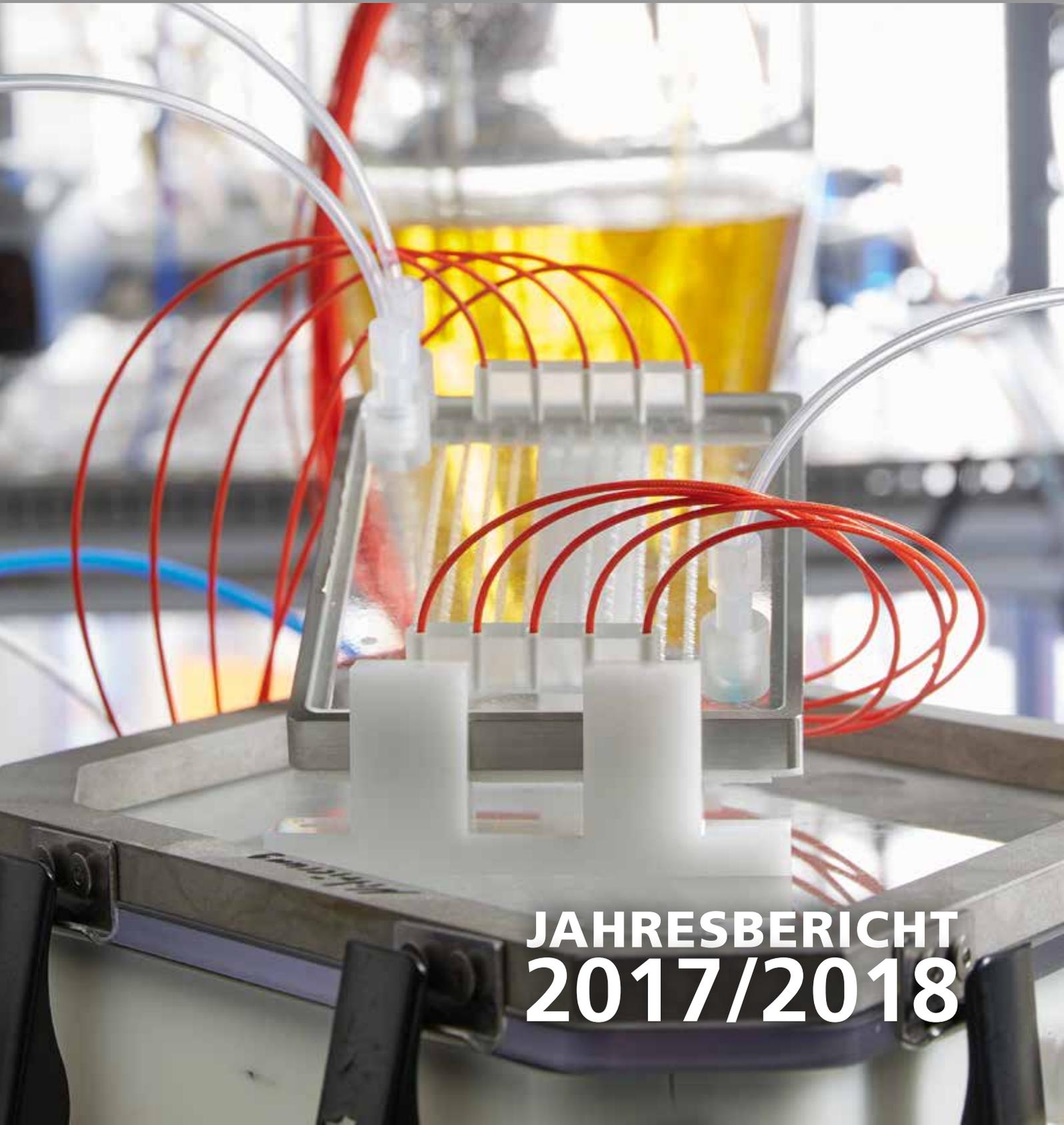




**Fraunhofer**  
ICT

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR CHEMISCHE TECHNOLOGIE ICT



**JAHRESBERICHT**  
**2017/2018**



# INHALT

## ALLGEMEINE INFORMATIONEN

- 5 Vorwort
- 6 Kurzprofil
- 8 Kuratorium
- 10 Organigramm
- 12 Wirtschaftliche Situation
- 14 Ausblick

## KERNKOMPETENZEN

- 16 Chemical & Environmental Engineering
- 22 Polymer Engineering
- 28 Energiesysteme
- 34 Explosivstofftechnik
- 40 Neue Antriebssysteme
- 41 Institut für Mikrotechnik und Mikrosysteme IMM

## ANHANG

- 44 Leistungszentren, Verbünde und Allianzen
- 46 Lehr- und Gremientätigkeiten
- 52 Veranstaltungen, Messen und Fachausstellungen
- 54 Veröffentlichungen
- 60 Der kurze Weg zum Fraunhofer ICT
- 61 Die Fraunhofer-Gesellschaft
- 63 Impressum

# **ALLGEMEINE INFORMATIONEN**



## STÄRKUNG UNSERER KERNKOMPETENZEN

Seit vielen Jahren agieren wir sehr erfolgreich am Forschungsmarkt, was sich anhand von Indikatoren der Fraunhofer-Gesellschaft auch messen und objektivieren lässt. Wesentliche Kenngröße hierfür ist natürlich das operative Ergebnis, aber auch der Finanzierungsmix aus unterschiedlichen nationalen und europäischen Quellen spielt eine große Rolle. Dadurch wird eine Bandbreite von Projekten, von der Vorbereitung neuer Themen mit mittleren Zeithorizonten von 3–5 Jahren, vereinzelt auch länger, bis hin zu konkreten bilateralen Zusammenarbeiten mit klar definierten Forschungs- und Entwicklungszielen für die Umsetzung in der Industrie abgedeckt.

Nachdem im Juli 2016 unsere ehemalige Augsburger Projektgruppe Funktionsintegrierter Leichtbau gemeinsam mit anderen Einheiten in ein eigenes Institut überführt wurde und sich das in unserer Obhut befindliche Mainzer Institut zum 1. Januar 2018 in ein eigenes Fraunhofer-Institut für Mikroelektronik und Mikrosysteme IMM entwickelt hat, konzentrieren wir uns nun wieder auf unsere Standorte in Pfinztal und Karlsruhe. Die ehemalige Projektgruppe Neue Antriebssysteme am Campus Ost des KIT führen wir nach der erfolgreichen Evaluation wie einen Produktbereich des ICT. Thematisch passen die dort bearbeiteten Themen sehr gut in die Profilerregion Mobilitätssysteme Karlsruhe. Die Mobilitätsregion setzt auf die Schwerpunkte Verkehr und Gesellschaft mit Bezug auf die Stadtplanung für zukünftige Mobilitätsbedürfnisse, Digitalisierung zum automatisierten und autonomen Fahren, sowie Fahrzeug und Umwelt mit den Themen Antriebsstrang, Motorenentwicklung, Energiespeichersysteme und Fahrzeugleichtbau.

Bei unseren Kernkompetenzen setzen wir, bestärkt durch unsere aktuelle wirtschaftliche Situation, auf Kontinuität. Das bedeutet, dass wir unsere Kernkompetenzen in der Explosivstofftechnik, der Chemischen Verfahrenstechnik und Umwelttechnik, den Energiesystemen und der Kunststofftechnik inhaltlich weiterentwickeln und in moderne Anlagentechnik investieren, um wettbewerbsfähig zu bleiben.

Punktuellen Ausbau außerhalb des Institutes haben wir im Bereich Leichtbau in Kooperation mit der südkoreanischen Universität in Ulsan vorgenommen sowie mit einer Kooperation an der Universität New South Wales in Sydney auf dem Gebiet der Energiespeicher erneuerbarer Energien.

Einen Überblick über unsere aktuelle Ausrichtung entnehmen Sie dem vorliegenden Jahresbericht. Wir freuen uns sehr, wenn Sie mit uns in Verbindung treten, um sich über das Gelesene und gerne auch über aus Ihrer Sicht fehlende Themen auszutauschen. Wir sehen für uns eine große Chance im Dialog mit Ihnen, um auch weiterhin auf die richtigen Themen zu setzen.

Herzliche Grüße  
Ihr Peter Elsner

# KURZPROFIL

## Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT

Das Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT legt seinen Schwerpunkt auf die Skalierbarkeit von Prozessen und die Überführung der Forschungsergebnisse vom Labormaßstab in den Technikumsmaßstab sowie zum Teil bis hin zur vorsei-  
renreifen Anwendung. 2017 waren 540 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter am Standort in Pfinztal bei Karlsruhe beschäftigt sowie weitere 25 im Bereich »Neue Antriebssysteme« am Campus Ost des Karlsruher Institut für Technologie KIT.

Unsere Kunden und Projektpartner sind Unternehmen der Chemie und der chemischen Verfahrenstechnik, Automobilhersteller und deren Zulieferer, kunststoffverarbeitende Industrie, Materialhersteller, Recyclingunternehmen, Unternehmen im Energie- und Umweltbereich, Kunden mit sicherheitstechnischen Fragen, die Bauindustrie und die Luftfahrtindustrie. Zudem sind wir das einzige Explosivstoff-Forschungsinstitut in Deutschland, das den gesamten Entwicklungsbereich vom Labor über das Technikum bis zum System bearbeitet.

## Unsere Kernkompetenzen

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 bis hin zu nachgeschalteten Prozessen wie der Produktveredelung und Formgebung.

In der Kernkompetenz »**Polymer Engineering**« betreiben wir erfolgreich anwendungsnahe Forschung von der Polymersynthese über Werkstofftechnik, Kunststoffverarbeitung, Bauteilentwicklung und -fertigung bis hin zum Recycling von Kunststoffen und ihren Anwendungen.

Eine nachhaltige und bezahlbare Energieversorgung sowie der effiziente Umgang mit Energie bilden die Schwerpunkte unserer Forschungsausrichtung. Innerhalb der Kernkompetenz »**Energiesysteme**« befassen wir uns 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.

Auf Basis langjähriger Erfahrung stehen wir als einziges deutsches Forschungsinstitut im Bereich »**Explosivstoff-Technik**« sowohl dem Verteidigungsministerium als auch der Industrie und öffentlichen Einrichtungen zur Bearbeitung aktueller Fragestellungen in den Themenfeldern innere und äußere Sicherheit zur Verfügung. Am Fraunhofer ICT kann die gesamte Systemkette vom Rohprodukt bis zum Prototyp eines Explosivstoffproduktes abgebildet werden.

---

## INSTITUTSLEITUNG

Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner  
peter.elsner@ict.fraunhofer.de

---

## HOMEPAGE

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



# KURATORIUM



**Dr. Wolfgang Böttger**

Dynamit Nobel Defence GmbH, Burbach

**Dr.-Ing. Thomas Czirwitzky**

Deutsch-Französisches Forschungsinstitut Saint-Louis,  
Weil am Rhein

**Christian Dieffenbacher**

DIEFFENBACHER GmbH + Co. KG, Eppingen

**Achim Friedl**

Bundesministerium des Innern, Berlin

**Dr.-Ing. Axel Homburg**

Ehrenvorsitzender

**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

**MD'in Dr. Simone Schwanitz**

Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst  
Baden-Württemberg

**MRin Katrin Walter**

Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, Berlin

**Dr. Robert Wassmer**

Kelvion Holding GmbH, Bochum

**MinR Norbert M. Weber**

Bundesministerium der Verteidigung, Bonn

**MinR Dr. Joachim Wekerle**

Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau  
Baden-Württemberg, Stuttgart

**Dr. Hans-Ulrich Wiese**

Gräfelfing

**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

## Stellvertretende Institutsleitung

Dipl.-Phys. Wilhelm Eckl  
Produktbereichsleiter Energetische Systeme

Prof. Dr.-Ing. Frank Henning  
Produktbereichsleiter Polymer Engineering



## 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



## 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



**Neue Antriebssysteme,  
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



**Produktbereich  
Umwelt Engineering**

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

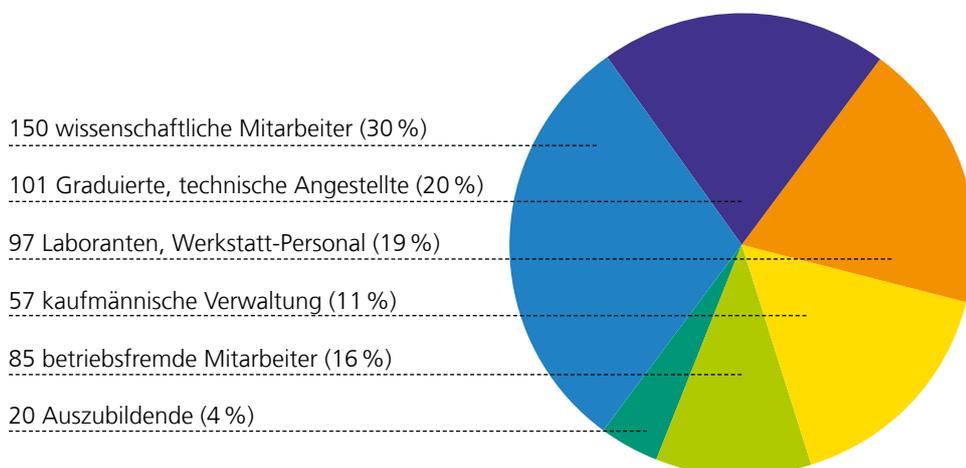
# WIRTSCHAFTLICHE SITUATION

Unser Betriebshaushalt am Standort Hummelberg zusammen mit dem Bereich Neue Antriebssysteme am Campus Ost des KIT betrug 2017 fast 40 Millionen Euro. Etwa 74 Prozent davon entfallen auf Personalkosten. Unsere Forschungs- und Entwicklungsaufgaben für das Verteidigungsministerium hatten ein Volumen von 13,5 Millionen Euro und bilden somit weiterhin ein stabiles Fundament mit einem Drittel unseres Haushaltes. Entsprechend betrug der zivile Haushalt etwa 26,5 Millionen Euro und macht knapp zwei Drittel unserer Aktivitäten aus. Besonders die Industrieerträge sind nochmals stark auf 8,8 Millionen Euro angewachsen, was einem prozentualen Zuwachs um 10 Prozent entspricht. Unser Wirtschaftsertragsanteil erreichte mit fast 37 Prozent ein Zehnjahreshoch.

Aufgrund guten Wirtschaftens konnten wir 2017 wieder Rücklagen aus nicht verbrauchter institutioneller Förderung bilden. Das ist eine gute Grundlage um weiterhin zu investieren, zu modernisieren und auch um die Mitarbeitenden mit Forschungszulagen am Erfolg des Instituts zu beteiligen.

Auf Seiten unseres Personalstammes setzen wir weiter auf eine starke Ausbildung. Wir bilden selbst gleichzeitig 20 Auszubildende aus und haben aktuell 15 offizielle Doktoranden. Von den gut 400 tariflich Beschäftigten arbeiten 150 Mitarbeitende im wissenschaftlichen Bereich, gut 100 Personen im technischen Bereich, knapp 100 als Laboranten oder in der Werkstatt sowie 57 in der Verwaltung.

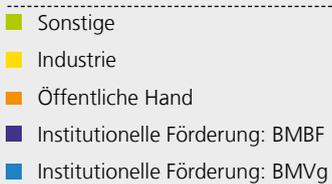
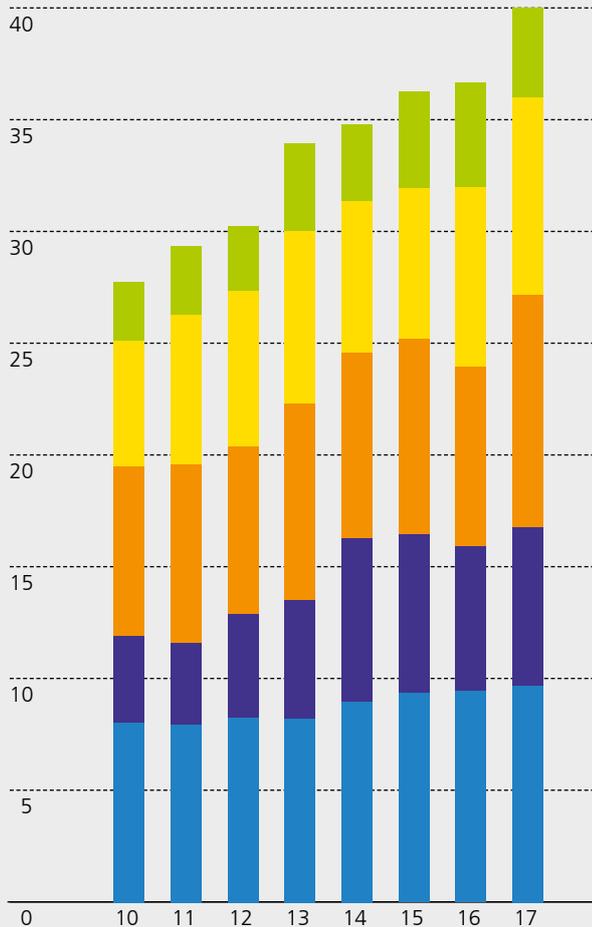
## Personalstruktur des Fraunhofer ICT: Stand 31. Dezember 2017



## Finanzielle Entwicklung des Fraunhofer ICT 2010 bis 2017.

### Erträge

Mio. €



### Aufwendungen

Mio. €



# AUSBLICK

Wie die sehr komfortable wirtschaftliche Situation des abgeschlossenen Jahres 2017 zeigt, haben wir scheinbar keinen Handlungsdruck, uns zu verändern. Das sorgt natürlich einerseits für Gelassenheit, birgt aber andererseits auch die Gefahr, dass wir unsere Komfortzone nicht mehr verlassen. Dazu müssen wir uns in diesen guten Zeiten unserer Ausrichtung auf die Zukunft besonders bewusst sein; Stillstand bedeutet Rückschritt.

Das Thema Sicherheit am Arbeitsplatz haben wir 2017 aufgrund der Zunahme von Unfällen und einhergehenden Krankheitstagen stärker in unser Bewusstsein gerückt. Das werden wir weiter ausbauen, indem wir Prozesse verändern, uns regelmäßig hinterfragen und verstärkt in die Prävention gehen, beispielsweise durch den stärkeren Austausch zu Beinahe-Unfällen. Auch bei der Sicherheit birgt »business as usual« zusätzliche Gefahren, die wir vermeiden müssen. Wir wollen auch nachhaltiger werden und haben dazu einige von Mitarbeitenden eigenmotivierte Initiativen gestartet. Diese befassen sich unter anderem mit Bienen, Blutspenden am ICT, Mülltrennung oder auch Nachhaltigkeits-Schulungen für neue, aber auch für langjährige Mitarbeitende.

Nachdem das IMM in Mainz zum 1. Januar 2018 in die Eigenständigkeit als Fraunhofer IMM überführt wurde, sind wir wieder zu unseren Kernaufgaben zurückgekehrt. Wir planen weiterhin unsere derzeitigen Kompetenzen in den zivilen Themen sowie in den verteidigungsbezogenen Tätigkeiten zu erhalten. Das bedeutet, dass wir weiterhin mit maximal 550 Personen bei einem Vollzeitäquivalent von ca. 400 Mitarbeitenden planen. Darin eingeschlossen sind unsere 20 Auszubildenden und unsere Hiwis.

Wir bleiben aufmerksam für notwendige Veränderungen und Anpassungen in der Organisation und bei den Forschungsthemen, auch in dem vergleichsweise positiv ruhigen Umfeld und der aktuell sicheren Wirtschaftslage. Nicht nur in Krisen kann man die Stärke einer Organisation beweisen, auch in guten Zeiten. Wir geben unser Bestes!

# **KERNKOMPETENZEN**

# KERNKOMPETENZ CHEMICAL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING

Die Kernkompetenz »Chemical and Environmental Engineering« befasst sich mit der Auslegung und Durchführung neuartiger, ressourcenschonender chemischer Prozesse vom Labor- bis zum technischen Maßstab. Hierbei wird die gesamte Prozesskette abgedeckt – beginnend bei der Rohstoffaufarbeitung über die chemische Reaktionsführung, das Downstream-Processing, zum Beispiel Aufreinigungs- und Trenntechniken, bis hin zu nachgeschalteten Prozessen wie der Produktveredelung, zum Beispiel Kristallisation und Partikeltechnik, und Formgebung, zum Beispiel Formulierung und Compoundierung.

Zentrale Zielgrößen bei der Auslegung und Optimierung chemischer Prozesse sind Produktqualität, Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit. Insbesondere für Prozesse der Fein- und Spezialitätenchemie ist das Erreichen hoher Selektivitäten und Ausbeuten sowie dezidierter Produkteigenschaften von großer Bedeutung.

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. Ein großer Teil unserer Arbeiten wird exklusiv im Auftrag von Industriekunden durchgeführt. 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 (zum Beispiel hohe Temperaturen, hohe Drücke, hohe Konzentrationen, kurze Reaktionszeiten), die mit klassischen Verfahren nur schwer oder gar nicht zugänglich sind und in denen chemische Reaktionsprozesse technisch und wirtschaftlich optimiert betrieben werden können.

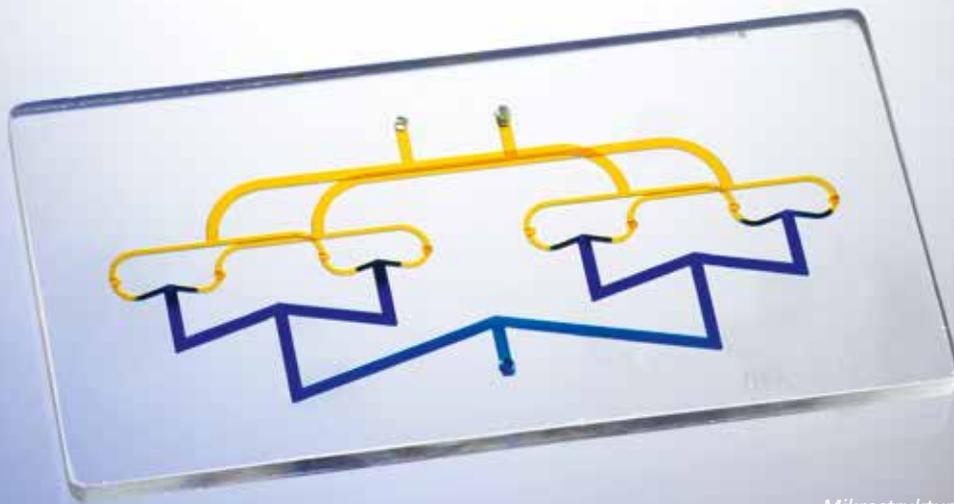
Häufig handelt es sich hierbei um Syntheseschritte bei der Herstellung von Vorstufen oder Produkten aus dem Bereich der Fein- und Spezialitätenchemie.

Darüber hinaus wird die kontinuierliche Prozessführung systematisch auf weitere Prozessschritte und neue Anwendungsfelder übertragen. Insbesondere sind dies die Intensivierung im Downstream-Bereich (Extraktion, Aufreinigung, Phasentrennung), die größenkontrollierte Herstellung von Nanopartikeln oder Mikrokapseln, die Entwicklung umweltfreundlicher Katalyseprozesse und elektrochemischer Synthesen sowie die Intensivierung mehrphasiger Reaktionsprozesse (gasförmig/flüssig, flüssig/flüssig).

Ein wichtiges Werkzeug der Prozessauslegung bilden modernste, zum Teil eigenentwickelte Prozessanalysetechniken. Große Fortschritte erzielen wir bei der Entwicklung und Adaption schneller spektroskopischer und kalorimetrischer Prozessanalytik. Mittels dieser können wir die Dynamik chemischer Prozesse mit einer hohen Zeit- und Ortsauflösung verfolgen. Dadurch werden häufig erstmals kinetische, mechanistische sowie sicherheitstechnische Daten für eine optimierte Prozessauslegung zugänglich. Die schnelle Verfügbarkeit umfassender prozessanalytischer Daten erlaubt es nicht nur, Prozessentwicklungszeiten drastisch zu verkürzen sondern auch, diese vermehrt in der Digitalisierung chemischer Reaktionsprozesse – wie sie im Zukunftsprojekt »Chemie 4.0« diskutiert wird – zu nutzen.



*Moderne Prozessentwicklung  
durch Ankopplung von schneller  
Prozessanalytik.*



Mikrostrukturierter Reaktor aus Glas.

Aufgrund unseres umfassenden Know-hows auf dem Gebiet der Explosivstofftechnik verfügen wir über spezielle Kompetenzen bei der sicherheitstechnischen Auslegung und Durchführung gefahrgeneigter, explosiver oder toxischer Prozesse. 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 stabilen Prozessführung 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 bio-ökonomischen Gesichtspunkten. Biogasprozesse für die Energiespeicherung ergänzen die Bioökonomie-Aktivitäten. Diese Prozesse umfassen die Einsatzstoffe Holz, Fette und Öle, Kohlenhydrate sowie andere nicht im Wettbewerb zur Nahrungsmittelproduktion stehende Biomasseströme. Die Aktivierung von  $\text{CO}_2$  (aus der Luft) zur Generierung kurzkettiger Alkohole mittels des PTL-Prozesses (Power to Liquid) stellt die jüngste reaktionstechnische Entwicklung dar. Mittels regenerativer Energie hergestellter Wasserstoff ermöglicht der PTL-Prozess eine komplette Rohstoffunabhängigkeit am Standort des Betreibers.

Biobasierte Produkte ermöglichen den Aufbau verschiedenster Chemie-Plattformen für die chemische Industrie. Ökonomische Betrachtungen der Downstream-Prozesse vervollständigen erste Abschätzungen der Wirtschaftlichkeit auch bei der Durchführung ganzheitlicher Bilanzierungen (LCA). Aktuelle Arbeitsgebiete sind deshalb auf die Intensivierung und Energieoptimierung klassischer Trenntechnologien mittels reaktiver Extraktionen ausgelegt. Spezielle Salzgemische ermöglichen hierbei selektive Extraktionen in die mobile Phase. Insbesondere für schwach konzentrierte Produktströme ist dieser Prozess wirtschaftlicher als ein thermischer Trennprozess.

---

#### KONTAKT

**Dr. Stefan Löbbecke**

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

**Rainer Schweppe**

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



Reaktor zur H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Erzeugung.



Modul für die Membrandestillation zur H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Abtrennung und -Aufkonzentration.

## ELEKTROCHEMIE TRIFFT PROZESSTECHNIK

### DEZENTRALE HERSTELLUNG VON H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Im Jahr 2016 wurde ein Drittel des bundesdeutschen Stroms aus erneuerbaren Energien gewonnen – Tendenz steigend. Der mit der Energiewende anfallende CO<sub>2</sub>-arme Strom eröffnet neue Wege für den Aufbau stromgeführter chemischer Prozesse. Im Leitprojekt »Strom als Rohstoff« entwickeln und optimieren nun zehn Fraunhofer-Institute verschiedene elektrochemische Verfahren, die diesen Strom nutzen, um wichtige Basis-Chemikalien herzustellen. Das Fraunhofer ICT entwickelt einen Demonstrationsprozess zur dezentralen elektrochemischen Herstellung von Wasserstoffperoxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) und befasst sich mit dessen kontinuierlicher Einkopplung in einen chemischen Folgeprozess.

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> findet in einer Vielzahl von synthesechemischen Reaktionen Verwendung als »grünes« und selektives Oxidationsmittel – schließlich entsteht ausschließlich Wasser als Reaktionsprodukt. Es findet deshalb seit Jahren zunehmend Verwendung in der großtechnischen Chemikalienproduktion, was zu einer signifikanten Nachfragesteigerung führte. Heute produziert die Industrie H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> nach dem sogenannten Anthrachinon-Verfahren. Aufgrund hoher Investitions-, Rohstoff- und Betriebsmittelkosten ist ein wirtschaftlich rentabler Anthrachinon-Prozess aber erst in großen Anlagen möglich (> 40.000 t/a). Die Produktion konzentriert sich folglich auf wenige zentrale Produktionsstätten und zieht einen hohen ökonomischen Aufwand an Lager- und Transportlogistik nach sich. Viele Anwender kleinerer oder mittlerer Mengen möchten jedoch auf aufwändige Logistik und Lagerung verzichten und H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> lieber nach Bedarf vor Ort selbst herstellen. An diesem Bedarf richtet sich die Prozessentwicklung des Fraunhofer ICT aus. Der Demonstrationsprozess ermöglicht die kontinuierliche elektrochemische Herstellung von H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> im wässrigen Reaktionssystem durch kathodische Partialreduktion von Luftsauerstoff. Sowohl die Entwicklung geeigneter Elektrokatalysatoren als auch die Ausgestaltung

und Aufskalierung entsprechender Gasdiffusionselektroden und des elektrochemischen Reaktors sind zentrale Bestandteile der Arbeiten. Für die nachfolgende Aufkonzentration und Abtrennung des gebildeten H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> vom Elektrolyten sowie die Rückführung des Elektrolyten in den elektrochemischen Prozess werden am Fraunhofer ICT kontinuierliche Prozesstechniken, zum Teil unter Einsatz mikrostrukturierter Verfahrenskomponenten, entwickelt. Eine moderne und sichere Prozessregelung sowie die spektroskopische Online-Verfolgung der Downstream-Prozessierung erlauben die direkte Weiterverwendung des hergestellten Oxidationsmittels. Die Vorwärtsintegration des aufbereiteten H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Stroms wird aktuell am Beispiel einer Selektivoxidation zur Treibstoff-Entschwefelung demonstriert. Durch die parallele Entwicklung geeigneter Oxidationskatalysatoren können so bereits unter Einsatz verdünnter, zum Beispiel 3 %-iger H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Lösungen, sehr hohe Umsätze und nahezu vollständige Entschwefelungsraten erzielt werden.

Das Anwendungspotenzial dezentraler, kleinskaliger Anlagen zur Vor-Ort-Herstellung von H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> im Kilogramm-Maßstab, die im Idealfall mit 100 % erneuerbarem Strom betrieben werden können, geht jedoch weit über klassische chemische Syntheseprozesse hinaus. So besteht Bedarf an umweltfreundlichen Bleich- und Oxidationsprozessen in zahlreichen weiteren Branchen wie der Medizin- und Hygienetechnik, Lebensmitteltechnik, Landwirtschaft, Wasseraufbereitung oder der Textil- und Reinigungsindustrie.

---

#### KONTAKT

**Dr. Stefan Löbbecke**

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

**Dr. Carsten Cremers**

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



## BASISCHEMIKALIEN UND TREIBSTOFFE AUS CO<sub>2</sub> UND WASSER

Grünes Methanol, grüne höhere Alkohole sowie grüne Oxymethylenether (OMEs) besitzen das Potenzial, zukünftig eine wichtige Rolle bei der Energiespeicherung, dem Transport von chemisch gebundener Energie sowie als Rohstoffe für die Sektoren Energie, Treibstoff und Chemie zu spielen. Die für ihre Synthesen erforderlichen »Power-to-X«-(PtX)-Synthesetechnologien werden derzeit erforscht und am Fraunhofer ICT mit entwickelt.

»Power-to-X« bezeichnet Technologien, die Strom aus erneuerbaren Quellen in stoffliche Energiespeicher, Energieträger und Chemieprodukte umwandeln können. Am Fraunhofer ICT kann Energie aus erneuerbaren Quellen (wie zum Beispiel Windrad oder Solaranlagen) für die Synthese maßgeschneiderter organischer Moleküle (zum Beispiel Alkohole, Lösungsmittel, Kunststoffprodukte oder andere Chemieprodukte) mit hoher Wertschöpfung genutzt werden. Methanol beispielsweise lässt sich sowohl aus Synthesegas (CO + H<sub>2</sub>) als auch aus Kohlendioxid und Wasserstoff (CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>) katalytisch generieren. Bei der katalytischen Umsetzung von regenerativ hergestelltem »grünem« Wasserstoff (aus der Elektrolyse von Wasser) wird von PtX-Prozessen gesprochen, wobei X dann Methanol (CH<sub>3</sub>OH) entspricht. Durch Variation der Reaktionsbedingungen (zum Beispiel Druck, Temperatur) und eine geeignete Anpassung der Katalysatoren lassen sich auch höherkondensierte Verbindungen erzielen (wie zum Beispiel Ethanol oder Oxymethylenether (OME)). Diese Produkte lassen sich in Rohrleitungssysteme einspeisen und als Treibstoffe, chemische Rohstoffe oder Energiequelle nutzen. Aufgrund jahrzehntelanger Erfahrungen in der Hochdrucksynthese verfügt das Fraunhofer ICT über ausreichende Kenntnisse für die Durchführung dieser Synthesen. Der wesentliche Nachteil der gegenwärtigen Verbrennungsmotoren liegt in der Nutzung von Treibstoffen aus fossilen Energiequellen (Erdöl, Erdgas), die

nicht CO<sub>2</sub>-neutral und schadstoffbehaftet verbrennen. Ein vielversprechender Weg für die Entwicklung eines nachhaltigen Verbrennungsmotors besteht darin, durch PtX-Prozesse aus CO<sub>2</sub> regenerative und gleichzeitig schadstoffarme Kraftstoffe zu synthetisieren. Alkohole verbrennen fast rußfrei und benötigen daher auch nur ein geringes Abgasmanagement.

Des Weiteren lässt sich durch die Verwendung dieser Kraftstoffe die bereits bestehende Infrastruktur des Tankstellennetzes weiter nutzen. Ein weiterer Vorteil besteht in einer sozialen Komponente: Durch die Nutzung von Kohlendioxid und regenerativ hergestelltem Wasserstoff wird sich der Teller/Tank-Diskussion und spekulativer Geschäftsmodelle entzogen, da kein Biomassetransport und keine Biomasseverarbeitung stattfindet. Die PtX-Anlagen sind frei in der Standortwahl, da lediglich ein Zugang zu regenerativ hergestelltem Strom erforderlich ist. Da keine Synthese in wässrigen Reaktionssystemen erfolgt erübrigt sich die Aufreinigung belasteter Prozessabwässer. »Power-to-X«-Anlagen hätten durch Modulation der Last ein hohes Potenzial, Schwankungen im Stromnetz auszugleichen. Die Herstellungskosten für PtX-basierte Produkte sind eng an die Strompreise gekoppelt und erfordern sehr effiziente Elektrolyseure für die Wasserstoffsynthese. Ein weiteres Schlüsselement der Wirtschaftlichkeit liegt im Katalysator. Hier liegt noch ein hohes Forschungspotenzial für den wirtschaftlichen Durchbruch des Gesamtkonzepts.

---

### KONTAKT

#### Rainer Schweppe

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

#### Dr. Thorsten Jänisch

Tel. +49 721 4640-785 | thorsten.jaenisch@ict.fraunhofer.de

## AUSSTATTUNG

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

# KERNKOMPETENZ POLYMER ENGINEERING

Seit 1994 forscht das Fraunhofer ICT in der Kernkompetenz »Polymer Engineering« erfolgreich an technischen Kunststoffen für den Einsatz in der Praxis: von der Polymersynthese über Werkstofftechnik, Kunststoffverarbeitung, Bauteilentwicklung und -fertigung bis hin zum Recycling.

In der »Polymersynthese« befassen wir uns überwiegend mit der Weiterentwicklung sogenannter klassischer Polymere wie Polyurethane, Polyester und Polyamide. Ziel ist die Erweiterung ihrer Funktionalitäten (beispielsweise eine verbesserte Wärmeformbeständigkeit), um die Einsatzmöglichkeiten zu erweitern. Die gezielte Synthese von thermoplastischen Polyurethanen aufgrund ihrer verarbeitungstechnischen Vorteile gegenüber anderen thermoplastischen Werkstoffen ist hierbei nur ein Beispiel. Einen weiteren großen Bereich bildet die Optimierung der Synthese von Additiven und Flammenschutzmitteln für neue Werkstoffcompounds, beispielsweise auf der Basis von Bio-Polymeren. Flammenschutzsysteme der neuesten Generationen verzichten vollständig auf den Einsatz halogenhaltiger Bestandteile und verwenden stattdessen phosphat- oder stickstoffhaltige Systeme.

Die Arbeitsgruppe für »Compounding und Extrusion« befasst sich mit der Prozess- und Materialentwicklung in der Aufbereitungstechnik. Hervorzuheben sind hier extraktive Compoundingprozesse zur Reduktion von Emissionen, die Entwicklung von biobasierten Polymer-Compounds für hochwertige Spritzgießprodukte sowie generative Fertigungsverfahren.

Die Kompetenzen bei den »Nanokompositen« liegen in der Herstellung, Verarbeitung und Charakterisierung von funktionellen Kompositen unter Verwendung nanoskaliger Zusatzstoffe, 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. Priorität hat, neben der Optimierung konventioneller Materialien, vor allem das Schäumen von biobasierten Polymeren und

von technischen, meist höher-temperaturfesten Rohstoffen. Die Kombination von Kunststoffschäumen mit Phasenwechselmaterialien ermöglicht hybride Leichtbaumaterialien mit hohen Dämmwerten und zusätzlichen Möglichkeiten der Raumtemperierung.

Im Fokus der »Thermoplastverarbeitung« stehen – neben Standard- und Sonderverfahren im Spritzgießen und Fließpressen – vor allem thermoplastische Faserverbundmaterialien und deren Verarbeitungstechnologien.

Wegweisende Akzente setzt die »Duomerverarbeitung« bei der Material- und Prozessentwicklung für großserienfähige langfaserverstärkte Verbundbauteile für die Anwendung als Struktur- und Oberflächenbauteile. Unsere Kernkompetenzen liegen in der Materialentwicklung und Verarbeitung von Sheet Molding Compounds (SMC), dem PU-Fasersprühen sowie dem Duoplastspritzgießen.

Wesentliche Elemente der Forschungsarbeit im Bereich »Hochleistungsfaserverbunde« sind insbesondere die Weiterentwicklung und Industrialisierung von Resin-Transfer-Molding-(RTM) sowie Wet-Compression-Molding-Verfahren (WCM) im Hinblick auf die großserienfähige Herstellung von Bauteilen aus duomeren sowie thermoplastischen Hochleistungsfaserverbundwerkstoffen. Das Erzeugen textiler Preformlinge, deren Handhabung, Kombination mit Polymerschäumen und metallischen Strukturen sowie die nachfolgende Harzinfusion sind wichtige Bestandteile der betrachteten Prozesskette.

In der »Mikrowellen- und Plasmatechnologie« entwickeln wir Anlagen und Messtechnik für Mikrowellen und mikrowellenbasierte Plasmen. Auch die numerische Simulation des elektromagnetischen Feldes ist Bestandteil der Forschungen.



*Spritzgießfertigungszelle zur Verarbeitung von rieselfähigen, duromeren Materialien und thermoplastischen Spritzgießgranulaten.*



*Fiberforge, Anlage zur voll automatisierten Verarbeitung von unidirektional faserverstärkten Thermoplast-Tapes (UD-Tapes) – Detailaufnahme Materialführung.*

Anwendungen sind unter anderem die mikrowellenbasierte Erwärmung von Kunststoffen, Klebstoffen und Harzsystemen und die Beschichtung oder Modifikation von Oberflächen im Plasma-Enhanced-Chemical-Vapour-Deposition-Verfahren. Einen besonderen Schwerpunkt bilden hierbei Korrosionsschutzschichten überwiegend für Metalle und Kunststoffe sowie nanoporöse Haftsichten.

In unserem Prüflabor können wir polymere Werkstoffe entlang der gesamten Prozesskette, vom Rohstoff bis zum Bauteil, umfassend untersuchen. Im Schadensfall bieten wir eine systematische Analyse zu Schadensursachen und Fehlereinflüssen mittels analytischer und technologischer Messmethoden. Neben der normgerechten Prüfung von Standard-Werkstoffen bieten wir auch die Prüfung von Faserverbundwerkstoffen und polymeren Hartschäumen an.

Beim »Online-Prozessmonitoring« werden spektrale und auf Mikrowellen basierende Messverfahren zur anlagenintegrierten Prozess- und Materialkontrolle und zur Prozesssteuerung entwickelt. Projekte im Kontext von Industrie 4.0 bauen auf den großen Erfahrungen im Bereich der Sondentechnik, der Prozessintegration von Sensoren und dem prozessspezifischen Know-how in der Auswertung der erhaltenen Rohdaten auf.

Im Bereich »Recycling und Kreislaufwirtschaft« werden Prozesse und Technologien für eine stoffliche Verwertung von Polymeren entwickelt, mit dem Ziel einer vollständigen Rückführung in die ursprüngliche Anwendung. Einen Schwerpunkt bilden dabei Konzepte für die Verwertung von Kompositen und Verbundwerkstoffen (GFK, CFK): nach dem Freilegen der Fasern (zum Beispiel durch Solvolyse- oder mikrowellenunterstützte Pyrolyseprozesse) können diese erneut zu einem hochwertigen Composite verarbeitet werden. Viele Kunststoffe müssen außerdem vor ihrer Wiederverwendung einem Extraktionsverfahren unterzogen werden, um sie beispielsweise von Flammschutzmitteln oder Farbstoffen zu befreien – hierbei kommen klassische Lösungsmittel aber auch überkritische Fluide wie zum Beispiel Kohlendioxid zum Einsatz.

## **Fraunhofer Project Center und Allianzen**

Die Partnerschaft zwischen dem FPC@WESTERN in London, Ontario, Kanada und der Western University, verbindet die Kompetenzen des Fraunhofer ICT auf dem Gebiet der Faserverbundwerkstoffe mit dem Know-how in der Material- und Oberflächenforschung der kanadischen Hochschule optimal. Das FPC verfügt über eine hochmoderne Anlagentechnik zur Verarbeitung von Faserverbundwerkstoffen. Damit können Forschungsaufträge im industriellen Maßstab, überwiegend für den Automobilbau, durchgeführt werden.

Der Forschungsschwerpunkt des FPC@UNIST in Ulsan, Südkorea, liegt auf Verarbeitungsprozessen für Faserverbundwerkstoffe, neuen Werkstofflösungen sowie der Überführung des Leichtbaus in die Großserie. Dies erfolgt durch eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen der Verfahrenstechnik und den Werkstoffwissenschaften zur Umsetzung großserientauglicher Prozessketten im industriellen Maßstab. Die Besonderheit des FPC@UNIST besteht im Fokus auf der gesamten Wertschöpfungskette der Automobilindustrie, sodass OEMs, deren Zulieferer, Werkzeugbauer und Rohstoffhersteller als Kooperationspartner bedient werden können.

Durch die enge thematische Vernetzung mit anderen Fraunhofer-Instituten innerhalb der Fraunhofer-Allianzen »Bau«, »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

### **Wilhelm Eckl**

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

# LEUCHTTURMPROJEKT SMiLE

## DIE ELEKTROMOBILITÄT IN FAHRT BRINGEN

Das von Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF geförderte Leuchtturm-Projekt »Systemintegrativer Multi-Material-Leichtbau für die Elektromobilität SMiLE« wurde ausgeschrieben, um einen bedeutenden Beitrag zum technologischen Fortschritt und zur Kostensenkung in der Elektromobilität zu leisten. Im Fokus des Projektes stand die Entwicklung neuartiger werkstoff- und technologieorientierter Leichtbaukonzepte auf Gesamtkarosserie-Ebene. SMiLE schafft damit ein fundiertes Verständnis für effizienten Leichtbau vor dem Hintergrund großserientauglicher Prozesse.

Das Vorhaben adressierte im Bereich der FVK sowohl faserverstärkte Kunststoffbauteile mit thermoplastischer, als auch mit duromerer Matrix. Die Verarbeitung thermoplastischer Endlosfaserhalbzeuge (unidirektionale Tapes) erfolgte hierbei in Kombination mit langfaserverstärkten Thermoplast-Pressmassen (LFT), wohingegen das Resin Transfer Molding (RTM) und das Nasspressverfahren zur Herstellung von FVK-Bauteilen mit duromeren Reaktionsharzen zum Einsatz kamen. Diese Fertigungsverfahren erlauben es, neuartige thermoplastische Halbzeuge sowie innovative duromere Matrixsysteme mit niedrigen Zykluszeiten einzusetzen und ein signifikantes Maß an Funktionsintegration zu realisieren.

### Die duromere Prozesskette automatisieren

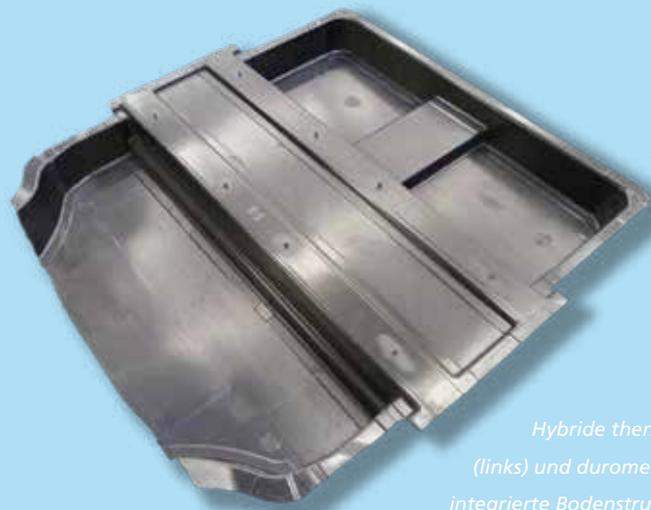
Innerhalb des Projektes SMiLE wurden Lösungen zur signifikanten Steigerung der Wirtschaftlichkeit der RTM-Prozesskette entwickelt, um sie für den Einsatz im Automobilbau attraktiver zu gestalten. Dazu war die signifikante Steigerung des Automatisierungsgrads bei der Preformerzeugung zwingend erforderlich. Durch die Verwendung bekannter Halbzeuge (NCF) in Kombination mit dem innovativen Faserdirektablageverfahren und einer optimierten Preformstrategie wurde eine

Senkung des Materialverschnitts sowie eine lastpfadgerechte Bauteilgestaltung erst möglich. Die Optimierung des RTM-Infiltrationsprozesses zur Herstellung von großen Modulen mit hohem Bauteilgewicht und Funktionsintegration stellte eine weitere Herausforderung dar. Dabei wurde das bestehende RTM-Verfahren dahingehend weiterentwickelt, dass sich große Bauteile in kurzer Zykluszeit bei gleichzeitig niedrigen Formindrücken realisieren lassen. Mit dem entwickelten innovativen Ultra-RTM-Prozess ist es möglich, den Kavitätsdruck in druckempfindlichen Bereichen des Bauteiles zu kontrollieren und den Prozess so zu steuern, dass die Druckstabilität möglicher Kernmaterialien nicht überschritten und damit einer Schädigung vorgebeugt wird. Diese Verfahrensvariante erlaubt es, kostengünstige Polyurethan-Schaumkerne mit hoher Drucksensitivität einzusetzen. Auch für die Lasteinleitungselemente wurde der Fokus auf eine kostengünstige Fertigbarkeit gelegt.

Kritische Aspekte wie die Formfüllung während des RTM-Prozesses und der zu erwartende Verzug nach der Bauteilentformung konnten von Beginn an berücksichtigt und damit eine optimale Prozessauslegung gewährleistet werden. Das Zusammenspiel der erarbeiteten Technologien wurde in einem großflächigen Bodenmodul als Demonstratorbauteil abgebildet und in einem serienfähigen Herstellungsprozess umgesetzt.

### Intelligente Erweiterung der thermoplastischen Prozesskette

Der Anspruch von SMiLE innerhalb des Arbeitspaketes »Werkstoff- und Prozesstechnologie endlosfaserverstärkter Thermoplaste« war die Realisierung einer großflächigen thermoplastischen Bodenstruktur, die eine maximale Funktionsintegration bei geringen Zykluszeiten aufweist und somit



Hybride thermoplastische (links) und duomere funktionsintegrierte Bodenstruktur (rechts).

richtungsweisend für den intelligenten und wirtschaftlichen Einsatz von FVK im Automobil ist. Ziel war daher die Entwicklung, Fertigung sowie Analyse und Simulation von hoch belastbaren, faserverstärkten thermoplastischen Strukturen für den Einsatz im Fahrzeugboden. Hierzu wurden verschiedene Prozessrouten untersucht. Die in den Grundlagenuntersuchungen entwickelten Prozesse und gewonnenen Erkenntnisse über das Materialverhalten, die Simulation und die Prozessführung wurden final zur ganzheitlichen Bewertung und Definition mindestens eines Zielprozesses genutzt, welcher zur Fertigung des großflächigen Demonstrators eingesetzt wurde. In diesem Rahmen konnte ein neuartiger Prozess im LFT-D Fließpressen umgesetzt werden, bei dem schalenförmige UD-Tapegelege nur lokal mit LFT überpresst werden. Dadurch konnte die Wandstärke der Bauteile reduziert und so das Gewicht minimiert werden, bei gleichbleibender Bauteilperformance. In diesem einstufigen Prozess wurden die Demonstratorgeometrien final gefertigt und prozessintegrativ mit Aluminiumprofilen und metallischen Lasteinleitungselementen gefügt. Parallel dazu erfolgte eine idealisierte Produktionsplanung in Form einer digitalen Fabrik. Mithilfe dieser Simulation ließen sich Materialflüsse und Taktzeiten bestimmen und optimieren, was die Wirtschaftlichkeit und Effizienz der eingesetzten Prozesse maximiert und eine ganzheitliche Bewertung des Prozesses ermöglicht hat. Eine wesentliche Technologie, auf die alle Arbeiten hierbei zurückgreifen ist das Tapelegen. Bei diesem Verfahren werden unidirektional faserverstärkte thermoplastische Bänder (UD-Tapes) zu Multiaxialgelegen gestapelt.

Das hohe Potenzial von UD-Tapes gegenüber Gewebehalbzeugen, wie beispielsweise Organoblechen, resultiert vor allem aus den gerichteten Fasern, deren Kennwerte nicht durch Ondulationseffekte reduziert werden. Darüber hinaus sind die Faserorientierungen bei solchen Halbzeugen, bedingt durch den Herstellungsprozess, auf 0° und 90° festgelegt. Beim Tapelegen ist es hingegen möglich, in jeder abgelegten Lage eine beliebige Faserorientierung zu wählen. Dadurch kann das Halbzeug den vorherrschenden Lastfällen angepasst werden

(Tailored Blank). Zudem können die Halbzeuge endkonturnah hergestellt werden, wodurch der Materialverschnitt minimiert wird. Weiterhin ist die Umsetzung komplexer Geometrien wie Rippen oder Funktionselementen wie Schnappverbindungen aus UD-Tapes aufgrund der begrenzten Drapierbarkeit nicht realisierbar. Es besteht jedoch die Möglichkeit, die schalenförmigen UD-Tapestrukturen durch LFT-Pressmasse zu funktionalisieren.

### Leuchtturmprojekt

SMiLE wurde im September 2014 gestartet und endete am 30. August 2017. Die Bundesregierung hat SMiLE als eines der sieben Leuchtturmprojekte der nationalen Plattform Elektromobilität ausgewählt. Als Leuchtturmprojekte der Elektromobilität benennt die Bundesregierung besonders relevante Projekte, die einen bedeutenden Beitrag zum technologischen Fortschritt oder der Kostensenkung leisten. Das BMBF förderte SMiLE mit ca. 18 Millionen Euro. Etwa 16 Millionen Euro trugen die Partner aus Industrie und Wirtschaft.

### Projektpartner

Die Partner sind: AUDI AG, Volkswagen AG, Volkswagen AG Konzernforschung, Porsche AG, Voith Composites GmbH & Co. KG, BASF Polyurethanes GmbH, BASF SE, F.W. Brökelmann Aluminiumwerk GmbH + Co. KG, Clean-Lasersysteme GmbH, Dieffenbacher GmbH, Fraunhofer ICT, Fraunhofer IWM, Frimo Group GmbH, Institut für Umformtechnik – Universität Stuttgart, TU Bergakademie Freiberg – Institut für Metallformung, Institut für Füge- und Schweißtechnik TU Braunschweig, KIT Fast, KIT IAM, KIT WBK, MgF Magnesium GmbH und Novelis Deutschland GmbH

---

### KONTAKT

**Dr.-Ing. Sebastian Baumgärtner**

Tel. +49 721 4640-830 |

sebastian.baumgaertner@ict.fraunhofer.de

## AUSSTATTUNG

- Doppelschneckenextruder mit 18 bis 32 mm Schneekendurchmesser
- Dosiersysteme für flüssige und hochviskose Medien und gravimetrische Dosiersysteme für Granulate, Pulver, Fasern, etc.
- Labor für die Reaktivextrusion, ausgestattet mit Sicherheitseinrichtungen zum Arbeiten mit Gefahrstoffen
- parallelaufgeregelter hydraulischer Pressen für die Verarbeitung von Kunststoffen mit 6.300 und 36.000 kN Schließkraft
- Direkt-LFT-Anlage
- Spritzgießanlagen im Schließkraftbereich 350 bis 7.000 kN
- Spritzgießsondervorgang Spritzprägen, Mehrkomponentenspritzgießen, Thermoplast-Schaumspritzgießen, Expansionsschäumen, Duroplastspritzgießen
- Injection Molding Compounder mit 40 mm Doppelschneckenextruder und 7.000 kN Schließkraft
- Automatisiertes Thermoplast-Tapelegeverfahren für Gelege mit einem Durchmesser von 2 m
- Anlagentechnik zur strahlungsinduzierten Vakuumkonsolidierung für thermoplastische Gelege bis  $0,94 \times 1,74 \text{ m}^2$
- Automatisierte Wickeltechnik zur Herstellung komplexer Schlaufenstrukturen
- 3D-Druck-Technologien zur Verarbeitung von funktionalisierten Polymeren – filamentbasiert und AKF-Technologie
- Partikelschaumtechnik mit Doppelschneckenextruder, Unterwassergranulierung, Vorschäumer und Formteilautomaten
- Tandem-Schaumextrusionsanlage für geschäumte Halbzeuge
- SMC-Flachbahnanlage und BMC-Kneter
- Polyurethanverarbeitung PU-RIM und PU-Fasersprühtechnologie
- thermoplastische RIM/RTM-Verarbeitung
- RIM/RTM-Technologien für die Verarbeitung duromerer und thermoplastischer Materialien im Hochdruckinjektions- und Hochdruckkompressions-RTM-Prozess
- automatisiertes PreformCenter zur Herstellung textiler Preforms
- Mikrowellenanlagen mit Generatoren im Bereich 60 kW bei 915 MHz, 12 kW bis 60 kW bei 2,45 GHz, 0,8 kW bei 5,8 GHz und 0,8 kW bei variabler Frequenz von 5,8 GHz bis 7,0 GHz
- mikrowellenbasierte Sensortechnik zur Prozessüberwachung
- Niederdruck-Flächenplasma mit  $500 \times 1.000 \text{ mm}$  Applikationsfläche und  $8 \times 2 \text{ kW}$  Leistung
- Niederdruck-Plasmaanlage mit 8 Gaskanälen, ECR-Plasma und  $1.000 \text{ mm}$  Plasmalänge
- Universalprüfmaschinen mit Vorrichtungen für Biege-, Zug-, Schäl- und Druckprüfungen
- Schlagpendel und Durchstoßfallwerk
- HDT/Vicat-Gerät
- Hochdruckkapillarviskosimeter mit pVT-Messtechnik
- Rheotens®-Gerät zur Dehnviskositäts-Bestimmung
- Platte-Platte-Viskosimeter
- Kontaktwinkelmessgerät
- Differential Scanning Kalorimetrie (DSC)
- TG-MS, Pyrolyse-GC-MS
- Gelpermeationschromatographie (GPC)
- Lichtmikroskopie Auflicht und Durchlicht, Polarisation
- Rasterelektronenmikroskop mit Elementanalyse (REM-EDX)
- FTIR-, UV-VIS- und NIR-Spektroskopie
- Flammenschutz-Teststände
- Wärmeleitfähigkeitsmessgeräte
- Hydrostatischer Druckprüfstand zur Charakterisierung von polymeren Schäumen

# KERNKOMPETENZ ENERGIESYSTEME

Eine nachhaltige und bezahlbare Energieversorgung sowie der effiziente Umgang mit Energie bilden die Schwerpunkte der aktuellen Forschungspolitik. Innerhalb der Kernkompetenz »Energiesysteme« befassen wir uns am Fraunhofer ICT mit elektrischen Energiespeichern für mobile und stationäre Systeme, mit Brennstoffzellen und Elektrolyse sowie Wärme- und stofflichen Energiespeichern und ihren Einsatzmöglichkeiten. Unser 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 entwickeln wir neue effiziente Möglichkeiten und untersuchen bereits auf dem Markt befindliche Systeme. Die Schwerpunkte liegen dabei auf Lithium-Ionen-Batterien, Festkörperbatterien, Redox-Flow-Batterien und sogenannten Post-Lithium-Ionen-Systemen, wie zum Beispiel Lithium-Schwefel oder Natrium-basierten Batterien. Zellen und Batteriemodule werden sowohl thermisch als auch elektrisch charakterisiert und simuliert, um sie dann für unterschiedliche Anwendungen auszulegen. Einen weiteren Schwerpunkt stellen Sicherheits- und Abuse-Untersuchungen mit begleitender Gasanalytik, Post-mortem-Untersuchungen an Zellen und Batterie-Modulen sowie die Entwicklung und Validierung von Sicherheitskonzepten für den Betrieb, Transport und Lagerung dar. In unseren Abuse-Laboren können wir thermische, mechanische und elektrische Sicherheitstests an Li-Ionen Zellen und an Modulen bis 2 kWh durchführen. Dabei können wir die Tests nach Kundenanforderungen 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. Wir charakterisieren Elektrodenmaterialien, Zellen und Module hinsichtlich ihres thermischen Verhaltens, wie Reaktionswärmen, Wärmekapazität, Wärmeleitfähigkeit und Wärmeübergänge.

Elektrokatalysatoren für Brennstoffzellen und Elektrolyseure der nächsten Generation bilden einen Schwerpunkt im Bereich der Wandler mit dem Ziel, die Leistungsdichten von mit flüssigen Brennstoffen betriebenen Systemen zu erhöhen

und möglichst auf den Einsatz von Platin als Katalysator zu verzichten. Der Themenschwerpunkt liegt in der Entwicklung von alkalischen Direktalkohol-Brennstoffzellen, zum Beispiel der Entwicklung von Palladium-Nichtedelmetalllegierungskatalysatoren für die Alkoholorxidation oder Ionomeren mit hoher Stabilität in alkalischen Alkohollösungen. Zum Betrieb mit militärisch verfügbaren logistischen Kraftstoffen entwickeln wir Anodenkatalysatoren für Mitteltemperaturbrennstoffzellen, die eine hohe Toleranz für Verunreinigungen (insbesondere schwefelhaltige Verbindungen) haben. Im Rahmen der Entwicklung von Elektrodenstrukturen befassen wir uns mit der Entwicklung neuer und modifizierter Trägermaterialien, zum Beispiel für Sauerstoffentwicklungselektroden in PEM-Elektrolyseuren oder HT-PEMFC Elektroden. Wir besitzen darüber hinaus eine hohe Kompetenz in der Online-Analytik elektrochemischer Prozesse. Diese werden auch für die Untersuchung von Degradationsprozessen in automobilen PEMFC genutzt. Zu unserer Kompetenz gehört ferner die Auslegung von Systemen für den Einsatz in ungewöhnlichen Umgebungen, zum Beispiel unter Wasser.

Bei Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC) liegen die Arbeitsschwerpunkte in der Charakterisierung der Leistungsfähigkeit bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen sowie auf Alterungsuntersuchungen an Membranmaterialien zur Aufklärung der Mechanismen und späteren Optimierung neuer Membranmaterialien. Im Elektrolysemodus wird die Degradation von Elektroden- und Supportmaterialien charakterisiert. In Zusammenarbeit mit EIFER, einer Forschungseinrichtung des französischen Energieversorgers EdF, betreiben wir mehrere Teststände, in denen Zellen und Stacks für die Festoxid-Elektrolyse



Stacks der redox-Flow Batterie.

getestet werden. Im Rahmen der Technologie Power-to-Gas/ Liquids/Chemicals untersuchen wir die Auswirkung von Druck auf die Interkonnektor-Materialien und -Beschichtungen und arbeiten an der Entwicklung von geeigneten Beschichtungen. Eine weitere Möglichkeit der effizienten Nutzung von elektrischer Energie ist die Gewinnung von chemischen Erzeugnissen. So befassen wir uns mit der Entwicklung elektrochemischer Reaktoren einschließlich Elektrokatalysatoren und Elektroden sowie der Integration in einen Gesamtprozess und Kopplung an Folgeprozesse. Ein aktuelles Beispiel ist die elektrochemische Gewinnung von Wasserstoffperoxid durch partielle Reduktion von Luftsauerstoff mit gekoppelter Nutzung in einer Selektivoxidation.

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 Sorptionsspeichern und Sorptionskühlungssystemen, Wärmespeichern auf Basis von Phase-Change-Materials sowie die Auslegung und der Aufbau und Test von Hybridbauteilen, die thermische Masse und Isolation verbinden, ergänzen sehr anwendungsbezogen unsere Grundlagenuntersuchungen. Im Themengebiet der stofflichen Speicher befassen wir uns am Fraunhofer ICT unter anderem mit Wasserstoff als Energieträger. Der sichere Umgang mit Wasserstoff, insbesondere die Lagerung und der Transport, die Entwicklung und Ausführung von spezifischen Sicherheitstests sowie die Beurteilung, Konzeption und Auslegung von Wasserstoffspeichern sind hierbei unsere Schwerpunkte.

### **Anwendungszentrum stationäre Speicher**

Die Ausstattung unseres Anwendungszentrums für stationäre Speicher ermöglicht die Charakterisierung und Entwicklung eines breiten Spektrums von Materialien bis hin zum Verhalten

des Speichers im elektrischen Netz mit erneuerbaren Energien. Die Kernkomponenten bilden dabei physikalische und chemische Laboratorien für Fragestellungen von Systemkomponenten, Technika für die Entwicklung, Konstruktion und Untersuchung von Kleinspeichern und ein elektrisches Kleinnetz mit Erzeugern und Verbrauchern wie Windenergieanlage, Photovoltaik und Europas größter Vanadium-Redox-Flow-Batterie im MW-Bereich.

In den Laboratorien können Materialien von Technologien wie Lithium-Ionen-, Blei-Säure-, Redox-Flow-Batterien und Brennstoffzellen, aber auch von alternativen Technologien wie Hochtemperaturbatterien mit unterschiedlichen Verfahren elektrochemisch, chemisch und physikalisch charakterisiert und optimiert werden. Dadurch ist es möglich, an etablierten Speichersystemen und auf Materialebene Verbesserungen durchzuführen bzw. neue Speichertechnologien zu entwickeln. Daneben können Ausfall- und Alterungsuntersuchungen durchgeführt werden, um Ursachen für das Versagen zu ermitteln.

Verschiedene Technika bieten die Möglichkeiten, Speicherzellen oder Komponenten von Batterien, Redox-Flow-Batterien und Brennstoffzellen zu Systemen aufzubauen und elektrisch und thermisch zu untersuchen. Für elektrische Untersuchungen stehen Mehrkanalmesssysteme mit DC-Strömen von mehreren hundert Ampere zur Verfügung, sowie AC-Systeme von bis zu mehreren hundert Kilowatt Leistung. Die Speicher können anhand von thermischen Simulationen und elektrischen Untersuchungen für spezifische Standorte energetisch optimiert ausgelegt werden um den Wirkungsgrad und die Lebensdauer zu erhöhen und Kosten zu senken.

Das weltweit einzigartige Testzentrum für die Entwicklung und Charakterisierung von Redox-Flow-Batterien bietet die Möglichkeit, Komponenten oder komplette Systeme von Kunden, direkt im Zusammenhang mit der vorhandenen Vanadium-Redox-Flow-Batterie im Netz mit Erneuerbaren Energien zu untersuchen. Als Komponenten können Zellstapel (Stacks),



Batterietestung.



Klimakammertests an Brennstoffzellen-Stacks

Rekombinations- oder Elektrolytregenerations- und -produktionseinheiten in nahezu beliebiger Größe in die vorhandene Anlage integriert und parallel betrieben werden. Durch das streng modulare Konzept der vorhandenen Redox-Flow-Batterie können ebenso alternative Technologien wie beispielsweise organische, eisen- und zinkbasierte Redox-Flow-Batterien integriert und parallel betrieben und charakterisiert werden.

Das Kleinnetz bietet die Möglichkeiten, neben Kleinspeichern wie Hausspeichern, auch größere, zum Beispiel Containerbasierte Speicher, zu testen und zu optimieren. Die Ankopplung an das elektrische Netz kann dabei wahlweise DC oder AC mit mehreren hundert Kilowatt Leistung erfolgen. Die Speicher können nach verschiedenen IEC oder DIN/VDE Normen wie zum Beispiel IEC 61427-2 qualifiziert und verglichen werden.

### 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«. Weiterhin ist das Fraunhofer ICT mit seinen Themen aus dem Bereich der Energiesysteme hauptsächlich in den Allianzen »Energie«, »Space«, »Bau« und »Nanotechnologie« aktiv.

### Dienstleistungen und Technologietransfer

Wir bieten unseren Kunden eine breite Palette an Entwicklungsleistungen für elektrische und thermische Speicher und elektrische Wandler für unterschiedlichste zivile wie militärische Anwendungsfelder. Die Auslegung und Entwicklung von 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

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 eigenentwickelte Spezialmesszellen zur Verfügung.

- Bestimmung der Leitfähigkeit (Elektrolyt, Membran, Separator)
- Evaluierung von Elektroden (zum Beispiel NCA, NCM, Graphit, Si, LCO, LTO, O<sub>2</sub>-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 sowie Entwicklung von Modul- und Batteriekonzepten mit spezifischen Zellen
- Forschung an Systemen der nächsten Generation (zum Beispiel Li-S, Luftkathoden, Na-Systeme, Festionenleiter)

### 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



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska-Curie Grant Agreement no. 765289.



## GRADUIERTENNETZWERK »FLOWCAMP« ERFORSCHUNG VON REDOX-FLOW-BATTERIEN

Das vom Fraunhofer ICT koordinierte internationale Graduiertennetzwerk »FlowCamp« hat zum Ziel, die nächste Generation Redox-Flow-Batterien und somit Lösungen für zukünftige Energiespeicherung zu entwickeln.

Stationäre Energiespeicher können helfen, die Probleme der fluktuierenden regenerativen Energiequellen auszugleichen und erneuerbare Energien in besser planbare Energieerzeuger umzuwandeln. So können sie einen entscheidenden Beitrag zu Netzstabilität- und Frequenzerhaltung leisten. Als eine mögliche Form der stationären Energiespeicherung werden am Fraunhofer ICT seit mehr als zehn Jahren Redox-Flow-Batterien erforscht und weiterentwickelt. Durch das vom Land Baden-Württemberg, das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und die Fraunhofer-Gesellschaft mit insgesamt 19 Millionen Euro geförderte Projekt »RedoxWind« besteht durch das am Fraunhofer ICT eingerichtete Applikationszentrum Redox-Flow eine in Deutschland einzigartige Infrastruktur. Der derzeit im Aufbau befindliche Redox-Flow-Großspeicher auf Basis einer All-Vanadium-Redox-Flow-Batterie soll zusammen mit der Windenergieanlage einen Großteil der Energieversorgung des ICT-Campus übernehmen und so als Reallabor für stationäre Energiespeicherung dienen. Diese optimale Infrastruktur bietet die Grundlage für das Projekt FlowCamp.

In dem von der EU geförderten Graduiertennetzwerk FlowCamp werden nun verschiedene Redox-Flow-Technologien weiterentwickelt und Lösungen für die Energieversorgung geschaffen. In dem europaweiten Netzwerk wird jungen, international tätigen Forschern die Möglichkeit geboten, neue Flow-Batterie-Technologien jenseits der hinlänglich erforschten All-Vanadium-Technologie zu entwickeln. Die insgesamt 15 Teilnehmer arbeiten an Universitäten, in Forschungsinstituten und in Firmen in Frankreich, Tschechien, der Schweiz, den

Niederlanden, Ungarn, Luxemburg, Israel, Großbritannien und Deutschland an dem gemeinsamen Verbundprojekt. Aktuell wird an drei unterschiedlichen Redox-Flow-Batteriesystemen gearbeitet. Wasserstoff-Brom-, wässrig-organische- und Zink-Luft-Flow-Batteriesysteme sind die drei aussichtsreichsten Vertreter, die derzeit einen Entwicklungssprung in der Flussbatterietechnologie versprechen. Für die jungen Wissenschaftler steht zunächst die Entwicklung von geeigneten Materialien im Vordergrund. Um die Systeme bestmöglich auszulegen, das Betriebsverhalten besser zu verstehen und damit die größtmögliche Leistungsfähigkeit zu erreichen, werden die Entwickler durch Experten in Simulationen und Modellierungen unterstützt. Die zunächst im Labormaßstab durchgeführten Zellversuche werden dann skaliert und als Funktionsmuster aufgebaut. Diese Musterbatterien werden dann in den hochmodernen Laboren und Einrichtungen am Fraunhofer ICT und bei den Partnern getestet.

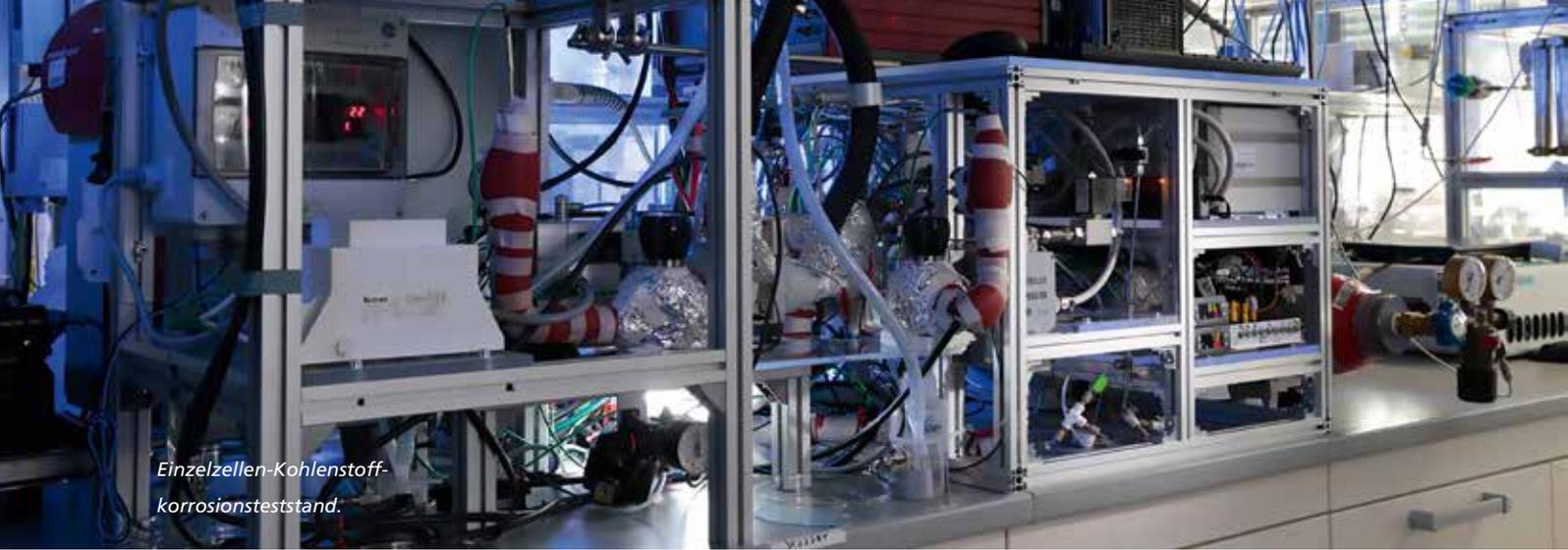
Neben der Entwicklung von neuen Systemen zur Energiespeicherung erfüllt das »FlowCamp«-Netzwerk eine weitere wichtige Rolle: die Vernetzung von Forschungseinrichtungen mit unterschiedlichen Schwerpunkten in der Batterieforschung. Erst die Verbindung mehrerer wissenschaftlicher Disziplinen ermöglicht die optimale Entwicklung von Batteriesystemen. Im Moment verfügen weltweit nur sehr wenige Forscher über diesen notwendigen, systematischen Überblick. Im September 2017 fand das Projekteröffnungstreffen statt. Die 15 Doktoranden nahmen im Frühjahr 2018 ihre praktischen Arbeiten an den jeweiligen Standorten auf.

---

### KONTAKT

**Dr. Peter Fischer**

Tel. +49 721 4640-891 | [peter.fischer@ict.fraunhofer.de](mailto:peter.fischer@ict.fraunhofer.de)



Einzelzellen-Kohlenstoff-  
korrosionsteststand.

## NEUE EINSATZGEBIETE DER SPEKTROMETRIE IN DER ELEKTROCHEMIE

Die differentielle elektrochemische Massenspektrometrie (DEMS) wird am Fraunhofer ICT schon länger für die Aufklärung von Reaktionsmechanismen, zum Beispiel in der Alkoholoxidation, eingesetzt, war aber bislang nur für Reaktionen in flüssigen Elektrolyten einsetzbar. Eine am Fraunhofer ICT entwickelte Zelle ermöglicht nun auch die Durchführung von DEMS-Messungen an Gasdiffusionselektroden. Die Zelle wurde ursprünglich im deutsch-französischen Projekt »EUBECCELL« zur Untersuchung der Ethanoloxidation in der Gasphase unter HT-PEMFC-Bedingungen entwickelt. Im Electromobility+ Vorhaben FCCF-APU und in den vom WIWeB finanzierten Vorhaben SynKraBZ und MatModMixFuel wurde sie erfolgreich verwendet, um Reaktionen von Verunreinigungen aus der Kraftstoffreformierung an HT-PEMFC zu qualifizieren und zu quantifizieren. Im Rahmen des laufenden BMBF-Vorhabens DALTOCA wird eine weiterentwickelte Zelle aktuell genutzt, um parasitäre Reaktion an Direktmethanol-Brennstoffzellenkathoden zu untersuchen. Weitere Einsatzmöglichkeiten sind Untersuchungen zur Verunreinigungen von Brennstoff oder Luft auf Brennstoffzellenkatalysatoren und die Untersuchung von elektrosynthetischen Prozessen an Gasdiffusionselektroden, wie zum Beispiel die CO<sub>2</sub>-Reduktion.

Das Fraunhofer ICT hat erfolgreich demonstriert, dass die klassische Durchfluss-DEMS-Zelle sehr gut geeignet ist, die Kohlenstoffkorrosion geträgerter Brennstoffzellenkatalysatoren zu quantifizieren.

In einer modifizierten Zelle werden im BMBF-Vorhaben DEMS-BAT analoge Messungen zur Untersuchung von H<sub>2</sub>- und CO<sub>2</sub>-Bildung in Zink-Luft-Zellen durchgeführt. Im BMBF-Projekt SePaLiS wird online Massenspektrometrie zur Untersuchung der Elektrolytdekomposition in Lithium-Schwefel-Zellen eingesetzt mit dem Ziel, stabile Elektrolyten zu identifizieren. Mit

Hilfe der Gaschromatographie-Massenspektrometrie können offline Dekompositions- und Alterungsprodukte im Elektrolyt oder in der Gasphase der Zelle eindeutig identifiziert werden.

Ein im Rahmen des vom BMBF finanzierten deutsch-kanadischen Vorhabens GECKO entwickelter Teststand ermöglicht die Quantifizierung der Kohlenstoffkorrosion auch auf Einzellebene. In Zusammenarbeit mit der Gruppe von Dr. Piotr Zelenay vom Los Alamos National Laboratory (USA) konnte die prinzipielle Eignung der Methode für die Untersuchung an künftigen edelmetallfreien Katalysatoren gezeigt werden.

Aufgrund der überragend kurzen Ansprechzeiten eignet sich die Massenspektroskopie gut zur qualitativen und quantitativen Beobachtung von Wasserstofffreisetzung in Brennstoffzellenfahrzeugen. Neben der Detektion von Leckagen konnte in Zusammenarbeit mit einem deutschen OEM auch die Eignung zur Quantifizierung von Wasserstoff im Abgas im Zuge von Brennstoffzellen-Purge-Zyklen nachgewiesen werden. Hier wird mit dem OEM eine Standardisierung der Methode für den Zulassungsprozess von Brennstoffzellenfahrzeugen angestrebt.

---

### KONTAKT

**Dr. Carsten Cremers (Brennstoffzellenanalytik)**

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

**Dr.-Ing. Markus Hagen (Batterieanalytik)**

Tel. +49 721 4640-716 | markus.hagen@ict.fraunhofer.de

## AUSSTATTUNG

- Lade- und Entladestationen für die Batteriezellen- und Modulcharakterisierung
- Argon-Schutzgasboxen
- High-Speed- und Infrarot-Kameras
- Kryostaten und Klimaschränke von  $-70\text{ °C}$  bis  $250\text{ °C}$
- 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 (XRD)
- RAMAN- und Infrarot(IR)-Spektroskopie
- thermische, mechanische und elektrische Sicherheitstesteinrichtung 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 ( $120$  bis  $200\text{ °C}$ ) 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 Komponentenuntersuchung 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
- verschiedene Hochtemperaturöfen mit Möglichkeit der Simulation von  $\text{H}_2$ -,  $\text{CO}$ -,  $\text{CO}_2$ - oder  $\text{SO}_2$ -haltigen Atmosphären bis  $800\text{ °C}$  und unter Druck bis 50 bar

# 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 Mitarbeitenden zur Erforschung und Entwicklung verbesserter chemischer Energieträger und Wirksysteme für die Bundeswehr und trägt damit zur Sicherung der Analyse- und Bewertungsfähigkeit des Bundesministeriums der Verteidigung BMVg bei. Darüber hinaus werden aktuelle Fragestellungen in den Themenfeldern äußere und innere Sicherheit bearbeitet. Im Zentrum der Forschungsarbeiten stehen die Entwicklung, Synthese, Charakterisierung, Formulierung und Herstellungstechniken von Komponenten für Raketentreibstoffe, Gasgeneratoren, Rohrwaffentreibmittel, Sprengstoffe sowie neue Zünd- und Anzündsysteme. Das Fraunhofer ICT deckt dabei als einziges deutsches Forschungsinstitut die gesamte Systemkette vom Rohprodukt bis zum Systemprototyp ab. Ergänzt wird das Portfolio durch Sicherheits- und Schutzsysteme wie Airbag-Gasgeneratoren, Brandschutzbeschichtungen 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 Kilogrammmaßstab charakterisiert und mittels eigener Computercodes simuliert. Aktuelle Forschungsthemen sind umweltverträgliche signaturarme Raketenhochleistungstreibstoffe für militärische und zivile Anwendungen, geschäumte Treibladungsformkörper, 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 den Sicherheitsbehörden 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.



*Apparatur zur Untersuchung  
eines Raketenfesttreibstoffes  
unter Hochdruck.*

## 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 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.

## Forschung und Technologie

Wir bieten Forschung in allen Bereichen der Explosivstofftechnik für das Verteidigungsministerium und andere öffentliche Einrichtungen, die verteidigungsbezogene und sicherheitstechnische Industrie sowie die Bereiche Automobil, Luft- und Raumfahrt. Ein Schwerpunkt liegt bei der Entwicklung, Auslegung und Bewertung von energetischen Produkten und Systemen auf der Basis unseres chemischen Know-hows und unserer sicherheitstechnischen Ausstattung. Wir entwickeln maßgeschneiderte Verfahrenstechniken für die sichere Herstellung von Explosivstoffkomponenten, unterstützen bei der Suche nach REACH-konformen Ersatzstoffen und stellen Demonstratoren für die Erprobung neuer energetischer Produkte bereit. Softwaregestützte Analyse- und Auslegungswerkzeuge ermöglichen das Screening neuer Treib- und Explosivstoffrezepturen, unter anderem anhand

ihrer Leistung und Umweltverträglichkeit. Bei Rohrwaffentreibmitteln bzw. der Ballistik umfasst dies auch die Berücksichtigung von Systemaspekten von Waffe und Munition. Wir sind zudem 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 Optimierung ihrer Systeme an. Darüber hinaus werden solche Detektionssysteme in Kooperation mit der Bundespolizei für die Zulassung an europäischen Flughäfen getestet.

---

## KONTAKT

### Wilhelm Eckl

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



## STRAHLUNGSANALYSE VON FLUGKÖRPERN UND SCHEINZIELEN

Durch die rapide Weiterentwicklung moderner Lenkflugkörper hinsichtlich der Antriebs- und Suchkopftechnologie stellen diese eine wachsende Bedrohung für militärische und zivile Luftfahrzeuge nicht nur in Krisengebieten dar. Um die Wirksamkeit der bestehenden Detektions- und Abwehrmaßnahmen zu erhalten bzw. zu steigern, ist es unverzichtbar, neueste Technologien und Analysesysteme zur Charakterisierung einzusetzen.

Die primäre Grundlage für den Schutz von Luftfahrzeugen ist die frühzeitige und zuverlässige Erkennung von Bedrohungssituationen. Hierzu haben sich in den vergangenen Jahren neben der Radartechnik auch passive optische Warnsensoren im ultravioletten und infraroten Bereich bewährt. Diese optischen Sensoren nutzen vorwiegend die intensive Strahlungsemission der am Flugkörper austretenden Raketenabgasstrahlen zur Detektion. Um eine hohe Zuverlässigkeit der Detektion mit geringer Fehlalarmrate zu erhalten, gilt es dabei in besonderem Maße, die charakteristischen spektralen Eigenheiten von unterschiedlichen Flugkörperantrieben zu identifizieren und diese entsprechend in die Bewertung der Erfassungslogik zu integrieren.

Im nächsten Schritt gilt es dann, geeignete Gegenmaßnahmen zu ergreifen, um die Bedrohung wirksam abzuwenden. Eine der aktuell effektivsten Gegenmaßnahmen gegen selbstsuchende Lenkflugkörper ist das Absetzen von Scheinzielen. Auch wenn bei infrarotbasierenden Zielsuchköpfen neue Technologien wie laserbasierte Blendverfahren in Zukunft an Bedeutung gewinnen, sind pyrotechnische Scheinziele für einen umfassenden Schutz der Luftfahrzeuge derzeit noch immer unverzichtbar. Insbesondere gegen die Suchköpfe der älteren und weit verbreiteten tragbaren Luftabwehrsysteme zeigen pyrotechnische Scheinziele eine hohe Effizienz, wenn

ihre Strahlungssignatur spektral an die Signatur des zu schützenden Luftfahrzeugs angepasst ist.

Für beide Aufgaben ist eine hochwertige Strahlungsanalyse dieser intensiven Flammzonen von Raketenabgasstrahl und pyrotechnischem Scheinziel von großem Interesse. Der Fokus liegt hierbei überwiegend auf den Spektralbereichen mit hoher atmosphärischer Transmission. Die spektrale, die räumliche und die zeitliche Auflösung der Messdaten sind für die Qualität der Messdaten entscheidend und bestimmen im Wesentlichen die Aussagekraft der Strahlungsanalysen. Da die erforderlichen Informationen nicht durch ein einziges System erfasst werden können, setzt das Fraunhofer ICT mehrere Messsysteme mit unterschiedlichen Messprinzipien parallel ein, um ihre Messergebnisse anschließend zu fusionieren.

Zudem kommt in den relevanten Spektralbereichen neben den schnellen rein bildgebenden Kameras und den integral betrachtenden Spektrometersystemen auch ein hyperspektrales Kamerasystem zur Anwendung, welches simultan sowohl spektrale als auch bildgebende Informationen liefert. Durch die Datenfusion all dieser unterschiedlichen Systeme ist es möglich, neue wichtige Erkenntnisse zur Bewertung der Systeme zu erzielen, deren Informationsgehalt deutlich über die Summe der Einzelergebnisse hinausgeht.

---

### KONTAKT

#### **Dr. Lukas Deimling**

Tel. +49 721 4640-463 | [lukas.deimling@ict.fraunhofer.de](mailto:lukas.deimling@ict.fraunhofer.de)

#### **Achim Schreiber**

Tel. +49 721-4640-269 | [achim.schreiber@ict.fraunhofer.de](mailto:achim.schreiber@ict.fraunhofer.de)



Elektrochemische Sensorik im Lastkopf eines Unterwasserfahrzeuges ...



... und bei Seeversuchen in der Ostsee.

## ELEKTROCHEMISCHE SENSORIK

### Wehrtechnik

Gemeinsam mit der Bundeswehr (WTD 71) wurde ein elektrochemisches Sensorsystem für den Nachweis von Explosivstoffen in Meerwasser entwickelt und in der Praxis getestet. Das Sensorsystem soll frisch verlegte Seeminen, Selbstbausprenge-sätze oder Munitionsaltlasten detektieren.

Im Rahmen des Projektes wurden zwei unterschiedliche Ansätze verfolgt. So wurde eine Variante des elektrochemischen Sensorsystems als autonomes Stand-alone-System, bei dem die Sensorik komplett autark gestaltet wurde, aufgebaut. Bei diesem Konzept sind Energieversorgung, Kommunikation und Datenauswertung innerhalb des abgeschlossenen Sensorsystems enthalten, so dass es eigenständig und unabhängig vom Trägerfahrzeug arbeiten kann. Dadurch kann das System auf einer Vielzahl von Trägerfahrzeugen genutzt werden. Die Auswertung der Daten nimmt eine eigenentwickelte, selbstlernende Software vor; ein Explosivstofffund wird beispielsweise über ein Blinklicht nach außen kommuniziert. Ein zweites System wurde als integriertes Konzept umgesetzt. Beim integrierten Konzept werden Energieversorgung und Kommunikation des Trägerfahrzeugs genutzt. Die Sensorik ist innerhalb des Lastkopfes des Fahrzeuges untergebracht. Die Steuerung des Sensorsystems und die Auswertung der Messdaten erfolgen durch einen Operator, welcher an Bord eines Begleitfahrzeuges untergebracht ist.

Beide elektrochemischen Sensorsysteme wurden in der Praxis bei mehreren Seeversuchen in Nord- und Ostsee in Deutschland und Polen intensiv getestet. Mit beiden Systemen konnte die Überprüfung von verdächtigen Objekten auf das Vorhandensein von Explosivstoffspuren erfolgreich durchgeführt werden.

### Projekte

Gemeinsam mit Industriekunden entwickeln und optimieren wir aktuell Sensorsysteme und Sensorelemente für Sensoren aus der Gasphase und in Flüssigkeiten. Hierbei müssen meist die Theorie der dahinterliegenden elektrochemischen Prozesse verstanden, Literatur gesichtet, Oberflächen analysiert und charakterisiert sowie klar strukturierte, statistisch aussagekräftige Messreihen durchgeführt werden. Ziele unsere Industriekunden sind die Verbesserung des eigenen Produktes, das Eröffnen neuer Anwendungsfelder oder eine Zukunftssicherung des eigenen Portfolios durch das Austesten neuer, vielversprechender Technologien.

Gemeinsam mit Partnern aus Forschung und Industrie bearbeiten wir in öffentlich geförderten Projekten sensorische Fragestellungen. Beispielhaft sei das Projekt LHyCon (Förderung durch BMBF KMU innovativ) erwähnt, in dem wir gemeinsam mit einem Industriepartner einen Wasserstoffsensoren mit höchster Empfindlichkeit für Dichtigkeitsprüfungen entwickeln.

### Beratungstage

Viele Kunden lernen uns im Rahmen von Beratungstagen kennen. Hierbei beantwortet ein interdisziplinäres Team aus mindestens drei Personen mit unterschiedlichem fachlichem Hintergrund (Chemiker, Elektrochemiker, Sensorsystemtechniker, Elektroniker, Analytiker, Verfahrenstechnikingenieure ...) die individuellen Fragestellungen unserer Kunden.

---

### KONTAKT

**Peter Rabenecker**

Tel. +49 721 4640-247 | peter.rabenecker@ict.fraunhofer.de

# AUSSTATTUNG

## TECHNIKA UND PRÜFSTÄNDE

- chemische Technika 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
- Strömungsprüfstand zur Untersuchung pyrotechnischer Systeme

## APPARATIVE AUSSTATTUNG

- Pilotanlagen zur Herstellung von Feinstpartikeln
- Mikroverfahrenstechnische Versuchsstände und Syntheseanlagen
- Wirbelschicht-Coater
- Anlage zur Sprühkristallisation
- Hochdruckanlage zum isostatischen Pressen
- spezielle Knetter, Mischer und Pressen mit Ex-Schutz

## ANALYTISCHE AUSSTATTUNG UND LABORE

- Rasterkraftmikroskop, Feldemissionselektronenmikroskop (FESEM) mit variablem Druck sowie energiedispersiver Röntgen- und Nanoanalytik (EDX)
- Mikro- und Nanocomputertomograph
- 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)
- High-Speed-Kamera- und Spektrometersysteme



Versuchskampagne zur  
Ermittlung von Realfahrmissionen  
auf dem Rollenprüfstand.

## NEUE ANTRIEBSSYSTEME

Auch im Jahr 2017 wurden im Bereich Neue Antriebssysteme (NAS) innovative Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich der Effizienzsteigerung von Antriebssystemen durchgeführt. Erforscht wurden sowohl verbrennungsmotorische als auch elektrische Antriebssysteme. Beispielhafte Arbeiten werden im Folgenden kurz beschrieben.

Zu den Aufgabengebieten des Bereichs Neue Antriebssysteme zählen unter anderem die Analyse von Realfahrdaten und die Entwicklung von Fahrzyklen im Kundenumfeld. Zur Bestimmung der Real-Driving-Emissions-Konformität (RDE) und Berücksichtigung der tatsächlichen Emission im Realfahrbetrieb wurde ein portables Emissionsmessgerät (PEMS) zur Messung der wichtigsten Abgaskomponenten beschafft. Seither wurden diverse Messungen mit dem NAS-eigenen Testfahrzeug auf unterschiedlichen, RDE-konformen, selbstdefinierten Teststrecken mit variierenden Höhen- und Lastprofilen durchgeführt. Der Schwerpunkt lag auf der Weiterentwicklung der Messmethodik durch Variation unterschiedlicher Randbedingungen, wie zum Beispiel Fahrer, Zuladung, Umgebungstemperaturen, Kraftstoffarten und weiterer relevanter Einflussgrößen. Die Untersuchung von Querempfindlichkeiten anderer Abgaskomponenten ist ein zusätzlicher Aspekt der Forschungsarbeit. Im Rahmen der oben genannten Arbeiten konnte die Vertiefung der Zusammenarbeit mit Instituten des Karlsruher Institut für Technologie KIT, zum Beispiel mit dem Institut für Fahrzeugsystemtechnik, auf dem Mobilitäts-campus Ost ausgebaut werden, wo im Rahmen der gemeinsamen Tätigkeiten unter anderem Versuche auf dem Allrad-Akustik-Rollenprüfstand durchgeführt wurden.

Neben den genannten beispielhaften Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich der verbrennungsmotorischen Mobilität wurde auch im Bereich der elektrischen Mobilität entsprechende Arbeiten durchgeführt. Im Rahmen des Forschungsprojektes »Direktgekühlter Elektromotor mit integrealem Leichtbaugehäuse« wurde ein Konzept für einen elektrischen Traktionsmotor für die urbane Mobilität mit integrierter Wicklungs- und Rotorkühlung konzipiert. Die innenliegende Kühlung ermöglicht ein Kunststoffgehäuse aus hochgefülltem Duroplast mit einem hohen Grad an Funktionsintegration. Um als mögliche Serienanwendung in Betracht zu kommen, werden zur Fertigung nur großserientechnisch umsetzbare Prozesse verwendet und bei der Konstruktion auf eine Minimierung des Montageaufwands geachtet. Das entwickelte Konzept wird im folgenden Projektjahr als Prototyp aufgebaut und entsprechende Validierungen der Simulationsmodelle durchgeführt.

---

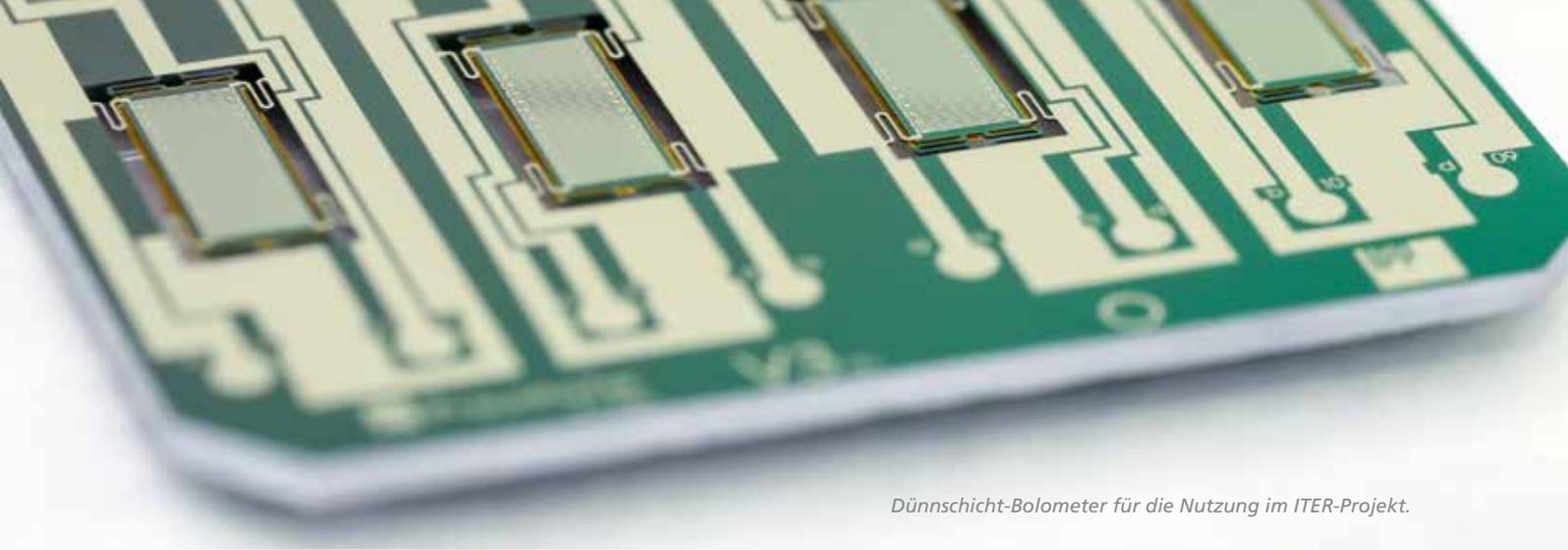
### KONTAKT

#### **Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie Neue Antriebssysteme**

Rintheimer Querallee 2  
76131 Karlsruhe

#### **Hans-Peter Kollmeier**

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



*Dünnschicht-Bolometer für die Nutzung im ITER-Projekt.*

## FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR MIKROTECHNIK UND MIKROSYSTEME IMM

Das Fraunhofer IMM arbeitet in den beiden Forschungsbereichen »Energie- & Chemietechnik« (Prozesse, Reaktoren, Anlagen) sowie »Analysesysteme und Sensorik« (Methoden, Komponenten, Systeme). In diesen Säulen organisieren wir unsere Kompetenzen nach den Prioritäten Energie, Chemie und Rohstoffe, Sicherheit, Gesundheit, Ernährung, Mobilität und Transport sowie Industrie 4.0. Die Entwicklungen finden Anwendung in den Geschäftsfeldern »Energie und Umwelt«, »Chemie, Verfahrenstechnik und Raumfahrt«, »Biomedizinische Analytik und Diagnostik«, »Sicherheit und industrielle Analytik«. Das Fraunhofer IMM trägt mit system- und technologieorientierten Innovationen zur Wettbewerbsfähigkeit seiner Kunden und Partner bei. Das Team steht für verantwortungsbewussten Umgang mit neuen Technologien und für nachhaltige Entwicklung zum Nutzen für die Wirtschaft und zum Vorteil für die Gesellschaft.

Der Bereich »Energie- & Chemietechnik« umfasst die Produktbereiche »Energietechnik«, »Chemietechnik« und »Nanopartikel-Technologien«.

Der Produktbereich »Energietechnik« beschäftigt sich mit den aktuellen und zukünftigen Fragestellungen zur mobilen und dezentralen Bereitstellung und Speicherung elektrischer Energie, dem Wärmemanagement im Fahrzeugbereich und mit der Herstellung synthetischer (Bio)treibstoffe. Die Zuverlässigkeit und Wirksamkeit kompakter Stoff- und Energiewandlungssysteme sowie dezentraler, mobiler Energieversorgungseinheiten werden verbessert.

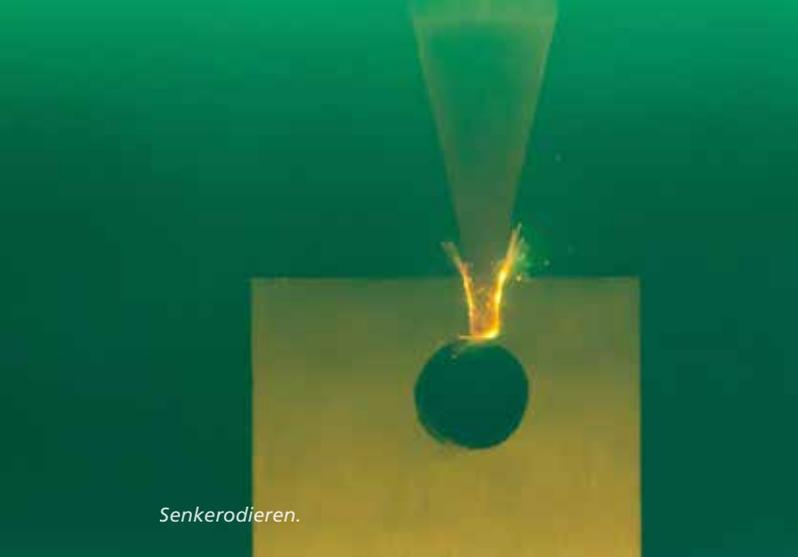
Im Produktbereich »Chemietechnik« wird der Schwerpunkt auf die Intensivierung chemischer Produktionsverfahren mittels Methoden und Apparaten der chemischen

Mikroverfahrenstechnik gesetzt. Auf Basis einer gut skalierbaren, modular aufgebauten Reaktorfamilie oder mittels spezifischer, häufig hochgradig integrierter Ausführungen entwickeln, konstruieren und fertigen wir an den jeweiligen Prozess bzw. Einsatzzweck optimal angepasste milli- und mikrostrukturierte Flow-Reaktoren vom Labor- bis Industriemaßstab. Chemische Produktionsverfahren werden intensiviert und die Verfügbarkeit von Stoffen, Messdaten und Informationen für Produkt- und Produktionsfragestellungen wird erhöht.

Der Produktbereich »Nanopartikel-Technologien« beschäftigt sich mit der Herstellung und Charakterisierung von Nanopartikeln mit unterschiedlichsten Eigenschaften und möglichen Anwendungen in der Medizin, Pharmazie und der Konsumgüterindustrie. Dies umfasst neben metallischen (zum Beispiel Au, Pt, Pd), metalloxidischen (zum Beispiel ZnO, SiO<sub>2</sub>) und halbleitenden Nanopartikeln (Quantum Dots) auch polymere Nanopartikel. Diese erlauben die Steigerung der Qualität von Nanopartikeln, die Erhöhung der Produktivität von Synthesen und die Steigerung von sowohl der Effizienz als auch der Verfügbarkeit von Wirkstoffen am Zielort.

Der Forschungsbereich »Analysesysteme und Sensorik« umfasst die Produktbereiche »Mikrofluidische Analysesysteme«, »Sensorik« und »Gerätebau«.

Als einer der Pioniere der Mikrofluidik entwickelt das Fraunhofer IMM seit über 20 Jahren vollintegrierte und automatisierte mikrofluidische Analyseysteme. Auf Basis eines »mikrofluidischen Baukastens« mit umfassender Abdeckung der erforderlichen Funktionselemente kann das Team in kurzer Zeit eine Anwendungs-idee zum Funktionsnachweis führen und voll funktionstüchtige Demonstratoren bis hin zur Nullserie



Senkerodieren.



Reformersystem  
für Propylenglykol.

aufbauen. Bewährte Analysesysteme werden beschleunigt und automatisiert, die Kompaktheit etablierter Verfahren wird gesteigert und so an den Ort des Geschehens gebracht.

Der Produktbereich »Sensorik« beschäftigt sich mit der Entwicklung von kundenspezifischer optischer, elektrochemischer und MEMS-Sensorik. Umfangreiche Kompetenzen in der Auslegung von mikrostrukturierten Komponenten und ihrer Systemintegration verbunden mit einem weiten Spektrum an Mikrofertigungsverfahren wie mechanische Präzisionsbearbeitung, Lasermaterialbearbeitung, Siliziumtechnik und Dünnschichttechnik sind dabei unsere Alleinstellungsmerkmale. Die Robustheit der Sensorik unserer Kunden wird gesteigert und der Aufwand in der Prozessüberwachung wird minimiert.

In Rahmen des »Systems Engineering« reicht die Fertigungsbreite von Fraunhofer IMM über die Vielzahl einzelner Fertigungsverfahren hinaus bis hin zum Gerätebau. Das Team versteht darunter die Integration von mikrofluidischen Kartuschen oder zum Beispiel Silizium-basierten Sensoren in mechanische Konstruktionen unter funktionaler Verbindung mit der notwendigen Optik, Aktorik sowie mit weiteren elektronischen Funktionselementen (Heizer, Motoren, Pumpen etc.). Fluidische Elemente und Sensoren werden kombiniert, in intelligenten Systemen integriert und so neue Einsatzmöglichkeiten geschaffen.

Die Produktbereiche werden technologisch ergänzt durch ein langjähriges Know-how in mechanischen Präzisionsbearbeitungsverfahren, der Funkenerosion, der Lasermaterialbearbeitung sowie durch eine Reihe reinraumbasierter chemischer und physikalischer Strukturierungsverfahren.

---

## KONTAKT

### Fraunhofer-Institut für Mikrotechnik und Mikrosysteme IMM

Carl-Zeiss-Straße 18-20  
55129 Mainz

#### Prof. Dr. Michael Maskos

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

# ANHANG

# LEISTUNGSZENTREN, VERBÜNDE UND ALLIANZEN

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 Leistungszentren ist das Fraunhofer ICT beteiligt.

## LEISTUNGSZENTREN

Leistungszentren organisieren den Schulterschluss der universitären und außeruniversitären Forschung mit der Wirtschaft und zeichnen sich durch verbindliche, durchgängige Roadmaps der beteiligten Partner in den Leistungsdimensionen Forschung und Lehre, Nachwuchsförderung, Infrastruktur, Innovation und Transfer aus.

### PROFILREGION MOBILITÄTSSYSTEME KARLSRUHE

Im Leistungszentrum »Profilregion Mobilitätssysteme Karlsruhe« erforschen die vier Fraunhofer-Institute ICT, IOSB, ISI und IWM sowie der Bereich Neue Antriebssysteme des ICT zusammen mit dem Karlsruher Institut für Technologie, der Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft und dem FZI – Forschungszentrum Informatik die Mobilität der Zukunft. Sieben Initialisierungsprojekte widmen sich den zentralen Herausforderungen einer effizienten, intelligenten und integrierten Mobilität auf der gesamten thematischen Bandbreite und vernetzen wichtige Akteure aus Wissenschaft, angewandter Forschung und Industrie.

#### Kontakt:

Dr.-Ing. Lars-Fredrik Berg  
Tel. +49 721 9150-3814 | lars-fredrik.berg@ict.fraunhofer.de  
Ivica Kraljevic  
Tel. +49 721 9150-3818 | ivica.kraljevic@ict.fraunhofer.de

## 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 VERTEIDIGUNGS- UND SICHERHEITSFORSCHUNG VVS

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

**Kontakt:** Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner

Tel. +49 721 4640-401 | peter.elsner@ict.fraunhofer.de

### FRAUNHOFER-VERBUND WERKSTOFFE, BAUTEILE – MATERIALS

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

**Kontakt:** Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner

Tel. +49 721 4640-401 | peter.elsner@ict.fraunhofer.de

# ALLIANZEN

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

## FRAUNHOFER-ALLIANZ BATTERIEN

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

**Kontakt:** Prof. Dr. rer. nat. Jens Tübke  
Tel. +49 721 4640-343 | jens.tuebke@ict.fraunhofer.de

## FRAUNHOFER-ALLIANZ BAU

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

**Kontakt:** Prof. Dr.-Ing. Axel Kauffmann  
Tel. +49 721 4640-425 | axel.kauffmann@ict.fraunhofer.de

## FRAUNHOFER-ALLIANZ LEICHTBAU

- Materialien und Materialverbünde
- Füge- und Fertigungsverfahren für den Leichtbau
- Funktionsintegration
- Konstruktion und Auslegung
- Zerstörungsfreie und zerstörende Prüfverfahren

**Kontakt:** Prof. Dr.-Ing. Frank Henning  
Tel. +49 721 4640-420 | frank.henning@ict.fraunhofer.de

## FRAUNHOFER-ALLIANZ ENERGIE

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

**Kontakt:** Prof. Dr. rer. nat. Jens Tübke  
Tel. +49 721 4640-343 | jens.tuebke@ict.fraunhofer.de

## FRAUNHOFER-ALLIANZ NANOTECHNOLOGIE

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

**Kontakt:** Dr. Christof Hübner  
Tel. +49 721 4640-458 | christof.huebner@ict.fraunhofer.de

## FRAUNHOFER-ALLIANZ SPACE

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

**Kontakt:**  
Dr. Uwe Schaller  
Tel. +49 721 4640-676 | uwe.schaller@ict.fraunhofer.de  
Volker Weiser  
Tel. +49 721 4640-156 | volker.weiser@ict.fraunhofer.de

# LEHR- UND GREMIENTÄTIGKEITEN

Lehr- und Gremientätigkeiten sind wichtige Säulen eines Forschungsbetriebs. Entsprechend hielten wir 2016 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. 2017 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 SWS, WS und SS)
- Arbeitstechniken f. d. Maschinenbau (2 SWS, SS)

##### Weidenmann, Kay André

- Werkstoffprozesstechnik (3 SWS, WS)
- Praktikum Werkstoffprozesstechnik (1 SWS, WS)
- Materialwissenschaftliches Seminar (2 SWS, SS)
- Werkstoffe für den Leichtbau (2 SWS, SS)

*Für die Lehrveranstaltung »Werkstoffprozesstechnik« (u.a. in Zusammenarbeit mit dem ICT) wurde Kay Weidenmann 2017 vom KIT-Präsidium mit dem Fritz-Weidenhammer-Preis für exzellente Lehre in der Fakultät Maschinenbau ausgezeichnet.*

#### Institut für Fahrzeugsystemtechnik

##### Henning, Frank

- Fahrzeugleichtbau – Strategien, Konzepte, Werkstoffe (2 SWS, WS)
- Faserverstärkte Kunststoffe – Polymere, Fasern, Halbzeuge, Verarbeitung (2 SWS, SS)

#### Institut für Kolbenmaschinen

##### Kollmeier, Hans-Peter

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

#### Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Mechanik

##### Tübke, Jens

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

### HOCHSCHULE KARLSRUHE – TECHNIK UND WIRTSCHAFT

#### Fakultät für Elektro- und Informationstechnik

##### Graf, Matthias

- Sensorlabor 1 (2 SWS, WS und SS)

##### Hefer, Bernd

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

##### Pinkwart, Karsten

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

##### Urban, Helfried

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

### DUALE HOCHSCHULE BADEN-WÜRTTEMBERG, KARLSRUHE

#### Fakultät Technik, Studiengang Maschinenbau

##### Becker, Wolfgang

- Wellen und Optik (4 SWS, WS)

##### Kauffmann, Axel

- Technische Mechanik und Festigkeitslehre I (3 SWS, WS, SS)
- Technische Mechanik II (4 SWS, SS)
- Werkstoffkunde Kunststoffe (2 SWS, WS)
- Kunststoffverarbeitung (2 SWS, SS)
- Labor zur Kunststoffverarbeitung (2 SWS, SS)

##### Reinhard, Stefan

- Werkstoffkunde Kunststoffe (2 SWS, WS)
- Labor zur Kunststoffverarbeitung und Messtechnik (2 SWS, WS)

**Studiengang Mechatronik**

Bader, Bernd

- Neue Werkstoffe (2 × 33 Stunden/Jahr)

**Studiengang Sicherheitswesen**

Gräbe, Gudrun

- Grundlagen der Umwelttechnik (3 SWS, WS)

**Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen**

Gräbe, Gudrun

- Umwelttechnik und Recycling (3 SWS, WS)

**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 processing of composite materials (15 Std/Jahr, WS)

**TECHNISCHE HOCHSCHULE NÜRNBERG****Fakultät Verfahrenstechnik**

Herrmann, Michael

- Vorlesung Röntgenbeugung (Doppelstunde, WS)

Teipel, Ulrich

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

**HELMUT-SCHMIDT-UNIVERSITÄT –  
UNIVERSITÄT DER BUNDESWEHR HAMBURG**

Fakultät für Elektrotechnik

Pinkwart, Karsten

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

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

Cremers, Carsten

- Brennstoffzellentechnik (Blockvorl., 6 Doppelstunden, SS)

Tübke, Jens

- Batterietechnik (Blockvorl., 6 Doppelstunden, SS)

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

Henning, Frank

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

**PÄDAGOGISCHE HOCHSCHULE  
OBERÖSTERREICH, LINZ****Institut für Fortbildung und Schulentwicklung II**

Krause, Dörthe

- Lehrerfortbildung (2 ganze Tage WS + 2 ganze Tage SS)

**WESTBÖHMISCHE UNIVERSITÄT IN PILSEN,  
TSCHECHIEN****Fakultät für Maschinenbau**

Kolarik, Vladislav

- Röntgendiffraktometrie als in situ-Methode (Gastvorlesung, einmal 2 Stunden, WS)

# GREMIENTÄTIGKEITEN

## **Böhnlein-Mauß, Jutta**

- 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
- 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)

## **Bücheler, David**

- Mitglied des AVK Arbeitskreises SMC/BMC
- Steuerkreismitglied der European Alliance for 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**

- 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 Industrienetzwerks der Arbeitsgemeinschaft Brennstoffzellen im Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbauer
- Mitglied des NATO Army Armaments Group (NAAG) Land Capability Group Dismounted Soldier System (LCGDSS) Power Team of Experts
- 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)

## **Elsner, Peter**

- Vorsitzender des Hochschulrats 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
- Sprecher des wissenschaftlichen Arbeitskreis Kunststoffe WAK
- Mitglied der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften
- Sprecher des Fraunhofer Nachhaltigkeitsnetzwerks

## **Eyerer, Peter**

- Vorstand der TheoPrax Stiftung
- Gutachter im VIP+, Förderprogramm des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, Berlin; Projektträger VDI/VDE-IT, Berlin
- Gutachter im KMU-NETC, Förderprogramm des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, Berlin; Projektträger VDI/VDE-IT, Berlin
- Vorstand »Offene Jugendwerkstatt Karlsruhe e. V.«

**Fischer, Thomas**

- Mitglied des Arbeitskreises »Innenballistik« der Wehrtechnischen Dienststelle für Waffen und Munition
- Mitglied des Arbeitskreises »Außenballistik« 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)
- Mitglied International Committee des International Workshop High Energy Materials (HEMs)

**Gräbe, Gudrun**

- Mitglied der Wasserchemischen Gesellschaft (Fachgruppe der GDCh)

**Heil, Moritz**

- Mitglied des Committee des HFCS-EM (Heat Flow Calorimetry Symposium on Energetic Materials)

**Henning, Frank**

- Präsident 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
- Steuerkreismitglied und Seminarsprecher im Arbeitskreis »EATC – European Alliance for Thermoplastic Composites« der Industrievereinigung verstärkte Kunststoffe e.V. (AVK)
- Mitglied im Programm Komitee und Chairman der International Exhibition and Conference (ITHEC)

**Juez-Lorenzo, Mar**

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

**Kauffmann, Axel**

- Mitglied in der Fraunhofer-Allianz BAU

**Knapp, Sebastian**

- Mitglied der International Pyrotechnic Society
- Mitglied in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

**Kolarik, Vladislav**

- Mitglied im International Advisory Body of the Research, Development and Innovation Council der Regierung der Tschechischen Republik
- Mitglied der Gesellschaft für Korrosionsschutz e.V. GfKORR
- Mitglied im Arbeitskreis Korrosionsschutz bei erhöhten Temperaturen der GfKORR
- Session Chairman Coatings for Use at High Temperatures, International Conference on Metallurgical Coatings and Thin Films, San Diego, USA

**Krause, Dörthe**

- Vorstandsmitglied TheoPrax Stiftung

**Löbbecke, Stefan**

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

**Neutz, Jochen**

- Vorsitzender des Programmausschusses AIRBAG 2000 plus

**Noack, Jens**

- Mitglied IEC TC 21/ TC 82 JWG 82 »Secondary Cells and Batteries for Renewable Energy Storage and Smart Grid Structures«
- Mitglied IEC TC 21 / TC 105 JWG 7 »Flow Batteries«
- Arbeitsgruppenleiter DKE, AK 371.0.6 »Flow Batteries«
- Mitglied DKE, AK 384 „Brennstoffzellen“

**Parrisius, Martina**

- Vorstandsmitglied im Bundesverband Lernort Labore e. V.
- Mitglied Arbeitskreis »Initiativkreis Unternehmerteil«, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin
- Mitglied im Expertenbeirat Neue Oberstufe Berlin

**Pinkwart, Karsten**

- Koordinator des Fraunhofer-Netzwerks Elektrochemie
- Vorstandsmitglied der Arbeitsgemeinschaft Elektrochemischer Forschungseinrichtungen AGEF e. V.
- Mitglied des Arbeitskreises 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.
- 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)

**Schnürer, Frank**

- Mitglied im Fachbeirat der Koordinierungsstelle Sicherheitswirtschaft (KoSi)

**Schwepe, Rainer**

- Chairman der CleanSky Plattform »Eco Design Transversal Activity«, Joint Undertaking
- Mitglied der International Association for Sustainable Aviation (IASA)
- Mitglied im INNONET Netzwerk, Leitung des Arbeitskreises »Recycling«
- Mitglied im Arbeitskreis Bioökonomie des baden-württembergischen Ministeriums für den Ländlichen Raum

**Stier, Christian**

- Molecular Sorting-Plattform (Austausch- und Akquiseplattform innerhalb der FhG)

**Teipel, Ulrich**

- Berufenes Mitglied in der ProcessNet Fachgruppe »Zerkleinern 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
- Mitglied des Editor Boards »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 2019«
- Berufenes Mitglied in der ProcessNet Fachgruppe »Rohstoffe«
- Berufenes Mitglied im Wissenschaftsrat

**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 des F&E Beirats des Bundesverbands Energiespeicher BVES
- Stellvertretender Vorstand fokus.energie e. V.
- Vorsitzender des wissenschaftlichen Beirats des MEET - Münster Electrochemical Energy Technology
- Mitglied des Beirats Batterieforschung Deutschland des BMBF
- 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
- Vertreter in der Fraunhofer Allianz Space

**Weidenmann Kay**

- Mitglied der Auswahlkommission der Studienstiftung des deutschen Volkes e. V.
- Gutachter der Deutschen Forschungsgemeinschaft
- Mitglied der DGM-Fachausschüsse »Metallmatrixverbunde« und »Hybride Werkstoffe«
- Gründungsmitglied der Karl-Drais-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V.
- Mitglied des Scientific Committees der 20th International Conference on Composite Structures (2017, 2018)
- Mitglied im Scientific Committee der 4. Konferenz Hybrid Materials and Structures (2020)

**Wurster, Sebastian**

- Mitglied im Arbeitskreis Innenballistik
- Mitglied des Arbeitskreises »Außenballistik« der Wehrtechnischen Dienststelle für Waffen und Munition
- Mitglied der Task Force Innenballistik-Simulation

# VERANSTALTUNGEN, MESSEN UND FACHAUSSTELLUNGEN

## VERANSTALTUNGEN

22.-24. März 2017

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

Festhalle, Stutensee-Blankenloch

4.-6. April 2017

**Fortbildungsreihe der Allianz Leichtbau: Composite Engineer »Faserverbund-Fachingenieur«**

Fraunhofer ICT, Pfinztal

26. April 2017

**Photonics BW e.V.: Laserbearbeitung von CFK**

Fraunhofer ICT, Pfinztal

27. April 2017

**Girls' Day**

Fraunhofer ICT, Pfinztal

8.-10. Mai 2017

**9<sup>th</sup> European Symposium on Non-Lethal Weapons**

Stadthalle Ettlingen

21. Juni 2017

**6. Workshop Technologieplattform Mikroverkapselung**

Achat Plaza, Karlsruhe

21.-22. Juni 2017

**FIPCO: 2<sup>nd</sup> Functional Integrated Plastic Components**

Hotel Der Blaue Reiter, Karlsruhe

22.-23. Juni 2017

**8. Symposium Produktgestaltung in der Partikeltechnologie**

Achat Plaza, Karlsruhe

27. Juni 2017

**18. Wehrtechnisches Seminar**

Fraunhofer ICT, Pfinztal

27.-30. Juni 2017

**48<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT: »Reactivity and Modelling«**

Kongresszentrum, Karlsruhe

11. Oktober 2017

**Kuratoriumssitzung**

Fraunhofer ICT, Pfinztal

19. Oktober 2017

**Vom Tape zur maßgeschneiderten Leichtbaulösung**

LBZ Workshop, Fraunhofer ICT, Pfinztal

14.-15. November 2017

**Workshop: Treib- und Explosivstoffe / Energiespeicher**

Fraunhofer ICT, Pfinztal

21. November 2017

**RETRO – Recycling von Carbonfaserverstärkten Kunststoffen: Hemmnisse und Potenziale**

Forumsdiskussion und Projektworkshop, Fraunhofer ICT, Pfinztal

28.-30. November 2017

**CCG-Seminar: Detektion von Explosivstoffen**

Fraunhofer ICT, Pfinztal



## BETEILIGUNG AN MESSEN UND FACHAUSSTELLUNGEN

16.-21. Januar 2017

**BAU – Weltleitmesse für Architektur, Materialien  
und Systeme**  
München

14.-16. März 2017

**JEC Composites Paris**  
Paris, Frankreich

14.-16. März 2017

**Energy Storage**  
Düsseldorf

29.-30. März 2017

**VDI-Tagung »Kunststoffe im Automobilbau«**  
Mannheim

24.-28. April 2017

**H2+FC+BAT**  
Hannover

19.-25. Juni 2017

**SIAE**  
Le Bourget, Frankreich

28.-29. Juni 2017

**CEB & interCOGEN – 10. Energie-Effizienz-Messe und  
2. Kraft-Wärme-Kopplungs-Messe**  
Karlsruhe

12.-14. September 2017

**The Battery Show**  
Novi, Michigan, USA

16.-21. Oktober 2017

**FAKUMA**  
Friedrichshafen

Ahlbrecht K.

**Flexible und dichte keramische Verbundseparatoren für Na-S-Mitteltemperaturzellen.**

Dissertation, Wissenschaftliche Schriftenreihe des Fraunhofer ICT, Band 77, Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2017, 129 S., ISBN 978-3-8396-1259-0

Ahlbrecht K., Bucharsky C., Holzapfel M., Tübke J., Hoffmann M.J.  
**Investigation of the wetting behavior of Na and Na alloys on uncoated and coated Na- $\beta''$ -alumina at temperatures below 150°C.**  
Ionics 23 (2017), pp. 1319-1327, DOI: 10.1007/s11581-017-2017-x

Aladinli S., Bordet F., Ahlbrecht K., Tübke J., Holzapfel M.  
**Anion intercalation into a graphite cathode from various sodium-based electrolyte mixtures for dual-ion battery applications.**  
Electrochimica Acta 231 (2017) 468-478,  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.electacta.2017.02.041>

Aladinli S., Bordet F., Ahlbrecht K., Tübke J., Holzapfel M.  
**Compositional graphitic cathode investigation and structural characterization tests for Na-based dual-ion battery applications using ethylene carbonate: ethyl methyl carbonate-based electrolyte.**  
Electrochimica Acta 228, 2017, pp. 503–512,  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.electacta.2017.01.037>

Baumann N.

**Material properties of electrodes for photovoltaic-coupled polymer electrolyte membrane water electrolysis.**

Dissertation, Wissenschaftliche Schriftenreihe des Fraunhofer ICT, Band 73, Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2017, 188 S., ISBN 978-3-8396-1170-8

Bauman N., Cremers C., Pinkwart K., Tübke J.  
**Supported IrxRu1-xO<sub>2</sub> anode catalysts for PEM-water electrolysis.**  
Fuel Cells 17(2), 2017, pp. 259-267

Baumgärtner S.

**Beitrag zur Konsolidierung von thermoplastischen Hochleistungsfaserverbundwerkstoffen.**

Dissertation, Wissenschaftliche Schriftenreihe des Fraunhofer ICT, Band 75, Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2017, 127 S., ISBN 978-3-8396-1242-2

Baumgärtner S., Lohr C., Henning F.

**Development of a novel consolidation process for continuous-fiber-reinforced thermoplastics.**

17<sup>th</sup> European Conference on Composite Materials (ECCM17), European Society for Composite Materials (ESCM), Munich

Baumgärtner S., Jauch R., Link T., Henning F.

**Thermoplastischer Strukturleichtbau für die automobiler Großserie.**  
Functional Integrated Plastic Components 2017 (FIPCO), Hanser, Karlsruhe, 2017

Baumgärtner S., Huber T., Henning F.

**Structural thermoplastic lightweight design for automotive mass production - Compression molding of UD tapes and LFT.**

17<sup>th</sup> Annual SPE Automotive Composites Conference & Exhibition (ACCE), Novi Michigan, USA, 2017

Baumgärtner S., Henning F.

**Thermoplastic composites for e-mobility – tailored lightweight construction by use of UD tapes and LFT.**

3<sup>rd</sup> International Composites Congress (ICC), AVK – Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e.V., Stuttgart, Germany, September 19, 2017

Becker W., Wehner H., Kölle S.

**Überwachung von Biogasprozessen.**

In: UmweltMagazin, April/Mai 2017, Special Edition Messtechnik & Analyse

Becker W., Guschin V., Mikonsaari I., Teipel U., Kölle S., Weiss P.

**Turbodimetric method for the determination of particle sizes in polypropylene/clay composites during extrusion.**

In: Analytical and Bioanalytical Chemistry, January 2017, Volume 409, Issue 3, pp. 741–751

Becker W., Sachsenheimer K., Klemenz M.

**Detection of black plastics in the middle infrared spectrum (MIR) using photon up-conversion technique for polymer recycling purposes.**

In: Polymers 2017, 9, 435; DOI: 10.3390/polym9090435

Bergmann B.

**Möglichkeiten der Verfahrensintensivierung von reaktiven Extrusionen am Beispiel der Herstellung von Polylactid.**

Dissertation, Wissenschaftliche Schriftenreihe des Fraunhofer ICT, Band 72, Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2017, 163 S., ISBN 978-3-8396-1148-7

Bergmann B., Buczko A., Elsner P.

**Kombinierte Prozesse für effiziente Produktion – Chemische Materialmodifikation im Doppelschneckenextruder.**

Jahresmagazin Kunststofftechnik 2017

Bermejo Sanz J., Roussel García R., Kolarik V., Juez Lorenzo M.

**Influence of the slurry thickness and heat treatment parameters on the formation of aluminium diffusion coating.**

Oxid Met (2017) 88:179–190, DOI 10.1007/s11085-017-9771-z

Blanco-Villalba J., Recio-Erquicia I., Gómez-Cordón J., Hübner C.  
**Improving the processability of graphene nanoplatelets in polyamide 6 during melt compounding extrusion.**  
 PPS Europe Africa Conference, June 26-29, 2017, Dresden, Germany

Böhnlein-Mauß J., Kröber H.  
**The REACH impact on gun propellant formulations.**  
 Propellants Explosives Pyrotechnics 2017, 42, pp. 54-61

Böhnlein-Mauß J., Löbbbecke S.  
**10 Jahre Chemikalienverordnung REACH – Eine Bestandsaufnahme.**  
 Symposium Ergebnisse der grundlagenfinanzierten Forschung: Explosivstoffe, Energiespeicher, Lenkflugkörper, Wirkung und Schutz, 20.-22. Februar 2017, Mannheim

Bohn M.A.  
**Investigation of ageing behaviour of plasticized nitrocellulose – Accelerated ageing and real ageing.**  
 In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT “Energetic Materials – Reactivity and Modelling”, June 27-30, 2017, Karlsruhe, Germany, p. 60-1

Bohn M.A.  
**The connection between wlf equation and the Arrhenius equation.**  
 In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT “Energetic Materials – Reactivity and Modelling”, June 27-30, 2017, Karlsruhe, Germany, p. 69-1

Bohn M.A.  
**Following the curing of isocyanate-polyol by pressure decrease – influences of activation volume, reaction volume and change in bulk compressibility as well as diffusion control during curing.**  
 In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT “Energetic Materials – Reactivity and Modelling”, June 27-30, 2017, Karlsruhe, Germany, p. 118-1

Bohn M.A., Ferrapontoff Lemos M., Mussbach G.  
**The influence of concentration, type and particle size of fillers on the dynamic mechanical behaviour of elastomeric HTPB binder.**  
 In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT “Energetic Materials – Reactivity and Modelling”, June 27-30, 2017, Karlsruhe, Germany, pp. 23-1 to 23-29

Bohn M.A., Ferrapontoff Lemos M., Mussbach G.  
**Evaluation of concentration, type and particle size of fillers on the dynamic mechanical behaviour of elastomeric HTPB binder.**  
 In: Proceedings of the 20<sup>th</sup> Seminar on New Trends in Research of Energetic Materials NTREM, University of Pardubice, Faculty of Chemical Technology, April 26-28, 2017, Pardubice, Czech Republic, pp. 58-81, ISBN 978-80-7560-056-1

Bücheler D., Trauth A., Damm A., Böhlke T., Henning F., Kärger L., Seelig T., Weidenmann K.A.  
**Processing of continuous-discontinuous-fiber-reinforced thermosets.**  
 SAMPE Europe Conference 2017, Stuttgart, Germany, November 15, 2017, ISBN-978-90-821727-7-5

Ciezeki H.K., Kirchberger C., Stiefel A., Kröger P., Caldas Pinto P., Ramsel J., Naumann K.W., Hürttlen J., Schaller U., Imiolek A., Weiser V.  
**Overview on the German gel propulsion technology activities: status 2017 and outlook.**  
 7th European Conference for Aeronautics and Space Sciences (EUCASS), Milano, Italy, July 3, 2017

Cremers C., Röntzsch L.  
**Brennstoffzellen als Range-Extender.**  
 In: Neugebauer R. (Hrsg.) Fraunhofer-Forschungsfokus Ressourceneffizienz, Kap. 5.5.5, S. 85-89, 1. Auflage, Springer Vieweg, Berlin, 2017

Cristilli F., Weiser V., Maggi F., Imiolek A., Tagliabue C., Gettwert V., Dossi S.  
**Burning behavior of ADN-based propellants loaded with Al-Mg mechanically activated powders.**  
 7<sup>th</sup> European Conference for Aeronautics and Space Sciences (EUCASS), Milano, Italy, July 3, 2017

DeLuca L.T., Bohn M.A., Gettwert V., Weiser V., Tagliabue C.  
**Innovative solid rocket propellant formulations for space propulsion.**  
 In: Boschi Goncalves R.F., Rocco J.A.F.F., Iha K. (Eds.) Energetic Materials Research, Applications, and New Technologies. IGI Global, ISBN 9781522529033, p. 1-24

Deinzer G., Kothmann M., Rausch J., Baumgärtner S., Rosenberg P., Link T., Diebold F., Roquette D., Henning F.  
**Research Project SMiLE – Manufacturing technologies for continuous fibre-reinforced lightweight automotive floor modules for cost-efficient high volume production.**  
 SAMPE Europe Conference, Stuttgart, Germany, 2017

Diemert J.  
**Emissions- und geruchsoptimierte (Recycling-)Compounds mittels extraktiver Compoundierprozesse.**  
 Würzburger Compoundiertage, SKZ, Würzburg, 16-17. Mai 2017

Dieterle M., Seiler E., Viere T.  
**Application of eco-efficiency analysis to assess three different recycling technologies for carbon fiber reinforced plastics (CFRPS).**  
 In: Herrmann A.S. (Editor) 21<sup>st</sup> Symposium on Composites. Trans Tech Publications, Switzerland, 2017, Volume 742, pp. 593-601, DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.742.593>

Dörr D., Brymerski W., Ropers S., Leutz D., Joppich T., Kärger L., Henning F.  
**A benchmark study of finite element forming codes for forming simulation of thermoplastic UD-tapes.**  
 Paper, 1<sup>st</sup> Cirp Conference on Composite Parts Manufacturing, CIRP-CCMPM 2017, Procedia Cirp, Volume 66, 2017

Dubey S., Abhyankar H., Marchante V., Brighton J., Bergmann B., Tringh G., David C.  
**Microwave energy assisted synthesis of poly lactic acid via continuous reactive extrusion: modelling of reaction kinetics.**  
 RSC Adv., (2017), 7, pp. 18529-18538

Eisenreich N., Kelzenberg S., Knapp S.  
**Diffusion models of metal particle and wire oxidation and relation to Cabrera-Mott-theory used in thermal analysis.**  
 In: Koleczko A., Eisenreich N., Vorozhtsov A.B. (Eds.) Phenomena in Combustion of Propellants and Explosives. 2017, Stuttgart, Germany, Fraunhofer Verlag, pp. 73-90

Eisenreich N., Schulz O., Koleczko A., Knapp S.  
**Comparison of kinetics, oxide crystal growth and diffusivities of nano- and micrometer-sized copper particles on oxidation in air.**  
 Thermochimica Acta 654, 2017, p. 93-100, DOI: 10.1016/j.tca.2017.05.012.

Ferrapontoff Lemos M., Bohn M.A., Schaller U.  
**Mechanical properties of Desmophen-2200® based elastomer samples plasticized with energetic ionic liquids.**  
 In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT “Energetic Materials – Reactivity and Modelling”, June 27-30, 2017, Karlsruhe, Germany, pp. 92-1 to 92-12

- Ferrapontoff Lemos M., Bohn M.A., Mendes L.C.  
**Compatibility between azido groups containing molecules and HTPB.**  
 In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Reactivity and Modelling", June 27-30, 2017, Karlsruhe, Germany, pp. 102-1 to 102-11
- Fischer T., Kraus T., Kirches C., Gauterin F.  
**Nonlinear model predictive control of a thermal management system for electrified vehicles using FMI.**  
 Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Modelica Conference 2017, Prague, 2017, pp 255-264, [https://modelica.org/events/modelica2017/proceedings/html/authors/author\\_71.html](https://modelica.org/events/modelica2017/proceedings/html/authors/author_71.html)
- Fürst T.  
**Experimentelle Charakterisierung von Designvarianten überlappend gefügter Kohlenstoffaserverbundstrukturen im Kontext der Entwicklung neuartiger Drapiertechnologien.**  
 Dissertation, Wissenschaftliche Schriftenreihe des Fraunhofer ICT, Band 75, Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2017, 151 S., ISBN 978-3-8396-1221-7
- Gettwert V., Franzin A., Bohn M.A., DeLuca L.T., Weiser V.  
**Ammonium dinitramide/glycidyl azide polymer (ADN/GAP) composite propellants with and without metallic fuels.**  
 International Journal of Energetic Materials and Chemical Propulsion, 2017, Volume 16, Issue 1, pp. 61-79
- Gettwert V., Schaller U., Tagliabue C., Weiser V.  
**AP-free composite propellants for space applications.**  
 XIII International Workshop HEMs-2017, November 6, 2017, Sendai, Japan
- Gettwert V., Tagliabue C., Weiser V.  
**Burning behavior of aluminized adn/psan propellants.**  
 7<sup>th</sup> European Conference for Aeronautics and Space Science (eucass), July 3-6, 2017, Milano, Italy
- Graf M., Baumgärtner S., Henning F.  
**New benchmark in the tailored blank manufacturing – high volume production in an exceptional quality.**  
 In: SAMPE Europe Conference 2017, Leinfelden-Echterdingen, Germany, Stuttgart, November 14-16, 2017, ISBN 978-90-821727-7-5
- Hafner S., Keicher T., Klapötke T.M.  
**Synthesis of p(gap-co-eph) – an energetic copolyether suitable for cast-cure applications.**  
 In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Reactivity and Modelling", June 27-30, 2017, Karlsruhe, Germany, pp. 126-1 to 126-8
- Heil M., Müller C., Hickmann J., Bohn M.A.  
**Investigation and comparison of known and new ADN stabilizers.**  
 In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Reactivity and Modelling", June 27-30, 2017, Karlsruhe, Germany, pp. 43-1 to 43-13
- Heil M., Wimmer K., Bohn M.A.  
**Characterization of gun propellants by long-term mass loss measurements.**  
 Propellants, Explosives, Pyrotechnics 2017, 42, p. 706
- Heintz T., Reinhard W., Leisinger K., Herrmann M., Heil M.  
**ADN-prills: particle properties, stability and sensitivity.**  
 In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Reactivity and Modelling", June 27-30, 2017, Karlsruhe, Germany, pp. 115-1 to 115-10
- Henning F., Thoma B., Wendel R., Rosenberg P., Gresser G., Bauder H.J., Wolfrum J., Caliskan M.  
**Aus einem anderen Blickwinkel. ORW-Verfahren ermöglicht multiaxiale lokale Verstärkung für RTM-Strukturbauteile.**  
 In: Kunststoffe 02/2017, Seite 62-64
- Henning F., Baumgärtner S., Rosenberg P., Link T., Deinzer G., Kothmann M.H., Rausch, J., Diebold F., Roquette D.  
**Research Project SMiLE – Manufacturing technologies for continuous fibre-reinforced lightweight automotive floor modules for cost-efficient high volume production.**  
 Proceedings of the Sampe Europe Conference 2017
- Herrmann M., Kempa P. B., Förter-Barth U., Heintz T.  
**Thermal behavior of ADN and ADN-prills – crystal and micro structure.**  
 25<sup>th</sup> Annual Conference of the "Deutsche Gesellschaft für Kristallographie", March 27-30, 2017, Karlsruhe, Zeitschrift für Kristallographie – Supplement 37 (2017), P63, 77, <http://www.degruyter.com/view/serial/247761>
- Herrmann M., Förter-Barth U., Kempa P. B., Heintz T.  
**Thermal behavior of ADN and ADN-prills – crystal and micro structure. Part I.**  
 In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Reactivity and Modelling", June 27-30, 2017, Karlsruhe, Germany, pp. 43-1 to 43-13
- Herrmann M., Förter-Barth U., Bohn M.A., Borne L.  
**Aging of standard and insensitive RDX crystals investigated by means of X-ray diffraction.**  
 Propellants Explosives Pyrotechnics, 2017, 42, pp. 724-727
- Herrmannsdörfer D., Herrmann M., Heintz T.  
**Comparison of methods for generating the CL-20/HMX-cocrystal.**  
 in: Teipel U., Türk M. (Eds.) Produktgestaltung in der Partikeltechnologie, Band 8, 2017, Fraunhofer Verlag, ISBN 978-3-8396-1194-4, 321–327
- Herrmannsdörfer D., Herrmann M., Heintz T.  
**Comparison of methods for generating the CL-20/HMX-cocrystal.**  
 In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Reactivity and Modelling", June 27-30, 2017, Karlsruhe, Germany, pp. 112-1 to 112-8
- Hitscherich M.  
**Polymer-elektrolyt-Brennstoffzellensystem für ein autonomes Unterwasserfahrzeug.**  
 Dissertation, Wissenschaftliche Schriftenreihe des Fraunhofer ICT, Band 76, Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2017, 212 S., ISBN 978-3839612514
- Hohberg M., Kärger L., Bücheler D., Henning F.  
**Rheological in-mold measurements and characterizations of sheet-molding-compound (SMC) formulations with different constitution properties by using a compressible shell model.**  
 International Polymer Processing, Vol. 32, No. 5, pp. 659-668
- Holzappel M., Wilde D., Hupbauer C., Ahlbrecht K., Berger T.  
**Medium-temperature molten sodium batteries with aqueous bromine and iodine cathodes.**  
 Electrochimica Acta 237 (2017), 12-21. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2017.03.152>.
- Huether J., Maertens R., Saburow O., Seiler E., Aicher T., Weidenmann K.A.  
**A holistic approach to use multi-scale fractions of dry carbon fibre production waste in filled bulk moulding compounds (BMC).**  
 21<sup>st</sup> Symposium on Composites, Bremen, Germany, 2017

Hürttlen J., Schaller U., Weiser V.

**Treibstoffe auf Basis von energetischen ionischen Liquiden.**  
Symposium Explosivstoffe, Energiespeicher, Lenkflugkörper, Wirkung und Schutz. Bildungszentrum der Bundeswehr Mannheim, 20. Februar 2017

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

**Combustion behavior of a metallized ADN/GAP propellant as a function of the aluminum content and the binder/oxidizer ratio.**  
In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Reactivity and Modelling", June 27-30, 2017, Karlsruhe, Germany, pp. 121-1 to 121-13

Joppich T., Menrath A., Henning F.

**Advanced molds and methods for the fundamental analysis of process induced interface properties of hybrid thermoplastic composites.**

1<sup>st</sup> CIRP Conference on Composite Parts Manufacturing, CIRP-CCMPM 2017, Procedia CIRP, volume 66, 2017

Joppich T., Menrath A., Henning F.

**Product and process development of a hybrid stiffening structure for aerospace application.**  
Paper, SAMPE Europe, Stuttgart, 2017

Juez Lorenzo M., Kolarik V., Kuchenreuther-Hummel V., Potschke M., Schimanke D.

**Oxidation of La–Sr–Mn-coated interconnector alloys for steam electrolysis under pressure in pure oxygen and in pure steam.**  
Oxid Met (2017) 88:279–290, DOI: 10.1007/s11085-017-9736-2

Jurzinsky T., Bär R., Heppel N., Cremers C., Tübke J.

**A comb-like ionomer based on poly(2,6-dimethyl-1,4-phenylene oxide) for the use as anodic binder in anion-exchange membrane direct methanol fuel cells.**  
In: Solid State Ionics, Elsevier B.V., volume 303, 2017, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssi.2016.12.036>

Keßler A., Wassmer C., Koleczko A., Knapp S., Weiser V., Raab A., Eisenreich N.

**Interaction of hydrogen jets with hot surfaces.**  
International Conference on Hydrogen Safety (ICHs 2017), International Association for Hydrogen Safety (HySafe), Hamburg, Germany, September 11, 2017

Keßler A., Dieringer Ch., Böhm D., Roth E., Kelzenberg S., Gettwert V., Weiser V., Weinert M., Liz Graña J.L., Lloret J.C., Lázaro M.A.M., Escrig del Valle Á., Verda V., Guelpa E.

**Physics and chemistry of cooling, retarding and firefighting agents – comprehensive test report for models. EU-Project report AF3 advanced forest fire fighting.**  
Fraunhofer Institute for Chemical Technology ICT (Eds.) PYRO Fire Extinction, POLITO, Pfnitztal, Germany, 2017

Knapp S., Eisenreich N., Kelzenberg S., Koleczko A., Raab A., Roth E., Weiser V.

**Spectroscopic temperature measurement in propellant flames.**  
In: Koleczko A., Eisenreich N., Vorozhtsov A.B. (Eds.) Phenomena in Combustion of Propellants and Explosives. Stuttgart, Germany, 2017, Fraunhofer Verlag, pp. 99–119

Knapp S., Eisenreich N., Kelzenberg S., Roth E., Weiser V.

**Modelling of thermite mixtures.**  
In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Reactivity and Modelling", June 27-30, 2017, Karlsruhe, Germany, pp. 24-1 to 24-3

Koleczko A., Eisenreich N., Vorozhtsov A.B.

**Phenomena in combustion of propellants and explosives.**  
Stuttgart, Germany, Fraunhofer Verlag, 2017

Lautenschläger M.I., Mayer L., Gebauer J., Weidenmann K.A., Henning F., Elsner P.

**Comparison of filler-dependent mechanical properties of jute fiber reinforced sheet and bulk molding compound.**  
20th International Conference on Composite Structures ICCS20, Paris, DOI: 10.1016/j.compstruct.2017.09.100

Laux M., Beck B., Emmerich R., Dreher R., Henning F.

**The effect of a nanoscale surface structure on the interfacial strength of injection molded PPS-metal hybrids.**  
Proceedings of the SAMPE Europe Conference, 2017

Lemos M.F., Mußbach G., Bohn M.A.

**Evaluation of filler effects on the dynamic mechanical behavior of HTPB-elastomer used as binder in exemplary composite formulations.**  
In: Journal of Aerospace Technology and Management 9 (2017), No. 3, pp. 379-388, ISSN 2175-9146, ISSN 1984-9648

Löbbecke S.

**Advanced synthesis in micro-structured flow reactors: from rocket propellants to future space explorations.**  
Proceedings of the 253<sup>rd</sup> American Chemical Society National Meeting and Exposition: Advanced Materials, Technologies, Systems & Processes, April 2-6, 2017, San Francisco, CA, USA

Menrath A., Elsner P., Weidenmann K.A.

**Influence of the manufacturing process (comparison MuCell and Direct-LFT) of foamed and fiber reinforced polymer sandwich structures on the fiber length.**  
In: Selected, peer reviewed papers from the 21<sup>st</sup> Symposium on Composites, July 5-7, Bremen, Germany und Trans Tech Publications, 2017, Key engineering materials 742, pp. 38-45, ISBN 978-3-0357-1198-1

Morais M., Schönwald M., Mikonsaari I., Hübner C.

**Alignment of carbon nanoparticles in composites with electric fields.**  
NanoCarbon Annual Conference 2017, Netzwerk NanoCarbon, February 21-22, 2017, Würzburg, Germany

Morais M., Schönwald M., Mikonsaari I., Hübner C.

**Alignment of carbon nanoparticles in composites with electric fields.**  
PPS Europe Africa Conference, June 26-29, 2017, Dresden, Germany

Müller P., Keßler A.

**Safety-related design of the process chain for a robotic recovery and disposal process from ammunition and explosives handling to disposal.**  
In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Reactivity and Modelling", June 27-30, 2017, Karlsruhe, Germany, pp. 123-1 to 123-8

Nardai M.M., Bohn M.A.

**Nitrocellulose decomposition: Quantum mechanical calculations.**  
In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Reactivity and Modelling", June 27-30, 2017, Karlsruhe, Germany, pp. 117-1 to 117-12

NN

**Mit Pellets gegen Waldbrände.**  
BNN, Ausgabe Nr. 295, S. 17, 20. Dezember 2017

- Noack J., Roznyatovskaya N., Pinkwart K., Tübke J.  
**Vanadium proton exchange membrane water electrolyser.**  
 Journal of Power Sources 2017, 349C, pp. 144-151
- Parrisius M., Krause D.  
**Lab2Venture – ein Modell mit Potenzial.**  
 In: LeLa Magazin, Ausgabe 18, Juli 2017, Herausgeber LernortLabor, Bundesverband der Schülerlabore e.V., ISSN 2196-0852, S. 4
- Plaksin I., Mendes R., Gonçalves M., Almada S., Herrmann M., Heintz T., Gerber P., Borne L., Corbel J., Kaiser M., Bancallari L., Barbieri U., Tempa M.  
**Looking for the RS-PBXs allowing for higher performance of inertial confinement: EDA research and technology project "RSEM".**  
 In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Reactivity and Modelling", June 27-30, 2017, Karlsruhe, Germany, p. 109-1
- Polyzoidis A., Schwarzer M., Loebbecke S., Piscopo C.G.  
**Continuous synthesis of UiO-66 in microreactor: Pursuing the optimum between intensified production and structural properties.**  
 Materials Letters (2017), 197, pp. 213–216
- Polyzoidis A., Etter M., Herrmann M., Loebbecke S., Dinnebier R.E.  
**Revealing the initial reaction behavior in the continuous synthesis of metal-organic frameworks using real-time synchrotron x-ray analysis.**  
 Inorg. Chem., 2017, 56 (10), pp. 5489–5492
- Pontius H., Dörich M.  
**Ageing of surface coated powders investigated by imaging spectroscopy.**  
 In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Reactivity and Modelling", June 27-30, 2017, Karlsruhe, Germany, pp. 113-1 to 113-9
- Poppe C., Joppich T., Dörr D., Kärger L., Henning F.  
**Modeling and validation of gripper induced membrane forces in finite element forming simulation of continuously reinforced composites.**  
 Esaform Conference 2017, Dublin
- Posern C., Böhme U., Wagler J., Höhne C.-C., Kroke E.  
**Arylthio- and arylseleno-substituted s-heptazines.**  
 Wiley Online Library, May 2017,  
 DOI: <https://doi.org/10.1002/chem.201700645>
- Quaresma J., Pimenta J., Campos J., Deimling L., Keicher T.  
**Optical fibers and sensors for detonation measurements.**  
 In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Reactivity and Modelling", June 27-30, 2017, Karlsruhe, Germany, pp. 11-1 to 11-13
- Rabenecker P.  
**Explosivstoff-Spuredetektion im Meer – autonome und ferngesteuerte Sensorsysteme bei Seeversuchen.**  
 In: Unmanned Vehicles VI, Herausgeber Studiengesellschaft der Deutschen Gesellschaft für Wehrtechnik mbH, Hochstadenring 50, 53119 Bonn, Juli 2017, ISBN 978-3-943730-32-6
- Rieger M., Wittek M., Scherer P., Loebbecke S., Mueller-Buschbaum K.  
**Preconcentration of nitroalkanes with archetype metal-organic frameworks (MOFs) as concept for a sensitive sensing of explosives in the gas phase.**  
 Advanced Functional Materials 2017, 1704250
- Roch A., Menrath A., Schmid B.  
**Luftführung des BMW 7er hergestellt durch 2K-Spritzgießen und Schäumen mit atmendem Werkzeug.**  
 Kunststoffe im Automobilbau, VDI-Wissensforum, Mannheim, 2017
- Roth E., Weiser V., Lity A., Raab A.  
**Influence of mixing ration on the reaction of ternary thermites.**  
 In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Reactivity and Modelling", June 27-30, 2017, Karlsruhe, Germany, pp.124-1 to 124-12.
- Roznyatovskaya N.V., Roznyatovsky V.A., Höhne C.-C., Fühl M., Gerber T., Küttlinger M., Noack J., Fischer P., Pinkwart K., Tübke J.  
**The role of phosphate additive in stabilization of sulphuric-acid-based vanadium(V) electrolyte for all-vanadium redox-flow batteries.**  
 Journal of power sources 363 (2017), pp. 234-243, ISSN 0378-7753, ISSN 1873-2755, DOI: 10.1016/j.jpowsour.2017.07.100
- Saburow O., Hütther J., Maertens R., Trauth A., Kechauou Y., Henning F., Weidemann K.A.  
**A direct process to reuse dry fiber production waste for recycled carbon fiber bulk molding compounds.**  
 1<sup>st</sup> Cirp Conference on Composite Materials Parts Manufacturing, Karlsruhe, 2017
- Schaller U., Hürttlen J., Weiser V.  
**Geltreibstoffe – Insensitivität.**  
 Nationales Gel-Technologieprogramm / Nationale Arbeitsgruppe Gelantriebe. Pfinztal, Germany, June 21, 2017
- Schneider D., Hübner C., Bourbigot S.  
**New approach for the efficient attainment of flame retardancy using multicomponent injection molding.**  
 PPS Europe Africa Conference, June 26-29, 2017, Dresden, Germany
- Schnürer F., Röseling D., Wittek M., Böhm D.  
**EVADEX – Standardized evaluation of detection systems for trace explosives.**  
 12<sup>th</sup> International Symposium on the Analysis and Detection of Explosives (ISADE), September 17-21, 2017, Oxford, United Kingdom
- Schnürer F., Rieger M., Polyzoidis A., Piscopo G.  
**Metal-organic frameworks for C-protective clothing and respiratory cartridges.**  
 CBRNE Research and Innovation Conference  
 May 29 – June 1, 2017, Lyon (Bron), Frankreich
- Schmid H.  
**Nanosilver system technology as a possibility for German-Russian cooperation.**  
 In: Koleczko A., Eisenreich N., Vorozhtsov A.B. (Eds.) Phenomena in Combustion of Propellants and Explosives. Stuttgart, Germany, 2017, Fraunhofer Verlag, pp. 177–194
- Schweikert W., Ulrich C., Müller S.  
**Different polymorphic states of explosives – a problem of trace detection for inkjet-printed samples.**  
 In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Reactivity and Modelling", June 27-30, 2017, Karlsruhe, Germany, p. 116-1
- Seiler E., Maertens R., Huether J., Saburow O.  
**Verfahrensentwicklung zur Kreislaufführung von Carbonfasern in der Produktion.**  
 Werkstoffwoche 2017, DGM, Dresden, 2017

Seipenbusch M., Weis F., Hübner C., Dietrich D.  
**Workplace exposure assessment in the recycling of nano-composites.**  
 8<sup>th</sup> International Symposium on Nanotechnology, Occupational and Environmental Health, National Research Centre For The Working Environment, Elsinore, Denmark, May 29 – June 1, 2017

Sims S., Fischer S., Deimling L., Gettwert V., Weiser V.  
**Signaturarme Composite-Treibstoffe: Abbranduntersuchungen in Brennkammern.**  
 Symposium Explosivstoffe, Energiespeicher, Lenkflugkörper, Wirkung und Schutz. Bildungszentrum der Bundeswehr Mannheim. Mannheim, Germany, Februar 2017

Tagliabue C., Imiolek A., Gettwert V., Weiser V.  
**Evaluation of ballistic modifier for aluminized ADN/PSAN propellants.**  
 In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Reactivity and Modelling", June 27-30, 2017, Karlsruhe, Germany, pp. 107-1 to 107-11

von Kurnatowski M., Bortz M., Klein P., Kintzel B., Cremers C.  
**Quantitative kinetic analysis of a PdAu3 alloy catalysts for oxygen electro-reduction.**  
 Journal of the Electrochemical Society 164(14), 2017, H1072 – H1080

Weiser V., Hürttlen J., Schaller U., Imiolek A., Knapp S., Kelzenberg S.  
**Abbrandverhalten von flüssigen und gelierten energetischen ionischen Liquiden.**  
 Nationales Gel-Technologieprogramm / Nationale Arbeitsgruppe Gelantriebe. Pfinztal, Germany, 21. Juni 2017

Weiser V., Franzin A., DeLuca L.T., Fischer S., Gettwert V., Kelzenberg S., Knapp S., Raab A., Roth E., Eisenreich N.  
**Combustion behavior of aluminum particles in adn/gap composite propellants.**  
 In: DeLuca L.T., Shimada T., Sinditskii V.P., Calabro M. (Eds.): Chemical Rocket Propulsion – A Comprehensive Survey of Energetic Materials. Springer Aerospace Technology, 2017, ISBN 978-3-319-27746-2, pp. 253-270

Weiser,V., Hürttlen J., Schaller U., Imiolek A., Kelzenberg S.  
**Green liquid oxidizers basing on solutions of ADN and an in hydrogen peroxide for hypergolic propellants with high performance.**  
 7<sup>th</sup> European Conference for Aeronautics and Space Sciences (EUCASS), Milano, Italy, July 3, 2017

Weiser V., Roth E., Knapp S., Kelzenberg S.  
**Theoretical and experimental evaluation of performance data and reactivity of thermite systems.**  
 13th Workshop on Pyrotechnic Combustion Mechanisms. Pfinztal, Germany, June 26, 2017

Weiser V., Cristilli F., Gettwert V., Imiolek A., Kröber H., Tagliabue C.  
**Investigation of extinguished ADN/HTPB propellants with a special focus on sub-surface reactions.**  
 In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Reactivity and Modelling", June 27-30, 2017, Karlsruhe, Germany, pp. 122-1 to 122-7

Weiser V., Franzin A., DeLuca L.T., Fischer S., Gettwert V., Kelzenberg S., Knapp S., Raab A., Roth E., Eisenreich N.  
**Combustion behavior of aluminum particles in adn/gap composite propellants.**  
 In: DeLuca L.T., Shimada T., Sinditskii V.P., Calabro M. (Eds.) Chemical Rocket Propulsion – A Comprehensive Survey of Energetic Materials. Cham, Schweiz: Springer International Publishing (Aerospace Technology), pp. 253–270, 2017

Wendel R., Thoma B., Henning F.  
**Influence of water during the manufacturing of APA6 in thermoplastic RTM process on process parameter and material properties.**  
 33<sup>rd</sup> International Conference of Polymer Processing Society, Cancun, December 10-14, 2017

Werner H., Sönmez I., Wendel R., Weidenmann K.A., Henning F.  
**Characterization of the interlaminar shear strength of fibre metal laminates with reactively processed thermoplastic matrix.**  
 SAMPE Europe Conference 2017, Stuttgart, Germany

Wurster S.  
**Modeling, simulation and characterization of complex shaped solid propellant combustion.**  
 In: Propellants, Explosives, Pyrotechnics 42 (7), pp. 736–748, DOI: 10.1002/prop.201700078

Weiser V., Knapp S., Roth E., Koleczko A., Raab A., Kelzenberg S., Imiolek A.  
**Entwicklung von Anzündmitteln für Treibladungspulver und Raketenfesttreibstoffe.**  
 Symposium Explosivstoffe, Energiespeicher, Lenkflugkörper, Wirkung und Schutz. Bildungszentrum der Bundeswehr Mannheim. Mannheim, Germany, 20. Februar 2017

Wurster S.  
**Evaluation of the James initiation criterion in the 21 mm and 50 mm PMMA gap test.**  
 Propellants, Explosives, Pyrotechnics 42 (7), pp. 749-753, DOI: 10.1002/prop.201700012.

Wurster S.:  
**Solid propellant burn rate measurement in a micro closed bomb.**  
 In: Proceedings of the 30th International Symposium on Ballistics, September 11-15, 2017, Long Beach, USA

# 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:

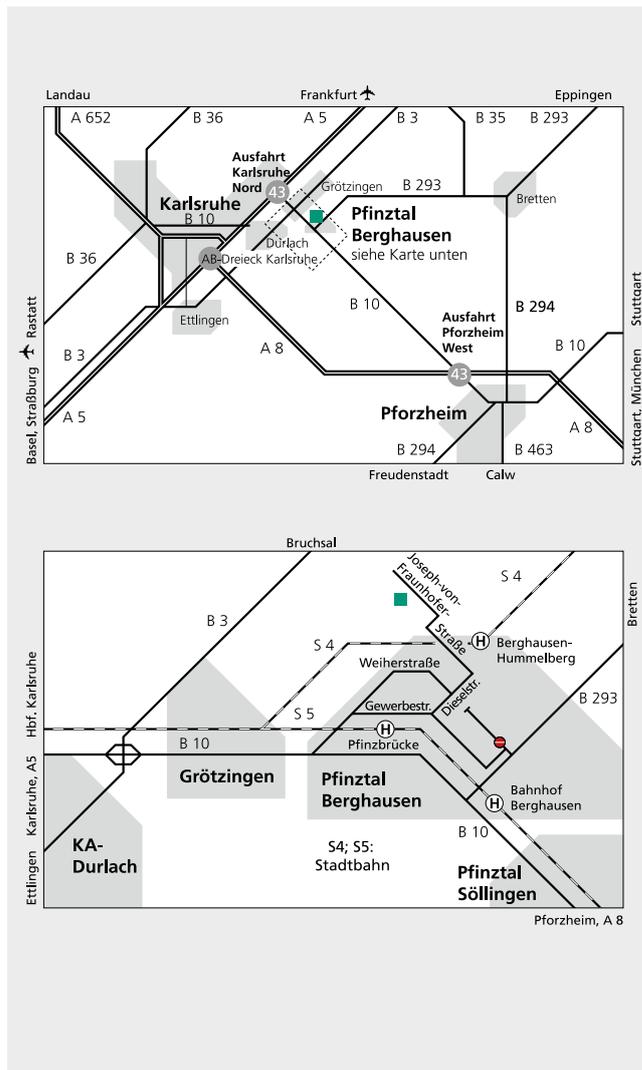
Autobahn A8, Ausfahrt Pforzheim-West [43], B10 Richtung Karlsruhe, durch Pfinztal-Berghausen fahren und nach der Tankstelle am Ortsende rechts abbiegen und den Hinweisschildern zum Fraunhofer ICT folgen; der Joseph-von-Fraunhofer-Straße ca. 1,5 km bergauf folgen.

## 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 72 Institute und Forschungseinrichtungen. Mehr als 25.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,3 Milliarden Euro. Davon fallen knapp 2 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Rund 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Rund 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.

Stand der Zahlen: Januar 2018



# IMPRESSUM

## Redaktion

Dr. Stefan Tröster  
Alexandra Wolf

## Satz und Gestaltung

Alexandra Wolf

## Druck

Kraft Premium GmbH, Ettlingen

## Redaktionsschluss

01/2018

## Bildquellen

Titelbild, Seite 1/2, 16, 18, 19 (rechts), 23, 24,  
30 (rechts), 32, 35: Walter Mayrhofer  
Seite 5, 8, 9, 10, 29: Mona Rothweiler, ICT  
Seite 7: Peter Eich  
Seite 26 (rechts): Audi AG  
Seite 41, 42: Fraunhofer IMM  
Seite 52: Mirko Kenzel für Fraunhofer

## 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](mailto:info@ict.fraunhofer.de)

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

