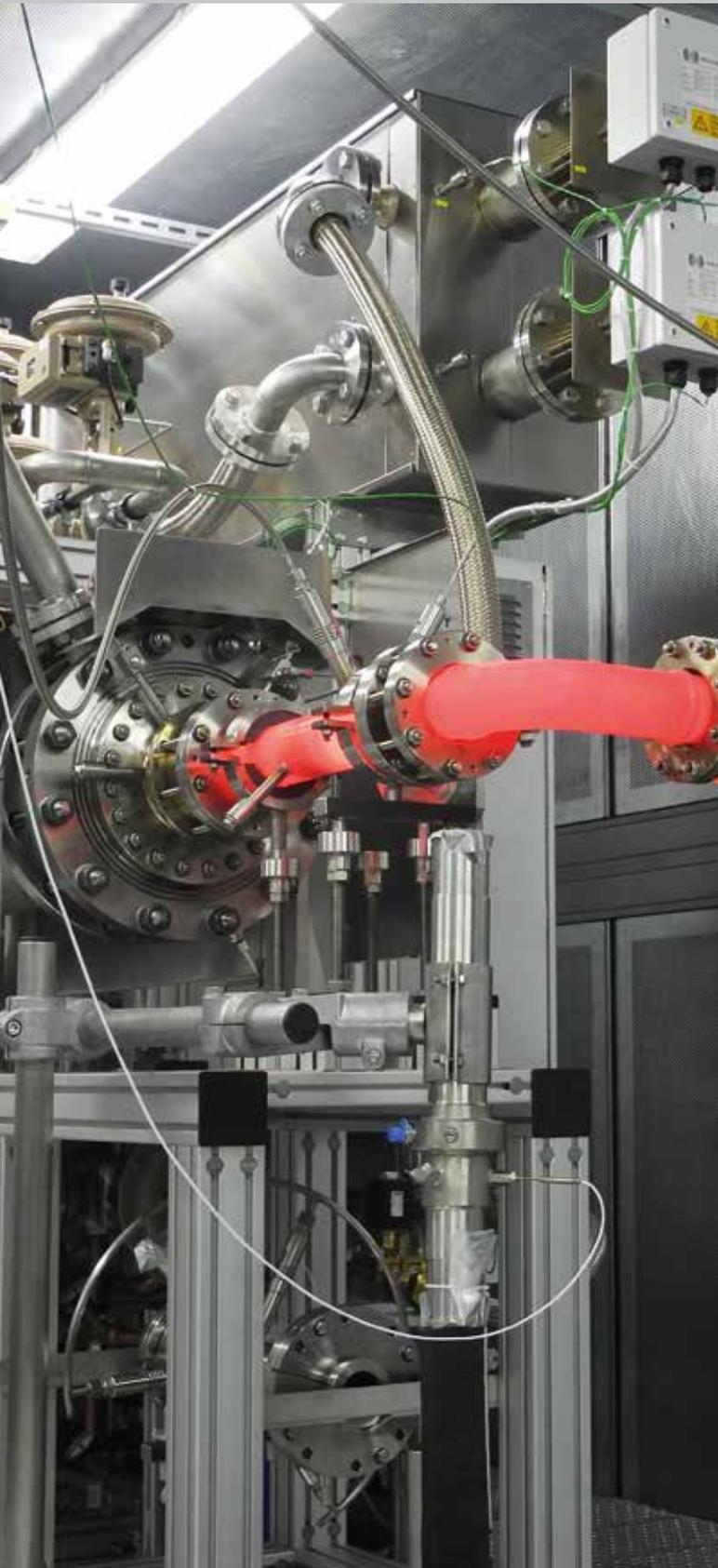
Den vollständigen Jahresbericht des Fraunhofer ICT-IMM können Sie gerne unter info@imm.fraunhofer.de anfordern.

KONTAKT

Prof. Dr. Michael Maskos

Tel. +49 6131 990-100 | michael.maskos@imm.fraunhofer.de

PROJEKTGRUPPE NEUE ANTRIEBSSYSTEME NAS



Im Jahr 2015 hat sich die Fraunhofer-Projektgruppe Neue Antriebssysteme NAS weiterhin sehr positiv entwickelt. Im Juli 2015 haben wir unsere neuen Räumlichkeiten am KIT Campus Ost bezogen. Unsere neue Heimat ist nun das Erdgeschoss des Gebäudes 70.03 in der Rintheimer Querallee 2 in Karlsruhe. In diesem Gebäude haben wir 600 m² Bürofläche bezogen und verfügen somit über den notwendigen Platz und die Ausstattung, um uns auch in den kommenden Jahren nachhaltig inhaltlich und personell weiter zu entwickeln.

Forschungsergebnisse in den einzelnen Kompetenzbereichen

Neben einer Erweiterung unserer Kompetenzbereiche Konstruktion, Simulation und Versuch wurden 2015 einige Forschungs- und Entwicklungsprojekte erfolgreich bearbeitet. Zwei Projektthemen werden im Folgenden exemplarisch vorgestellt:

Mit unseren neu hinzugewonnenen Kompetenzen im Bereich Konstruktion zum Thema Selective Laser Melting (SLM) haben wir gemeinsam mit einem weiteren Forschungspartner aus der Wissenschaft werkzeuglos einen geometrisch komplexen Zylinderkopf hergestellt. Da bei den vielfältigen Verbrennungsmotorenentwicklungen diese Zylinderköpfe in nur geringen Stückzahlen benötigt werden, jedoch gleichzeitig eine große Variantenvielfalt aufweisen müssen, bringt die SLM Technologie sowohl wirtschaftliche als auch technische Vorteile. Der Fokus der Arbeiten der Projektgruppe liegt in diesem Themenbereich auf der material- und prozessgerechten Konstruktion mit dem Ziel, die Möglichkeiten des Selektiven Laser Meltings maximal ausnutzen zu können. Durchgeführte Simulationsstudien zeigen, dass diese Technologie genutzt werden kann, um geometrisch komplexe Bauteile und Strukturen zu erzeugen, welche wiederum im Einsatz im Verbrennungsmotor zur Effizienzsteigerung beitragen können. So kann beispielsweise der Zylinderkopf so gestaltet werden dass die lokale Betriebstemperatur am Brennraumdach gezielt reduziert wird.

Durch Validierungsarbeiten im Bereich Versuch sollen die Vorteile im kommenden Jahr experimentell am eigenen Einzylinder-Forschungsmotor nachgewiesen werden.

Ein weiteres wichtiges Forschungsthema im vergangenen Jahr war die Entwicklung eines Leichtbauzylindergehäuses für einen Einzylinder-Forschungsmotor. Dabei haben wir zusammen mit einem Industriepartner die Möglichkeiten des Leichtbaus durch den Einsatz von Faserverbundwerkstoffen in hoch beanspruchten Bauteilen des Motors demonstriert. Ziel der Entwicklung war die Substitution konventioneller Metallguss-Legierungen durch Hochleistungsfaserverbundwerkstoffe. Unsere gemeinsame Entwicklung soll es möglich machen, im Vergleich zum aktuellen Stand der Technik, besonders leichte Bauteile im Antriebsstrang kostenneutral herzustellen. Im Rahmen des Projektes wurde eine ganzheitliche Bauteilentwicklung von Konzeption, Konstruktion, Simulation bis hin zur Erprobung und Validierung dargestellt. Die Validierung der Bauteile auf unserem Motorenprüfstand zeigte, dass neben den Möglichkeiten zur Gewichtseinsparung (bis zu 28 Prozent nachgewiesen) auch erhebliche akustische und thermische Verbesserungen im Vergleich zum Stand der Aluminium-Leichtmetallguss-Technik erreichbar sind. Die erzielten Ergebnisse wurden im Rahmen von verschiedenen Veröffentlichungen vorgestellt und bilden eine gute Basis für weiterführende Entwicklungsarbeiten für einen Mehrzylinder-Verbrennungsmotor für den Einsatz im PKW.

Erfolgreiche Inbetriebnahme des Heißgasprüfstands

Der 2014 aufgebaute Heißgasprüfstand erweiterte im Jahr 2015 die Versuchskompetenzen der Projektgruppe. Neben Messungen an Abgasturboladern können jetzt auch Versuche zum Langzeitverhalten von Abgasnachbehandlungssystemen oder Entwicklungen zur Restwärmenutzung durchgeführt werden. Im Rahmen von diversen Erprobungs- und Validierungsprojekten konnte der Prüfstand für Forschungsprojekte in diesen Themenbereichen intensiv eingesetzt werden. Eine Erweiterung des Heißgasprüfstandes durch Hardware zur

Durchführung von thermomechanischen Untersuchungen ist für das Jahr 2016 geplant. Diese Erweiterung wird die Möglichkeiten zur Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten weiter steigern.

KONTAKT

Dr.-Ing. Hans-Peter Kollmeier

Tel. +49 721 9150-3811 | hans-peter.kollmeier@ict.fraunhofer.de

INSTITUTSTEIL FUNKTIONSINTEGRIERTER LEICHTBAU FIL



Leichtbau gehört im Zeichen eines steigenden Umweltbewusstseins und schwindender Ressourcen zu den wichtigsten Zukunftstechnologien im Flugzeug-, Fahrzeug- und Maschinenbau. Eine besondere Rolle kommt hierbei den Hochleistungsfaserverbundwerkstoffen zu, die nicht nur das höchste Leichtbaupotenzial, sondern gleichzeitig vielfältige funktionale Vorteile bieten. Die größte Bedeutung haben hierbei kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe mit belastungsgerecht gestaltbarer Endlosfaserverstärkung, die gegenüber Aluminium ein Leichtbaupotenzial von bis zu 30 Prozent und gegenüber Stahl von 60 Prozent aufweisen. Aber auch Metall-Faserverbund-Hybridbauweisen bieten unter dem Motto »Das Beste mit dem Besten verbinden« in vielen Anwendungsbereichen ein hohes Potenzial.

Voraussetzung für die Nutzung dieses enormen Leichtbaupotenzials sind neue Konzepte, die eine faser- und textiltgerechte konstruktive Gestaltung, neuartige Bauweisen, aber auch neue Struktur- und Werkstoffkonzepte sowie großserienfähige und ressourceneffiziente Fertigungstechnologien mit hohem Automatisierungsgrad einschließen.

Der Institutsteil Funktionsintegrierter Leichtbau FIL des Fraunhofer ICT nimmt sich unter der Leitung von Professor Dr. Klaus Drechsler (Lehrstuhl für Carbon Composites der TU München) und Professor Dr. Frank Henning (Lehrstuhl für Fahrzeugleichtbau KIT Karlsruhe) dieses Auftrags gemeinsam mit Partnern aus Industrie und Forschungsinstituten der Region Augsburg und darüber hinaus an. Ziel ist die anwendungsorientierte Forschung auf dem Gebiet der ressourceneffizienten Bauweisen und Fertigungstechnologien für Hochleistungsfaserverbundstrukturen im Anlagen-, Maschinen- und Fahrzeugbau. Dabei steht sowohl die Generierung von Grundlagen-Know-how als auch die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Industriepartner durch die Realisierung optimierter, nachhaltiger Produkte im Hinblick auf den Gesamtlebenszyklus und die Erschließung neuer Anwendungsgebiete im Fokus. Hier liegen auch die Schwerpunkte des Institutsteils, welche sich entlang der gesamten Wertschöpfungskette orientieren.

Sie reichen von der Simulation und Berechnung von Bauteilen aus CFK über onlinefähiges Prozessmonitoring, Materialentwicklung und -charakterisierung bis hin zu automatisierbaren Herstellungsprozessen und einem an die Nutzungsphase entsprechender Produkte anschließenden Recyclingprozess. Ein weiterer Aspekt, der alle Entwicklungsbereiche und Teilprozesse umspannt, ist die Bewertung der Nachhaltigkeit und die Identifikation von Optimierungsansätzen mittels ganzheitlicher Bilanzierung.

Der im Februar 2009 gegründete Institutsteil ist mittlerweile auf 50 Mitarbeiter angewachsen, die zusätzlich von etwa 20 wissenschaftlichen Hilfskräften bei der Bearbeitung der Projekte unterstützt werden.

Die Ansiedlung in Augsburg mit dem Ziel der Etablierung eines entsprechenden Fraunhofer-Instituts ist der konzentrierten Aktion vieler Kräfte der Region und darüber hinaus zu verdanken, insbesondere auch dem Bayerischen Wirtschaftsministerium, den im Carbon Composite e. V. organisierten Firmen, der Industrie- und Handelskammer Schwaben, dem Institut für Physik der Universität Augsburg und natürlich der Stadt Augsburg.

Im Laufe des Jahres 2015 konnte vor allem der Arbeitsbereich »Materialien und Prüftechnik« weiter ausgebaut werden, sodass mittlerweile die Probenpräparation, die optische, chemische und thermische Analyse sowie die mechanische Charakterisierung von Faserverbundstrukturen aus einer Hand abgedeckt werden kann.

Das Projekt MAI Enviro, initiiert durch das Cluster Management, das Fraunhofer ICT-FIL und das Fraunhofer IBP – Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung, befasste sich übergeordnet mit folgenden Fragestellungen: Wie können Bauteile aus CFK energieeffizient hergestellt werden? Welchen Einfluss hat die Prozessführung auf den Energieverbrauch? Welchen Impact haben die Entwicklungsarbeiten im Spitzencluster MAI Carbon auf die Ressourceneffizienz?

Insgesamt konnte gezeigt werden, dass der Primärenergiebedarf aus nicht regenerativen Ressourcen für die Herstellung von CFK-Bauteilen sich durch den Einsatz von regenerativen Energien und der zum Teil schon erfolgten Prozessoptimierungen um bis zu 70 Prozent reduzieren lässt. Eine ausführliche Dokumentation sowie weitere Ergebnisse können dem Schlussbericht des Projekts MAI Enviro entnommen werden, der beim Fraunhofer-Verlag veröffentlicht wurde.

Um die Einführung innovativer energie- und materialeffizienter Herstellungs- und Bearbeitungstechnologien für den Leichtbau unter Berücksichtigung der gesamten Prozesskette voranzutreiben, startete das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmenkonzept »Forschung für die Produktion von morgen« das Förderprogramm »Energieeffizienter Leichtbau«. Drei von insgesamt 15 dieser Forschungsaktivitäten wurden im Jahr 2015 mit den Projekten PRESCHE, PulForm und FlexiCut abgeschlossen.

Das FIL verfolgt weiterhin das Ziel der Etablierung eines lastpfadgerechten Materialeinsatzes bei energie- und materialeffizienter Verarbeitung.

KONTAKT

Prof. Dr.-Ing. Klaus Drechsler

Tel. +49 821 90678-200 | klaus.drechsler@ict.fraunhofer.de

Prof. Dr.-Ing. Frank Henning

Tel. +49 721 4640-420 | frank.henning@ict.fraunhofer.de

VERBÜNDE, ALLIANZEN UND INNOVATIONSCUSTER

Die Institute der Fraunhofer-Gesellschaft arbeiten untereinander zusammen: Sie kooperieren in Verbänden oder Bündeln je nach Anforderung unterschiedliche Kompetenzen in flexiblen Strukturen. Sie sichern dadurch ihre führende Stellung bei der Entwicklung von Systemlösungen und der Umsetzung ganzheitlicher Innovationen. An folgenden Verbänden, Allianzen und Clustern ist das Fraunhofer ICT beteiligt.

VERBÜNDE

Fachlich verwandte Institute organisieren sich in Forschungsverbänden und treten gemeinsam am FuE-Markt auf. Sie wirken in der Unternehmenspolitik sowie bei der Umsetzung des Funktions- und Finanzierungsmodells der Fraunhofer-Gesellschaft mit.

Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS

- Gesundheit
- Energie und Umwelt
- Mobilität
- Bauen und Wohnen
- Maschinen- und Anlagenbau
- Mikrosystemtechnik
- Sicherheit

Fraunhofer-Verbund Verteidigungs- und Sicherheitsforschung VVS

- Sicherheitsforschung
- Schutz und Wirkung
- Aufklärung und Überwachung
- Explosivstoff- und Sicherheitstechnik
- Entscheidungsunterstützung für Staat und Wirtschaft
- Lokalisierung und Kommunikation
- Bildverarbeitung

ALLIANZEN

Institute oder Abteilungen von Instituten mit unterschiedlichen Kompetenzen kooperieren in Fraunhofer-Allianzen, um ein Geschäftsfeld gemeinsam zu bearbeiten und zu vermarkten.

Fraunhofer-Allianz autoMOBILproduktion

- Produktionsforschung für die Elektromobilität
- Methodenkompetenz (Logistik, Planung, Qualitätssicherung)
- Karosserie
- Powertrain
- Elektrik/Elektronik
- Interieur
- Montage/Fahrzeugdemonontage

Fraunhofer-Allianz Batterien

- Materialien: Entwicklung, Charakterisierung, Verarbeitung
- Aufbaukonzepte: mechanischer Aufbau, elektrische Verschaltung, thermische Auslegung, Sicherheitskonzepte
- Batteriemangement: Überwachung, Zustandsbestimmung, Lademangement, funktionale Sicherheit
- Produktion: Verfahren, Anlagentechnik, Prozesssicherung, Nachhaltigkeit
- Simulation: Materialebene, Zelle, Batterie, Modellreduktion
- Testen, Prüfen: Funktionalität, Zuverlässigkeit, Sicherheit & Abnutzung, Alterung

Fraunhofer-Allianz BAU

- Produktentwicklungen
- Bauteile, Bausysteme, Gebäude als Gesamtsystem
- Software
- Bauablauf, Bauplanung, Logistik, Baubetrieb, Lebenszyklusbetrachtung eines Gebäudes
- Internationale Projekte, Bauen in anderen Klimazonen

Fraunhofer-Allianz Energie

- Erneuerbare Energien: Solarenergie, Biomasse, Windkraft
- Effizienztechnologien: KWK-Technologien, Gasbereitstellung, Speicher- und Energieumwandlungstechnologien, Brennstoffzellen
- Gebäude und Komponenten: Niedrigstenergiehäuser, Gebäudeenergietechnik
- Digitalisierung der Energiewirtschaft: Erhebung, Analyse, Transport und Nutzung von Energiedaten
- Speicher- und Mikroenergietechnik: Lithium-Technologie für Batterien, Brennstoffzellensysteme

Fraunhofer-Allianz Leichtbau

- Neue Materialien und Materialverbünde
- Fertigungs- und Fügetechnologien aus Sicht des Leichtbaus
- Funktionsintegration
- Konstruktion und Auslegung
- Zerstörungsfreie und zerstörende Prüfverfahren

Fraunhofer-Allianz Nanotechnologie

- Nanomaterialien/-chemie
- Nanooptik/-elektronik
- Nanobiotechnologie
- Modellierung/Simulation
- Produktionstechnologien, Handhabung

Fraunhofer-Allianz Space

- Kommunikation und Navigation
- Materialien und Prozesse
- Energie und Elektronik
- Oberflächen und optische Systeme
- Schutztechnologien und Zuverlässigkeit
- Sensorsysteme und Analyse

INNOVATIONSCUSTER

Innovationen sind der Stoff, von dem unsere Wirtschaft lebt. Nur wer bei der Entwicklung neuer, attraktiver Produkte besser und schneller ist als die anderen, wird auf den internationalen Märkten Erfolg haben. An guten Ideen mangelt es uns nicht, aber deren zügige Umsetzung in hochwertige und marktgängige Produkte ist ebenso wichtig für den unternehmerischen Erfolg. Entscheidend für einen wirksamen Innovationsprozess ist die effiziente Kooperation von Entwicklung und Produktion. Deshalb müssen auch die Anbieter von Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen eng mit der Industrie zusammenarbeiten.

Technologien für den hybriden Leichtbau »KITE hyLITE«, Karlsruhe

- Entwicklung von Werkstoffsystemen und Produktionstechnologien zur Realisierung funktionsintegrierter Leichtbaulösungen
- Umsetzung in einer ökonomisch realisierbaren Serienfertigung im Bereich Fahrzeugindustrie sowie im Maschinenbau

Regional ECO Mobility 2030 »REM2030« – Systemkonzepte für die urbane Mobilität von morgen

- Lokal emissionsfreies Fahren in Städten und Ballungsräumen
- Antriebssystemtechnik und Leichtbau
- Fahrerassistenzsysteme und Mobilitätsassistenten
- Energieeffiziente Nutzung sowie energiewirtschaftliche Einbindung des Elektromobils
- Neue Geschäftsmodelle für sich ändernde Mobilitätsbedürfnisse

LEHR- UND GREMIENTÄTIGKEITEN

Lehr- und Gremientätigkeiten sind wichtige Säulen eines Forschungsbetriebs. Entsprechend hielten wir 2015 zahlreiche Vorlesungen am KIT und weiteren Hochschulen und Dualen Hochschulen. Somit beteiligen wir uns an der Ausbildung von wissenschaftlichem und technischem Personal und sichern gleichzeitig unseren eigenen Nachwuchs. 2015 haben wir uns außerdem in zahlreichen Arbeitskreisen und Gremien eingebracht, um die Zukunft in unseren Themengebieten mitzugestalten.

LEHRTÄTIGKEITEN

KARLSRUHER INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE KIT

Institut für Angewandte Materialien – Werkstoffkunde

Elsner, Peter

- Polymer Engineering (2 Wochenstunden, WS + SS)
- Arbeitstechniken f. d. Maschinenbau (2 Wochenstunden, SS)

Institut für Fahrzeugsystemtechnik

Henning, Frank

- Einführung i. d. Fahrzeugleichtbau (2 Wochenstunden, WS)
- Faserverbundwerkstoffe f. d. Leichtbau (2 Wochenstunden, SS)

Institut für Kolbenmaschinen

Kollmeier, Hans-Peter

- Antriebssysteme und Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung (1 Wochenstunde, WS)

Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Mechanik

Tübke, Jens

- Materialien und Verfahren für elektrochemische Speicher und Wandler (2 Wochenstunden, WS + SS)

HOCHSCHULE KARLSRUHE – TECHNIK UND WIRTSCHAFT

Career Service

Fischer, Peter

- Storage of renewable energy – Vorlesung für ausländische Studierende der Ingenieurwissenschaften an der Hochschule Karlsruhe (2 Stunden, WS + SS)

Fakultät für Elektro- und Informationstechnik

Graf, Matthias

- Sensorlabor 1 (2 Wochenstunden, WS + SS)

Hefer, Bernd

- Chemistry and Exercise (2 Wochenstunden, SS)
- Physical Chemistry (4 Wochenstunden, SS)

Pinkwart, Karsten

- Bio-Chemosensoren III (2 Wochenstunden, SS)
- Batterien, Brennstoffzellen und Supercaps (2 Wochenstunden, SS, WS)
- Renewable Electricity Generation and Storage (2 Wochenstunden, SS)
- Electrochemical Energy Storage Systems (2 Wochenstunden, WS)

Urban, Helfried

- Messtechnik für Mechatroniker (4 Wochenstunden, SS)
- Elektronik 3 für Sensorsystemtechniker (4 Wochenstunden, WS)

Vietnamesisch-Deutsche Universität (VGU)**Ho Chi Minh City (Vietnam)**

Hefer, Bernd

- Physical Chemistry (4 Wochenstunden, WS)

**DUALE HOCHSCHULE BADEN-WÜRTTEMBERG,
KARLSRUHE**
Fakultät Technik, Studiengang Maschinenbau

Becker, Wolfgang

- Wellen und Optik (4 Wochenstunden, WS)
- Kauffmann, Axel
- Technische Mechanik und Festigkeitslehre I (3 Wochenstunden, WS, SS)
 - Technische Mechanik II (3 Wochenstunden, WS, SS)
 - Technische Mechanik III (2 Wochenstunden, WS)
 - Werkstoffkunde Kunststoffe (2 Wochenstunden, WS)
 - Kunststoffverarbeitung (3 Wochenstunden, SS)
 - Labor zur Kunststoffverarbeitung (2 Wochenstunden, SS)
 - Product lifecycle management (1 Woche, SS)

Studiengang Mechatronik

Bader, Bernd

- Neue Werkstoffe (33 Stunden/Jahr)

Studiengang Sicherheitswesen

Gräbe, Gudrun

- Grundlagen der Umwelttechnik (3 Wochenstunden, WS)

Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen

Gräbe, Gudrun

- Umwelttechnik und Recycling (3 Wochenstunden, SS)

**DUALE HOCHSCHULE BADEN-WÜRTTEMBERG,
MANNHEIM**
Fakultät Technik, Studiengang Maschinenbau

Bader, Bernd

- Verarbeitung von Kunststoffen und Elastomeren (55 Stunden/Jahr)
- Konstruieren mit Kunststoffen (33 Stunden/Jahr, WS)

**HECTOR SCHOOL OF ENGINEERING AND
MANAGEMENT**

Henning, Frank

- Automotive lightweighting and manufacturing of composites (15 Stunden/Jahr, WS)

TECHNISCHE HOCHSCHULE NÜRNBERG
Fakultät Angewandte Chemie und Fakultät Verfahrenstechnik

Küttinger, Michael

- Elektrochemische Verfahrenstechnik (12 Stunden Vorlesung und Praktika, SS)

Fakultät Verfahrenstechnik

Teipel, Ulrich

- Mechanische Verfahrenstechnik (6 Wochenstunden, SS und 4 Wochenstunden, WS)
- Partikeltechnologie (4 Wochenstunden, WS)
- Partikelengineering (4 Wochenstunden, SS)

**HELMUT-SCHMIDT-UNIVERSITÄT –
UNIVERSITÄT DER BUNDESWEHR HAMBURG**
Fakultät für Elektrotechnik

Pinkwart, Karsten

- Elektrochemische Energiespeicher und -wandler (2 Wochenstunden, WS)

**AN-INSTITUT DER OSTFALIA HOCHSCHULE FÜR
ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN**
Trainings- und Weiterbildungszentrum Wolfenbüttel

Cremers, Carsten

- Brennstoffzellentechnik (Blockvorlesung, 6 Doppelstunden, SS)

Tübke, Jens

- Batterietechnik (Blockvorlesung, 6 Doppelstunden, SS)

UNIVERSITY OF WESTERN ONTARIO, CANADA
Faculty of Mechanical Engineering, Material Science

Henning, Frank

- Lightweight design of vehicles (2 Wochenstunden/WS)
- Composite manufacturing (2 Wochenstunden/WS)

THEOPRAX-TEAM

Akkreditierte Lehrtätigkeit für Lehrerfortbildungen in Rheinland-Pfalz, Hessen und Nordrhein-Westfalen im Auftrag des BMWi

GREMIENTÄTIGKEITEN

Armbrust, Torsten

- Mitglied der European Working Group Non-Lethal Weapons (EWG-NLW)

Baumgärtner, Sebastian

- Vertreter des Fraunhofer ICT in der Plattform Karosserie der Fraunhofer-Allianz autoMOBILproduktion

Becker, Wolfgang

- Mitglied im Arbeitskreis Prozessanalytik der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)
- Mitglied im Scientific Board der European Materials Research Society (EMRS)

Böhnlein-Mauß, Jutta

- Mitglied des Arbeitskreises IPT-REACH des Bundesamts für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr
- Mitglied des Arbeitskreises »Innenballistik« der Wehrtechnischen Dienststelle für Waffen und Munition

Bohn, Manfred

- Mitglied der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)
- Mitglied der Bunsengesellschaft für Physikalische Chemie (DBG)
- Mitglied der Gesellschaft für Thermische Analyse (GEFTA)
- NATO AC326/SG1-CNG
- Mitglied des International Steering Committee des International Pyrotechnics Seminar USA (IPS-USA Seminars)
- Mitglied des Steering Committee des International Pyrotechnics Seminar (IPS)
- Mitglied des Organising Committee der KISHEM, Korea (Süd)
- Mitglied des Scientific Committee der NTREM, Pardubice, Tschechien
- International Confederation for Thermal Analysis and Calorimetry (ICTAC)
- European Society for Thermal Analysis and Calorimetry (ESTAC)
- Mitglied des Committee des HFCS-EM (Heat Flow Calorimetry Symposium on Energetic Materials)
- Mitglied des „Committee of International NC Symposium“
- Mitglied des International Advisory Board of the Polymer Degradation Discussion Group (PDDG)

Boskovic, Dusan

- DIN NA 055-03-13 AA »Arbeitsausschuss Mikroverfahrenstechnik«

Bücheler, David

- Mitglied des AVK Arbeitskreises SMC/BMC

Cäsar, Joachim

- DKE 131 »Umweltsimulation«
- DKE 212 »IP-Schutzarten«
- Mitglied VDI e. V.
- Stellv. Vorsitzender der AG »Wirkungen auf Produkte« in der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL)
- Mitglied GUS e. V.
- Stellv. Leitung des Arbeitskreises »Partikel – Eigenschaften und Wirkung« in der Gesellschaft für Umweltsimulation
- verschiedene GUS-Arbeitskreise
- DAKS-Fachbegutachter, Fachgebiet Umweltsimulation

Cremers, Carsten

- Mitglied des NATO STO Exploratory Teams SET-ET-097 »Integration of Energy Sources into a NATO Tactical Power Grid«
- berufenes Mitglied des gemeinsamen Fachausschusses Brennstoffzellen der Gesellschaft für Energie- und Umwelttechnik GEU im Verein Deutscher Ingenieure (VDI) und der Energietechnischen Gesellschaft (ETG) im Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (VDE)
- Mitglied des Industriennetzwerks der Arbeitsgemeinschaft Brennstoffzellen im Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbauer
- Mitglied der Fachgruppe angewandte Elektrochemie der Gesellschaft Deutscher Chemiker
- Mitglied der Electrochemical Society (ECS)

Diemert, Jan

- Gründungsmitglied und Board-Member der European Composites, Plastics & Polymer Processing Platform ECP4
- Mitglied in der Polymer Processing Society (PPS)

Eckl, Wilhelm

- Deputy Chairman European Working Group Non-Lethal Weapons (EWG-NLW)

Elsner, Peter

- Mitglied des Hochschulrats der Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft
- Mitglied des Kuratoriums der Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft
- Mitglied der Hauptkommission (HK) des wissenschaftlich-technischen Rates (WTR) der Fraunhofer-Gesellschaft
- Mitglied des Präsidiums der Fraunhofer-Gesellschaft
- Vorsitzender des Fraunhofer-Verbunds MATERIALS
- stellvertretender Sprecher der Fraunhofer-Allianz BAU
- stellvertretender Sprecher des wissenschaftlichen Arbeitskreis Kunststoffe WAK
- Mitglied der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften

Eyerer, Peter

- Vorstand der TheoPrax Stiftung
- Gutachter in VIP+, Förderprogramm des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, Berlin; Projektträger VDI/VDE-IT, Berlin
- Gutachter für Projektträger im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V., Umwelt, Kultur, Nachhaltigkeit
- Vorstand »Offene Jugendwerkstatt Karlsruhe e. V.«

Fischer, Thomas

- Mitglied des Arbeitskreises »Innenballistik« der Wehrtechnischen Dienststelle für Waffen und Munition
- Mitglied der Task Force Innenballistik-Simulation
- Mitglied des Arbeitskreises IPT-REACH des Bundesamts für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr

Gettwert, Volker

- Mitglied der Fachgruppe Bauchemie der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)

Gräbe, Gudrun

- Mitglied der Wasserchemischen Gesellschaft (Fachgruppe der GDCh)

Henning, Frank

- 2. Vorstand SAMPE Deutschland e.V.
- Mitglied der Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e. V.
- SPE Composites Division (Board of Directors, European Liaison)
- Adjunct Research Professor in the Department of Mechanical & Materials Engineering, Faculty of Engineering of The University of Western Ontario, Canada
- stellvertretender Vorstandsvorsitzender Leichtbauzentrum Baden-Württemberg e. V.
- Beiratsmitglied in der Landesagentur für Leichtbau BW

Herrmann, Michael

- Mitglied bei der Deutschen Gesellschaft für Kristallographie (DGK)
- Mitglied der Gesellschaft für Thermische Analyse (GEFTA)

Hübner, Christof

- gewähltes Mitglied im wissenschaftlich-technischen Rat (WTR) der Fraunhofer-Gesellschaft
- Vertreter des Fraunhofer ICT in der Fraunhofer-Allianz Nanotechnologie

Joppich, Tobias

- Vertreter des Fraunhofer ICT im Leichtbauzentrum Baden-Württemberg e. V., Unterstützung des Vorstands
- Vertreter des Fraunhofer ICT in der Leichtbau-Agentur Baden-Württemberg
- Stellvertretendes Mitglied im Arbeitskreis »EATC – European Alliance for Thermoplastic Composites« der Industrievereinigung verstärkte Kunststoffe e. V. (AVK)

Juez-Lorenzo, Mar

- Mitglied der Deutschen Gesellschaft für Elektronenmikroskopie DGE
- Mitglied der European Microscopy Society (EMS)

Kauffmann, Axel

- Mitglied in der Fraunhofer-Allianz BAU

Knapp, Sebastian

- Mitglied der International Pyrotechnic Society

Kolarik, Vladislav

- Mitglied der Gesellschaft für Korrosionsschutz e. V. GfKORR

Krause, Dörthe

- Mitglied Arbeitskreis »Initiativkreis Unternehmergeist«, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Berlin
- Vorstandsmitglied im Bundesverband Lernort Labore e. V.
- Vorstandsmitglied TheoPrax Stiftung

Löbbecke, Stefan

- Mitglied ProcessNet, u.a. Fachgruppen Mikroverfahrenstechnik, Reaktionstechnik, Prozessanalytik; Arbeitsausschuss Reaktionstechnik sicherheitstechnisch schwieriger Prozesse; Arbeitskreis Metallorganische Gerüstverbindungen (Gründungsmitglied)
- Mitglied der Gesellschaft Deutscher Chemiker GDCh (u. a. Arbeitskreis Prozessanalytik)
- Mitglied der Deutschen Gesellschaft für Katalyse (GECatS)

Marioth, Eric

- Co-Koordinator des Fraunhofer EU-Netzwerkes und Leiter der AG Weiterbildung

Möller, Kai-Christian

- stellvertretender Sprecher Fraunhofer-Allianz Batterien
- Mitglied der Electrochemical Society, Battery Division
- Mitglied der GDCh-Fachgruppe Angewandte Elektrochemie
- Mitglied des projektbegleitenden Ausschusses »AK Elektrische Energiespeichertechnik« der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e. V. (FVA)
- Mitglied im DKE-Arbeitsgremium EMOBILITY.AG50
- Mitglied in der EU M-era.NET Strategic Expert Group (SEG)
- Studienbeirat Schaufenster Elektromobilität - Second-Life für LIB aus EV
- Wissenschaftlicher Berater Nationale Plattform Elektromobilität UAG 2.2

Müller, Torsten

- Mitglied der American Helicopter Society (AHS)

Neutz, Jochen

- Mitglied des Programm-Ausschusses und National Point of Contact des European Symposium on Non-Lethal Weapons
- Mitglied der Projektgruppe »Non-lethal Capabilities« der European Defence Agency (EDA)
- Vorsitzender des Programmausschusses AIRBAG 2000 plus
- Mitglied der NATO Projektgruppe DAT-NLC

Noack, Jens

- International Electrotechnical Commission IEC 61427-2 JWG 82 »Secondary Cells and Batteries for Renewable Energy Storage and Smart Grid Structures«
- International Electrotechnical Commission IEC TC 21 / TC 105 JWG 7 »Flow Batteries«
- Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik DKE, AK 371.0.6 »Flow Batteries«

Parrisius, Martina

- Mitglied im Expertenbeirat Neue Oberstufe Berlin

Pinkwart, Karsten

- Koordinator des Fraunhofer-Netzwerks Elektrochemie
- Vorstandsmitglied der Arbeitsgemeinschaft Elektrochemischer Forschungseinrichtungen AGEF e. V.
- Mitglied des Arbeitskreis Energietechnik der Deutschen Gesellschaft für Wehrtechnik DWT e. V.
- Leiter des Arbeitskreises Batterieprüfung der Gesellschaft für Umweltsimulation GUS e. V.
- Mitglied des Arbeitsausschusses »Elektrochemische Prozesse« der DECHEMA/ProcessNet
- Mitglied im Vorstand der Fachgruppe Angewandte Elektrochemie und der Fachgruppe Chemie und Energie der Gesellschaft Deutscher Chemiker GDCh

Reichert, Thomas

- Geschäftsführender Vorstand der Gesellschaft für Umweltsimulation GUS e. V.
- President of the European Federation of Clean Air and Environmental Protection Associations EFCA
- President of the Confederation of European Environmental Engineering Societies CEEES
- Mitglied im Fachbeirat FB III »Umweltqualität« der Kommission Reinhaltung der Luft KRdL im VDI und DIN
- Obmann der AG »Wirkungen auf Werkstoffe und Umweltsimulation« der Kommission Reinhaltung der Luft KRdL im VDI und DIN
- Chairman of the »European Weathering Symposia EWS«
- Chairman of the CEEES Technical Advisory Board for »Climatic and Air Pollution Effects on Materials and Equipment«
- Chairman of the Organizing Committee for the »Ultrafine Particles Symposia UFP«
- Mitarbeiter im DIN Normenausschuss Kunststoffe NA 054-01-04 »Verhalten gegen Umgebungseinflüsse«

Roeseling, Dirk

- Mitglied der Liquid Explosive Study Group (ECAC)
- Mitglied der Trace Explosive Study Group (ECAC)
- Mitglied der EDS cabin baggage Explosive Study Group (ECAC) (vormals ACBS)
- Mitglied der Vapor Trace Explosive Study Group (ECAC)
- Mitglied der EDS hold baggage Explosive Study Group (ECAC)

Schmidt, Kerstin

- Vorstandsmitglied der Energieavantgarde Anhalt e. V.

Stier, Christian

- Mitglied des AVK Arbeitskreises Faseranalytik
- Arbeitskreis Mauerwerksrecycling (Zusammenschluss mehrerer Baustoff-Industrieverbände und Forschungseinrichtungen)
- Molecular Sorting-Plattform (Austausch- und Akquiseplattform innerhalb der FhG)

Teipel, Ulrich

- berufenes Mitglied im ProcessNet Fachausschuss Zerkleinerung und Klassieren
- Leitung des Arbeitskreises »Partikel – Eigenschaften und Wirkung« in der Gesellschaft für Umweltsimulation GUS e. V.
- berufenes Mitglied im ProcessNet Fachausschuss »Kristallisation«
- Gutachter der AIF und DFG
- Editor Board »Chemical Engineering Technology«
- Gastherausgeber des Journals »Chemie-Ingenieur-Technik« Themenbereich: Partikeltechnik
- Vorsitzender der AG »Wirkungen auf Produkte« in der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL)
- Vertrauensdozent der DFG an der Technischen Hochschule Nürnberg
- Mitglied des Deutsch-Russischen Rohstoffforums
- Mitglied der Arbeitsgruppe »Limits of development/ sustainability« des »International Seminars on Planetary Emergencies« at the World Federation of Scientists/Erice
- Mitglied im Scientific Committee der »PARTEC 2016«

Thoma, Bernd

- Mitglied in der AVK-Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e. V. Arbeitskreis »EURO RTM Group«

Tübke, Jens

- Sprecher der Fraunhofer-Allianz Batterien
- Mitglied AG Batterietechnologie der Nationalen Plattform Elektromobilität
- Sprecher Fachbeirat Forum Elektromobilität e. V. Vorstandsmitglied fokus.energie e. V.
- Member of Electrochemical Society, Battery Division
- Mitglied der Fachgruppe Angewandte Elektrochemie der Gesellschaft Deutscher Chemiker GDCh
- Mitglied der Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V. (DECHEMA)

Urban, Helfried

- Honorarprofessor an der Hochschule Karlsruhe

Weiser, Volker

- Mitglied beim Combustion Institute
- Mitglied bei der Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e. V.
- Mitglied der International Pyrotechnic Society
- Board Member of the Workshop on Pyrotechnic Combustion Mechanisms
- Vertreter in der Fraunhofer Allianz Space

Wurster, Sebastian

- Mitglied im Arbeitskreis Innenballistik
- Mitglied der Task Force Innenballistik-Simulation

VERANSTALTUNGEN, MESSEN UND FACHAUSSTELLUNGEN

VERANSTALTUNGEN

4.-5. Februar 2015

**Abschlussworkshop »Technologie-Cluster
Composites Baden-Württemberg TC²«**

Fraunhofer ICT, Pfinztal

25.-27. März 2015

**44. Jahrestagung der Gesellschaft für Umweltsimulation
GUS »Umwelteinflüsse erfassen, simulieren und
bewerten«**

Festhalle, Stutensee-Blankenloch

23. April 2015

Girls' Day

Fraunhofer ICT, Pfinztal

23.-24. April 2015

Produktgestaltung in der Partikeltechnologie

Fraunhofer Forum, Berlin

18.-20. Mai 2015

8th European Symposium on Non-Lethal Weapons

Stadthalle Ettlingen

17.-18. Juni 2015

**Urbane Mobilität der Zukunft. Symposium
des Innovationsclusters REM 2030**

Konzerthaus, Karlsruhe

23. Juni 2015

16. Wehrtechniktag

Fraunhofer ICT, Pfinztal

24.-25. Juni 2015

**»Energieeffizienter Leichtbau« Abschlussveranstaltung
der Projekte Flame, Presche, Pulform und Sowema**

Fraunhofer ICT, Institutsteil FIL, Augsburg

23.-26. Juni 2015

**46th International Annual Conference of the
Fraunhofer ICT: »Performance, Safety and
System Applications«**

Kongresszentrum, Karlsruhe

5. November 2015

2nd Young LCA Researcher Workshop Karlsruhe

»Modelling End of Life in Life Cycle Assessment«

Fraunhofer ICT, Pfinztal

BETEILIGUNG AN MESSEN UND FACHAUSSTELLUNGEN

19.-24. Januar 2015

BAU München

München

25.-27. Februar 2015

Fuel Cell Expo

Tokyo, Japan

10.-12. März 2015

JEC Composites Paris

Paris, Frankreich

18.-19. März 2015

VDI-Kunststoffe im Automobilbau

Mannheim

26.-29. März 2015

expoMED Eurasia

Istanbul, Türkei

13.-17. April 2015

Hannover Messe

Hannover

20.-22. Mai 2015

EST Energy Science Technology

Karlsruhe

15.-19. Juni 2015

Achema

Frankfurt

15.-21. Juni 2015

SIAE

Le Bourget, Frankreich

22.-24. September 2015

Composite Europe

Stuttgart

13.-17. Oktober 2015

Fakuma

Friedrichshafen

VERÖFFENTLICHUNGEN

Antes, J.; Loebbecke, S.

Reaction calorimetry in microreactors: fast reaction screening and process design.

In: Proceedings of the 10th European Congress of Chemical Engineering (ECCE10), September 26 – October 1, 2015, Nice, France

Armbrust, T.; Krebs, H.; Neutz, J.; Scholz, P.; Thiel, K.-T., Zettl, S.

Review on ICT's research on scalable non-lethal launchers and projectiles.

In: Proceedings of the 8th European Symposium on Non-lethal Weapons, May 18-20, 2015, Ettlingen, Germany, p. 5-1

Armbrust, T.; Rozincsak, L.; Klemenz, M.; Hummel, M.; Bernewitz, J.; Neutz, J.

Inhibitors for non-lethal anti-material applications.

In: Proceedings of the 8th European Symposium on Non-lethal Weapons, May 18-20, 2015, Ettlingen, Germany, p. 28-1

Armbrust, T.; Krebs, H.; Neutz, J.; Walschburger, E.; Eisenreich, N.

Results for miniaturized directed acoustic arrays.

In: Proceedings of the 8th European Symposium on Non-lethal Weapons, May 18-20, 2015, Ettlingen, Germany, p. 29-1

Becker, W.; Inone-Kauffmann, E.; Eckl, W.; Eisenreich, N.

Near infrared spectroscopy as a tool for in-line control of process and material properties of PLA biopolymer.

Nahinfrarotspektroskopie als Werkzeug für die in-line Kontrolle von Prozess- und Materialeigenschaften von Polylaktid Biopolymeren.
In: tm – Technisches Messen 2015; 82(12): 653–662

Becker, W.; Inone-Kauffmann, E.; Eckl, W.; Eisenreich, N.

Nahinfrarotspektroskopie als Werkzeug für die in-line Kontrolle von Prozess- und Materialeigenschaften von Polylaktid Biopolymeren.

2. Internationale Konferenz zur Optischen Charakterisierung von Materialien OCM-2015, Karlsruhe, 18.-19. März 2015

Böhnlein-Mauß, J.; Mitro, D.; Helfrich, M.

Influence of different plasticizers on the glass transition temperature of mixtures with energetic thermoplastic elastomers.

In: Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications", June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 127-1 to 127-2

Bohn, M.A.

Assessment of description quality of models by information theoretical criteria based on Akaike and Schwarz-Bayes applied with stability data of energetic materials.

In: Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications", June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 6-1 to 6-23

Bohn, M.A.

Stability and characterization of GAP bonded ADN-propellant – the problem of gas formation during curing with isocyanates.

In: Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications", June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 116-1

Bordet, F.; Ahlbrecht, K.; Tübke, J.; Ufheil, J.; Hoes, T.; Oetken, M.; Holzapfel, M.

Anion intercalation into graphite from a sodium-containing electrolyte.

Electrochimica Acta, Band 174, August 20, 2015, S. 1317–1323, Elsevier, Philadelphia (USA).

Bošković, D.; Schweikert, W.; Panić, S.; Mitrikevičić, U.; Loebbecke, S.

Quantum cascade laser spectroscopy for inline monitoring of microfluidic processes.

ACHEMA 2015, June 15-19, Frankfurt am Main, Germany

Bošković, D.; Schweikert, W.; Panić, S.; Mitrikevičić, U.; Rossmann, B.; Loebbecke, S.

In-line reaction monitoring of microreaction processes by laser spectroscopy.

In: Proceedings of the European Symposium on Chemical Reaction Engineering, ESCRE 2015, October 27-30, 2015, Fürstenfeldbruck, Germany

Bošković, D.; Mendl, A.; Panić, S.; Loebbecke, S.

Monitoring microfluidic processes with new Infrared and Raman spectroscopic tools.

In: Proceedings of the 4th Asia-Pacific Chemical and Biological Microfluidics Conferences, November 2-4, 2015, Da Nang, Vietnam

Buczowski, T.; Noack, J.; Fischer, P.; Tübke, J.; Pinkwart, K.

A vanadium redox flow battery for uninterruptible power supply applications.

Proceedings, 6th International Flow Battery Forum, Glasgow, Scotland, 2015

Cremers, C.; Hitscherich, M.; Ries, P.; Niedergesäß, A.; Rau, M.S.; Pinkwart, K.; Tübke, J.

Fuel cells as range extender or auxiliary power unit for electric vehicles.

20th World Hydrogen Energy Conference, WHEC 2014. Vol.1, Gwangju, South Korea, June 15-20, 2014, Red Hook, NY: Curran, 2015, ISBN 978-1-63439-655-4, p. 50-55

Cremers, C.; Jurzinsky, T.; Bach Delpauch, A.; Niether, C.; Jung, F.; Pinkwart, K.; Tübke, J.

Electrocatalysts for direct alcohol fuel cells.

ECS Transactions, Vol. 69, 2015, p. 795-807.

Deimling, L.; Billeb, G.; Klahn, T.; Schreiber, A.; Zilly, A.

Investigation of rotating pyrotechnical decoy in realistic air flow with authentic ignition.

In: Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications", June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 110-1 to 110-4

Eberhardt, A.; Boskovic, D.; Loebbecke, S.

Continuous production of polymeric nanoparticles in microfluidic structures.

ACHEMA 2015, June 15-19, Frankfurt am Main, Germany

Eberhardt, A.; Loebbecke, S.

Applicability of CFD methods for design and optimization of multiphase microreactors.

In: Proceedings of the European Symposium on Chemical Reaction Engineering, ESCRE 2015, October 27-30, 2015, Fürstfeldbruck, Germany

Fürst, T.; Kuppinger, J.; Huber, T.; Henning, F.

Molding tools without sealing gaskets.

KUNSTSTOFFE international 5/2015 (2015), S. 32-34

Fürst, T.; Kuppinger, J.; Huber, T.; Henning, F.

Presswerkzeuge ohne Dichtung.

KUNSTSTOFFE 5/2015 (2015), S. 62-65

Fürst, T.; Schirmaier, F.; Thoma, B.; Kärger, L.; Henning, F.

Cost-efficient Preforming as leading process step to achieve a holistic and profitable RTM product development.

1st International Composite Congress (ICC); AVK; Stuttgart 2015

Gerber, P.; Happ, A.

A new mixing technology for plastic bonded explosives.

In: Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications", June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 133-1 to 133-2

Gettwert, V.; Fischer, S.

Small scale motor tests of ADN/GAP based propellants.

In: Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications", June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 104-1 to 104-10

Gettwert, V.; Tagliabue, C.; Weiser, V.; Imiolek, A.

Green Advanced High Energy Propellants for Launchers (GRAIL) – First results on the Burning Behavior of AN/ADN Propellants.

eucass 2015, Kraków, Poland, June 29 – July 3, 2015

Gettwert, V.; Tagliabue, C.; Weiser, V.; Imiolek, A.

Green advanced high energy propellants for launchers (grail) – First results on the burning behavior of AN/ADN propellants.

6th European Conference for Aeronautics and Space Science (EUCASS), Krakow, Poland, June 29 – July 3, 2015, Paper 466

Gettwert, V.; Bohn, M. A.; Fischer, S.; Weiser, V.

Performance of ADN/GAP propellants compared to Al/AP/HTPB.

Insensitive Munitions & Energetic Materials Technology Symposium (IMEMTS), May 18-21, 2015, Rome, Italy

Gettwert, V.; Bohn, M.A.; Schubert, H.

Propellants.

In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. WileyOnlineLibrary, <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/14356007>

Günthner, C.; Knapp, S.; Weiser, V.

Multi-modal dense sphere packing algorithm for the simulation of thermites.

In: Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications", June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 122-1

Guschin, V.; Becker, W.; Mikonsaari, I.

Kombination von turbidimetrischer Methode mit Verfahren der multivariaten Datenanalyse zur Charakterisierung von Nanokompositen.

In: Tagungsband, 7. Symposium „Produktgestaltung in der Partikeltechnologie“, 23. und 24. April 2015, Berlin, Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2015, 566 S., ISBN: 3-8396-0877-5, ISBN: 978-3-8396-0877-7

Guschin, V.; Marioth, E.

PROCYCLE: Analyse und toxikologische Bewertung von Stäuben aus Recycling- und Verwertungsprozessen von Nanocomposites und Strategien zur Gefährdungsminimierung.

DANA 2.0 NanoCare Clustertreffen. 20. Mai 2015, Dechema e. V., Frankfurt

Guschin, V.; Becker, W.; Mikonsaari, I.; Weiss, P.

Online-Charakterisierung von Nanokompositen.

11. Kolloquium Prozessanalytik; Wien, Austria; December 1-2, 2015

Guschin, V.; Knapp, S.; Wehner, H.; Haspiel, F.; Pappert, S.; Eckl, W.

Application of thermochemical sorption material to control the moisture of ammunition.

In: Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications", June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 128-1 to 128-6

Hagen, M.; Hanselmann, D.; Maca, R.; Gerber, D.; Ahlbrecht, K.; Tübke, J.

Lithium-sulfur cells: the gap between the state-of-the-art and the requirements for high energy battery cells.

Adv. Energy Mater. (2015), 1401986, <http://dx.doi.org/10.1002/aenm.201401986>

Hakspiel, F.; Pappert, S.; Teipel, U.; Eckl, W.

Experimental determination of heat-dynamics of a zeolite bedding.

Energy, Science and Technology 2015. The energy conference for scientists and researchers. Book of Abstracts, EST, Energy Science Technology, International Conference & Exhibition, May 20-22, 2015, Karlsruhe, Germany, URN: urn:nbn:de:swb:90-442903, EVASTAR ID: 1000044290, Verlag Karlsruhe, KIT

- Hakspiel, F.; Pappert, S.; Teipel, U.; Eckl, W.
Experimental determination of heat-dynamics of a zeolite bedding in a plug flow reactor.
 27. Deutsche Zeolith-Tagung mit dem Jahrestreffen Fachtagung Adsorption, 25. bis 27. Februar 2015, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Germany
- Hangs, B.; Link, L.; Henning, F.:
Characterization of complexly warped components made from locally reinforced UD-tape laminates.
 12th International Conference on the Mechanical Behavior of Materials (ICM12); KIT; Karlsruhe; 2015
- Heintz, T.; Leisinger, K., Roßmann, C.
Scale-up approaches for the ADN-prilling process by emulsion crystallization.
 In: Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications", June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 105-1 to 105-2
- Herr, T.
Neue Elektrolyte zur Steigerung der Energiedichte einer nicht-wässrigen Vanadium-Acetylacetonat-Redox-Flow-Batterie.
 In: Wissenschaftliche Schriftenreihe des Fraunhofer ICT, Band 64, Fraunhofer Verlag, 2015, ISBN 978-3-8396-0920-0
- Herrmann, M.; Förter-Barth, U.; Keicher, T.
Microstructure of energetic thermoplastic elastomers investigated by means of x-ray diffraction.
 In: Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications", June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 53-1 to 53-10
- Herrmann, M.; Kempa, P.B.; Altenburg, T.; Polyzoidis, A.; Piscopo, C.G.; Löbbecke, S.
Charakterisierung von metall-organischen Gerüststrukturen (MOF) mit Hilfe der Röntgenbeugung.
 In: Teipel, U. (Hrsg.), Produktgestaltung in der Partikeltechnologie, Band 7, Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2015, ISBN 978-3-8396-0677-7, S. 489-495
- Herrmann, M.; Bohn, M.A.
Aging of explosive crystals investigated by x-ray diffraction.
 Advances in X-ray Analysis, Vol. 58, Proc. 63rd Annual Conf. on Application of X-ray Analysis, 2015, ISSN 1097-0002
- Herrmann, M.; Förter-Barth, U.; Bohn, M.A.; Krause, H.; Koch, M.; Arnold, W.
Microstructure of the PBX KS32 after mechanical loading.
 Propellants Explos. Pyrotech. 2015, Vol. 40, p. 880–885
- Herrmann, M.; Heintz, T.; Gerber, P.; Fischer, T.
Insensitive, high-performance explosives.
 In: Military Science Research, Annual Report 2014, Defence research for the German Armend Forces, Federal Ministry of Defence, Bonn, Germany, August 2015
- Herrmannsdörfer, D.; Herrmann, M.; Heintz, T.
New approaches to the CL-20/HMX cocrystal a less sensitive high power explosive.
 In: Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications", June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 107-1 to 107-9
- Hohmann, A.; Schwab, B.; Wehner, D.; Albrecht, S.; Ilg, R.; Schüppel, D.; v. Reden, T.
MAI ENVIRO. Vorstudie zur Lebenszyklusanalyse mit ökobilanzieller Bewertung relevanter Fertigungsprozessketten für CFK-Strukturen.
 Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2015, 116 S., ISBN 978-3-8396-0929-3, ISBN 3-8396-0929-1
- Hörold, A.; Scharfel, B.; Trappe, V.; Gettwert, V.; Korzen, M.
Protecting the structural integrity of composites in fire: intumescent coatings in the intermediate scale.
 Journal of Reinforced Plastics and Composites, Vol. 34, Iss. 24, p. 2029-2044, 2015
- Imiolek, A.; Weiser, V.; Kelzenberg, S.; Roth, E.; Lity, A.
Self-propagating combustion synthesis of nanostructured particles.
 In: Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications", June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 120-1 to 120-10
- Jurzinsky, T. Cremers, C. Jung, F. Pinkwart, K. Tübke J.
Development of materials for anion-exchange membrane direct alcohol fuel cells.
 International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 40, 2015, p. 11569-11576
- Jurzinsky, T.; Bär, R.; Cremers, C.; Tübke, J.; Elsner, P.
Highly active carbon supported palladium-rhodium PdXRh/C catalysts for methanol electrooxidation in alkaline media and their performance in anion exchange direct methanol fuel cells (AEM-DMFCs).
 Electrochimica Acta, Vol. 176, 2015, p. 1191-1201
- Karcher, M.; Henning, F.; Chaloupka, A.; Schmolzer, S.; Moukhina, E.
Bestimmung der Aushärtekinetik eines 2-stufig aushärtenden Epoxidharzes zur Herstellung von Hochleistungsfaserverbunden.
 Zeitschrift Kunststofftechnik des WAK (2015), Journal of Plastics Technology
- Karcher, M.; Henning, F.; Gerlitzki, M.; Thoma, B.
Evaluation of a new "inlinepreg" process approach to established processes for the manufacturing of structural components out of carbon fibre reinforced plastics.
 SPE Automotive Composites Conference & Exhibition (ACCE), September 9-11, 2015, 46100 Grand River Avenue, Novi, MI 48374
- Karcher, M.; Hangs, B.; Bücheler, D.; Starke, J.; Rausch, J.; Ebli, S.; Krämer, J.; Müller, T.
MAI qfast – Assessment and direct comparison of various fiber reinforced systems based on generic structures.
 1st International Composites Congress (ICC), Stuttgart, September 21-22, 2015
- Keckl, C.
Verkürzung von Prozessketten am Beispiel des Direkt-SMC-Prozesses.
 Leipzig, 4. Kongress Ressourceneffiziente Produktion

Kempa, P.B.; Herrmann, M.

Pair distribution function analysis of ammonium nitrate – evaluation of measuring systems for energetic materials.

In: Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT “Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications”, June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 102-1 to 102-10

Keßler, A.; Wassmer, C.; Knapp, S.; Weiser, V.; Sachsenheimer, K.; Raab, A.; Langer, G.; Eisenreich, N.

Effects of Radiation on the flame front of hydrogen air explosions.

In: International Conference on Hydrogen Safety, ICHS2015. October, 19-21 2015 – Yokohama (Japan)

Klahn, T.; Zilly, A.; Schreiber, A.; Deimling, L.

Recomat-spectrometric application.

In: Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT “Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications”, June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 109-1 to 109-6

Knapp, S.; Eisenreich, N.; Kelzenberg, S.; Weiser, V.

Hot-spot modelling of propellant regression part 2.

In: Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT “Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications”, June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 121-1 to 121-2

Knapp, S.; Weiser, V.; Kelzenberg, S.; Roth, E.; Eckl, W.

Hot-spot modelling of thermite mixtures.

Europyro 2015 – 41st International Pyrotechnics Seminar; Toulouse, Frankreich; 4 – 7. Mai 2015; 181-190

Kröber, H.; Böhnlein-Mauß, J.

Preparation and characterization of foamed propellants using supercritical fluids.

In: Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT “Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications”, June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 115-1 to 115-5

Kuchenreuther-Hummel, V.; Rozincsak, L.; Neutz, J.

Thermogravimetric study on the reaction of magnesium and aluminum in nitrogen.

In: Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT “Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications”, June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 112-1 to 112-9

Leidinger, M.; Rieger, M.; Weishaupt, D.; Sauerwald, T.; Nägele, M.; Hürttlen, J.; Schütze, A.

Trace gas VOC detection using metal-organic frameworks as pre-concentrators and semiconductor gas sensors.

Procedia Engineering, 2015, 120, 1042–1045.
<http://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.719>

Loebbecke, S.; Tuercke, T.; Mendl, A.; Boskovic, D.; Antes, J.

Processing of hazardous and energetic materials in microreactor plants.

ACHEMA 2015, June 15-19, Frankfurt am Main, Germany

Loebbecke, S.; Antes, J.; Bošković, D.

Recent advances in spectroscopic and calorimetric process analysis for microfluidic processes.

In: Proceedings of the 20th international COMS Conference, September 14-16, Krakow, Poland

Löbbecke, S.; Polyzoidis, A.; Piscopo, C.G.; Schwarzer, M.

Synthesis and manufacture of MOFs: challenges and recent developments.

In: Proceedings of the Workshop “Metal-Organic Frameworks for Industry: Up-scaling and Shaping”, 15. October 2015, Dresden, Germany

Manis, F.; Wölling, J.; Drechsler, K.

Damage behaviour of fibre reinforced materials induced by high temperature oxidation for optimisation of thermal recycling routes.

In: 20th Symposium on Composites, pp. 1088-1095, 2015.

Materna, M.; Keßler, A.

Characterization of sibex in 1,5m³ ICT detonation tank.

In: Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT “Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications”, June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 126-1 to 126-11

Mendl, A.; Löbbecke, S.; Köhler, J.M.

SERS analytical module for high throughput screenings in droplet-based microfluidics.

In: Proceedings of 3rd International Conference on the Implementation of Microreactor Technology in Biotechnology; May 10-13, 2015, Opatija, Croatia

Mendl, A.; Löbbecke, S.; Köhler, J.M.

SERS analytical module for high throughput screenings in droplet-based microfluidics.

In: Implementation of microreactor technology in biotechnology. 3rd international conference, CIP – Cataloguing-in-Publication National and University Library of Slovenia, Ljubljana, ISBN 978-961-6756-58-7

Mitro, D.; Böhnlein-Mauß, J.

The influence of different nitrocelluloses on the interaction in a binder-plasticizer system.

In: Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT “Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications”, June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 132-1

Moser, K.; Holzer, A.; Bergmann, B.

Environmentally-friendly, heat-resistant profiles – Development of materials tailored to process.

Kunststoffe international, 9 (2014); 3 S, 77-79, Carl Hanser Verlag, München

Moser, K.; Holzer, A.; Bergmann, B.; Diemert, J.

Optimized profile extrusion processes for biopolymer blends.

Polymer Processing Society Conference 2015, Polymer Processing Society, Graz, Austria, September; 2015

Moser, K.; Holzer, A.; Bergmann, B.; Diemert, J.; Elsner, P.

Optimization of PLA compounds using novel nucleating agents and plasticizers.

Polymer Processing Society Conference 2015, Polymer Processing Society, Graz, Austria, September, 2015

Mußbach G.; Bohn, M.A.

Non-destructive method to follow ageing of solid propellant in rocket motors.

In: Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications", June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 119-1 to 119-9

Nägele, H; Pfitzer, J.; Ziegler, L; Inone-Kauffmann, E; Eisenreich, N.

Application of lignin materials and their composites (lignin applications in various industrial sectors, future trends of lignin and their composites).

In: Faruk, O.; Sain, M. (Hrsg.) Lignin in Polymer Composites, 1st Edition, Elsevier Inc., 2015, ISBN 978-0-323-35565-0, S. 233-244.

Nardai, M.M.; Bohn, M.A.

Cohesion properties in pbx and composite propellants – computational results and experimental aspects.

In: Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications", June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 19-1 to 19-16

Nardai, M.M.; Bohn, M.A.

Cohesion properties in pbx and composite propellants – computational results.

In: Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications", June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 113-1 to 113-12

Noack, J.; Roznyatovskaya, N.; Herr, T.; Fischer, P.

The chemistry of redox-flow batteries.

Angew. Chem. Int. Ed. 54 (34), S. 9776–9809, 2015

Noack, J.; Roznyatovskaya, N.; Herr, T.; Fischer, P.

Die Chemie der Redox-Flow-Batterien.

Angew. Chem. 127 (34), S. 9912–9947, 2015

Noack, J.; Tübke, J.; Pinkwart, K.

Dithionite / air direct ion liquid fuel cell.

Journal of Power Sources, 286, 232-238, 2015

Piscopo, C.G.; Polyzoidis, A.; Schwarzer, M.; Loebbecke, S.

Stability of UiO-66 under acidic treatment: Opportunities and limitations for post-synthetic modifications.

Microporous and Mesoporous Materials 208 (2015) 30-35, <http://dx.doi.org/10.1016/j.micromeso.2015.01.032>

Piscopo, C.G.; Polyzoidis, A.; Schwarzer, M.; Loebbecke, S.

Stability of uio-66 under acidic treatment: Opportunities and limitations for post-synthetic modifications.

In: Proceedings of the 2nd Euro-Asia Zeolite Conference, January 25-28, 2015, Nice, France

Piscopo, C.G.; Polyzoidis, A.; Schwarzer, M.; Löbbecke, S.

Study of UiO-66 stability under acidic treatment: synthetic and post-synthetic investigations.

In: Proceedings of the 27. Deutsche Zeolith-Tagung, February 25-27, 2015, Oldenburg, Germany

Polyzoidis, A.; Schwarzer, M.; Loebbecke, S.; Piscopo, C.G.

Metal organic frameworks (MOFs): Time for a breakthrough in material supply. Advantages and perspectives of MOF synthesis in flow.

Chimica Oggi/Chemistry Today, 05/2015, 33(3), pp. 65-68

Polyzoidis, A.; Piscopo, C.G.; Löbbecke, S.

Nanoporöse Multitalente.

Chemie&More, 04.2015, pp. 12-15

Polyzoidis, A.; Altenburg, T.; Piscopo, C.G.; Schwarzer, M.; Loebbecke, S.

Fast and continuous synthesis of UiO-66 by employing microreaction technology.

In: Proceedings of the 2nd Euro-Asia Zeolite Conference, January 25-28, 2015, Nice, France

Polyzoidis, A.; Altenburg, T.; Piscopo, C.G.; Schwarzer, M.; Loebbecke, S.

Synthesis of MOFs at technical scale applying batch and continuous processes.

In: Proceedings of the 27th "Deutsche Zeolith-Tagung", February 25-27, 2015, Oldenburg, Germany

Polyzoidis, A.; Altenburg, T.; Schwarzer, M.; Loebbecke, S.; Kaskel, S.

Continuous microreactor synthesis of ZIF-8 with high space-time-yield and tunable particle size.

Chem. Eng. J. 2016, 283, pp. 971-977

Quaresma, J.; Keicher, T.; Piñeiro, M.; Deimling, L.; Campos, J.; Krause, H.

Deflagration-detonation experiments of sensitized mixtures of ammonium or urea nitrates and an energetic thermoplastic elastomer.

In: Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications", June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 25-1 to 25-16

Rapp, F.; Mack, C.; Elsner, P.

Geschäumte Kunststoffe – Trends und Herausforderungen.

WAK Jahresmagazin Kunststofftechnik 2015

Rapp, F.; Schneider, A.; Elsner, P.

Biopolymer Schaumpartikel effizient produziert mit flexibler Technik.

Gala Symposium 2015, Wesel, Deutschland

Richards, J.

Untersuchungen an a-C:H:Me beschichteten Substraten zur Eignung als alternatives Bipolarplattenmaterial für wässrige Vanadium Redox-Flow Batterien.

In: Wissenschaftliche Schriftenreihe des Fraunhofer ICT, Band 63, Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2015, ISBN 978-3-8396-0911-8

Rieger, M.; Heil, M.; Hürttlen, J.; Schnürer, F.; Bunte, G.; Krause, H.

Metal Organic Frameworks as selective preconcentrator material for gas-phase sensing.

In: Security Research Conference 10th Future Security, 2015, Vol. 10, Berlin, Fraunhofer Verlag

Rieger, M.; Wittek, M.; Weishaupt, D.; Polyzoidis, A.; Löbbecke, S.; Krause, H.

Breakthrough volumes of BTEX compounds on state of the art MOFs.

In: 1st European Conference on Metal Organic Frameworks and Porous Polymers (euroMOF), 2015, Vol. 1, p. 126, Potsdam, Germany

Rosenberg, P.; Thoma, B.; Henning, F.

Characterization of epoxy and polyurethane resin systems for manufacturing of high-performance composites in high-pressure RTM process.

15th-annual SPE Automotive Composites Conference & Exhibition; Society of Plastics Engineers; Novi, MI 48374; 2015

Roznyatovskaya, N.

The Chemistry of Redox-Flow Batteries.

In: *Angewandte Chemie – International Edition* 54(34):9776-9809, August 2015, DOI: 10.1002/anie.201410823

Roznyatovskaya, N.

Sieving effects in electrical double-layer capacitors based on neat [Al(hfip)4]– and [NTf2]– ionic liquids.

Article in *ChemElectroChem* 2(6): 829-836, June 2015, DOI: 10.1002/celec.201500024

Schaller, U.; Keicher, T.; Weiser, V.; Krause, H.

Synthesis and characterization of nitrate based energetic ionic liquids (eils).

In: *Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT “Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications”*, June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 114-1 to 114-6

Schneider, A.; Mack, C.; Rapp, F.

Schaum aus dem Gelben Sack. Expandierte Polyolefine aus Sekundärrohstoffen herstellen.

Kunststoffe 5/2015, S. 86-89

Schnürer, F.; Heil, M.; Rieger, M.; Eberhardt, A.; Aniol, J.; Krause, H.

Localisation of IED manufacturing facilities by detection of explosives in sewage water.

In: *Beyerer, J.; Meissner, A.; Geisler, J. (Hrsg.) 10th Future Security 2015. Security Research Conference. Proceedings, September 15-17, 2015, Berlin, Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2015, ISBN: 978-3-8396-0908-8, ISBN 3-8396-0908-9, S.285-291*

Schnürer, F.; Schweikert, W.; Almaviva, S.; Chirico, R.; Nuvoli, M.;

Palucci, A.

A new eye-safe UV Raman spectrometer for the remote detection of energetic materials in fingerprint concentrations: Characterization by PCA and ROC analyzes.

In: *Talanta*, Volume 144, 1 November 2015, Pages 420-426

Schreiber, A.; Klahn, T.; Zilly, A.; Deimling, L.

Hyperspectral imaging of pyrotechnical decoys.

In: *Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT “Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications”*, June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 111-1 to 111-6

Seyidoglu, T.; Bohn, M.A.

Modelling of loss factor curves obtained by torsion-dma of htpb and gap based binders manufactured with different curing agents and plasticizers.

In: *Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT “Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications”*, June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 118-1 to 118-26

Teipel, U. (Hrsg.)

Produktgestaltung in der Partikeltechnologie, Bd.7.

Tagungsband, 7. Symposium „Produktgestaltung in der Partikeltechnologie“, 23. und 24. April 2015, Berlin, Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2015, 566 S., ISBN: 3-8396-0877-5, ISBN: 978-3-8396-0877-7

Thoma, B.

Methodische Umsetzung und Bewertung eines neuartigen Prozesses zur lokalen und automatisierten Fixierung von textilen Preformlingen.

In: *Wissenschaftliche Schriftenreihe des Fraunhofer ICT, Band 62, Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2015, ISBN 978-3-8396-0887-6*

Tübke, J.; Hagen, M.

Post Lithium-Ionen Batterien.

In: *Batterien als Energiespeicher, 1st Edition (Editor: Eckard Fahlbusch), Beuth Verlag, 2015, 293 ff., ISBN 978-3-410-24478-3*

Tübke, J.; Noack, J.; Wietschel, L.

Stand und Perspektiven von Redox-Flow-Batterien als stationäre Speicherlösungen.

Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 24. Jg., Heft 3, 2015

Weide, T.; Guschin, V.; Becker, W.; Kölle, S.; Maier, S.; Seidelt, S.

Analysis of pure tar substances (polycyclic aromatic hydrocarbons) in the gas stream using ultraviolet visible (UV-Vis) spectroscopy and multivariate cure resolution (MCR).

Applied spectroscopy 69 (2015), Nr.1, S.143-153, ISSN 0003-7028

Weiser, V.; Roth, E.; Raab, A.; Knapp, S.; Kelzenberg, S.; Eckl, W.

Pyroorganic flares – state of the art and progress.

Europyro 2015 – 41st International Pyrotechnics Seminar; Toulouse, Frankreich; 4 – 7. Mai 2015; p. 705-715

Weiser, V.; Hürtten, J.; Schaller, U.

ADN and AN solutions in hydrogen peroxide as green oxidiser for hypergolic propellants.

6th European Conference for Aeronautics and Space Science (EUCASS), Krakow, Polen, 29.6 – 3.7.2015; Paper 472

Weiser, V.; Roth, E.; Kelzenberg, S.; Becker, W.; Sachsenheimer, K.

Experimental and theoretical comparison of a systematic variety of thermite compositions.

In: *Proceedings of the 46th International Annual Conference of the Fraunhofer ICT “Energetic Materials – Performance, Safety and System Applications”*, June 23-25, 2015, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 24-1 to 24-14

Wimmer, A.K.; Salles, A.; Müller, T.; Elsner, P.

Entwicklung eines Design for End of Life Tools für die Luftfahrtindustrie.

In: *Chemie Ingenieur Technik (Zeitschrift) (2015) WILEY-VCH Verlag* <http://dx.doi.org/10.1002/cite.201400154>

Wimmer, A.K.

Germany gets on Eco Design for aircraft end-of-life strategy.

2nd European Aircraft Recycling Symposium, S. 47-49, Stuttgart, 2015, ISBN 978-3-942319-06-5

Winkler, A.; Kahlmeyer, M.; Böhm, S.; Sims, S.; Gettwert, V.; Urban, H.

X-Bond – Entkleben unter Nutzung exothermer Reaktionen.

15. Kolloquium Gemeinsame Forschung in der Klebtechnik, Dechema, Köln, 3.-4. März 2015

Zydzia, N.; Ambrosio Zanin, M.-H.; Trick, I.; Hübner, C.:

Direct generation of titanium dioxide nanoparticles dispersion under supercritical conditions for photocatalytic active thermoplastic surfaces for microbiological inactivation.

Materials Chemistry and Physics 153 (2015), S. 274-284

DER KURZE WEG ZUM FRAUNHOFER ICT

AUTO

Aus Richtung Frankfurt/Main oder Basel (CH):

Autobahn A5, Ausfahrt Karlsruhe-Nord [43], B10 Richtung Pforzheim, ca. 300 m nach dem Tunnel links abbiegen und den Hinweisschildern zum Fraunhofer ICT folgen; der Joseph-von-Fraunhofer-Straße ca. 1,5 km bergauf folgen.

Aus Richtung Stuttgart/München:

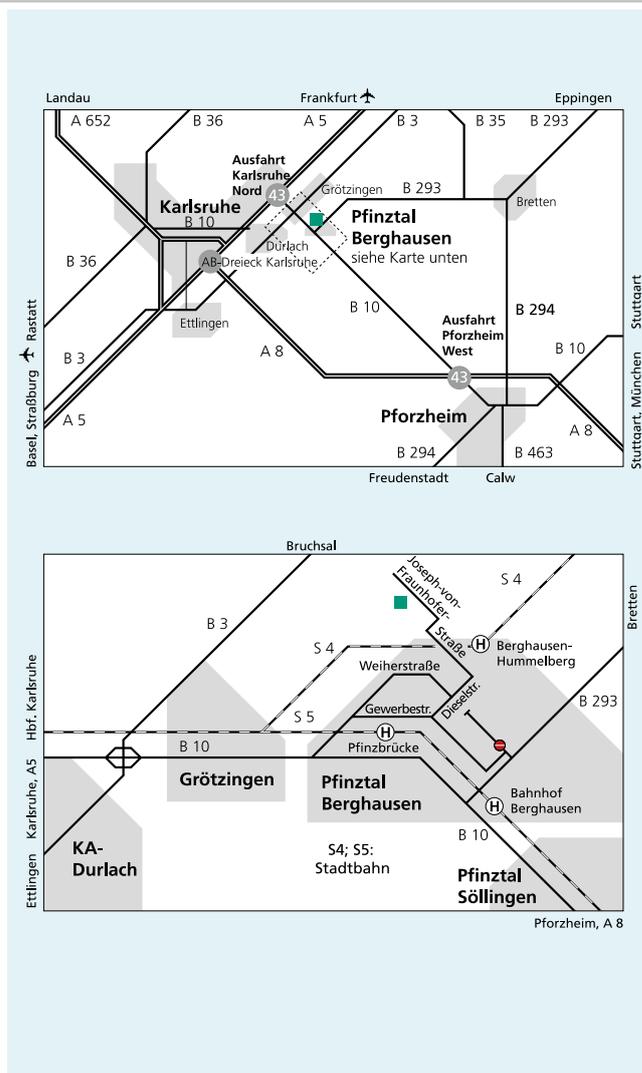
Autobahn A8, Ausfahrt Pforzheim-West [43], B10 Richtung Karlsruhe, durch Pfinztal-Berghausen fahren und nach der Tankstelle am Ortsende rechts abbiegen und den Hinweisschildern zum Fraunhofer ICT folgen; der Joseph-von-Fraunhofer-Straße ca. 1,5 km bergauf folgen.

BAHN

Bis Karlsruhe-Hauptbahnhof; ab dort mit der Linie S4 (Stadtbahn) im 20- bzw. 40-Minuten-Takt Richtung Bretten/Eppingen/Heilbronn bis Haltestelle Berghausen-Hummelberg; Fahrzeit rund 25 Minuten, Fußweg etwa 10 Minuten, Steigung 11 Prozent. Bitte nehmen Sie keinen »Eilzug« und beachten Sie bitte, dass die »Haltestelle Hummelberg« eine Bedarfshaltestelle ist, das heißt Sie müssen den Türknopf betätigen.

FLUGZEUG

- Flughafen Frankfurt/Main (ca. 120 km)
- Flughafen Straßburg/Frankreich (ca. 100 km)
- Flughafen Stuttgart (ca. 80 km)
- Baden Airport Karlsruhe (ca. 40 km)



ANSCHRIFT

Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT
Joseph-von-Fraunhofer-Str. 7
76327 Pfinztal

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 67 Institute und Forschungseinrichtungen. 24 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von mehr als 2,1 Milliarden Euro. Davon fallen über 1,8 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Mehr als 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.

