



# Fraunhofer

ICT

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR CHEMISCHE TECHNOLOGIE ICT



**JAHRESBERICHT  
2014/2015**

## **TITELBILD**

*Bestrahlen und Bewittern von Materialien  
mit Xenonbogenstrahlung (Sonnensimulation,  
UV-Simulation).*

**JAHRESBERICHT  
2014/2015**



# INHALT

Anforderungen an ein modernes Forschungsinstitut .....	6
Die Fraunhofer-Gesellschaft .....	8
Das Fraunhofer ICT .....	9

## PRODUKTBEREICHE UND PROJEKTGRUPPEN

Energetische Materialien .....	12
Energetische Systeme .....	16
Angewandte Elektrochemie .....	20
Umwelt Engineering .....	24
Polymer Engineering .....	28
Institutsteil Fraunhofer ICT-IMM .....	32
Fraunhofer-Projektgruppe Neue Antriebssysteme NAS .....	34
Fraunhofer-Projektgruppe Funktionsintegrierter Leichtbau FIL .....	36

## AUSGEWÄHLTE PROJEKTE

Bomben schon in der Herstellungsphase aufspüren .....	40
Multifunktionale Nanobeschichtungen .....	42
Die Sicherheitsforschung für Lithium-Ionen-Akkus erreicht neues Niveau .....	44
Chemische Charakterisierung von Kunststoffen mittels Pyrolyse-GC-MS .....	46
PreformCenter vervollständigt automatisierte RTM-Prozesskette .....	48
Aufbereitung von Hybridbauteilen .....	50

## ANHANG

Ausbildung, Nachwuchsförderung und TheoPrax .....	54
Wirtschaftliche Entwicklung .....	56
Organigramm & Kontakt .....	58
Kuratorium .....	60
Verbünde, Allianzen und Innovationscluster .....	61
Lehr- und Gremientätigkeiten .....	63
Veranstaltungen .....	70
Beteiligung an Messen und Fachausstellungen .....	71
Veröffentlichungen .....	72
Patente .....	80
Impressum .....	81



## ANFORDERUNGEN AN EIN MODERNES FORSCHUNGSINSTITUT

Die eierlegende Wollmilchsau ist nicht mehr nur eine bloße Redewendung, sie lebt. Als Europas führende Institution für angewandte Forschung liegt unser Schwerpunkt eindeutig auf dem Praxisbezug. Wissenschaftliche und technische Herausforderungen der von uns bearbeiteten Fragestellungen müssen in eine wirtschaftliche Nutzung münden. Zur Validierung dieser Anforderung muss ein Fraunhofer-Institut zwischen 30 und 40 Prozent seines Umsatzes durch bilaterale oder multilaterale Projekte direkt aus der Industrie akquirieren.

Um unsere wissenschaftliche Exzellenz nachzuweisen, müssen wir bestimmte Wissenschaftsindikatoren erfüllen, zum Beispiel anerkannte Publikationen, Forschungspreise, Grundlagenprojekte der DFG oder des Europäischen ERC, evaluierte Exzellenzforschung wie Sonderforschungsbereiche, Graduiertenkollegs oder Forschergruppen und weitere. Diese Wissenschaftsindikatoren sollen Strukturen, Quantitäten und Qualitäten wissenschaftlicher »Produktion« messbar machen. Gut mit anderen Staaten vernetzt müssen wir sein, denn Wissenschaft ist international. Es gibt kein Wissenschaftsgebiet, das sich abschotten kann und vollkommen unabhängig in nur einem Land existiert. Deswegen sind internationale Vernetzung und internationale Kooperationen Grundlage guter Wissenschaft. Systemkompetenz wird verlangt. Es reicht im internationalen Wettbewerb nicht mehr aus, Teilgebiete aus dem »Effeff« zu beherrschen, »schlüsselfertige« Lösungen zu komplexen Aufgabenstellungen sind gefordert.

Den gleichen Herausforderungen müssen sich natürlich auch die weiteren Forschungseinrichtungen in Deutschland und Europa stellen. Universitäten werden zunehmend an der wirtschaftlichen Umsetzung der Forschungsergebnisse gemessen, Ähnliches gilt für die Max-Planck-Institute und die Großforschungseinrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft. Die sich in den letzten Jahrzehnten entwickelnde Spezialisierung von Forschungsinstitutionen auf bestimmte Wertschöpfungsbereiche in der Forschungs- und Entwicklungslandschaft wird zunehmend aufgelöst. Der dabei entstehende verschärfte Wettbewerb um Forschungsgelder und Industriekunden trägt sowohl auf nationaler als auch auf europäischer Ebene in der Spitze zu qualitativ noch besseren Anträgen und Angeboten bei, allerdings auch zu einem quantitativ deutlich ansteigenden Volumen. Begutachtung und Begutachtungsprozesse erhalten bei dieser Entwicklung eine immer größere Bedeutung. Die Erfolgsquoten sinken und die Blindleistung steigt.

Was bedeutet diese Entwicklung für uns am Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie? Die Ausrichtung unserer Themen anhand ihrer Praxistauglichkeit bleibt erste Priorität. Hierfür ist sowohl unsere Infrastruktur optimal ausgelegt als auch die Expertisen unserer Belegschaft.

Zur Erhöhung der geforderten wissenschaftlichen Exzellenz gemäß vorgegebener Indikatoren haben wir bereits einiges erreicht; wir sind auch sehr gut mit verschiedenen Universitäten, insbesondere dem Karlsruher Institut für Technologie KIT, vernetzt. Aktuell vertiefen wir noch unsere Strukturen, um bei der Exzellenzforschung wettbewerbsfähiger zu werden. Auf den Gebieten des Leichtbaus, der Energieforschung und der Chemie bauen wir den sogenannten »Track-Record« mit Nachdruck auf, der für eine glaubwürdige Expertise und die damit verbundene, erfolgreiche Antragstellung für Grundlagenprojekte notwendig ist.

Mit einem Ertragsanteil von ca. 13 Prozent unseres Erlösbedarfes aus EU-Projekten sind wir in Europa gut vernetzt und unsere Expertise ist international anerkannt. Da die umfangreiche Forschungsinfrastruktur, die für angewandte Forschung notwendig ist, im aktuellen Forschungsrahmenprogramm der EU nur teilweise finanziert wird, ist unser Spielraum zum weiteren Ausbau begrenzt; unsere sehr gute Position werden wir jedoch behalten.

Institutsintern lösen wir uns in der Projektbearbeitung zunehmend von den organisatorischen Strukturen. Die für exzellente Forschung notwendige Spezialisierung findet in den einzelnen Forschungsgruppen statt, Systemkompetenz und Alleinstellungsmerkmale für unsere Wettbewerbsfähigkeit erzeugen wir durch eine vernetzte Struktur innerhalb des Fraunhofer ICT. Projekte werden zunehmend in unterschiedlichen Arbeitsgruppen unterschiedlicher Produktbereiche bearbeitet.

Wir sind davon überzeugt, dass wir die Anforderungen eines modernen Forschungs- und Entwicklungsinstituts sehr gut erfüllen. Die dazu entwickelten unterschiedlichen Indikatoren machen dies messbar und transparent. Gerne können Sie sich selbst davon überzeugen, zum einen durch die Lektüre dieses Jahresberichtes und zum andern durch einen Besuch bei uns. Wir freuen uns, mit Ihnen ins Gespräch zu kommen!

Viel Spaß beim Lesen und beim Planen Ihres Besuchs am Fraunhofer ICT!

Ihr



Peter Elsner

# 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 66 Institute und Forschungseinrichtungen. Knapp 24.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von mehr als 2 Milliarden Euro. Davon fallen rund 1,7 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Knapp 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung an Fraunhofer-Instituten hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

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





# DAS FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR CHEMISCHE TECHNOLOGIE ICT

Das Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT forscht und entwickelt in den Bereichen Energetische Materialien, Energetische Systeme, Angewandte Elektrochemie, Umwelt Engineering und Polymer Engineering. Unsere Expertise reicht von der Konzeption und Auslegung von Prozessen über Materialentwicklung, -charakterisierung und -verarbeitung bis hin zu Konzeption, Aufbau und Betrieb von Pilotanlagen.

## **Vertragsforschung**

In der Vertragsforschung bearbeitet das Institut vorwiegend kunststoffbezogene Aufgaben wie Werkstoffentwicklung und -auswahl, Produktentwicklung und Bauteilauslegung sowie die Verarbeitungstechnik, insbesondere im Hinblick auf die Weiterentwicklung von Direktverfahren. Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit bestimmen die Unternehmensstrategien der kommenden Generation. Das Fraunhofer ICT gehört dabei, insbesondere in der Umwelttechnik, zu den profiliertesten Forschungseinrichtungen. Die Entwicklung der Umweltsimulation wurde maßgeblich vom Fraunhofer ICT mitgestaltet. Hier werden die Wirkungen von Umwelteinflüssen auf Werkstoffe und technische Erzeugnisse untersucht. Das Institut ist seit mehr als 40 Jahren Sitz der renommierten Gesellschaft für Umweltsimulation GUS.

## **Verteidigungsforschung**

Das Fraunhofer ICT ist das einzige Explosivstoff-Forschungsinstitut in Deutschland, das den gesamten Entwicklungsbereich vom Labor über das Technikum bis zum System bearbeitet. Es verfügt über langjährige Kernkompetenz bei chemischen Energieträgern wie beispielsweise Raketenfesttreibstoffen, Rohrwaffentreibmitteln oder Sprengstoffen und ist seit über 50 Jahren Forschungspartner des Bundesverteidigungsministeriums. Bedeutsame zivile Anwendungen der energetischen Produkte sind die Gasgenerator- und Airbag-Technologie sowie Feststoffraketenantriebe für die Raumfahrt.

## **Synergie**

Die aktuelle wirtschaftliche Situation verdeutlicht, dass die thematische Breite unserer Themen sowie der einzigartige Dualismus in verteidigungsbezogener und ziviler Forschung uns die Möglichkeit bietet, unabhängig vom wirtschaftlichen Umfeld erfolgreich zu sein. Das Fraunhofer ICT beschäftigt am Standort Pfinztal rund 550 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Insgesamt stehen 25.000 m<sup>2</sup> gut ausgestattete Labors, Technika und Büros für die Bearbeitung der Forschungsaufträge zur Verfügung.



# **PRODUKTBEREICHE UND PROJEKTGRUPPEN**

PRODUKTBEREICHE DES FRAUNHOFER ICT

ENERGETISCHE MATERIALIEN



# ENERGETISCHE MATERIALIEN

Chemische und verfahrenstechnische Prozess- und Materialentwicklung verbunden mit sicherheitstechnischem Know-how bildet die Kernkompetenz des Produktbereichs Energetische Materialien. Unsere langjährige Erfahrung bei der Entwicklung von Treib- und Explosivstoffen sowie von pyrotechnischen Komponenten bildet die Grundlage für die sichere Entwicklung und Verarbeitung energiereicher Substanzen – von der Herstellung der Rohprodukte bis zur Produktion von Kleinserien und Demonstratoren. Im Rahmen der Sicherheitsforschung erarbeiten wir Verfahren und Testroutinen für die Explosivstoffdetektion und entwickeln Brandschutz für gefährdete Komponenten. Wir bieten Forschung und Entwicklung für die chemisch orientierte Industrie und Kunden aus den Geschäftsfeldern Verteidigung, Sicherheit, Luft- und Raumfahrt.

In den Bereichen Chemie und Verfahrenstechnik unterstützen unsere erfahrenen Projektteams mit modernster Ausstattung sowohl kleine und mittelständische Unternehmen als auch die Großindustrie bei der Umsetzung ihrer Forschungs- und Entwicklungsziele. Hier werden Herstellung, Aufarbeitung und Veredelung von energetischen Materialien sowie anderen Fein- und Spezialitätenchemikalien in Labor- und Technikumsprozessen realisiert. Hierzu zählen kontinuierliche mikroverfahrenstechnische Prozesse, Nitriertechnologien, überkritische Fluidverfahren und Zerkleinerungs- und Beschichtungstechniken. Der Forschungsbereich ist insbesondere auf eine sichere Auslegung gefahrgeneigter Prozesse spezialisiert.

Mit der Mikroreaktionstechnik bieten wir der chemischen und pharmazeutischen Industrie eine effektive Technologie zur schnellen Prozessanalyse, -auslegung und -optimierung an. Basierend auf reaktionskinetischen und kalorischen Daten, die in Verbindung mit maßgeschneiderter spektroskopischer und kalorimetrischer Prozessanalytik ermittelt werden, können

wir chemische Prozesse zeit- und orts aufgelöst analysieren, beurteilen und deren Optimierungspotenzial identifizieren. Diese Prozesse werden von uns vom Labormaßstab bis zur Technikumsreife weiterentwickelt, betrieben und auf Kundenwunsch in Konzepten für Gesamtanlagen umgesetzt.

Ein weiterer Schwerpunkt ist die zivile Sicherheitsforschung. Im Bereich der Explosivstoffdetektion nutzen wir unsere umfassende Explosivstoffkompetenz, um bestehende oder neu entwickelte Detektionssysteme, zum Beispiel Flughafenscanner, zu testen und als offizielles deutsches Testzentrum für die Detektion von Flüssigexplosivstoffen im Auftrag der Bundespolizei zu validieren. Vernetzt in nationalen und europäischen Expertengremien und internationalen Verbundprojekten, arbeiten wir an der Weiterentwicklung von Detektionstechniken für Explosivstoffe und toxische industrielle Chemikalien. Darüber hinaus erarbeiten wir Konzepte für die Auslegung von Sicherheitskontrollen und für die Harmonisierung und Bewertung von Zertifizierungsmaßnahmen für Explosivstoffe und Sicherheitsprodukte.

Für den Brandschutz entwickeln wir neuartige Beschichtungen, deren aufquellende und/oder keramisierende Strukturen erst im Brandfall entstehen. Die Eigenschaftsprofile der Beschichtungen werden für den Einsatz im Bauwesen, im Transportbereich oder zum Schutz von Gefahrstoffen angepasst.

*Kontinuierliche Herstellung von monomodalen Mikrokapseln in Mikroreaktoren.*





In der Verteidigungsforschung arbeiten wir in erster Linie für das Bundesministerium der Verteidigung. Die Forschungsschwerpunkte der verteidigungsbezogenen Arbeiten liegen in der Entwicklung von neuen Treib- und Explosivstoffformulierungen für Sprengstoffe, Raketentreibstoffe, Gasgeneratoren, Treibladungspulver und pyrotechnische Sätze. Das Spektrum der Arbeiten reicht von der Entwicklung und Herstellung neuer Komponenten bis zur Entsorgung und beinhaltet eine umfassende Charakterisierung und Qualitätssicherung sowie die Entwicklung von ressourcenschonenden, umweltfreundlichen Systemen und Technologien unter Berücksichtigung der REACH-Verordnung.

»Smart Materials« ist ein übergreifender Forschungsbereich, bei dem die Funktionalität von Komponenten und Produkten und deren Modifizierung für unterschiedlichste Anwendungen im Vordergrund stehen. Aus unseren Laboren stammen beispielsweise molekular geprägte Polymere (MIPs), die zur Entwicklung von sensitiven und selektiven Sensorbeschichtungen eingesetzt werden. Hierzu werden hochgradig vernetzte Polymere in Gegenwart von Mustermolekülen synthetisiert.

Nach Entfernen der Mustermoleküle werden die verbliebenen »Abdrücke« selektiv belegt und dienen damit zum Nachweis der Zielmoleküle. Metall-organische Gerüststrukturen (MOF), eine neue Klasse nanoporöser Materialien, die sich durch große spezifische Porenvolumina und hohe spezifische Oberflächen auszeichnet, werden für Anwendungen in den Bereichen Gasspeicherung, Sensorik und Katalyse entwickelt. Weitere »Smart Materials« kommen aus dem Bereich der Partikeltechnologie wie Kern-Schale-Partikel und Kokristalle sowie aus den Bereichen der energetischen Polymere und energetischen ionischen Liquide, die beispielsweise in Treibstoffentwicklungen erprobt werden.

---

**Kontakt**    Dr. Horst Krause | Telefon +49 721 4640-143 | [horst.krause@ict.fraunhofer.de](mailto:horst.krause@ict.fraunhofer.de)

---

## AKTUELLE FORSCHUNGSTHEMEN

### CHEMISCHE VERFAHRENSTECHNIK

- sichere Prozessführung mit Mikroreaktionstechnik
- kontinuierliche Prozessauslegung
- spektroskopische und kalorimetrische Prozessanalysetechniken
- Hochdruckanwendungen
- Partikeltechnologie, Mikroverkapselung
- Prozesssicherheit

### SICHERHEITSFORSCHUNG

- Testcenter Explosivstoffdetektionssysteme im Auftrag der Bundespolizei
- Detektion von Explosivstoffen und toxischen industriellen Chemikalien
- Home Made Explosives
- Brandschutz
- schnelle pyrotechnische Rettungssysteme

### VERTEIDIGUNGSFORSCHUNG

#### EXPLOSIVSTOFFE

- Explosivstoffsynthese
- Raketentreibstoffe
- Rohrwaffentreibmittel
- Hochleistungssprengstoffe & insensitive Komponenten
- Alterung, Stabilität und Verträglichkeit
- REACH-konforme Ersatzsubstanzen
- Messtechnikentwicklung und Abbrandprüfstand

#### SMART MATERIALS

- geprägte Polymere (MIP)
- Metal-organic Frameworks (MOFs)
- energetische ionische Liquide und Polymere
- Core-Shell-Partikel und Kokristalle
- phasenstabiles AN und ADN-Prills

### BILDER

*Wirbelschichtanlage für gefahrgeneigte Prozesse (links) und Reaktionskalorimetrie – Bestimmung von thermokinetischen und Sicherheitsdaten (rechts).*

PRODUKTBEREICHE DES FRAUNHOFER ICT

ENERGETISCHE SYSTEME





# ENERGETISCHE SYSTEME

Schwerpunkte der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Produktbereich Energetische Systeme sind die Erzeugung, der Umsatz, die Wandlung und die Speicherung von Energie für zivile und wehrtechnische Anwendungen. Weitere Aktivitäten für industrielle und öffentliche Auftraggeber beziehen sich auf nicht-letale Wirkmittel, die Analyse von Sicherheitsrisiken reaktiver und explosionsfähiger Stoffe und Prozesse, energieeffiziente Speichersysteme und reaktive funktionale Schichten. Für die Bearbeitung von Projekten mit explosiven Substanzen stehen modernste Laboratorien und Messtechniken zur Verfügung. Die einzigartige Infrastruktur erlaubt die Untersuchung reaktiver Vorgänge im Realmaßstab.

## Kompetenzen

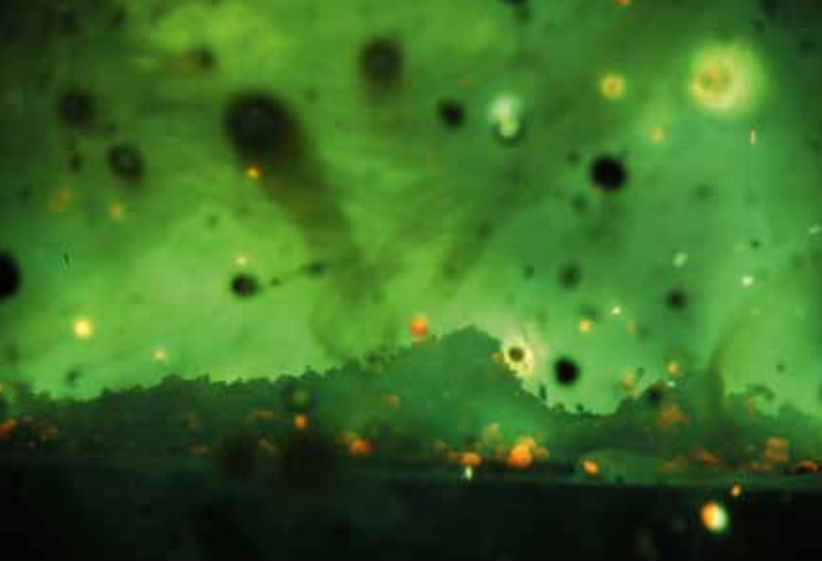
Das grundlegende Verständnis und die modellhafte Beschreibung der physikalischen Eigenschaften energetischer Systeme bilden die Basis für das Leistungsspektrum des Produktbereichs. Die Anwendungsbereiche der untersuchten energetischen Systeme reichen von explosivstoffbasierten Systemen bis zu stofflichen und thermischen Energiespeichern. Experimentelle Untersuchungen an energetischen Materialien und Systemen für wehrtechnische und zivile Anwendungen dienen der Charakterisierung und Bewertung ihrer Leistungs- und Empfindlichkeitseigenschaften von der Herstellung über den Transport und die Lagerung bis hin zur Anwendung. Diese Fähigkeit zur Charakterisierung und Modellierung der beim Umsatz von Explosivstoffen stattfindenden Reaktions- bzw. Verbrennungsvorgänge ermöglicht die Entwicklung neuer oder die Optimierung bestehender Systeme.

*Spektroskopische und pyrometrische Flammencharakterisierung im Brandschacht des Abbrandtechnikums.*

Modernste Messtechniken bieten einen detaillierten und zeit-aufgelösten Einblick in chemische Reaktionen sowie die detonativen oder deflagrativen Umsetzungen explosiver Materialien. Neben Methoden zur Druck- und Temperaturmessung werden berührungslose optische und spektroskopische Verfahren wie Hochgeschwindigkeitskinematografie, Strömungsvisualisierung, Pyrometrie sowie Emissions- und Absorptionsspektroskopie eingesetzt. Die Analyse der ablaufenden Reaktionsvorgänge basiert auf fundierten theoretischen Modellen der Reaktionskinetik, Strömungssimulation, Verbrennungs- und Detonationsphysik. Hierzu werden sowohl kommerziell erhältliche Programme als auch selbst entwickelte numerische Berechnungen angewandt.

## Zentrale Forschungs- und Entwicklungsthemen

Die Forschungsarbeiten zur Charakterisierung, Entwicklung und Optimierung energetischer Systeme behandeln neben den etablierten wehrtechnischen Anwendungen auch zivile Applikationen pyrotechnischer Systeme für die automobiler Sicherheitstechnik (Airbag) oder zum Umformen von Blechen. Die auf dem Gebiet der Energiespeicher und der Restwärmenutzung bearbeiteten Themen konzentrieren sich auf die thermochemische und latente Speicherung von Abwärme. Die Arbeiten reichen von der grundlegenden Charakterisierung der Speichermaterialien bis zur Auslegung und zum Bau von Demonstratoren oder Prototypen.



Die Charakterisierung und Analyse von Prozessen mit reaktiven Stoffen wie zum Beispiel Wasserstoff ermöglicht die umfassende Bewertung des Risikos sowie die Ausarbeitung sicherer Betriebsstrategien.

Auf dem Gebiet der funktionalen und reaktiven Schichten werden Hochtemperaturwerkstoffe sowie deren Oxidations- und Korrosionsprozesse untersucht und charakterisiert. Im Vordergrund steht dabei die Strukturstabilität für Anwendungen im Temperaturbereich bis 1700°C. Weitere Arbeiten beschäftigen sich mit intermetallischen Schichten und der selbsterhaltenden Hochtemperatursynthese.

Die Funktionalisierung von Werkstoffen mittels Nanopartikeln, die sicherheitstechnische Bewertung sowie auch der Einsatz von Nanopartikeln in Energieträgern bilden die Grundlage unserer Forschungstätigkeit in der Nanotechnologie. Ein spezielles Nano-Technikum ermöglicht den sicheren Umgang mit und Reaktionsuntersuchungen an Nano-Stäuben.

### **Umsetzung**

Die Kombination fachlicher Interdisziplinarität und eine herausragende Forschungsinfrastruktur mit modernsten Laboren und Geräten bildet die Basis für eine erfolgreiche Bearbeitung von Aufträgen. Der Bereich Energetische Systeme ist in den aufgeführten Themen der kompetente Partner für Industrie, Behörden und Ministerien. Wir verfügen über umfangreiche Erfahrungen im Forschungsmanagement großer nationaler und internationaler Projekte.

---

**Kontakt**      Wilhelm Eckl | Telefon +49 721 4640-355 | wilhelm.eckl@ict.fraunhofer.de  
Gesa Langer | Telefon +49 721 4640-317 | gesa.langer@ict.fraunhofer.de

---

## AKTUELLE FORSCHUNGSTHEMEN

### EXPLOSIVSTOFFBEURTEILUNG

- Anzündung, Verbrennung, Innenballistik, Detonik

### SCHUTZSYSTEME

- Nicht-letale Wirkmittel, pyrotechnische Brandsätze, Flares

### GASGENERATOREN

- Airbagsysteme, Umformtechnik, Aktuatoren

### TECHNISCHE SICHERHEIT

- Explosionen, Brände, Wasserstoffsicherheit, Hochdruckprozesse

### FUNKTIONALE REAKTIVE SCHICHTEN

- Oxidation, Korrosion, Strukturstabilität

### ENERGIEEFFIZIENTE SPEICHERSYSTEME

- Wärme- und Kältespeicher, stoffliche Speicher, energieeffiziente Prozesse

### BILDER

*Verbrennung von Borpartikeln in reinem Sauerstoff als effektive Energieträger.*

PRODUKTBEREICHE DES FRAUNHOFER ICT

ANGEWANDTE ELEKTROCHEMIE



# ANGEWANDTE ELEKTROCHEMIE

Batterien, Brennstoffzellen, elektrochemische Sensoren und Analysesysteme sind die Arbeitsschwerpunkte des Produktbereichs Angewandte Elektrochemie. Die zivilen und wehrtechnischen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten reichen von der Materialcharakterisierung und -optimierung bis zur Methodenentwicklung und der Herstellung von Prototypen. Umfangreiche Test- und Entwicklungsmethoden für Brennstoffzellen, Batterien und Komponenten werden entwickelt und als Serviceleistung angeboten. Neben einer umfassenden Laborausstattung stellen wir unseren Kunden ein breites elektrochemisches Know-how zur Verfügung.

## **Batterien**

Die Forschungsschwerpunkte im Bereich Batterietechnik liegen auf Lithium-basierten Energiespeichern, insbesondere hinsichtlich ihrer Sicherheit und der Entwicklung neuer Systeme mit hohen Energiedichten (zum Beispiel Lithium-Schwefel- und Lithium-Luft-Batterien). In entsprechend ausgestatteten Sicherheitslaboren werden zerstörende und nicht-zerstörende Tests an Lithium-Ionen-Zellen und -Modulen in Verbindung mit einer umfangreichen Gasanalytik durchgeführt. Der Temperierung von Lithium-Ionen-Batteriesystemen kommt aus Sicherheitsgründen eine besondere Bedeutung zu. Deshalb wird eine Vielzahl thermischer Messungen an Zellen und deren Komponenten in-situ und ex-situ durchgeführt. Auf dieser Basis werden thermische Simulationen erstellt und optimierte Funktionsmuster aufgebaut. Bei den sogenannten »Next generation«-Batterien wie beispielsweise Lithium-Schwefel ist die größte Herausforderung die Lithium-Metall-Anode, die zur Dendritenbildung neigt und an deren Oberfläche Elektrolytzersetzung sowie Reaktionen mit Polysulfiden stattfinden. Aktuelle Arbeiten konzentrieren sich hier auf neue Elektrodenkonzepte und Separatoren.

*Rotierende Ring-Scheiben-  
Elektrode (RDE).*

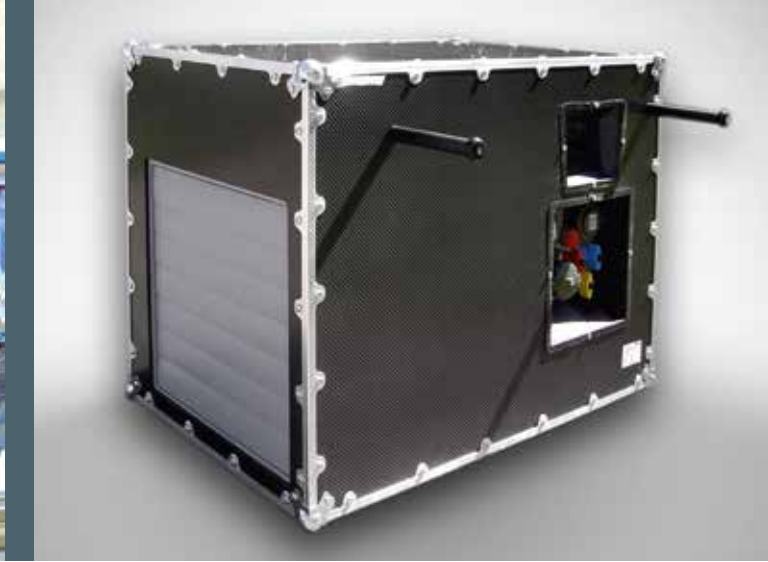
## **Redox-Flow-Batterien**

Die Arbeiten am Fraunhofer ICT befassen sich sowohl mit der Untersuchung neuer geeigneter Elektrolyte, Elektroden und Membranen als auch mit den verfahrenstechnischen Parametern. Dabei stehen für stationäre Anwendungen eine Skalierung der Technologie in den MW- und MWh-Bereich sowie die produktionstechnische Umsetzung entsprechender Speicher im Vordergrund der Forschung und Entwicklung. Im Rahmen eines durch das Land Baden-Württemberg und das BMBF geförderten Projektes wird eine 2 MW/20 MWh Redox-Flow-Batterie in Verbindung mit einem 2 MW Windrad auf dem Gelände des Fraunhofer ICT aufgebaut. Neben verfahrenstechnischen Herausforderungen liegt ein weiteres Hemmnis der Redox-Flow-Technik darin, dass die eingesetzten Materialien und der Stackbau – meist abgeleitet von der Brennstoffzellenentwicklung – zu aufwendig und damit ökonomisch nicht konkurrenzfähig sind. Aktuelle Arbeiten sind deshalb auf die Kostensenkung für den Stackbau auf unter 1000 Euro/kW sowie die Integration von Funktionswerkstoffen (Elektrodenmaterialien, Membranen) in das Fertigungskonzept mit dem Ziel der Vereinfachung des Stack-Aufbaus ausgerichtet.

## **Brennstoffzellen**

Als elektrochemische Wandler weisen Brennstoffzellen in der Regel eine höhere elektrische Effizienz auf als thermische Kraftmaschinen, insbesondere im kleinen bis mittleren Leistungsbereich. Im Vergleich zu Batterien erreichen sie zudem höhere





Energiespeicherdichten. Die Nutzung flüssiger Treibstoffe kann dabei nicht nur die Speicherdichte erhöhen, sondern auch die Handhabung erleichtern und somit das Marktpotenzial erhöhen. Markthinderlich sind die fehlende Infrastruktur für den häufig eingesetzten Brennstoff Wasserstoff sowie hohe Kosten.

Das Fraunhofer ICT betreibt angewandte Forschung im Bereich Brennstoffzellenmaterialien, um hier Abhilfe zu schaffen. Um Kosten zu senken, werden Katalysatoren und Bindermaterialien für alkalische Brennstoffzellen mit einer Anionen-Austauschermembran untersucht. Ziel ist, auf Platinmetalle sowie Elektrokatalysatoren für die direkte Umsetzung von Alkoholen in alkalischen und Mitteltemperatur-Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzellen zu verzichten, da dann (kostengünstigere) flüssige Brennstoffe eingesetzt werden können. Im Rahmen dieser Aktivitäten hat das Fraunhofer ICT eine große Expertise in der In-situ-Untersuchung elektrochemischer Prozesse in Brennstoffzellen, die den Kunden zum Beispiel auch zur Untersuchung von Degradationsvorgängen zur Verfügung steht. Im Systembereich befasst sich das Fraunhofer ICT intensiv mit der Entwicklung von Brennstoffzellensystemen als Auxiliary Power unit (APU) oder Range Extender für Elektrofahrzeuge sowie mit der Entwicklung von Demonstrationssystemen für das Verteidigungsministerium und die nachgeschalteten Behörden.

### Sensorik und Analysesysteme

Elektrochemische Sensoren werden für unterschiedlichste Messaufgaben im Umweltbereich, in der Sicherheitsüberwachung, der Prozesskontrolle und der Medizin eingesetzt. Im Vergleich zu herkömmlichen Sensoren zeichnen sie sich durch hohe Empfindlichkeit, einfache Handhabung und

geringe Herstellungskosten aus. Sie können für die Untersuchung von Flüssigkeiten, Gasen und Bodenproben eingesetzt werden. Zusätzlich können sie aufgrund einer Vielzahl variierbarer Parameter flexibel an spezielle Messaufgaben unserer Kunden angepasst werden. Aktuelle Arbeiten zielen auf die Entwicklung hochempfindlicher Sensoren für die Schadstoffdetektion in der Luft und im Meerwasser. Weiterhin wird an Sensoren für den Einsatz unter extremen Umweltbedingungen (zum Beispiel hohe Temperaturen) gearbeitet.

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeiten liegt auf der Anwendung von Methoden der Mustererkennung für den flexiblen Einsatz elektrochemischer Sensoren in komplexen Matrices. Des Weiteren können auch unerwünschte Korrosionseffekte bei Batterien und Bauteilen jeglicher Art mit elektrochemischen Messmethoden untersucht werden. Mit der Röntgenspektroskopie werden an den Korrosionsprodukten Schadensanalysen auf deren Elementzusammensetzung durchgeführt. Darüber hinaus gehören Leckagemessungen und das Wasserstoffmonitoring vom unteren ppb- (parts per billion) bis zum hohen Prozentbereich in Echtzeit zum Portfolio.

Der Bereich Analysesysteme beschäftigt sich seit vielen Jahren mit analytischen Fragestellungen aus den verschiedensten Themenfeldern. Der Fokus liegt dabei meist auf elektrochemischen Problemstellungen, zu deren Lösung auf eine umfangreiche elektrochemische und analytische Ausstattung zurückgegriffen werden kann. Die Abuse-Tests von Lithium-Ionen-Akkumulatoren, bei denen vielfältige gasförmige, teilweise toxische Komponenten entstehen können und deren Nachweis oft schwierig und aufwendig ist (HF, Schwefelverbindungen), fällt ebenfalls in den Aufgabenbereich der Analysesysteme.

---

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

---

## AKTUELLE FORSCHUNGSTHEMEN

### BATTERIEN

- Zelle/Modul
  - Lithium-Schwefel-Batterien
  - natriumbasierte Akkumulatoren
  - Performance, Abuse, Post-mortem-Untersuchungen
  - Simulation thermisches Verhalten
  - Super-Caps
- Batteriesysteme
  - Auslegung/Entwicklung
  - Verbindungstechnik
  - hybride Energiespeicher-Systeme
  - thermisches Management

### REDOX-FLOW-BATTERIEN

- Materialien und Stack
  - metallische und mit Kunststoff gefüllte Bipolarplatten
  - wässrige und organische Elektrolyte sowie ionische Flüssigkeiten, Vanadium- und Bromid-Systeme
  - Dichtungs- und Stackkonzepte
  - Modellierung von Flow-Batterien von der Einzelzelle bis hin zum System
- System
  - Auslegung regenerativer Energiesysteme (Erzeuger und Speicher), Microgrid-Simulation
  - Vanadium-Luft-/Metallionen-Luft Systeme
  - unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)

### BRENNSTOFFZELLEN

- Materialien und Stack
  - Elektrokatalysatoren und Membran-Elektroden-Einheiten für alkalische Direktalkohol-Brennstoffzellen
  - schwefeltolerante Elektrokatalysatoren und Membran-Elektroden-Einheiten
  - Sauerstoffreduktionselektroden
- System
  - Direktethanol-Brennstoffzellen für portable Anwendungen und Notstromversorgung
  - Brennstoffzellen als Range-Extender und APU
  - Einsatz von Brennstoffzellen im militärischen Umfeld der Bundeswehr

### SENSORIK UND ANALYSESYSTEME

- Explosivstoffdetektion in Gasen und Flüssigkeiten
- Riechen und Schmecken – Elektrochemische Sensorik für Spurendetektion und Mustererkennung
- Untersuchungen von Korrosionsschäden und Bauteilversagen
- Leckagemessungen und Dichtigkeitsprüfungen
- Analytik für Batterie- und Brandgase
- Rotierende-Scheiben-Elektrode

### BILDER

Portabler 2 kW Brennstoffzellen-Stromgenerator  
(in Kooperation mit Future E GmbH) (links) und  
Vanadium-Luft-Brennstoffzellensystem (rechts).

PRODUKTBEREICHE DES FRAUNHOFER ICT

UMWELT ENGINEERING





# UMWELT ENGINEERING

Der Produktbereich Umwelt Engineering bearbeitet seit über 15 Jahren erfolgreich Projekte im Bereich ressourceneffizienter Produktionsverfahren und innovativer Prozesse. Den Schwerpunkt bildet die chemische Verfahrenstechnik kombiniert mit innovativen Syntheseprozessen, die den Kunden ein breites Produktportfolio eröffnet über spezielle Rohstoffströme zu Werkstoffplattformen bis hin zu neuen polymeren Materialien und Funktionswerkstoffen (Smart Materials). Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt ist die forschungsbegleitende Umweltqualifikation technischer Produkte durch standardisierte oder kundenspezifisch entwickelte Testmethoden.

## Umweltsimulation und Produktqualifikation

Während ihrer Lebensdauer sind technische Produkte einer Vielfalt von Umwelteinflüssen ausgesetzt, die sich auf ihre Funktion, die Gebrauchsdauer, die Qualität und ihre Zuverlässigkeit auswirken. Die Projektgruppe Umweltsimulation und Produktqualifikation entwickelt im Auftrag der Kunden aus den unterschiedlichsten Industriebereichen Simulationsmodelle für die Wirkung der Umwelt auf technische Erzeugnisse. Durch die Simulation dieser Einflüsse in Kombination mit einer definierten Alterung können zuverlässige Lebensdaueraussagen generiert werden. Anwendungsgebiete sind die Qualifizierung von Fahrzeugbauteilen und die Entwicklung beständiger Komponenten für die Lebensmittelindustrie. Korrosionsvorgänge können durch Versuche mit gasförmigen oder flüssigen Medien nachgestellt werden, um einen wirkungsvollen Nachweis von Korrosionsschutzmaßnahmen zu erbringen. Die Belastung durch Feinstäube wurde durch eine enge Kooperation mit der Gesellschaft für Umweltsimulation (GUS) ins Rampenlicht gehoben. Staubbelastungen können in speziellen Versuchsanlagen nachgestellt werden, um eine beschleunigte Wirkung auf Produkte und somit eine Zeitraffung zu erzielen.

*Aufbereitung von Misch-  
kunststoff-Fraktionen.*

## Reaktions- und Trenntechnik

Die Projektgruppe Reaktions- und Trenntechnik verfolgt verfahrenstechnische Prozessentwicklungen für die Synthese industriell eingesetzter Chemikalien auf Basis nachwachsender Rohstoffe. Die Prozesse umfassen die gesamte Prozesskette von der Auswahl und dem Aufschluss biogener Rohstoffe, der chemischen Funktionalisierung bzw. Veredelung bis hin zum Downstream-Processing der Produkte. Die Prozesse zielen auf die chemisch-industrielle und bioökonomische Nutzbarmachung lignocellulosischer Rohstoffe zur Herstellung organischer Zwischenprodukte, Feinchemikalien und Polymere. Durch die basenkatalysierte Hydrothermolyse (BCD) von beispielsweise Lignin lassen sich phenolische Bausteine generieren (Phenole, Guajakole, Catechole, Syringole). Von besonderem Interesse sind in diesem Zusammenhang hydrothermale katalytische Prozesse, die Wasser im nahekritischen Zustand als Lösungsmittel und Reaktionspartner nutzen. Beispielhaft seien hier erwähnt die Gewinnung von Aromaten aus der Zersetzung von Biomasse in flüssigen Salzen, Olefinen aus Alkoholen (Ethylen, Propylen) oder von Polyalkoholen aus Cellulose, Hemicellulose und Zuckern für die Herstellung von Polymerschäumen. Aber auch die Gewinnung von Furanderivaten (5-HMF, 2,5-Furandicarbonsäure) aus Hemicellulosen für die Herstellung thermoplastischer Elastomere spielen dabei eine wichtige Rolle. Diese Prozesse sind wegen der Verwendung von Wasser als Lösungs- und Reaktionsmedium mit biotechnologischen Prozessen ideal kombinierbar.



Bei dem sogenannten Downstreaming (d. h. der Komponentenabtrennung) kommen neben thermischer Verfahrenstechnik (Destillation) und mechanischer Trenntechnik (Crossflow-Membranprozesse) auch überkritische Fluide (SCF) im Bereich der Extraktion zum Einsatz. Diese Fluide kombinieren ein starkes Lösungsvermögen mit gasähnlichen Transporteigenschaften.

### **Polymere und Additive**

Schwerpunkt der Projektgruppe Polymere und Additive ist die Entwicklung von Syntheseprozessen für die Herstellung, Verarbeitung und Modifizierung von Polymeren basierend auf nachwachsenden Rohstoffen. Insbesondere Polyester und Polyamide auf Furandicarbonsäure-Basis, die aus Zuckern hergestellt wurden, stehen im Fokus des Interesses. Für die Synthese neuer Polymere eignen sich aber auch ölbasierte Fettsäurederivate, die über Metathesereaktionen und anschließende Derivatisierung aus den natürlichen Rohstoffen hergestellt wurden. Biobasierte Polyamide, deren Diaminkomponente auf nachwachsenden Rohstoffen beruht, werden aktuell rege nachgefragt.

Im Bereich der Polymere ist ein zunehmendes Interesse zu verbesserten Flammenschutzsystemen zu verzeichnen. Aus diesem Grund beschäftigt sich eine Gruppe von Wissenschaftlern mit der Entwicklung reaktiver Flammenschutzsysteme, die bereits bei der Polymersynthese in das Produkt vernetzt werden, aber aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung nachhaltiger als bestehende Bisphenol-A-Systeme sind.

### **Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz**

Die Projektgruppe Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz bearbeitet Fragestellungen zur rohstoff- und energieoptimierten Produkt- und Prozessentwicklung.

So könnte beispielsweise durch ein Hydrothermalverfahren ein effizientes Recyclingverfahren für Baustoffe entwickelt werden, welches hochwertige Rohstoffe für die Bauwirtschaft generiert. Textilien und polymere Fasern aus Fahrzeugsitzen lassen sich durch ein stoffliches Recycling wieder in eine Neuware überführen. Fasercomposite-Bauteile werden am Fraunhofer ICT durch werkstoffliches und stoffliches Recycling zunächst fraktioniert, um sie anschließend in hochwertigen Neuanwendungen wieder einsetzen zu können. Einen besonderen Schwerpunkt bildet das Recycling von Carbonfasern und Glasfaserverbundwerkstoffen. Hierbei kommen Technologien aus dem Bereich der energetischen Demontage ebenso wie Solvolyseprozesse in überkritischen Fluiden zur Anwendung. Ökologische als auch ökonomische Tools für eine ganzheitliche Bewertung dieser Prozesse im Bereich des Life Cycle Assessments (LCA) runden die Kompetenz dieser Forschungsgruppe ab.

### **Analytik**

Der Produktbereich Umwelt Engineering verfügt über eine umfassende Analytik, die es ermöglicht, sowohl qualitative als auch quantitative Aussagen zu organischen und anorganischen Fragestellungen aus allen Projektgruppen und für externe Kunden und Partner zu treffen. Spezialisiert hat sich die Gruppe in den letzten Jahren vor allem auf die Charakterisierung von Naturstoffen und Biomaterialien (NREL-Analyse, Fettanalytik, LC-MS, Lignin-Analytik), von polymeren Produkten (Pyrolyse-GC-MS) sowie von mineralischen Bestandteilen. Emissions-Prüfkammermethoden ermöglichen die Quantifizierung möglicher Materialemissionen beispielsweise bei Innenraumanwendungen. VOC-Messungen, Luftschadstoff- oder Partikelmessungen im Feinstaubbereich runden das Angebot ab.

---

**Kontakt**     Rainer Schweppe | Telefon +49 721 4640-173 | [rainer.schweppe@ict.fraunhofer.de](mailto:rainer.schweppe@ict.fraunhofer.de)

---

## AKTUELLE FORSCHUNGSTHEMEN

### POLYMERE UND ADDITIVE

- Synthese neuer Biopolymere (Polyester, Polyamide und Polyurethane) auf Basis nachwachsender Rohstoffe
- Synthese neuer Flammschutzmittelsysteme
- Stoffliches Recycling von Polyurethanen (Glykolyse und Acidolyse)

### REAKTIONS- UND TRENNTÉCHNIK

- Entwicklung und Aufbau neuer Prozesstechnologien für Bioraffineriekonzepte
- Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe zur Herstellung von Chemierohstoffen
- Anwendung überkritischer Fluide in der Synthese und der Stofftrennung
- Olefine aus Alkoholen
- Aromate durch Prozesse in flüssigen Salzen

### UMWELTSIMULATION UND PRODUKTQUALIFIKATION

- Verfahren zur Simulation von Korrosionsvorgängen
- Beständigkeit von Oberflächen gegen chemische Substanzen und Biofouling
- Untersuchungen zur beschleunigten Alterung von Bauteilen
- Entwicklung von Verfahren zur zeitgerafften Aufprägung von Umgebungseinflüssen

### KREISLAUFWIRTSCHAFT UND RESSOURCENEFFIZIENZ

- Recyclingkonzepte und Verwertungsstrategien sekundärer Rohstoffe mit der gemeinsamen Forschergruppe der Simon-Ohm-Hochschule Nürnberg
- Konzepte zum rohstofflichen und werkstofflichen Recycling von Composite- bzw. Faserverbundkunststoffen (Carbonfasern) sowie Baustoffen und Konzepte für ein neues Produktdesign
- Entfärbung von PET-Altware in Food-Grade-Qualität
- Nachhaltigkeit in der Entwicklung und der Fertigung von Flugzeugen
- Life-Cycle-Assessment-Untersuchungen, Eco-Design-Guideline-Tools

### PROZESS- UND EMISSIONSANALYTIK

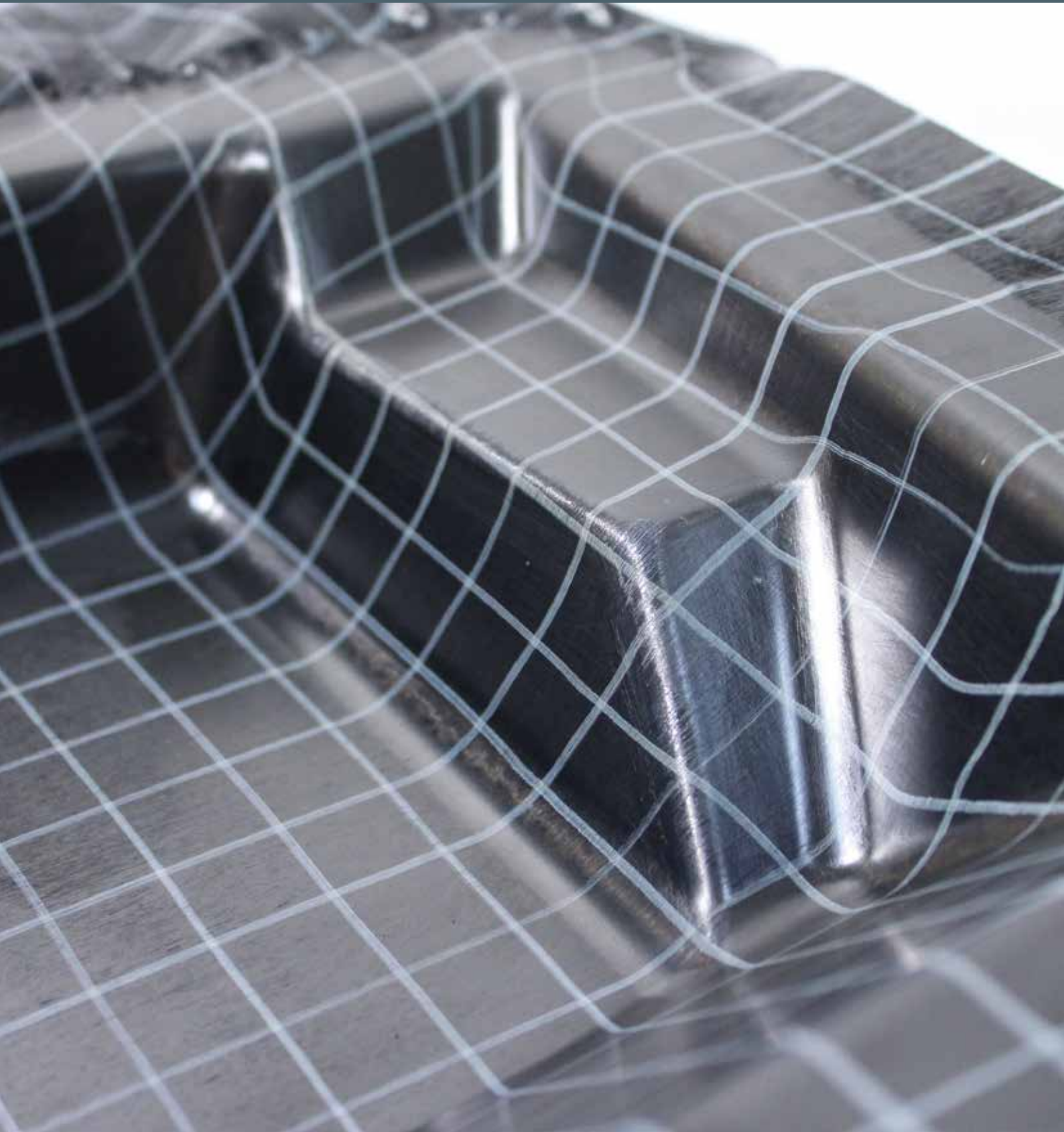
- Umfangreiche Methodenentwicklungen im Bereich der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe
- Charakterisierung von Kunststoffen und Kunststoffrezyklen

### BILDER

*Extraktion von Holz in unterschiedliche Produkte (Lignin & Lignin-Depolymerisationsprodukte) (links) und Fraktionierung von Windflügel-Kompositen in seine Hauptbestandteile (rechts).*

PRODUKTBEREICHE DES FRAUNHOFER ICT

POLYMER ENGINEERING





# POLYMER ENGINEERING

Der Produktbereich Polymer Engineering bietet seit nahezu zwei Jahrzehnten innovative Polymerlösungen von der Idee über die Produkt-, Material- und Verfahrensentwicklung bis hin zur Prototypenherstellung an. Maßgebend bei der anwendungsnahen Forschung an Kunststoffen ist die Entwicklung kosten- und ressourceneffizienter Materialrezepturen und Verarbeitungsprozesse. Bei der Umsetzung von Forschungsprojekten arbeiten thematisch fokussierte Arbeitsgruppen eng vernetzt mit Partnern im In- und Ausland zusammen sowie mit den Fraunhofer-Allianzen und mit dem Karlsruher Institut für Technologie KIT. Die Anbindung und wissenschaftliche Zusammenarbeit mit dem KIT ermöglicht darüber hinaus eine Vertiefung der Grundlagenforschung über die Lehrstühle für Leichtbautechnologie am FAST und Polymertechnologie am IAM-WK.

## Kompetenzen am Standort Pfinztal

Zum Kern des Produktbereichs Polymer Engineering gehört die Auseinandersetzung mit Zukunftsthemen der Kunststofftechnologie wie beispielsweise der Entwicklung von neuartigen Werkstoffen für den 3D-Druck. In den Blickpunkt der Materialforschung rücken zunehmend maßgeschneiderte geschäumte Werkstoffsysteme, die sich mit ihren optimierten Eigenschaften unter anderem als Kernmaterialien für hoch belastbare Sandwichstrukturen eignen. In der Prozessentwicklung spielen unter den neuen Themen vor allem integrierte Reaktivverfahren eine Rolle, wie die reaktive Extrusion, welche chemische Synthesen oder Werkstoffmodifikationen im kontinuierlich arbeitenden Reaktionsextruder ermöglichen. Aktuelle Forschungsprojekte wie die Synthese von biobasiertem Polylactid (PLA) belegen dabei auch das hohe Synergiepotenzial der Zusammenarbeit mit dem Produktbereich Umwelt Engineering in der Polymerchemie.

Die in den Vorjahren getätigten Investitionen in die Bereiche Spritzgießtechnologien und lokale Faserverstärkung spiegeln sich in deutlich gesteigertem Industrieinteresse wider. Im Vordergrund stehen dabei die Forschungsthemen großserientaugliche Schaumsandwichherstellung und Verarbeitung von Endlosfaserstrukturen zu hoch belastbaren

Spritzgießbauteilen. Konstant hoch ist die Industrienachfrage nach Forschungsdienstleistungen auf der Schaumplatten-Extrusionsanlage im Technikum – sie ist nach wie vor einmalig in der Forschungslandschaft Deutschlands. Die Erweiterung der Anlagentechnik zur Schaumfolienherstellung ergänzt die prozesstechnischen Möglichkeiten hinsichtlich Anwendungen in der Verpackungstechnik und bspw. der Trittschalldämmung. Neben der Entwicklung neuer Schaummaterialien ist auch die Nachfrage nach Rezepturentwicklungen für konventionelle Materialien wie etwa der Entwicklung alternativer Flammenschutzsysteme ungebrochen.

Das Anlagenportfolio der Faserverbundtechnik wurde im Zeitraum 2014/15 um eine wichtige Schlüsseltechnologie erweitert: Eine voll automatisierte Preformanlage für textile Halbzeuge (siehe auch Seite 48) ergänzt jetzt die etablierten Technologien in den Bereichen Gießharzverfahren mit Thermoplasten (T-RTM/RIM) und großserienfähige Harzinfusionstechniken (HP-RTM). Damit ist die Herstellungskette für Hochleistungsfaserverbunde in den RTM-Verfahren vollständig. Zusätzlich wurde mit der Installation einer weiteren Hydraulikpresse zur Verarbeitung von Faserverbundmaterialien sowie verschiedener Transfer- und Handlingsystemen die Basis für einen weiteren Ausbau des Technologiefeldes gelegt. Die Priorität im Forschungsbereich der thermoplastischen Composite liegt dabei weiterhin auf der Entwicklung optimierter Verfahren zur Ablage thermoplastischer Hochleistungstapes und deren Handhabung in weiterführenden Prozessen wie Pressen oder Spritzgießen.

*Schikane-Bauteil aus PPS/CF UD-Tape zur  
Bewertung des Umformverhaltens.*



Mit der Anschaffung einer kompakten Induktionsanlage zur beschleunigten Aushärtung von Harzen und Klebstoffen wurde die mikrowellenunterstützte Prozesstechnik erweitert. Bei der Erzeugung von Plasmen werden Polymer- oder metallische Bauteile mit einer meist transparenten Beschichtung versehen. Neben der Anwendung funktionaler Kratzschichten haben in den letzten Jahren vor allem Korrosionsschutzanwendungen zunehmend auch an Hybridbauteilen an Bedeutung gewonnen. Insbesondere in Verbunden aus Hochleistungsaluminiumlegierungen und Kohlenstoffaserverbundwerkstoffen kommt es an der Kontaktfläche zu starker Korrosion. Isolierende Beschichtungen, die im Plasmaprozess auf dem Aluminiumbauteil abgeschieden werden, stellen hier eine wirtschaftlich interessante und technisch hochwertige Alternative dar.

Das Dienstleistungsspektrum der Kunststoffprüfung wurde erweitert. Die Vernetzung innerhalb des Instituts sowie die Kooperation mit dem IAM-WK am KIT ermöglichen es, umfangreichere Prüfdienstleistungen und komplexere Schadenanalysen wie bisher aus einer Hand anzubieten.

#### **Institutsteil Funktionsintegrierter Leichtbau FIL**

Die Projektgruppe FIL am Standort Augsburg beschäftigt sich mit ihren 60 Mitarbeitern mit anwendungsorientierter Forschung auf dem Gebiet der Leichtbauweisen und automatisierten Fertigungsverfahren für eine kosten- und energieeffiziente Produktion von Hochleistungsfaserverbundstrukturen für den Anlagen-, Fahrzeug- und Maschinenbau. Die Forschungsarbeiten orientieren sich dabei entlang der Gesamtprozesskette.

#### **Fraunhofer Project Center FPC for Composites Research**

Mit der einzigartigen Partnerschaft zwischen dem Fraunhofer Project Center for Composites Research (FPC) at Western University in London, Ontario, Kanada und der Western University selbst ist ein Zusammenschluss gelungen, der die Kompetenzen des Fraunhofer ICT auf dem Gebiet der Faserbundwerkstoffe mit dem Know-how in der Material- und Oberflächenforschung der kanadischen Hochschule verbindet. Das FPC verfügt über eine hochmoderne Presse mit einer Presskraft von 25.000 kN. Damit können Forschungsaufträge, überwiegend für den Automobilbau, im industriellen Maßstab durchgeführt werden. Eine enge Zusammenarbeit durch den Austausch von Ingenieuren, Technikern und Wissenschaftlern ermöglicht eine umfassende Werkstoff- und Verfahrensentwicklung maßgeschneidert für die unterschiedlichen Marktanforderungen.

#### **Technologie-Cluster Composites Baden-Württemberg TC<sup>2</sup>**

Das Technologie-Cluster Composites Baden-Württemberg TC<sup>2</sup> baut auf dem Fraunhofer Innovationscluster für den hybriden Leichtbau KITE hyLITE auf. Ziel des Clusters ist die Industrialisierung der RTM- und SMC-Prozesskette zur Fertigung von Struktur- und Außenhautbauteilen mit dem Schwerpunkt des serienfähigen Fahrzeugleichtbaus in Verbindung mit innovativen Fertigungskonzepten und -technologien. Ein Alleinstellungsmerkmal des TC<sup>2</sup> ist die ganzheitliche Betrachtung der technologischen Herausforderungen. Diese Betrachtungsweise ermöglicht im Rahmen der Industrialisierung eine effiziente Massenproduktion von Bauteilen mit dem RTM- oder SMC-Verfahren und bildet die Basis für eine virtuelle Produktentwicklung/Simulation – den zwei Kerngebieten der Arbeiten in TC<sup>2</sup>.

---

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

---

## AKTUELLE FORSCHUNGSTHEMEN

### COMPOUNDING UND EXTRUSION

- Naturfaser-/Biopolymer-Compounds
- Reaktivextrusion von Biopolymeren
- (Nano-)cellulosefaserverstärkte Kunststoffcompounds
- Herstellung faserverstärkter Granulate und Halbzeuge
- Emissionsoptimierte Werkstoffe

### DUROMERVERARBEITUNG

- faserverstärkte Polyurethane auf Basis der PUR-Fasersprühtechnologie
- Entwicklung von Leicht- und Direkt-SMC-Formulierungen
- Verarbeitung rieselfähiger Duromerkomposite

### HOCHLEISTUNGSFASERVERBUNDE

- Prozess- und Bauteilentwicklung im Hochdruckharzinfusionsprozess (HP-RTM)
- chemisches Fixieren technischer Textilien – »Chemical Stitching«
- automatisiertes Preformen von textilen Halbzeugen für die Großserie

### MIKROWELLEN- UND PLASMA TECHNOLOGIE

- beschleunigte Aushärtung von (kohlenstofffaserverstärkten) Kompositen mittels Mikrowellen
- transparente Kratz- und Korrosionsschutzschichten über PECVD-Plasmaverfahren
- Reinigen, Entschichten und Sterilisieren mittels Corona und Mikrowellen
- nanostrukturierte Haftschichten für Hybridbauteile

### NANOTECHNOLOGIE

- Bauteile mit spritzgegossenen leitfähigen Strukturen
- elektrisch leitfähige Nanokomposite als Metalleersatz und für Sensoranwendungen
- Füllstoffadhäsion und Grenzflächencharakterisierung

### SCHÄUMTECHNOLOGIEN

- Partikelschaumbauteile aus Biopolymeren und Rezyklaten
- Entwicklung aufgeschäumter oder treibmittelbeladener Granulate
- Hybridschäume
- extrudierte (biobasierte) Schaumplatten (XPS) und Schaumfolien
- mikrozellulare und durch Nanopartikel verstärkte Schäume

### THERMOPLASTVERARBEITUNG

- thermoplastisches Tapelegen für lokale Bauteilverstärkungen
- Formgebung endlosfaserverstärkter Thermoplaste/ Organobleche
- Spritzgießen geschäumter (faserverstärkter) Strukturen
- Sandwichbauteile aus EPP und Faserverbundstrukturen
- lastorientiert verstärkte Faserverbundbauteile

### BILDER

*Demonstrator »Skateboard« – Darstellung unterschiedlicher Materialsysteme in Sandwichbauweise (links) und Bauteile aus Biopartikelschäumen (rechts).*

## FRAUNHOFER ICT-IMM INSTITUT FÜR MIKROTECHNIK MAINZ

Das erste volle Jahr des ICT-IMM als Mitglied der Fraunhofer-Familie war neben der Bearbeitung laufender und der Akquise neuer Projekte geprägt von der Anpassung in Verwaltungsabläufen und Arbeitsweisen. Internetauftritt, Druckschriften und Flyer ebenso wie der Messeauftritt wurden im Sinne der Fraunhofer CI gestaltet.

In Mainz forschen und entwickeln die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in folgenden Bereichen:

Der Produktbereich »Dezentrale und mobile Energietechnik« liefert seinen Kunden Idee, Systemdesign, Komponentenbau, Prototypenbau, Funktionstest und wirtschaftlich attraktive Konzepte für Fertigungstechnik und Produktion aus einer Hand. Für die Lösung energietechnischer Probleme wurde eine mikrostrukturierte Plattenwärmeübertragertechnik zur Serienreife und die zum Einsatz als chemische Reaktoren erforderlichen Katalysatoren entwickelt und anwendungsspezifisch angepasst. Typische Brennstoffe sind einfache Alkohole, Polyalkohole, leichte Kohlenwasserstoffe und höhere Kohlenwasserstoffgemische. Der Temperaturbereich von  $-250^{\circ}\text{C}$  bis  $1200^{\circ}\text{C}$  und Drücke bis mehrere 100 bar sind beherrscht. Klimatisierungstechnik, Abgasbehandlungssysteme, Wasserstoffbereitstellung für Brennstoffzellen (Reformiertechnik), dezentrale Treibstoffsynthese auf Basis regenerativer Rohstoffe, Speicherverfahren für regenerative Energie und sicherheitstechnische Systeme auf der Basis katalytischer Verbrennung sind Anwendungsfelder.

Dank einer breiten Palette mikrofluidischer und sensorischer Module, Konstruktions- und Designwerkzeugen, Fertigungsmethoden sowie Validierungsverfahren kann der Produktbereich »Mikrofluidische Analysesysteme« nach Kundenanforderung schnell und effizient vollintegrierte und automatisierte mikrofluidische Systeme und Bauteile, inklusive der mikrofluidischen Ein- oder Mehrwegkomponente sowie des Betreibergeräts, realisieren. Leicht zu bedienende, automatisierte Systeme mit hoher Reproduzierbarkeit erfordern innovative mikrofluidische Konzepte mit erprobten Extraktions- und Analysemethoden. Die entwickelten Technologien und Systeme können in der automatisierten Laboranalytik, für Qualitätskontrollen in Produktionsabläufen sowie als miniaturisierte und portable Systemlösungen für Vor-Ort-Anwendungen genutzt werden. Geschäftsfelder sind medizinische Diagnostik, Therapieüberwachung, Umweltanalyse, Biosicherheit, Nahrungsmittelkontrolle, industrielle Analytik sowie Prozessmesstechnik.

Der Produktbereich »Kontinuierliche chemische Verfahrenstechnik« treibt die Entwicklung und Realisierung ökonomisch tragfähiger und ökologisch nachhaltiger, leistungsfähiger, kontinuierlicher chemischer Produktionsprozesse voran. Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten reichen von chemischer Prozessentwicklung im Bereich der organischen Chemie, insbesondere von





Fein- und Spezialchemikalien und pharmazeutischen Zwischenprodukten, bis zur Entwicklung innovativer Reaktoren und neuartiger Anlagenkonzepte vom Labor- über den Pilot- bis zum Produktionsmaßstab. Grundlage bildet dabei die chemische Mikroprozessertechnik. Die Ansätze ermöglichen neuartige flexible Produktionsszenarien in modularen und dezentralen Chemieanlagen. Schwerpunkte wurden gesetzt in der Photochemie, heterogen katalysierten organischen Reaktionen wie Hydrierungen oder Kreuzkupplungsreaktionen und der In-situ-Generierung und Umsetzung von reaktiven Intermediaten wie Diazoverbindungen und Grignard-Reagenzien.

## 1 Das ICT-IMM in Mainz.

Arbeitsschwerpunkt des Produktbereichs »Medizinische Sonden und Technische Sensorik« ist die Entwicklung kundenspezifischer (MEMS-basierter) Sensoren und Systemkomponenten sowie vollständiger Messsysteme mit Datenaufnahme und -auswertung für den Einsatz in der industriellen Messtechnik und Analytik, der Medizintechnik und der Forschung. Das Leistungsspektrum reicht von Demonstratoren bis hin zur Pilotserienfertigung. Für die Umsetzung stehen zum Beispiel Silizium- und dünnschichttechnologische Verfahren, Laserbearbeitung und präzisionsmechanische Bearbeitungsverfahren zur Verfügung. Zu den aktuellen Produktentwicklungen gehören zum Beispiel Membranchips für die hochsensitive Heliumdetektion, Inertialschalter, temperatur- und strahlungsbeständige Bolometer für die Fusionsforschung sowie eine ultra-präzise optische Spaltbaugruppe für die Raumfahrt. Beträchtliches Know-how wurde in den vergangenen Jahren in der Entwicklung von Mikroelektrodensonden für neuronale Signalableitung und Stimulation aufgebaut.

Im Fokus der Arbeiten des Bereichs »Nanopartikel Technologien« steht die Entwicklung von Verfahren zur kontinuierlichen und reproduzierbaren Synthese von Nanopartikeln diverser Materialien. Dazu zählen unter anderem Quantumdots, die zum Beispiel für effiziente Displays mit brillanter Farbwiedergabe oder Fluoreszenzmarker im diagnostischen Umfeld besonders interessant sind. Polymere Nanopartikel und Kapseln können kontrolliert im Größenbereich zwischen 50 nm und mehreren Mikrometern synthetisiert und mit Hilfe unterschiedlicher etablierter Prozesse gezielt modifiziert werden, so dass deren physikochemischen Eigenschaften spezifisch auf industrielle Anforderungen für verschiedenste Materialien und Life-Science-Anwendungen zugeschnitten werden. Die Plasmabehandlung polymerer Werkstoffoberflächen erlaubt eine gezielte Veränderung der Oberflächeneigenschaften. Von besonderer Bedeutung sind hierbei kunststoffbasierte Medizinprodukte wie Implantate, Wundauflagen, Textilien, Röhrchen und Kanülen.

Den vollständigen Jahresbericht des Fraunhofer ICT-IMM können Sie gerne unter [info@imm.fraunhofer.de](mailto:info@imm.fraunhofer.de) anfordern.

---

**Kontakt** Prof. Dr. Michael Maskos | Telefon +49 6131 990-100 | [michael.maskos@imm.fraunhofer.de](mailto:michael.maskos@imm.fraunhofer.de)

---

# FRAUNHOFER-PROJEKTGRUPPE NEUE ANTRIEBSSYSTEME NAS

Das Jahr 2014 war das bisher erfolgreichste Jahr in der noch jungen Geschichte der Fraunhofer Projektgruppe Neue Antriebssysteme NAS. Neben der erfolgreichen Zwischenevaluation der Projektgruppe im Februar konnten auch entscheidende Weiterentwicklungen in den Bereichen Prüfstände und Infrastruktur abgeschlossen werden. Unter anderem wurde der neue Heißgasprüfstand in Betrieb genommen.

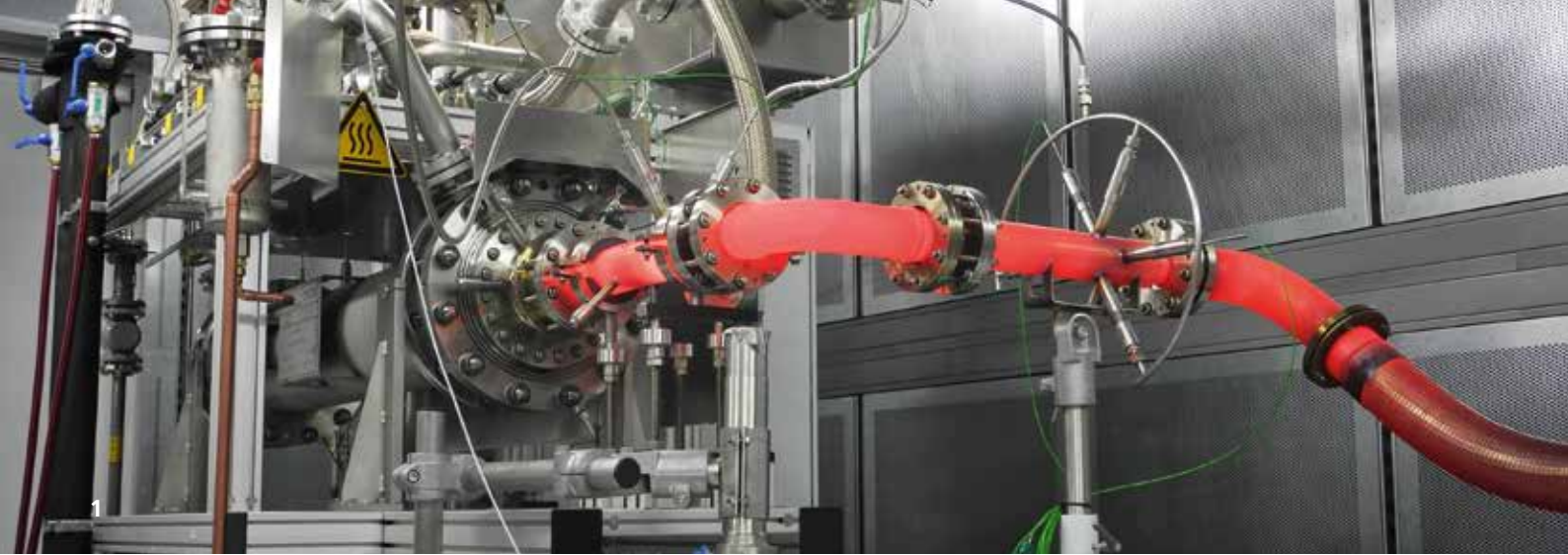
## **Erste Zwischenevaluation der Projektgruppe**

Im Februar 2014 wurde die erste Zwischenevaluation der Projektgruppe NAS durchgeführt. Daran beteiligt waren Vertreter des Ministeriums für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg und der Fraunhofer-Gesellschaft sowie ein Evaluatorenkreis, bestehend aus Vertretern der Wirtschaft und Wissenschaft. Projektgruppenleiter Dr. Hans-Peter Kollmeier stellte die bisherige fachliche und organisatorische Entwicklung der Projektgruppe, die geplante weitere Entwicklung sowie das Finanzierungskonzept für die zweite Aufbauphase inklusive der Planung für einen Neubau am KIT Campus Ost vor. Bei einem Rundgang wurden anschließend die Prüfstände und wichtige Versuchsträger gezeigt. Die Evaluatoren sprachen sich dafür aus, die Projektgruppe NAS weiter fortzuführen und als dauerhafte Einrichtung zu etablieren, und empfahlen für die zweite Aufbauphase ab 2015 eine Überführung der Projektgruppe in das Bund-Länder-Finanzierungsmodell »90/10«. Für den weiteren fachlichen Ausbau empfahl der Gutachterkreis eine Konsolidierung der Arbeitsthemen in vier Forschungsbereiche sowie deren weiteren Ausbau. Auch die Integration der Projektgruppe als Transferplattform in das Karlsruher Institut für Technologie (KIT), insbesondere eine enge Zusammenarbeit mit den Instituten FAST, IPEK, IFKM und ETI, wurde empfohlen.

## **Konsolidierung der Arbeitsthemen in vier Forschungsbereichen**

Im Laufe der ersten Jahreshälfte wurde damit begonnen, die Maßnahmen und Auflagen aus der Zwischenevaluation umzusetzen. Ein wesentlicher Schwerpunkt war dabei die Konsolidierung der bisherigen Arbeitsthemen und die Abgrenzung der Forschungsbereiche. Die festgelegten Forschungsschwerpunkte sind im Folgenden dargestellt.

Der Forschungsbereich »Hybride Antriebe und Elektromobilität« konzentriert sich auf Maßnahmen zur Optimierung und Verbesserung der Effizienz von hybriden oder rein elektrischen Antriebssystemen. Die Forschungsaktivitäten gliedern sich hierbei im Wesentlichen in die



Unterbereiche Energiespeicher, Leistungselektronik, Thermomanagement und die Ausarbeitung von Betriebsstrategien zur Effizienzsteigerung.

**1** *Versuchsbetrieb am  
NAS-Heißgasprüfstand  
am KIT Campus Ost.*

Im Forschungsbereich »Konventionelle Antriebe« liegt der Fokus auf der Effizienzsteigerung durch technische Verbesserungsmaßnahmen an konventionellen Verbrennungsmotoren bzw. leicht elektrifizierten Antriebstopologien. Dies können veränderte Mechanikkomponenten und -eigenschaften zur Reibungsminimierung (zum Beispiel Ventiltrieb, reibungsarme Schichten) oder Verbesserungen des Brennverfahrens (zum Beispiel HCCI) sein. In diesem Forschungsfeld werden Teilsysteme zur Restwärmenutzung, zum Beispiel ORC Systeme oder Turbogeneratoren, erforscht und in das Gesamtantriebssystem integriert. Durch die Entwicklung und Implementierung von intelligenten Betriebsstrategien ist somit ein effizientes Zusammenspiel der Teilsysteme im Gesamtantriebssystem gewährleistet.

Der Forschungsbereich »Stationäre Antriebe und Wärmenutzung« beschäftigt sich mit dezentraler Energieversorgung. Die Konzeption und Konstruktion sowie Untersuchung von Mini- und Mikro-Blockheizkraftwerk-Anlagen in der elektrischen Leistungsklasse bis 5 KW für die Anwendung in Einfamilienhäusern stellt im Vergleich zu kommerziell erhältlichen, deutlich größeren Systemen ein Alleinstellungsmerkmal der Projektgruppe dar. Ein Fokus in diesem Forschungsfeld liegt auch auf der Entwicklung von Wärmespeichersystemen, die es ermöglichen, überschüssige Wärmeenergie saisonübergreifend zu speichern und bei Bedarf wieder in das Heizsystem zurückzuführen.

Im Forschungsbereich »Leichtbau im Antriebsstrang« werden Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung durch die Massenreduktion von bewegten und nicht-bewegten Bauteilen im Antriebsstrang untersucht. Hier werden unterschiedliche Materialien wie Faserverbunde und Leichtmetalle eingesetzt, um durch Materialkombinationen und intelligente Konstruktionsweisen konkrete Produktvorteile zu erzielen.

### **Inbetriebnahme des Heißgasprüfstandes**

Seit Ende des Jahres steht nun an unserem Standort am Campus Ost des KIT der mit finanzieller Unterstützung des Europäische Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) neu installierte Heißgasprüfstand zur Verfügung. Mit dieser Anlage lassen sich Restwärmenutzungssysteme, Turboladersysteme wie auch Turbogeneratoren testen und validieren.

---

**Kontakt** Dr.-Ing. Hans-Peter Kollmeier | Telefon +49 721 9150-3811 | [hans-peter.kollmeier@ict.fraunhofer.de](mailto:hans-peter.kollmeier@ict.fraunhofer.de)

---

## INSTITUTSTEIL FUNKTIONSINTEGRIERTER LEICHTBAU FIL

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

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

Der Institutsteil Funktionsintegrierter Leichtbau FIL des Fraunhofer ICT nimmt sich unter der Leitung von Professor Dr. Klaus Drechsler (Lehrstuhl für Carbon Composites der TU München) und Professor Dr. Frank Henning (Lehrstuhl für Fahrzeugleichtbau KIT Karlsruhe) dieses Auftrags gemeinsam mit Partnern aus Industrie und Forschungsinstituten der Region Augsburg und darüber hinaus an. Ziel ist die anwendungsorientierte Forschung auf dem Gebiet der ressourceneffizienten Bauweisen und Fertigungstechnologien für Hochleistungsfaserverbundstrukturen im Anlagen-, Maschinen- und Fahrzeugbau. Dabei steht sowohl die Generierung von Grundlagen Know-how als auch die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Industriepartner durch die Realisierung optimierter, nachhaltiger Produkte im Hinblick auf den Gesamtlebenszyklus und die Erschließung neuer Anwendungsgebiete im Fokus. Hier liegen auch die Schwerpunkte des Institutsteils, welche sich entlang der gesamten Wertschöpfungskette orientieren. Sie reichen von der Simulation und Berechnung von Bauteilen aus CFK über onlinefähiges Prozessmonitoring, Materialentwicklung und -charakterisierung bis hin zu automatisierbaren Herstellungsprozessen und einem an die Nutzungsphase entsprechender Produkte anschließenden Recyclingprozess. Ein weiterer Aspekt, der alle Entwicklungsbereiche und Teilprozesse umspannt, ist die Bewertung der Nachhaltigkeit und die Identifikation von Optimierungsansätzen mittels ganzheitlicher Bilanzierung.





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

**1** *Der Institutsteil FIL in Augsburg.*

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

---

**Kontakt** Prof. Dr.-Ing. Klaus Drechsler | Telefon +49 821 90678-200 | klaus.drechsler@ict.fraunhofer.de  
Prof. Dr.-Ing. Frank Henning | Telefon +49 721 4640-420 | frank.henning@ict.fraunhofer.de

---



# **AUSGEWÄHLTE PROJEKTE**

## BOMBEN SCHON IN DER HERSTELLUNGSPHASE AUFSPÜREN

Ein Netzwerk aus verschiedenen Sensoren soll zukünftig die illegale Herstellung von Bomben frühzeitig aufdecken. Spuren an Türklinken, im Abwasser oder auch in der Luft werden von verschiedenen Sensoren detektiert. In einer Einsatzzentrale fließen die Daten aller Sensoren zusammen und werden automatisch ausgewertet. Am Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT wurde ein Sensorsystem zur Detektion von verdächtigen Substanzen in Abwassersystemen entwickelt.

Mit wenigen Hilfsmitteln und leicht zugänglichen Materialien wie beispielsweise Kunstdünger können Terroristen relativ einfach Bomben herstellen. Nicht immer gelingt es den Sicherheitskräften, illegale Werkstätten rechtzeitig aufzuspüren und somit Anschläge zu verhindern. Doch der Bau einer Bombe hinterlässt Spuren: Reste der für die Herstellung der Explosivstoffe benötigten Substanzen bleiben an Türklinken haften, Abfallprodukte gelangen in die Kanalisation oder dringen über Abluftkanäle nach draußen. Bisher ist keine Technologie kommerziell verfügbar, die in der Lage ist, den illegalen Bombenbau rechtzeitig und systematisch aufzudecken. Innerhalb des EU-Projekts »EMPHASIS« wurde ein Sensornetzwerk entwickelt, das solche Aktivitäten frühzeitig detektieren und präzise lokalisieren soll. Ende September 2014 wurde auf dem Testgelände der staatlichen FOI (Swedish Defence Research Agency) bei Grindsjön in Südschweden die Tauglichkeit des entwickelten Sensornetzwerks erfolgreich demonstriert.

### Unterschiedliche Sensoren senden Daten an eine Einsatzzentrale

Um die Fehlalarmrate möglichst gering zu halten, sind unterschiedliche Sensortechnologien zur frühzeitigen und präzisen Lokalisierung des illegalen Bombenbaus im Einsatz. Die Sensoren werden je nach eingesetzter Technologie an unterschiedlichen Stellen, wie etwa auf den Dächern von Hochhäusern oder in Abwasserkanälen, platziert. So können Abfallprodukte, die bei der Herstellung von Sprengsätzen und Bomben entstehen, frühzeitig entdeckt werden. In der Einsatzzentrale fließen die Daten aller Sensoren zusammen und werden automatisch ausgewertet. Damit kann ein großes Gebiet mittels vieler unterschiedlicher Sensoren überwacht und so die Verlässlichkeit des gesamten Systems erhöht werden. Bei Verdacht schlägt das System Alarm. Mit Hilfe von laserbasierten Messtechniken können die Sicherheitskräfte dann die Bombenwerkstatt aus der Distanz genauer lokalisieren.





## Detektion im Abwasser

Schwerpunkt der Arbeiten am Fraunhofer ICT war die Entwicklung eines Sensorsystems zur Abwasseranalyse. Ionische Anteile von Explosivstoffen, Ausgangssubstanzen derselben und Pyrotechnika wie zum Beispiel Chlorate, Perchlorate und Nitrate liegen im Abwasser gelöst vor und können mit sogenannten ionenselektiven Elektroden (ISEs) detektiert werden. Die Elektrode misst die Potenzialdifferenz zwischen einer internen Referenzlösung und der Probe, in diesem Fall dem Abwasser. Die Ionenselektivität wird dabei durch eine Membran erzeugt, die nur hydratisierte Ionen einer bestimmten Größe durchlässt. Die ISEs sind daher nicht vollständig selektiv, sondern unterliegen gewissen Einschränkungen durch Störionen ähnlicher Größe, welche die Membran ebenfalls passieren können und fälschlicherweise zum Messsignal beitragen. Im Labor können Proben aufwendig vorbereitet werden, indem Störionen maskiert und Proben auf eine gewisse Ionenstärke eingestellt werden. Da dies für automatische Messungen in Abwasserkanälen ungeeignet ist, wurde ein Verfahren entwickelt, bei dem die Ionen im Abwasser ohne weitere Vorbereitung identifiziert und quantifiziert werden können. Durch Zusammenschalten verschiedener ISEs und Analyse mittels Mustererkennung wurden die größten Herausforderungen gelöst: Die Kompensation des sich ändernden Hintergrunds sowie die Gegenwart störender Ionen. Eine weitere Problemstellung war der Einfluss, den lange Eintauchzeiten und fehlende Reinigung auf die Messleistung der ISEs haben. Trotz erheblicher Kontamination der ISEs konnte hier gezeigt werden, dass die Messleistung über mehrere Wochen hin konstant bleibt und so die Mustererkennung weiterhin möglich ist.

## Über das Projekt

Das Projekt EMPHASIS (Explosive Material Production Hidden Agile Search and Intelligence System) wurde im siebten Forschungsrahmenprogramm der EU gefördert (Grant Agreement No. 241858). Unter der Koordination der schwedischen FOI arbeiten folgende Partner zusammen: die Fraunhofer-Institute für Angewandte Festkörperphysik IAF und für Chemische Technologie ICT aus Deutschland, die Niederländische Organisation für Angewandte Naturwissenschaftliche Forschung TNO, das Institut National de Police Scientifique aus Frankreich und die Firmen Cascade Technologies aus Schottland, Morpho S.A. Scientifique aus Frankreich sowie VIGO System S.A. aus Polen.

- 1 *Labora Aufbau zum Test der ionenselektiven Elektroden (ISE).*
- 2 *Testmessungen in einem Abwassersystem.*



1



2

## MULTIFUNKTIONALE NANO-BESCHICHTUNGEN

Mit Hilfe von Nanotechnologie sind Beschichtungen herstellbar, die interessante Effekte zeigen und zukünftig in zahlreichen militärischen sowie zivilen Anwendungen zum Einsatz kommen könnten. Ein Entwicklungsschwerpunkt liegt hierbei auf blickwinkelabhängigen Farbeffekten, Plasmonen/Lumineszenz-Leuchteffekten und schaltbaren thermochromen Effekten als Funktion der Temperatur.

### Zielsetzung

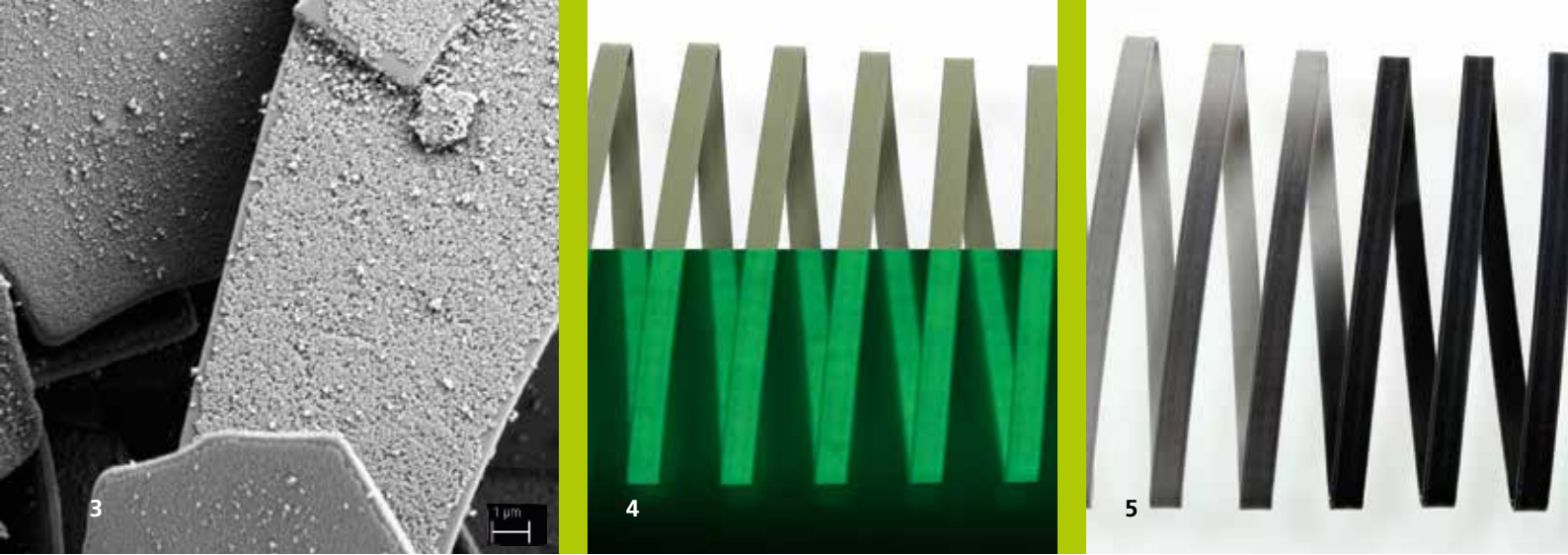
Oberflächen stellen die Schnittstellen zwischen Mensch und Materie dar, wobei simultan viele Funktionen durch diese Grenzfläche mitbestimmt oder sogar dominiert werden. Die Nanotechnologie bietet gegenüber klassischen Oberflächentechnologien neue Möglichkeiten, auf die Oberflächeneigenschaften Einfluss zu nehmen und damit neue Anwendungsfelder zu erschließen. In einem Projektkonsortium unter der wissenschaftlichen Leitung des Fraunhofer ICT bestand die Aufgabenstellung darin, mit Hilfe der chemischen Nanotechnologie Beschichtungen mit folgenden Eigenschaften darzustellen:

- blickwinkelabhängiger Farbeffekt
- Plasmonen-/Lumineszenz-Leuchteffekte
- schaltbare thermochrome Effekte

Für diese Systeme ergeben sich zahlreiche Einsatzmöglichkeiten, wobei der Fokus zunächst auf Metallbeschichtungen gelegt wurde, unter besonderer Berücksichtigung von Draht- und Bandbeschichtungen für Architekturgewebe als Fassadenverkleidung.

### Methodik

Zunächst wurde der »blickwinkelabhängige Farbeffekt« mit Hilfe des Interferenzeffekts untersucht. Im Einzelnen wurden Mikro-Partikel mit Nano-Partikeln beschichtet und in eine transparente Polymer-Matrix integriert (3). Wird das System auf ein Drahtband aufgetragen und verwebt, lassen sich Strukturen, wie in (1) gezeigt, herstellen. Neben den Anwendungen in der Architektur oder Automobilindustrie lässt sich das Prinzip beispielsweise auch auf Druckpasten übertragen und kann so zur fälschungssicheren Kennzeichnung von Dokumenten und Objekten – auch im Sinne eines Plagiatschutzes – verwendet werden. Weitere Effekte sind Plasmonen-, Lumineszenz- und thermochrome Effekte.



Der Plasmoneneffekt, der auf der kollektiven Schwingungsanregung und Relaxation von »Ladungswolken« beruht und besonders gut durch metallische Nanopartikel, zum Beispiel Nanosilber darstellbar ist, wurde mit Hilfe eines Lumineszenz-Additivs verstärkt. Der Lumineszenzeffekt beruht auf der elektronischen Anregung von Valenzelektronen, wobei die Elektronen zunächst vom Grundzustand S0 auf die höheren Energieniveaus S1 und S2 angehoben werden müssen (HOMO-LUMO-Übergänge). Die Relaxation erfolgt unter zusätzlicher Berücksichtigung der Elektronenspins. Beim sogenannten P-Übergang kommt es dann zur Strahlungsemission. Solche Systeme sind beispielsweise für Sicherheitsmarkierungen geeignet.

Der thermochrome Effekt wird durch eine reversible chemische Reaktion dargestellt, die zu einer Änderung der Konjugation elektronischer Doppelbindungen führt. Dieser Effekt wird als Funktion der Temperatur schaltbar ausgeführt, wobei für die Untersuchungen eine Schalttemperatur von 30°C festgelegt wurde. Für diese Schaltfunktion spielen Nanopartikel eine wichtige Rolle. Bei Erwärmung schaltet das System von Schwarz nach transparent. Dies kann zur Erzeugung wärmeausgleichender Schichten genutzt werden.

### Zusammenfassung

Die untersuchten Mechanismen und Effekte zeigen eine hohe Zuverlässigkeit und damit neue Möglichkeiten, die Technologien konkret anzuwenden. Die Systemintegration war mit 1K-, 2K-PU-Systemen und einem Waterborne-Acryl-Styrol-System erfolgreich, so dass damit Technologieplattformen zur Verfügung stehen. Die Drahtgewebe-Muster wurden erfolgreich UV-Tests, Kondenswasser-Wechselklima-Tests mit Lufttemperatur-Wechsel nach DIN EN 6270-2 AT und Salzsprühnebel-Tests nach DIN EN 60068-2-52 Kb unterzogen. Künftige Arbeiten beziehen sich auf die Erweiterung der Anwendungen sowie auf Maßnahmen zur Qualitätssicherung und Zertifizierung nach DIN EN ISO 9001 2008.

**1** Nanobeschichtetes Metallband zur Erzielung eines blickwinkelabhängigen Farbeffekts.

**2** Anwendungsbeispiel derartiger Bänder und Drähte in Form von Architekturgeweben als Fassadenverkleidung bei einem Parkhaus in Barcelona (Bild: Gebrüder Kufferath, Düren).

**3** REM-Aufnahme des Interferenz-Pigments NPI00401-21. Dimension Nano-Belegung: 30–50 nm.

**4** Beispiel für eine Plasmonen-/Lumineszenz-Beschichtung. Im unteren Bildteil ist der Leuchteffekt dargestellt.

**5** Beschichtung eines Drahtbandes zur Erzielung eines – als Funktion der Temperatur – schaltbaren thermochromen Effekts unter Verwendung des Additivs NPI00601. Der auf 31 °C erwärmte Probenteil ist links dargestellt.

## DIE SICHERHEITSFORSCHUNG FÜR LITHIUM-IONEN-AKKUS ERREICHT NEUES NIVEAU

Die Wissenschaftler des Fraunhofer ICT haben sich zum Ziel gesetzt, die Sicherheit von Lithium-Ionen-Akkus zu verbessern. Sicherheitstests spielen dabei eine elementare Rolle. Aber erst die Kombination mit einer ausgefeilten Analytik der bei Missbrauchsversuchen aus Li-Ionen-Akkus freigesetzten Gase liefert die zielführenden Detailinformationen für die Auslegung von sicheren Batteriepacks.

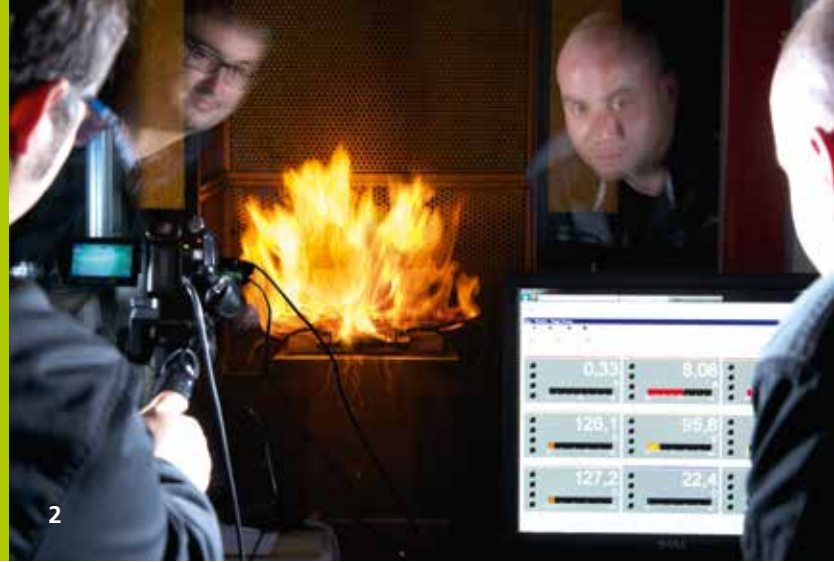
In zunehmendem Maße werden wiederaufladbare Lithium-Ionen-Akkus (Li-Ionen) in allen Bereichen des täglichen Lebens verwendet. Findet man sie schon seit einigen Jahren in kabellosen Handwerker-Geräten, wie zum Beispiel Bohrhammer und Akkuschauber, dringen Li-Ionen-Akkus nun immer weiter in Bereiche vor, in denen bislang Nickel-Cadmium- (NiCd) oder Nickel-Metallhydrid-Akkus (NiMH) verwendet werden.

Drei Aspekte machen den Einsatz von Li-Ionen-Akkus attraktiv: ihre hohe Energiedichte, kein nennenswerter Memory-Effekt und ihre niedrige Selbst-Entladerate.

Während die letzten beiden Punkte vor allem den Anwender freuen, ermöglicht erst die hohe Energiedichte die lange kabellose Laufzeit von Mobilfunktelefonen, Laptops und anderen elektronischen Konsumgütern bei vergleichsweise geringen Abmessungen des Akkus. Besonders aber die Elektromobilität in Form von Elektroautos oder Elektrofahrrädern benötigt diese hohen Energiedichten, um bei minimalen Einbauvolumen der Batterie eine ausreichend hohe Reichweite zu erzielen. Gegenüber den üblichen Konsumenten-Geräten ist hier aber ein Mehrfaches an Akkuzellen in einem Batteriepack verbaut. Mit zunehmender Anzahl der Zellen steigt neben dem Ausfallrisiko vor allem das Unfallrisiko bzw. dessen Schwere.

Die Sicherheitsforschung an Li-Ionen-Zellen wurde durch die umfangreichen Entwicklungen in der Elektromobilität besonders vorangebracht. Um diesem Trend Rechnung zu tragen, wurde am Fraunhofer ICT ein Batterie-Testgebäude errichtet, das neben sehr variablen Testaufbauten für Batteriesicherheitstests auch über eine einzigartige, dedizierte Analytik der bei Sicherheitstests freigesetzten bzw. entstehenden Gase verfügt. Dadurch können wichtige Informationen zur Entwicklung und Auswahl von (Früh-)Warnsensoren gewonnen werden, die den Nutzer rechtzeitig vor Gefahren wie Gasfreisetzung oder Brand von Li-Ionen-Akkus warnen können. Dazu können die verschiedenen Stufen der Batteriesicherheit von der Zellebene über





Batterie-Module bis hin zu ganzen Batteriepacks mit ihrem Batteriemanagementsystem (BMS) untersucht werden. Ebenso können vergleichende Tests durchgeführt werden, um zum Beispiel die Fortschritte im Bereich Elektrolyt-, Separator- oder Elektrodenmaterialien in Bezug auf Sicherheitsaspekte aufzeigen zu können.

Was bei einem Missbrauch oder im sogenannten Worst-Case-Szenario mit einem Batteriemodul passieren kann, stellt das Fraunhofer ICT im neuen Sicherheits-Testzentrum fest. Etliche renommierte Firmen haben diese Kompetenz des Institutes vor der Markteinführung von Li-Ionen-Akkus in ihre Endprodukte bereits erfolgreich genutzt. Dies spricht für ihre besondere Verantwortung gegenüber ihrem Marktsegment: Ein einziges in Verruf geratenes – mit Li-Ionen-Akku betriebenes – Endprodukt kann das gesamte Marktsegment schädigen. Ein Beispiel für negative Auswirkungen auf die gesamte Branche sind die wenigen Brände von Elektroautos, die jedoch ein großes Echo in der Presse und sogar einen Rückgang des Aktienkurses eines betroffenen Fahrzeugherstellers ausgelöst haben. Die tagtäglichen Brände von Autos mit Verbrennungsmotor hingegen werden nicht beachtet.

Dass diese Analytik nicht nur örtlich auf das Fraunhofer ICT beschränkt ist, konnte bereits bei zwei Crashtests mit Elektrofahrzeugen in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Straßenwesen (bast) gezeigt werden. Durch die mobile und trotzdem sehr sensible Analytik konnte nach den Crashes »grünes Licht« für die Feuerwehr gegeben werden, da keinerlei entzündliche oder giftige Gase ausgetreten sind und in beiden Fällen die Batterie des Elektrofahrzeugs unversehrt blieb.

Da das Fraunhofer ICT selbst an Batteriesystemen forscht und auch ein reger Informationsaustausch in der Allianz Batterien der Fraunhofer-Gesellschaft stattfindet, kennen die Wissenschaftler auch schon die Anforderungen an die Sicherheitstests der Batteriesysteme von morgen und übermorgen.

**1** *Thermoblock-Versuch als Sicherheitstest an einer Lithium-Ionen-Pouchzelle: Venting/Ausblasen von entzündlichen Elektrolytbestandteilen.*

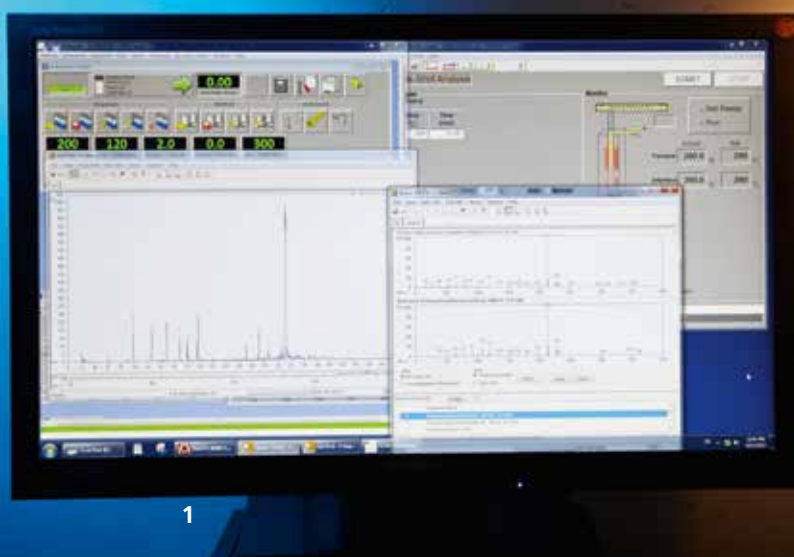
**2** *Dokumentation des thermischen Durchgehens einer Li-Ionen-Zelle.*

---

**Kontakt** Matthias Krampfert | Telefon +49 721 4640-661 | [matthias.krampfert@ict.fraunhofer.de](mailto:matthias.krampfert@ict.fraunhofer.de)  
Dr. Michael Abert | Telefon +49 721 4640-658 | [michael.abert@ict.fraunhofer.de](mailto:michael.abert@ict.fraunhofer.de)

---





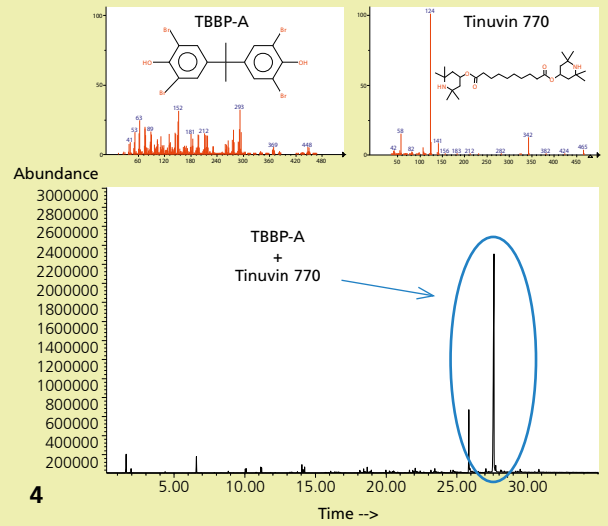
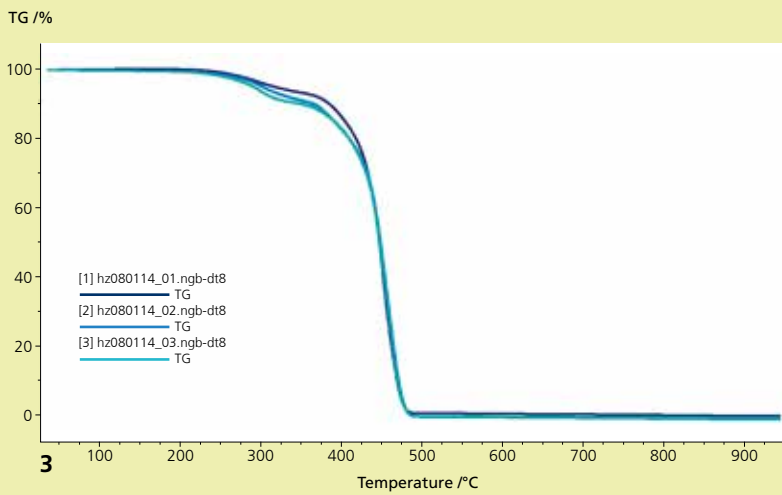
## CHEMISCHE CHARAKTERISIERUNG VON KUNSTSTOFFEN MITTELS PYROLYSE-GC-MS (PYGC-MS)

Der zunehmende Einsatz von polymeren Werkstoffen in allen Lebensbereichen erfordert empfindliche und zuverlässige Methoden zur Analyse der verwendeten Stoffe in Alltagsprodukten. Die Identifizierung und Charakterisierung von polymeren Materialien rückt dabei unter verschiedenen Aspekten immer weiter in den analytischen Fokus (zum Beispiel beim Kunststoffrecycling, bei Schadensanalysen im Automobil- und Innenraumbereich, bei der Kunststoffverarbeitung). Die Pyrolyse-GC-MS ist eine analytische Methode, mittels derer nahezu alle Probenmaterialien (fest oder flüssig) ohne vorherige Probenaufbereitung charakterisiert werden können und für die nur geringste Probemengen benötigt werden (30 µg bis 1 mg).

Die Kombination der analytischen Pyrolyse mit der Technik der Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) erweitert die Möglichkeiten, die chemischen Eigenschaften von polymeren Materialien zu untersuchen und zu charakterisieren. So kann diese Kopplungstechnik Aufschluss über die Art der Kunststoffe, die Zusammensetzung von Materialien, die zugesetzten Additive, die Anteile an Restmonomer sowie über enthaltene Fremdstoffe (Kontaminationen) geben. Neben der rein chemischen Charakterisierung eines Materials ist die PyGC-MS-Technik aber auch für die Materialforschung von Interesse. So lassen sich Aussagen über die Beständigkeit eines Materials unter Temperatureinfluss treffen oder Informationen über den Einfluss diverser Additive auf die Herstellung und Verwendung des Endproduktes erarbeiten. Eine weitere Fragestellung ist die Emission bzw. das Ausgasen von Schadstoffen unter Temperatureinfluss während diverser Verarbeitungsschritte oder beim Recycling von Kunststoffen. Mit der PyGC-MS können all diese Verfahrensschritte im Vorfeld simuliert werden.

### Ausstattung

Unser Labor ist mit einer Multifunktions-Pyrolyse gekoppelt und mit einem GC-MS ausgestattet. Dieses Pyrolysesystem bietet durch einen breiten Temperaturbereich von 40°C bis 1050°C die Möglichkeit, diese Technik gleichzeitig für temperaturempfindliche Materialien wie für extrem temperaturstabile Stoffe einzusetzen. Zum Einsatz kommen hier sehr kleine Mengen des Probenmaterials (0,3 bis 1 mg). Diese werden in speziell deaktivierte Proben-Cups aus Edelstahl eingewogen und in den Pyrolyseofen eingebracht. Nach der thermischen Behandlung der Proben werden die Emissionsprodukte kurzzeitig in einer Kryofalle gesammelt, anschließend komplett zum Kapillar-GC-System transferiert, dort aufgetrennt und im MS detektiert.



Je nach Fragestellung kann zwischen verschiedenen thermischen Desorptionstechniken gewählt werden. So können komplexe Systeme durch die Kombination von mehreren Thermodesorptionsschritten und einer abschließenden Pyrolyse in verschiedene Abschnitte zerlegt werden. Die unterschiedlichen Temperaturbereiche werden so separat voneinander analysiert. Dies bietet die Möglichkeit, in niedrigeren Temperaturbereichen thermisch instabile Komponenten unzersetzt zu detektieren (Lösungsmittelabtrennung) und Additivsubstanzen sowie Restmonomere vom eigentlichen Polymer zu trennen und zu identifizieren. Die Analyse komplexer Kunststoffe wird so möglich.

- 1 *Beispiel-Pyrogramm eines Kunststoffes.*
- 2 *PyGC-MS-Anlage mit Kryokühlung.*
- 3 *TGA unter N<sub>2</sub>-Atmosphäre mit HZ von 10K/min.*
- 4 *PyGC-MS bis 400°C unter Helium.*

## Projekt

Die Pyrolyse-GC-MS dient hauptsächlich der qualitativen Analyse und ist bei Mehrstoffgemischen nur bedingt kalibrierbar. In einem Vorlauforschungsprojekt des Fraunhofer ICT erfolgte die Entwicklung einer Methode, bei der über PyGC-MS ein Kunststoff und dessen Zusätze identifiziert und die Additive anschließend über LC-MS quantitativ bestimmt wurden. Um die Temperaturenstufen für die PyGC-MS festzulegen, wurde als Erstes ein Thermogramm der Kunststoffe aufgenommen.

Vor der eigentlichen Zersetzung des Kunststoffes ist bei allen Proben ein leichter Massenverlust zwischen 280°C und 350°C sichtbar. Ab einer Temperatur von 410°C beginnt eine rasch fortschreitende Zersetzung, die bei 500°C rückstandslos abgeschlossen ist. Die Signale der zu analysierenden Additive sind im unteren Temperaturbereich bis 380°C zu erwarten. Die erste Temperaturstufe für die PyGC-MS wurde deshalb bis 400°C gefahren (1).

Im Chromatogramm sind zwei Additive, das bromhaltige Flammenschutzmittel TBBPA und der UV-Stabilisator Tinuvin 770, nachweisbar. Diese beiden Substanzen konnten in der LC-MS kalibriert und quantifiziert werden (2).

Abgerundet werden die Möglichkeiten zur chemischen Charakterisierung von Kunststoffen neben der thermogravimetrischen Analyse (TGA) und der pyrolysechromatographischen Detektion (PyGC-MS) durch die Gel-Permeations-Chromatographie (GPC). Mit diesem Verfahren kann die Molmasseverteilung eines Polymers oder Copolymers in verschiedenen Lösungsmitteln bestimmt werden. Die Bestimmung anorganischer Polymerkomponenten erfolgt über einen Mikrowellenaufschluss mit anschließender ICP-OES-Analyse.

## PREFORMCENTER VERVOLLSTÄNDIGT AUTOMATISIERTE RTM-PROZESSKETTE

Mit einem Preform-Center zur automatisierten Preformherstellung in Zusammenarbeit mit der Firma Dieffenbacher GmbH baut der Produktbereich Polymer Engineering seine Aktivitäten auf dem Gebiet des Leichtbaus weiter aus. Mithilfe dieser Anlagentechnik kann die komplette Preformherstellung vom Lagen-zuschnitt über die Binderapplikation bis hin zur Formgebung abgebildet werden. Die Verknüpfung der Einzelprozessschritte wird durch geeignete Handhabung sichergestellt. Diese erfolgt durch ausgewählte Greifer als Endeffektoren der eingesetzten Roboter.

Der Klimawandel und seine Folgen erfordern von der Gesellschaft weltweit einen energie- und ressourceneffizienten Lebensstil. Nur wenn die Emissionen von Treibhausgasen in den nächsten Jahren stark zurückgehen, lässt sich die Erderwärmung langfristig begrenzen. Da die emittierten Schadstoffe unmittelbar vom Energieverbrauch eines Fahrzeuges mit abhängen, wird dem Leichtbau in der Fahrzeugindustrie ein strategischer Faktor im Hinblick auf die Reduzierung der Luftverschmutzung zugeschrieben.

Dazu werden neben den etablierten Leichtbauwerkstoffen wie hochfesten Stählen, Aluminium, Magnesium oder Titan immer häufiger faserverstärkte Kunststoffe eingesetzt. Diese haben aufgrund ihrer dichtespezifischen Materialeigenschaften großes Potenzial. Insbesondere Hochleistungsfaserverbunde mit hohem Volumenanteil an Verstärkungsfasern, wie er bei der Verarbeitung von kontinuierlichen Rovings oder flächigen, textilen Faserverstärkungsstrukturen in Form von Matten, Geweben, Geflechtes und Gelegeten vorkommt, sind aufgrund ihrer hohen mechanischen Eigenschaften von besonderem Interesse. Vor allem anisotrope, lastpfadorientierte Lagenaufbauten bieten Einsatzmöglichkeiten für hochfeste Strukturbauteile in Leichtbauanwendungen. Um dieses Werkstoffsystem erfolgreich in die automobilen Großserie einzuführen, bedarf es zukünftig automatisierter, robuster und qualitätsgesicherter Fertigungstechnologien.

Das Technologie-Cluster Composites (TC<sup>2</sup>) mit den beteiligten Verbundpartnern Fraunhofer ICT, Institut für Flugzeugbau der Universität Stuttgart (IFB), Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf (ITV) sowie den Instituten für Produktionstechnik (wbk) und Fahrzeugsystemtechnik (FAST) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) hatte unter anderem den Auftrag, die Industrialisierung der RTM-Prozesskette zur Fertigung von Strukturbauteilen für den Fahrzeugleichtbau voranzubringen. Herausragendes Merkmal von TC<sup>2</sup> war die ganzheitliche



Betrachtung der technologischen Herausforderungen, die nicht von Einzelproblemen ausgeht, sondern Zusammenhänge und Wechselwirkungen innerhalb durchgängiger Ketten in den Fokus stellen.

Betrachtet man die Kostenstruktur entlang der RTM-Prozesskette, wird deutlich, dass dem automatisierten Preforming eine Schlüsselfunktion zukommt. Durch Automatisierung der Handhabungsoperationen sowie des Umformvorgangs (Drapierprozess) innerhalb des Preforming-Verfahrens können Zykluszeiten bei der Produktion drastisch verringert werden, was zu einer signifikanten Reduktion der Gesamtproduktionskosten des RTM-Prozesses führt. Gleichzeitig steigt bei zunehmendem Automatisierungsgrad die Reproduzierbarkeit der Bauteilqualität, was sich unwillkürlich in sinkenden Produktionsausschussraten bemerkbar macht. Während bis vor Kurzem Hochleistungsfaserverbunde nur in hochwertigen Sportwagen in einer 100er- bis 1000er- Serie zum Einsatz kamen, wurde im Projekt BMW i die 10.000er-Serie erfolgreich in Angriff genommen\*. Eine weitere Steigerung der Stückzahlen in diesem Segment wird angestrebt.

Im Rahmen von TC<sup>2</sup> wurden grundlegende Drapier- und Fixierstrategien zur Preformherstellung entwickelt und validiert. Für die automatisierte Herstellung komplex geformter Bauteilgeometrien hat sich das sequenzielle Umformen von kompletten Lagenaufbauten, sogenannte Stacks, mithilfe eines Mehrfachstempel-Werkzeuges herausgestellt. Dabei wurden die Lagenaufbauten lokal vorgespannt. Zur Form- und Lagefixierung der textilen Halbzeuge hat sich die lokale Applikation reaktiver Bindersysteme bewährt. Basierend auf diesen grundlegenden Vorarbeiten konnte das PreformCenter erfolgreich am Fraunhofer ICT in Betrieb genommen werden.

**1** *Endeffektor zur Handhabung von Halbzeug-zuschnitten.*

**2** *Drapierwerkzeug für das sequenzielle Preforming flächiger textiler Halbzeuge.*

\* Lässig, R.; Eisenhut, M.; Matthias, A.; Schulte, R.; Peters, F.; Kühmann, T.; Waldmann, T.; Begemann, W.: Serienproduktion von hochfesten Faserverbundbauteilen – Perspektive für den deutschen Maschinen- und Anlagenbau. Studie, Roland Berger Strategy Consultants, 2012

## AUFBEREITUNG VON HYBRIDBAUTEILEN

Für ein ganzheitliches ökonomisches und ökologisches Recycling von Kompositbauteilen muss die gesamte Recyclingkette von der Demontage über die Aufbereitung bis hin zur Bereitstellung von verarbeitungsfähigen Sekundärrohstoffen betrachtet werden. Insbesondere bei großformatigen Bauteilen, wie zum Beispiel Rotorblättern von Windkraftanlagen, Flugzeugbauteilen oder speziellen Abfallströmen aus der Automobilindustrie gestalten sich die ersten Recyclingschritte oft schwierig.

Die Demontage dient hier nach dem Stand der Technik lediglich zur Bereitstellung transportfähiger genehmigungsfreier Bauteilsegmente und nicht der Separierung der Systeme in einzelne Fraktionen oder Werkstoffgruppen. Die zurzeit zur Entsorgung anfallenden Rotorblätter bestehen zu einem Großteil aus glasfaserverstärkten Kunststoffen in Sandwichbauweise mit Kunststoffschaum oder Balsaholz als Füllstoff. Des Weiteren besitzt ein Rotorblatt einen Metallflansch mit einer Vielzahl von metallischen Verbindungselementen am Rotorblattanfang und im Inneren einige Kupferleitungen, unter anderem als Blitzableiter. Die neuere Generation Rotorblätter besitzt teilweise, insbesondere in den mechanisch stark belasteten Rotorblattbereichen, kohlenstoffverstärkte Kompositbauteile. Innovative Demontagetechniken, die in geringerer Entfernung vom Standort der rückzubauenden Windkraftanlage eingesetzt werden könnten und die außerdem die Möglichkeit der fraktionierten Bauteil- bzw. Materialtrennung ermöglichen, sind von großem industriellen Interesse und werden innerhalb eines Projektes entwickelt. Eine solche Technologie würde zum einen den sehr aufwendigen Transport der Windkraftanlagen und zum anderen die anschließenden Prozesse der Aufbereitung und Faserrückgewinnung wesentlich effizienter gestalten.

Im Rahmen des Projektes »Recycling von Kompositbauteilen aus Kunststoffen als Matrixmaterial«, welches in dem Verbund Forcycle vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz gefördert wird, wird in einem ersten Schritt die energetische Demontage von Rotorblättern in handhabbare Bauteile mit dem Ziel der fraktionierten Trennung und in einem zweiten Schritt die materialspezifische Aufbereitung untersucht. Mit mechanischen, chemischen und thermischen Aufbereitungsverfahren sollen primär die im Verbund eingebetteten Fasern und Partikel mit hoher Produktqualität, aber auch das Matrixmaterial recycelt werden. Ziel des Projektes ist die Rückgewinnung der Sekundärrohstoffe zum erneuten hochwertigen Einsatz in Produkten und die Entwicklung eines ökonomisch und ökologisch effizienten Recyclingprozesses. Neben den Möglichkeiten der mechanischen Aufbereitung der Polymerkomposite durch





Zerkleinerung, Klassierung und Sortierung und dem Einfluss auf die Faserlänge- und -qualität und den Maschinenverschleiß sowie die Energieeffizienz werden in diesem Projekt die Faser-rückgewinnung durch Solvolyse und den Einsatz überkritischer Fluide untersucht. Überkritische Fluide vermögen dank ihrer fehlenden Oberflächenspannungen in alle Materialien einzudringen und so den Materialverbund wieder zu lösen. Abschließend wird eine ganzheitliche Bilanzierung des neuen Prozesses für das Recycling von Rotorblättern durchgeführt.

**1** *Abbau der Rotorblätter an einer Windkraftanlage im Schwarzwald.*

In einem zweiten, vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz im Forcycle Projektverbund geförderten Projekt »Produktgestaltung mit Sekundärrohstoffen in der Baustoff- und Keramikindustrie« werden die Möglichkeiten des Recyclings von hybriden Baustoffabfällen aus dem Hochbau und die Herstellung von marktfähigen Produkten aus diesen Sekundärrohstoffen untersucht. Der zweite Teil des Projektes beschäftigt sich mit dem Einsatz von Baustoffschutt und von recyclingfähigen Keramikreststoffen zur Herstellung neuer Produkte aus diesen zwei Stoffströmen.

Diese Projekte werden gemeinsam mit der im Jahre 2014 gegründeten Fraunhofer-Forschungsgruppe »Partikeltechnologie, Rohstoffinnovationen und Ressourceneffizienz« an der Technischen Hochschule Nürnberg bearbeitet. Diese Forschungsgruppe ist eine gemeinsame Einrichtung des Produktbereiches Umwelt Engineering des Fraunhofer ICT und der TH Nürnberg, die sich mit Themen der Partikeltechnologie, wie unter anderem der Technologie zur Steigerung der Produkteigenschaften partikulärer Systeme, den Aufbereitungstechnologien für Primärrohstoffe im Bereich der nachwachsenden und mineralischen Rohstoffe, der Sekundärrohstoffaufbereitung, der Rohstoffanalytik, der Materialprüftechnik und Partikelcharakterisierung sowie den Themen Ressourceneffizienz, prozessintegrierte Emissionsminderung und den dazu erforderlichen Bewertungskriterien beschäftigt und gemeinsam Forschungs- und Entwicklungsprojekte zu diesen Themen durchführt.

---

**Kontakt** Prof. Dr. Ulrich Teipel | Telefon +49 721 4640-527 | [ulrich.teipel@ict.fraunhofer.de](mailto:ulrich.teipel@ict.fraunhofer.de)  
Elisa Seiler | Telefon +49 721 4640-354 | [elisa.seiler@ict.fraunhofer.de](mailto:elisa.seiler@ict.fraunhofer.de)

---



# ANHANG

---

# AUSBILDUNG, NACHWUCHSFÖRDERUNG UND THEOPRAX

---

»Die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes beginnt nicht in der Fabrikhalle oder im Forschungslabor. Sie beginnt im Klassenzimmer« (Lee Iacocca). Klassenzimmer im erweiterten Sinn sind auch außerschulische Lernorte. So wird am Fraunhofer ICT jungen Menschen die Möglichkeit geboten, durch Schülerpraktika oder TheoPrax-Projektarbeit die Berufswelt eines Forschenden zu erleben.

## **Nachwuchsförderung wird am Fraunhofer ICT durch viele Aktivitäten gelebt**

Einen ersten Einblick in die Arbeitswelt der Forscher können sich alljährlich rund 50 Mädchen im Alter von 10 bis 16 Jahren beim Girls' Day verschaffen. Mitarbeiter des Fraunhofer ICT stellen in verschiedenen Workshops spannende Experimente mit Bezug zum naturwissenschaftlichen Arbeiten vor. Im Rahmen eines Praktikums (BOGY bzw. BORS) bietet das Fraunhofer ICT interessierten Schülerinnen und Schülern (SuS) für eine bessere Berufsorientierung die Möglichkeit, die Berufsfelder im naturwissenschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Bereich sowie im Bereich der Werkstätten und Technika kennenzulernen. Durch das regelmäßige Kursangebot bei der vorwiegend naturwissenschaftlich ausgerichteten Science Academy Baden-Württemberg – einer Sommerakademie für hochbegabte Jugendliche der Klassenstufen 8 und 9 – und durch Angebote im Rahmen der Fraunhofer Talent School für interessierte SuS der Klassenstufen 10 und 11 wird die Nachwuchsförderung am und durch das Fraunhofer ICT ergänzt.

## **Ausbildung am ICT – wir bilden dort aus, wo Forschen Spaß macht**

Durch die Vielfalt der Forschungsthemen, die am Fraunhofer ICT bearbeitet werden, bietet sich die Möglichkeit, jungen Menschen in unterschiedlichen Arbeitsbereichen Ausbildungsplätze zur Verfügung zu stellen. Im vergangenen Jahr waren am Institut 17 Auszubildende in fünf Berufsbereichen beschäftigt. Im Laborbereich werden angehende Chemielaboranten und Physikalaboranten und im Bereich der Elektro- und Metallberufe Industriemechaniker sowie Kunststoff- und Verfahrensmechaniker ausgebildet. Zusätzlich durchläuft derzeit ein Auszubildender im Bereich Mediengestaltung (Digital und Print) seine Ausbildung. Neben der Vermittlung der fachlichen Kompetenzen durch die praktische Ausbildung am Institut wird großer Wert auf die Stärkung der sozialen Kompetenzen der jungen Auszubildenden gelegt. Alle Auszubildenden des Fraunhofer ICT nehmen dazu am Anfang ihrer Ausbildungszeit am Kernqualifikationsseminar der Fraunhofer-Gesellschaft teil. Ebenso verbringen sie jedes Jahr einige Tage zusammen auf einem institutsinternen Seminar für Auszubildende. Die hervorragende Ausstattung der Laboratorien, Technika und Werkstätten des Fraunhofer ICT ermöglicht eine hochqualifizierte berufliche Ausbildung im Betrieb. Im Ausbildungsbereich der Chemielaboranten wird ein wöchentlich stattfindender betriebsinterner Unterricht angeboten, bei dem die Auszubildenden

die Möglichkeit erhalten, das in der Berufsschule erlernte theoretische Wissen zu festigen und zu vertiefen. In drei der fünf Ausbildungsbereiche wirken Ausbilder des ICT ehrenamtlich in den fachspezifischen Prüfungsausschüssen mit, auch um sich über das aktuelle Anforderungsniveau in den jeweiligen Ausbildungssparten zu informieren. Ein regelmäßiger Austausch der an der Ausbildung beteiligten Mitarbeiter stellt einen reibungslosen Ablauf der betrieblichen Ausbildung sicher.

### **TheoPrax – Projektarbeit im Angebots-Auftrags-Verhältnis**

Seit 1996 arbeitet das TheoPrax-Zentrum im Fraunhofer ICT an der schulischen und universitären Integration der TheoPrax-Methodik, die von Prof. Peter Eyerer und Dörthe Krause entwickelt wurde. Alleinstellungsmerkmal von TheoPrax ist gegenüber anderen Projektinitiativen der Ernstcharakter, in dem die Projektarbeit von Schülern bearbeitet wird – das Angebots-Auftrags-Verhältnis (Schüler zu Auftrag gebender/gebendem Firma/Forschungsinstitut). Neben den fachspezifischen Kenntnissen müssen die SuS daher auch erste Schritte im Projektmanagement erlernen und direkt anwenden (Zielentwicklung, Strukturplan, Kostenplan, Zeitplan, Risikoplanung usw.). Das unternehmerische Denken und Handeln wird dabei zugleich in Praxis und Theorie geübt. Gleichzeitig setzen sich die Jugendlichen aktiv und hoch motiviert mit aktuellen und gesellschaftlich relevanten Themen auseinander und entwickeln selbst kreative Lösungsvorschläge. Mehr als 1000 Projekte wurden bisher bundesweit durch Schüler- und Studierenden-Teams, begleitet durch TheoPrax-Betreuer, erfolgreich durchgeführt. Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt bei TheoPrax ist die Durchführung von Lehrerfortbildungen zur Projektarbeit mit Ernstcharakter in Schulen. Das TheoPrax-Zentrum am ICT hat ein Netzwerk von zur Zeit 14 weiteren regional arbeitenden Zentren in der Bundesrepublik aufgebaut; international ergänzen ein Zentrum in Brasilien sowie ein Zentrum in Oberösterreich dieses Netzwerk.

Ein Ziel von TheoPrax ist es, MINT-Fachbereiche und ökonomische Bildung in Schulen zusammenzubringen. TheoPrax ist daher aktives Gründungsmitglied des Initiativkreises »Unternehmergeist in die Schulen« des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Gründungsmitglied des Fördervereins der Science Academy Baden-Württemberg e. V. für hochbegabte Jugendliche, Mitglied von »Lernort Labor«, Bundesverband der Schülerlabore e. V. und Mitglied der Schülerakademie Karlsruhe.

---

<b>Kontakt</b>	Ausbildung	Dr. Monika Jakob   Telefon +49 0721 4640-331   <a href="mailto:monika.jakob@ict.fraunhofer.de">monika.jakob@ict.fraunhofer.de</a>
	TheoPrax	Martina Parrisius   Telefon +49 0721 4640-325   <a href="mailto:martina.parrisius@ict.fraunhofer.de">martina.parrisius@ict.fraunhofer.de</a>
	Praktika	Elke Becker   Telefon +49 0721 4640-335   <a href="mailto:elke.becker@ict.fraunhofer.de">elke.becker@ict.fraunhofer.de</a>

---



# WIRTSCHAFTLICHE ENTWICKLUNG

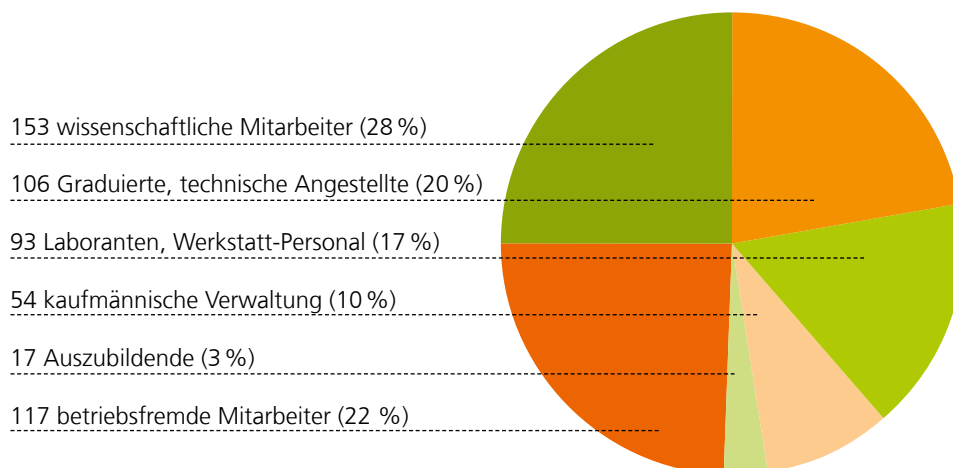
In 2014 war die wirtschaftliche Situation schwieriger als in den Vorjahren. Wir sind zum Jahresanfang mit vergleichsweise niedrigen Kennwerten, bezogen auf den zu erzielenden neutralen Betriebshaushalt und auf den zu erreichenden reinen Wirtschaftsanteil (ohne Verbundprojekte) von über 30 Prozent, gestartet. Gründe dafür sind nach unserer Einschätzung zum einen fehlende Ausschreibungen in den Verbundforschungsprogrammen, zum Beispiel bedingt durch den Wechsel des Forschungsrahmenprogrammes der EU, und zum anderen ein zunehmender nationaler und internationaler Wettbewerb bei Forschungs- und Entwicklungsprogrammen und bei den Industriekundenprojekten.

Um dieser Entwicklung Rechnung zu tragen, haben wir bereits zum Anfang des Jahres damit begonnen, unsere Sachmittelausgaben zu reduzieren und unseren Personalstamm in diesem Jahr nicht zu erweitern. Durch diese Maßnahmen sowie durch sehr guten Akquisitionserfolg im laufenden Jahr sowohl bei öffentlichen Ausschreibungen als auch bei unseren Industriekunden ist es gelungen, auch das vermeintlich wirtschaftlich schwierige Jahr in einen in allen Indikatoren positiven Jahresabschluss zu wandeln.

Unser Betriebshaushalt ist 2014 von 33,0 Millionen auf 34,1 Millionen Euro leicht angewachsen. Das Wachstum ist auf die tarifbedingten Lohnsteigerungen zurückzuführen. Bei den sogenannten »Sachmitteln« haben wir 2014 Ausgaben in Höhe von etwa 7,5 Millionen Euro verbucht und damit im Vergleich zum Vorjahr etwa 1,1 Millionen Euro eingespart. Auf der Erlösseite haben wir bei den nationalen Förderprogrammen leichte Rückgänge zu verzeichnen, bei der EU hingegen einen leichten Anstieg, der jedoch ohne die ca. einjährige Ausschreibungspause höher ausgefallen wäre. Bei den Industrieprojekten konnten wir den extrem hohen Vorjahreswert von 2013 nicht erreichen, sondern blieben mit Einnahmen von etwa 6,8 Millionen Euro knapp 900.000 Euro darunter. Dennoch haben wir auch 2014 einen Industrieerlösanteil von 31,6 Prozent erreicht.

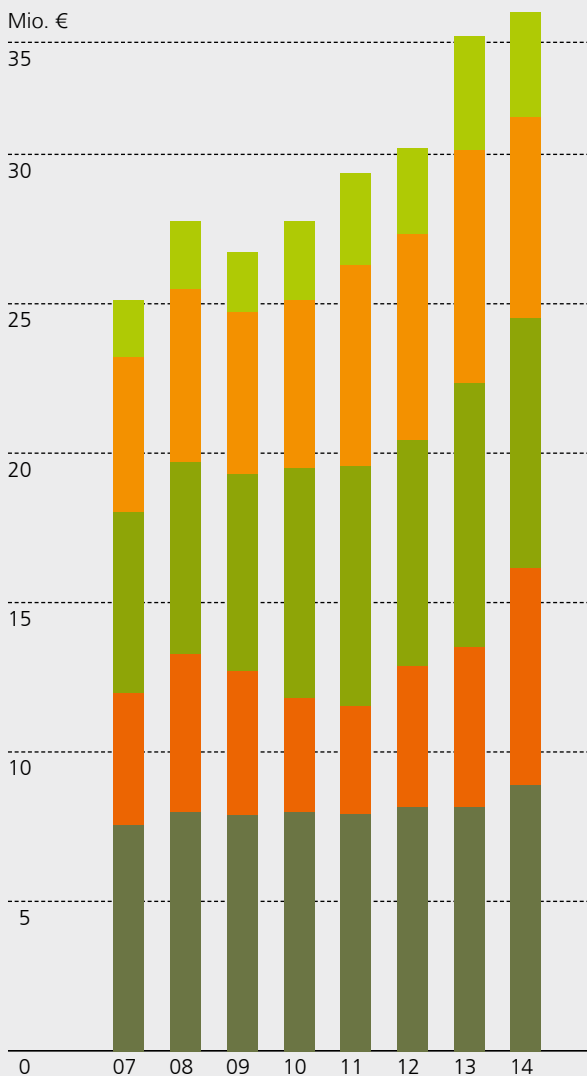
Unsere wirtschaftlichen Kennzahlen zum Jahresbeginn lassen uns optimistisch in das laufende Jahr 2015 blicken. Wir sind uns jedoch auch der Herausforderungen, die aus den Haushaltskürzungen des Bundes resultieren, sowie des verschärften Wettbewerbs bewusst.

## Personalstruktur des Fraunhofer ICT: Stand 31. Dezember 2014



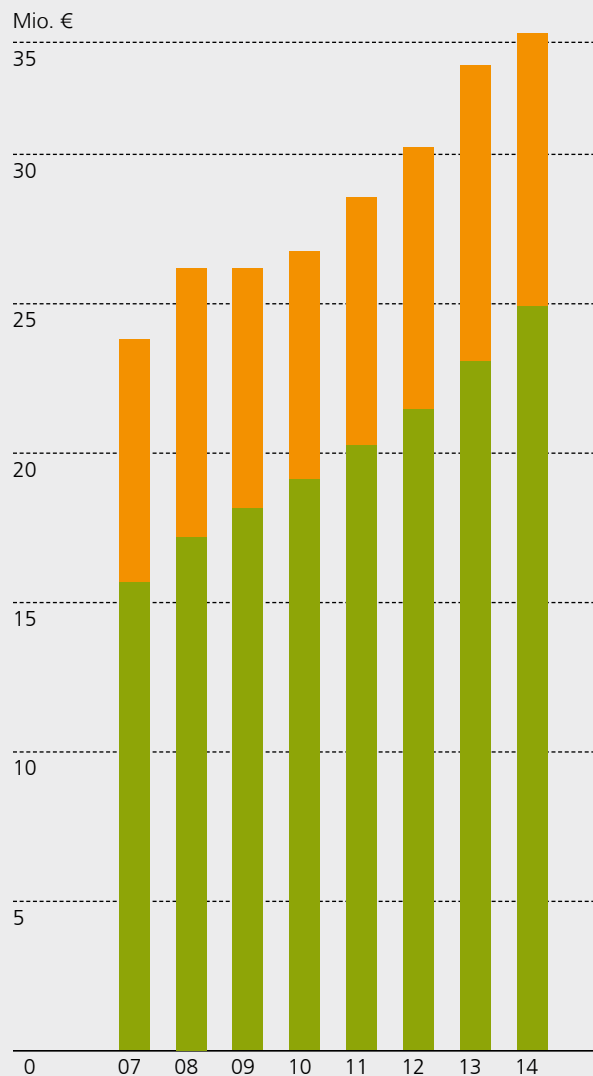
## Finanzielle Entwicklung des Fraunhofer ICT 2007 bis 2014.

### Erträge



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

### Aufwendungen



- Sachkosten
- Personalkosten

# ORGANIGRAMM UND KONTAKT

## INSTITUTS-LEITUNG

### Institutsleitung

Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner



### Stellvertretende Institutsleitung

Dr. Horst Krause, Prof. Dr. Frank Henning

## PRODUKTBEREICHE

### Querschnittsaufgaben

Dr. Bernd Hefer



### Stellvertreterin

Claudia Steuerwald

### Zentrales Management

Dr. Stefan Tröster



### Energetische Materialien

Dr. Horst Krause



### Stellvertreter

Dr. Thomas Keicher, Dr. Stefan Löbbbecke

### Energetische Systeme

Dipl.-Phys. Wilhelm Eckl,  
Dipl.-Phys. Gesa Langer



### Stellvertreter

Dr. Jochen Neutz

### Angewandte Elektrochemie

Dr. Jens Tübke



### Stellvertreter

Dr. Karsten Pinkwart

### Umwelt Engineering

Dipl.-Chem. Rainer Schweppe



### Stellvertreter

Dipl.-Ing. Steffen Rühle

### Polymer Engineering

Prof. Dr.-Ing. Frank Henning



### Stellvertreter

Dr. Jan Diemert, Dr. Timo Huber

## PROJEKTGRUPPEN

### Projektgruppe Nachhaltige Mobilität, Wolfsburg

Dr. Jens Tübke

### Projektgruppe Neue Antriebssysteme NAS, Karlsruhe

Dr. Hans-Peter Kollmeier  
Prof. Dr. Peter Elsner, Prof. Dr. Peter Gumbsch (IWM)

### Institutsteil Fraunhofer ICT-IMM, Mainz

Prof. Dr. Michael Maskos

### Institutsteil Funktionsintegrierter Leichtbau FIL, Augsburg

Prof. Dr. Klaus Drechsler (TUM), Prof. Dr. Frank Henning

### Fraunhofer Project Center for Composite Research, London/Ontario, Canada

Prof. Dr. Frank Henning

### Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP, Leuna

Prof. Dr. Thomas Hirth (Fraunhofer IGB),  
Dipl.-Chem. Rainer Schweppe

## INSTITUTSLEITUNG

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

### Stellvertreter

Prof. Dr. Frank Henning  
Telefon +49 721 4640-420 | frank.henning@ict.fraunhofer.de  
Dr. Horst Krause  
Telefon +49 721 4640-143 | horst.krause@ict.fraunhofer.de

## PRODUKTBEREICHE

### Energetische Materialien

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

### Energetische Systeme

Dipl.-Phys. Gesa Langer  
Telefon +49 721 4640-317 | gesa.langer@ict.fraunhofer.de  
Dipl.-Phys. Wilhelm Eckl  
Telefon +49 721 4640-355 | wilhelm.eckl@ict.fraunhofer.de

### Polymer Engineering

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

### Umwelt Engineering

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

### Angewandte Elektrochemie

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

### Zentrales Management

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

### Querschnittsaufgaben

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

## PROJEKTGRUPPEN

### Institutsteil Funktionsintegrierter Leichtbau FIL

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

### Fraunhofer-Projektgruppe Neue Antriebssysteme NAS

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

### Fraunhofer Project Center for Composites Research

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

### Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP

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

### Projektgruppe Nachhaltige Mobilität

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

### Institutsteil Fraunhofer ICT-IMM

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

## DIENSTLEISTUNGEN & TECHNOLOGIETRANSFER

### Beratungsstelle Partikeltechnologie

Dr. Michael Herrmann  
Telefon +49 721 4640-681 | michael.herrmann@ict.fraunhofer.de

### Beratungsstelle Kunststoffcompounds

Andrei Holzer  
Telefon +49 721 4640-357 | andrei.holzer@ict.fraunhofer.de

### Gesellschaft für Umweltsimulation e. V. GUS

Dr. Thomas Reichert  
Telefon +49 721 4640-462 | thomas.reichert@ict.fraunhofer.de

### TheoPrax-Zentrum

Martina Parrisius  
Telefon +49 721 4640-325 | martina.parrisius@ict.fraunhofer.de

---

# KURATORIUM

---

**Dr. Wolfgang Böttger**

Dynamit Nobel Defence GmbH, Burbach

**Wolf-Gerd Dieffenbacher**

DIEFFENBACHER GmbH + Co. KG, Eppingen

**Achim Friedl**

Bundesministerium des Innern, Berlin

**Dr.-Ing. Axel Homburg**

Ehrevorsitzender

**MinDirig Michael Kleiner**

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

**Brigadegeneral Erich Könen**

Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnologie und  
Nutzung der Bundeswehr, Koblenz

**Dr.-Ing. Guido Kurth**

Bayern-Chemie GmbH, Aschau am Inn

**Prof. Dr.-Ing. Detlef Löhe**

KIT Karlsruhe, Kuratoriumsvorsitzender

**Kay Nehm**

Generalbundesanwalt i. R.

**Wolf-Rüdiger Petereit**

Neuwied

**Prof. Dr.-Ing. Stefan Schlechtriem**

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

**Dipl.-Kfm. Jörg Schneider**

WERIT Kunststoffwerke W. Schneider GmbH, Altenkirchen

**MinR Norbert M. Weber**

Bundesministerium der Verteidigung, Bonn

**MinR Dr. Joachim Wekerle**

Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, Stuttgart

**Dr. Hans-Ulrich Wiese**

Gräfelfing

**MinR Dr. Stefan Wimbauer**

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

**Dr. Tobias Wirtz**

Premium Aerotech GmbH, Augsburg

**Beate Zika-Beyerlein**

ElringKlinger Abschirmtechnik (Schweiz) AG, Sevelen, Schweiz

**Dr.-Ing. Michael Zürn**

Daimler AG, Sindelfingen



---

# VERBÜNDE, ALLIANZEN UND INNOVATIONSCUSTER

---

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

---

## Fraunhofer-Verbünde

---

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

### Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS

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

### Fraunhofer-Verbund Verteidigungs- und Sicherheitsforschung VVS

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

---

## Fraunhofer-Allianzen

---

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

### Fraunhofer-Allianz autoMOBILproduktion

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

### Fraunhofer-Allianz Batterien

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

### Fraunhofer-Allianz BAU

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

**Fraunhofer-Allianz Energie**

- Erneuerbare Energien: Solarenergie, Biomasse, Windkraft
- Effizienztechnologien: KWK-Technologien, Gasbereitstellung, Speicher- und Energieumwandlungstechnologien, Brennstoffzellen etc.
- Gebäude und Komponenten: Niedrigstenergiehäuser, Gebäudeenergie-technik etc.
- Intelligente Energienetze: systemtechnische Netzintegration von verteilten Stromerzeugern etc.
- Speicher- und Mikroenergie-technik: Lithium-Technologie für Batterien, Brennstoffzellensysteme

**Fraunhofer-Allianz Leichtbau**

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

**Fraunhofer-Allianz Nanotechnologie**

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

**Fraunhofer-Allianz Space**

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

**Innovationscluster – schneller von der Idee zum Produkt**

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

**Technologien für den hybriden Leichtbau****»KITE hyLITE«, Karlsruhe**

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

**»Future Urban Security«, Baden-Württemberg**

- Technologien zum Schutz und zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit von urbanen Infrastrukturen
- Technologien für Einsatzkräfte und Katastrophenhelfer
- Technologien zur Detektion und Neutralisation von Gefahrstoffen

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

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

---

---

# LEHR- UND GREMIENTÄTIGKEITEN

---

---

Lehr- und Gremientätigkeiten sind wichtige Säulen eines Forschungsbetriebs. Entsprechend hielten wir 2014 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. 2014 haben wir uns außerdem in fast 120 Arbeitskreisen und Gremien eingebracht, um die Zukunft in unseren Themengebieten mitzugestalten.

Die Übersicht unserer Lehr- und Gremientätigkeiten finden Sie auf den folgenden Seiten einzeln aufgeführt. Unsere Veranstaltungen und Messebeteiligungen sowie die Veröffentlichungen und Patente finden Sie in der Vollversion des Jahresberichts auf der CD-ROM sowie als PDF zum Download auf unserer Internetseite [www.ict.fraunhofer.de](http://www.ict.fraunhofer.de).

---

# LEHRTÄTIGKEITEN

---

---

## **Karlsruher Institut für Technologie KIT**

---

### **Institut für Angewandte Materialien – Werkstoffkunde**

Elsner, Peter

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

### **Institut für Fahrzeugsystemtechnik**

Henning, Frank

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

### **Institut für Kolbenmaschinen**

Kollmeier, Hans-Peter

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

### **Institut für Produktentwicklung IPEK**

Eyerer, Peter

- Polymer Engineering (2 Stunden, WS)

---

## **Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft**

---

### **Career Service**

Fischer, Peter

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

### **Fakultät für Maschinenbau und Mechatronik**

Merkel, Sascha

- Verbrennungsmotoren (3 Wochenstunden, WS)

### **Fakultät für Naturwissenschaften**

Graf, Matthias

- Sensortechnik (2 SWS)

## **Studiengang Maschinenbauingenieurwesen**

Guschin, Viktor

- Brückenkurs »Elementare Mathematik« (17,5 Stunden/Jahr)

### **Fakultät für Elektro- und Informationstechnik**

Graf, Matthias

- Sensorlabor 1 (2 Wochenstunden, WS + SS)

Hefer, Bernd

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

Pinkwart, Karsten

- Bio-Chemosensoren III (2 Wochenstunden, SS)

Tübke, Jens

- Elektrochemische Speichertechnik (2 Wochenstunden, WS + SS)

Urban, Helfried

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

## **Vietnamesisch-Deutsche Universität (VGU)**

### **Ho Chi Minh City (Vietnam)**

Hefer, Bernd

- Physical Chemistry (4 Wochenstunden, WS)

---

## **Duale Hochschule Baden-Württemberg, Karlsruhe**

---

### **Fakultät Technik, Studiengang Maschinenbau**

Becker, Wolfgang

- Wellen und Optik (4 Wochenstunden, WS)

Kauffmann, Axel

- Technische Mechanik I-III (3 Wochenstunden, WS, SS)
- Werkstoffkunde Kunststoffe (2 Wochenstunden, WS)
- Kunststoffverarbeitung (3 Wochenstunden, SS)
- Produktionsmaschinen (3 Wochenstunden, WS)
- Product lifecycle management (2 Wochenstunden, SS)

Rapp, Florian

- Prozesse und Methoden in der Produktentwicklung (44 Stunden/Jahr)

### **Studiengang Mechatronik**

Bader, Bernd

- Neue Werkstoffe (33 Stunden/Jahr)

Cäsar, Joachim

- Angewandte Qualitätssicherung (3 Wochenstunden, WS)

### **Studiengang Sicherheitswesen**

Gräbe, Gudrun

- Grundlagen der Umwelttechnik (3 Wochenstunden, WS)

### **Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen**

Gräbe, Gudrun

- Umwelttechnik und Recycling (3 Wochenstunden, SS)

Kauffmann, Axel

- Technische Mechanik I-II (3 Wochenstunden, WS + SS)

### **Duale Hochschule Baden-Württemberg, Mannheim**

#### **Fakultät Technik, Studiengang Maschinenbau**

Bader, Bernd

- Verarbeitung von Kunststoffen und Elastomeren (55 Stunden/Jahr)

- Konstruieren mit Kunststoffen (33 Stunden/Jahr, WS)

### **Hector School of Engineering and Management**

Henning, Frank

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

### **Technische Hochschule Nürnberg**

#### **Fakultät Angewandte Chemie und Fakultät Verfahrenstechnik**

Küttinger, Michael

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

#### **Fakultät Verfahrenstechnik**

Herrmann, Michael

- Produktgestaltung (Vorlesung/SS)

Teipel, Ulrich

- Mechanische Verfahrenstechnik (4 Wochenstunden, SS und 2 Wochenstunden, WS)

- Partikeltechnologie (4 Wochenstunden, WS)

- Partikelengineering (4 Wochenstunden, SS)

Teipel, Ulrich und Cäsar, Joachim

- Produktqualifikation, Umweltsimulation (2 Wochenstunden, SS)

### **Helmut-Schmidt-Universität – Universität der Bundeswehr Hamburg**

#### **Fakultät für Elektrotechnik**

Pinkwart, Karsten

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

### **An-Institut der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften**

#### **Trainings- und Weiterbildungszentrum Wolfenbüttel**

Cremers, Carsten

- Brennstoffzellentechnik (Blockvorlesung, 6 Doppelstunden, SS)

Tübke, Jens

- Batterietechnik (Blockvorlesung, 6 Doppelstunden, SS)

### **University of Western Ontario, Canada**

#### **Faculty of Mechanical Engineering, Material Science**

Henning, Frank

- Lightweight design of vehicles (2 Wochenstunden/WS)

- Composite manufacturing (2 Wochenstunden/WS)

#### **TheoPrax-Team**

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

# GREMIENTÄTIGKEITEN

## **Anders, Thorsten**

- Mitglied der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)

## **Armbrust, Torsten**

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

## **Baumgärtner, Sebastian**

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

## **Becker, Wolfgang**

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

## **Bohn, Manfred**

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

## **Boskovic, Dusan**

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

## **Bücheler, David**

- Mitglied des AVK Arbeitskreises SMC/BMC

## **Cäsar, Joachim**

- DKE 131 »Umweltsimulation«
- DKE 212 »IP-Schutzarten«
- Mitglied beim VDI »Umweltqualität« der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL)
- verschiedene GUS-Arbeitskreise
- DAKS-Fachbegutachter, Fachgebiet Umweltsimulation

## **Cremers, Carsten**

- Mitglied der NATO STO Task Group SET-206 »Energy Generation for Manwearable/Manportable Applications and Remote Sensors«
- 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 Industriernetzwerks der Arbeitsgemeinschaft Brennstoffzellen im Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbauer
- Mitglied der Fachgruppe angewandte Elektrochemie der Gesellschaft Deutscher Chemiker
- Mitglied der Electrochemical Society (ECS)

## **Diemert, Jan**

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



**Eckl, Wilhelm**

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

**Elsner, Peter**

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

**Eyerer, Peter**

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

**Gettwert, Volker**

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

**Gräbe, Gudrun**

- Mitglied der Wasserchemischen Gesellschaft (Fachgruppe der GDCh)

**Guschin, Viktor**

- Mitglied im Arbeitskreis Prozessanalytik der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)

**Hangs, Benjamin**

- Mitglied im Arbeitskreis »EATC – European Alliance for Thermoplastic Composites« der Industrievereinigung verstärkte Kunststoffe e. V. (AVK)
- Vertreter des Fraunhofer ICT in der Fraunhofer-Allianz Leichtbau

**Henning, Frank**

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

**Herrmann, Michael**

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

**Hübner, Christof**

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

**Joppich, Tobias**

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

**Juez-Lorenzo, Mar**

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

**Kauffmann, Axel**

- Mitglied im Fachverband Schaumkunststoffe FSK
- Mitglied in der Fraunhofer-Allianz BAU

**Keckl, Christoph**

- Mitglied in der European Alliance for SMC/BMC
- Vertreter des Fraunhofer ICT in der Fraunhofer-Allianz Leichtbau

**Klahn, Thorsten**

- Mitglied im Arbeitskreis Prozessanalytik der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)

**Knapp, Sebastian**

- Mitglied der International Pyrotechnic Society

**Kolarik, Vladislav**

- Mitglied der Gesellschaft für Korrosionsschutz e. V. GfKORR

**Krause, Dörthe**

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

**Löbbecke, Stefan**

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

**Marioth, Eric**

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

**Möller, Kai-Christian**

- stellvertretender Sprecher Fraunhofer-Allianz Batterien
- Mitglied der Electrochemical Society, Battery Division
- Mitglied der GDCh-Fachgruppe Angewandte Elektrochemie
- Mitglied des projektbegleitenden Ausschusses »AK Elektrische Energiespeichertechnik« der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e. V. (FVA)
- Mitglied im DKE-Arbeitsgremium EMOBILITY.AG50
- Mitglied in der EU M-era.NET Strategic Expert Group (SEG)

**Neutz, Jochen**

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

**Noack, Jens**

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

**Pinkwart, Karsten**

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

**Reichert, Thomas**

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

**Roeseling, Dirk**

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

**Teipel, Ulrich**

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

**Thoma, Bernd**

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

**Tübke, Jens**

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

**Urban, Helfried**

- Honorarprofessor an der Hochschule Karlsruhe

**Weiser, Volker**

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

---

# VERANSTALTUNGEN

---

5.-6. Februar 2014

**Rohstoffeffizienz und Rohstoffinnovationen**

Neues Museum, Nürnberg

17.-19. Februar 2014

**Inno.CNT-Jahreskongress 2014 – Kohlenstoff-nanomaterialien**

Kongresszentrum, Karlsruhe

20.-21. Februar 2014

**Workshop »Vibration und Schock auf der Innotesting«**

Berlin

26.-28. März 2014

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

Festhalle, Stutensee-Blankenloch

28. März 2014

**Girls' Day**

Fraunhofer ICT, Pfinztal

08. April 2014

**37. Veranstaltung im Arbeitskreis »Kunststoffe in der Pfalz«**

Fraunhofer ICT, Pfinztal

8.-9. Mai 2014

**Workshop »Reduced Platinum Expenditure for Automotive PMFCs – Concepts and Limits«**

Renaissance Hotel, Karlsruhe

20.-21. Mai 2014

**WAK Symposium »Hybride Wrkstoffe und Prozesse«**

Kongresszentrum, Karlsruhe

26. Mai 2014

**AVK-Pressenseminar**

Fraunhofer ICT, Pfinztal

24. Juni 2014

**15. Wehrtechniktag »Treibstoffsysteme und Detektion von Flugkörpern«**

Fraunhofer ICT, Pfinztal

24.-27. Juni 2014

**45<sup>h</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT: »Particles, Processing, Applications«**

Kongresszentrum, Karlsruhe

18. September 2014

**CEEES-Conference: Environmental testing and safety of batteries and fuel cells.**

Fraunhofer ICT, Pfinztal

1.-3. Dezember 2014

**airbag 2014 – 12th International Symposium and Exhibition on Sophisticated Car Occupant Safety Systems**

Kongresszentrum, Karlsruhe

---

# BETEILIGUNG AN MESSEN UND FACHAUSSTELLUNGEN

---

## **Analytica**

1.-4. April 2014  
München

## **Battery Expo and Fuel Cell Expo**

26.-28. Februar 2014  
Tokyo, Japan

## **FAKUMA**

14.-18. Oktober 2014  
Friedrichshafen

## **IFAT**

5.-9. Mai 2014  
München

## **ILA Berlin Air Show**

20.-25. Mai 2014  
Berlin

## **JEC Composites Paris**

11.-13. März 2014  
Paris, Frankreich

## **Hannover Messe**

7.-11. April 2014  
Hannover

## **Sensor + Test**

3.-5. Juni 2014  
Nürnberg

## **VDI Kongress**

2.-3. April 2014  
Mannheim

## **World of Energy Solutions**

6.-8. Oktober 2014  
Stuttgart

# VERÖFFENTLICHUNGEN

Ahlbrecht, K.; Holzapfel, M.; Tübke, J.; Hoffmann, M. J.  
**Solid state electrolytes for ambient and middle temperature next generation electrochemical storage systems.**  
ECS Trans. 2014 62(1): 197-202; doi:10.1149/06201.0197ecst

Almaviva, S.; Angelini, F.; Chirico, R.; Palucci, A.; Nuvoli, M.; Schnürer, F.; Schweikert, W.; Romolo, F. S.  
**Eye-safe UV Raman spectroscopy for remote detection of explosives and their precursors in fingerprint concentration.**  
Proceedings of SPIE, Volume 9253: Optics and Photonics for Counterterrorism, Crime Fighting, and Defence X; and Optical Materials and Biomaterials in Security and Defence Systems Technology XI, October 2014, available on the SPIE Digital Library

Antes, J.; Janitschek, W.; Keicher, T.; Löbbbecke, S.  
**Nitration chemistry in continuous flow using acetyl nitrate.**  
In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 102-1 to 102-6

Antes, J.; Jentner, D.; Löbbbecke, S.  
**Process monitoring by real-time calorimetry.**  
Europact 2014, Barcelona, Spain

Antes, J.; Jentner, D.; Löbbbecke, S.  
**Kontinuierliche Verfolgung von Fouling-Prozessen in Rohreaktoren mittels Wärmefluss-Sensorik.**  
Jahrestreffen Reaktionstechnik 2014, 28.-30. April 2014, Festung Marienberg, Würzburg

Armbrust, T.; Krebs, H.; Neutz, J.; Scholz, P.; Thiel, K.D.; Zettl, S.  
**Review on ICT's research on scalable non-lethal launchers and projectiles.**  
In: Fraunhofer ICT (Hrsg.) Proceedings of the 8<sup>th</sup> European Symposium on Non-lethal Weapons, May 18-20, 2015, Ettlingen, Germany, p. 5-1

Armbrust, T.; Rozincsak, L.; Klemenz, M.; Hummel, M.; Bernewitz, J.; Neutz, J.  
**Inhibitors for non-lethal anti-material applications.**  
In: Fraunhofer ICT (Hrsg.) Proceedings of the 8<sup>th</sup> European Symposium on Non-lethal Weapons, May 18-20, 2015, Ettlingen, Germany, p. 28-1

Armbrust, T.; Krebs, H.; Neutz, J.; Walschburger, E.; Eisenreich, N.  
**Results for miniaturized directed acoustic arrays.**  
In: Fraunhofer ICT (Hrsg.) Proceedings of the 8<sup>th</sup> European Symposium on Non-lethal Weapons, May 18-20, 2015, Ettlingen, Germany, p. 29-1

Bach Delpuch, A.; Asset, T.; Chatenet, M.; Cremers, C.  
**Electro-oxidation of ethanol at room temperature on carbon-supported Pt and Rh-containing catalysts: A DEMS study.**  
Journal of the Electrochemical Society, 161(9) 2014, F918-F924

Bach Delpuch, A.; Chatenet, M.; Cremers, C.; Tübke, J.  
**Mass spectrometric investigation of ethanol and acetaldehyde adsorbates electrooxidation on Pt electrocatalysts.**  
Electrochimica Acta, Volume 141, 2014, p. 102-112

Baumgärtner, S.; Joppich, T.  
**Wegweisend: Fertigung thermoplastischer und duromerer Bauteile aus Faserverbundkunststoffen.**  
In: Jahressmagazin Ingenieurwissenschaften 2014. Im Fokus: Werkstofftechnologien. Institut für Wissenschaftliche Veröffentlichungen IWW, Lampertheim, Alpha Informationsgesellschaft, 2014, ISSN 1618-8357, S. 62-66

Baumgärtner, S.; Henning, F.; Joppich, T.; Hangs, B.; Huber, T.; Manger, F.; Begert, M.; Reif, M.  
**Thermoplastische Faserverbundkunststoffe – Vom Tape zum strukturellen Bauteil am Beispiel eines Versteifungsinlays für eine LKW-Staufachklappe.**  
Kunststoffe im Automobilbau, VDI Tagung, Mannheim, 2014

Bergmann, B.; Becker, W.; Diemert, J.; Elsner, P.  
**Online NIR within processing length of twin screw extruder – evaluation of sensor position and screw configurations.**  
BiPoCo 2014 – 2<sup>nd</sup> International Conference on Bio-Based Polymers and Composites, Budapest University of Technology and Economics, Visegrad, Hungary, 2014

Bergmann, B.; Diemert, J.  
**InnoREX – Latest results from European project about the metal free polymerisation of PLA using alternative energies for reactive extrusion.**  
10<sup>th</sup> Congress for Biobased Materials, Natural Fibres and WPC, Hanser Tagungen und Messen, Stuttgart, 2014

Bezerra, R.; Wilhelm, F.; Henning, F.  
**Compressibility and permeability of fiber reinforcements for pultrusion.**  
In: Conference Proceedings of the 16<sup>th</sup> European Conference on Composite Materials ECCM16, June 22-26, 2014, Seville, Spain, ISBN 84-616-9798-7



Böhnlein-Mauß, J.; Helfrich, M.

**Micro-morphology of nitrocellulose in gun propellants.**

In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 96-1

Böhnlein-Mauß, J.; Kröber, H.

**Investigation of quality and reproducibility of foamed propellants.**

In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 97-1 to 97-8

Bohn, M.A.

**Problems and faulty uses with the Prout–Tompkins description of autocatalytic reactions and the solutions.**

Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 2014, 116, p. 1061-1072

Bohn, M.A.

**Molar mass degradation of NC and cellulose; Modelling by random chain scission and chain recombination including non-isothermal data.**

Internet-Proceedings 6<sup>th</sup> International Nitrocellulose Symposium, April 23-24, 2014, TNO, Rijswijk, The Netherlands

Bohn, M. A.; Moniruzzaman; M.

**Modelling of the consumption of a dye used to probe the decomposition of Nitrocellulose.**

Internet-Proceedings 6<sup>th</sup> International Nitrocellulose Symposium, April 23-24, 2014, TNO, Rijswijk, The Netherlands

Bohn, M. A.

**Recent achievements in kinetic modelling of stabilizer consumption and molar mass degradation in NC-based propellants.**

Proceedings of the 17<sup>th</sup> International Seminar New Trends in Research of Energetic Materials NTREM, April 9-11, 2014, University of Pardubice, Pardubice, Czech Republic, p. 103-146.

Bohn, M. A.; Evangelisti, C; Klapötke, T.M.

**Atomistic simulation of the temperature dependence of density and van-der-Waals interactions of binders, plasticizers and mixtures of them.**

Proceedings of the 17<sup>th</sup> International Seminar New Trends in Research of Energetic Materials NTREM, April 9-11, 2014, University of Pardubice, Pardubice, Czech Republic, p. 578-593.

Bohn, M. A.; Dr. Borne, L.; Gerber, P.; Herrmann, M.; Kaiser, M.

**Investigation of the effect of ageing of RDX containing HTPB and GAP bonded high explosive charges on their thermal and shock sensitivity.**

In: Proceedings (CD) of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 15-1 to 15-10

Bohn, M. A.; Evangelisti, C; Klapötke, T.M.

**Atomistic simulation of the temperature dependence of density and van-der-Waals interactions of binders, plasticizers and mixtures of them.**

In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 114-1 to 114-18

Bohn, M. A.; Moniruzzaman, M.; Bellerby, J.

**Modelling of the consumption of a dye used to probe the decomposition of nitrocellulose.**

In: Proceedings (CD) of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 107-1 to 107-20

Bohn, M. A.

**Recent achievements in kinetic modelling of stabilizer consumption in NC-based propellants.**

Proceedings of the 40<sup>th</sup> International Pyrotechnics Seminar (IPS), July 13-18, 2014. Colorado Springs, CO, USA, p. 324-337

Bohn, M. A.; Evangelisti, C.; Klapötke, T. M.

**Atomistic simulation of the temperature dependence of density and van-der-Waals interactions of binders, plasticizers and mixtures of them.**

In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 114-1 to 114-18

Bohn, M. A.; Moniruzzaman, M.

**Modelling of the consumption of a dye used to probe the decomposition of nitrocellulose.**

Proceedings (CD) of the 3<sup>rd</sup> Korean International Symposium on High Energy Materials (KISHEM-3), August 25-29, 2014, Yonsei University, Seoul, Korea. Symposium organized on behalf of the 'Converged Energy and Materials Research Center' (CEMRC)

Boskovic, D.; Löbbecke, S.

**Synthesis of polymer particles and capsules employing microfluidic techniques.**

Nanotechnology Reviews, 3, 1 (2014), 27-38

Boskovic, D.; Schweikert, W.; Panic, S.; Schwan, K.; Löbbecke, S.

**Inline-Prozessanalyse chemischer Mikroreaktionsprozesse mittels MIR-Laserspektroskopie.**

Chemie Ingenieur Technik 86, 9 (2014), 1577

Boskovic, D.; Panic, S.; Schwan, K.; Schweikert, W.; Löbbecke, S.

**Monitoring of microfluidic processes by Quantum Cascade Laser Spectroscopy.**

13<sup>th</sup> international Conference on Microreaction Technology, June 23-25, 2014, Budapest, Hungary

Bunte, G.; Hürtten, J.; Heil, M.; Rieger, M.; Krause, H.

**Synthesis and test of suitable adsorbers for selectively trapping and detecting explosives and improvised explosives precursors from air.**

Proceedings (CD) der FUSEC, September 16-18, 2014, Berlin, Germany

Caglar, B.; Fischer, P.; Hübner, C.; Elsner, P.

**Carbon nanotube and graphite filled thermoplastic based bipolar plates for all-vanadium redox-flow batteries.**

Inno.CNT Jahreskongress 2014, Fraunhofer ICT, Karlsruhe, 2014

Campos, J.; Mendes, R.; Quaresma, J.; Keicher, T.; Deimling, L.; Krause, H.

**Detonation measurements using single optical fibers.**

In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 116-1 to 116-11

- Cerri, S.; Bohn, M.A.; Menke, K.; Galfetti, L.  
**Characterization of ADN/GAP-based and ADN/Desmophen-based propellant formulations and comparison with AP analogues.**  
Propellants Explosives Pyrotechnics 2014, 39, p. 192-204
- Cerri, S.; Bohn, M.A.; Menke, K.; Galfetti, L.  
**Aging of ADN rocket propellant formulations with Desmophen-based elastomer binder.**  
Propellants Explosives Pyrotechnics, 2014, 39, p. 526-537
- Chairopoulou, M. A.; Eisenlauer, M.; Schweppe, R.; Teipel U.  
**Pretreatment of biogenic raw materials.**  
In: Teipel, U.; Reller, A. (Hrsg.) Rohstoffeffizienz und Rohstoffinnovationen. Fraunhofer-Verlag, Stuttgart, 2014, Band 3, S. 349-354
- Chirico, R.; Almaviva, S.; Colao, F.; Fiorani, L.; Nuvoli, M.; Schweikert, W.; Schnuerer, F.; Cassioli, L.; Grossi, S.; Mariani, L.; Angelini, F.; Menicucci, I.; Palucci, A.  
**Proximal detection of energetic materials on fabrics by UV-Raman spectroscopy.**  
Proceedings of SPIE, Volume 9073: Chemical, Biological, Radiological, Nuclear, and Explosives (CBRNE) Sensing XV, June 2014, available on the SPIE Digital Library
- Ciezki, H.K.; Negri, M.; Hürttlen, J.; Weiser, V.; Naumann, K. W.; Ramsel, J.  
**Overview of the German Gel Propulsion Technology Program.**  
50<sup>th</sup> AIAA Joint Propulsion Conference, July 28-30, 2014, Cleveland, USA
- Cremers, C.; Tübke, J.; Krausa, M.  
**Applications – portable/military: batteries and fuel cells.**  
Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering, Encyclopedia of Electrochemical Power Sources, 2009, p. 13-21, current as of April 2013
- Daschner de Tercero, M.; Röder, C.; Fehrenbacher, U.; Teipel, U.; Türk, M.  
**Continuous supercritical hydrothermal synthesis of iron oxide nanoparticle dispersions and their characterization.**  
Journal of Nanoparticle Research 16 (2014) 4
- De Luca, L.T.; Palmucci, I.; Franzin, A.; Trache, D.; Pang, W.; Weiser, V.  
**Combustion features of ADN-based solid rocket propellants for space applications.**  
In: 3<sup>rd</sup> International Conference on Combustion and Detonation, Ya. B. Zel'dovich Memorial; October 27-31, 2014; Moscow, Russia
- Diemert, J.; Schneider, G.; Valera, M. A.  
**Plywood as a local reinforcement for injection moulded bio-based products.**  
BiPoCo 2014, 2<sup>nd</sup> International Conference on Bio-Based Polymers and Composites, Budapest University of Technology and Economics, Visegrad, Hungary, 2014
- Dresel, A.; Teipel, U.  
**Benetzungsverhalten von Kohlenstoffnanoröhren.**  
Chemie Ingenieur Technik 86 (2014) 3, S. 253-261
- Dresel, A.; Teipel, U.  
**Druckfiltration von Kohlenstoffnanoröhren-Suspensionen.**  
Chemie Ingenieur Technik 86 (2014) 3, S. 295-301
- Dresel, A.; Teipel, U.  
**Benetzungsverhalten von Kohlenstoff-Nanoröhren.**  
Chemie Ingenieur Technik 86 (2014) 9, S. 1562
- Eastep, D.; Reif, M.; Begert, M.; Gerster, M.; Scheider, E.; Joppich, T.; Baumgärtner, S.  
**Process Efficiency Improvements for a Structural Doorframe Support Panel Molded from Unidirectional E-Glass/Polypropylene Composite Tapes.**  
ACCE SPE, Michigan, September 2014
- Eckl, W.; Pappert, S.; Kulkov, S.; Buzimov, A.  
**Studies of properties Al-P-O-zeolites with nano-crystalline structure.**  
In: 6<sup>th</sup> FEZA Conference – Porous Systems: From Novel Materials to Sustainable Solutions, DECHEMA, September 8-9, 2014, Leipzig, Germany
- Eisenreich, N.; Keßler, A.; Koleczko, A.; Weiser, V.  
**On the kinetics of AlH<sub>3</sub> decomposition and the subsequent Al oxidation.**  
International Journal of Hydrogen Energy, Volume 39, Issue 11, April 2014, p. 6286-6294
- Eckhard, S.; Fries, M.; Teipel, U.  
**Variation der mechanischen Eigenschaften von Sprühgranulaten über die innere Struktur.**  
Chemie Ingenieur Technik 86 (2014) 3, S. 307-317
- Eckhard, S.; Fries, M.; Teipel, U.; Antonyuk, S.; Heinrich, S.  
**Modification of the mechanical granule properties via internal structure.**  
Powder Technology 258 (2014), p. 252-265
- Eisenlauer, M.; Teipel, U.  
**Aufbereitung nachwachsender Rohstoffe durch Zerkleinerung.**  
Proceedings Jahrestagung Aufbereitung und Recycling, 2014, Freiburg
- Eisenreich, N.; Kelzenberg, S.; Knapp, S.; Koleczko, A.; Schuppler, H.; Weiser, V.  
**Thermal decomposition of nano-structured carbon.**  
In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 110-1 to 110-9
- Elskamp, F.; Kruggel-Emden, H.; Komossa, H.; Scherer, V.; Hennigb, M.; Teipel, U.  
**A comparative study of phenomenological screening process models based on discrete element simulations.**  
Proceedings of the 7<sup>th</sup> World Congress on Particle Technology (WCPT7), Beijing, China, 2014
- Elsner, P.; Epple, B.; Kollmeier, H. P.; Merkel, S.; Simsek, A.; Eckl, W.; Pappert, S.; Neutz, J.  
**Heat storage by zeolites: a small scale demonstration.**  
In: 26. Deutsche Zeolith-Tagung, DECHEMA e. V., February 26-28, 2014, Paderborn, Germany
- Franzin, A.; Weiser, V.; Gettwert, V.; Roth, E.; Kelzenberg, S.; Poth, H.; Bieroth, D.; De Luca, L.  
**Burning behaviour of aluminium and its hydride in an ADN/GAP-matrix.**  
In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 6-1 to 6-22

Gantner, O.; Köpnick, H.; Bischlager, O.; Teipel, U.; Hagelüken, C.; Reller, A.

**Handy clever entsorgen.**

In: Teipel, U.; Reller, A. (Hrsg.) Rohstoffeffizienz und Rohstoffinnovationen. Fraunhofer-Verlag, Stuttgart, 2014, Band 3, S. 87-106

Geburtig, A.; Reichert, T. et al.

**Polypropylene numerical photoageing simulation by dose-response functions with respect to irradiation and temperature: VIPQuali Project.**

In: White, C.C.; Martin, J.; Chapin J.T. (Eds) Service life prediction of exterior plastics – vision for the future. Springer-Verlag, ISBN 978-3-319-06033-0, p. 215-230

Gerber, P., Aurich, H.; Happ, A.; Sättler, A.

**Characterisation of enhanced blast formulations with different methods.**

In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 125-1 to 125-5

Gettwert, V.; Keicher, T.; Heintz, T.; Weiser, V.

**Neue Composite-Raketenfesttreibstoffe für taktische Raketenantriebe – rauchfrei, schnellbrennend und leistungstark.**

Wehrwissenschaftliche Forschung Jahresbericht 2013, Bundesministerium der Verteidigung, April 2014, S. 26-27

Gettwert, V.; Franzin, A.; Bohn, M.A.; DeLuca, L.T.; Heintz, T.; Weiser, V.

**ADN/GAP composite propellants with and without metallic fuels.**

10<sup>th</sup> International Symposium on Special Topics in Chemical Propulsion & Energetic Materials (10-ISICP), June 2-6, 2014, Poitiers, France

Gettwert, V.; Keicher, T.; Franzin, A.; Jung, M.; Weiser, V.

**Evaluation of GA/BAMO-copolymer binder for Al/AP-based propellants.**

In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 93-1 to 93-14

Gromov, A.; DeLuca, L.; Teipel, U.

**Aluminium nanoparticles application in energetic systems new horizons or sunset?**

In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 23-1 to 23-2

Gromov, A.; Il'in, A.; Teipel, U.; Paulova, J.

**Passivation of metal nanopowders.**

In: Gromov, A.; Teipel, U. (Eds) Metal nanopowders: Production, characterization and energetic applications. Wiley VCH Verlag, Weinheim, Germany, 2014, p. 133-151

Gromov, A.; Teipel, U.

**Metal nanopowders: Production, characterization and energetic applications.**

Wiley VCH Verlag, Weinheim, Germany, 2014, ISBN 978-3-527-33361-5

Gromov, A.; DeLuca, L. T.; Il'in, A. P.; Teipel, U.; Petrova, A.; Prokopiev, D.

**Nanometals in Energetic Systems: Achievements and Future.**

International Journal of Energetic Materials and Chemical Propulsion 13 (2014) 5, S. 399-419

Gromov, A.; Maggi, F.; Malikova, E.V.; Pautova, J.I.; Il'in, A.P.; Popenko, E.M.; Sergienko, A.V.; Korotkikh, A.G.; Teipel, U.

**Combustion synthesis of AlN (Al<sub>3</sub>O<sub>3</sub>N), BN, ZrN, and TiN in air and ceramic application.**

In: Gromov, A.; Chukhlomina, L.N. (Eds) Nitride ceramics – combustion synthesis, properties and applications. Wiley VCH Verlag, Weinheim, Germany, 2015

Hagen, M.; Quiroga-González, E.; Dörfler, S.; Fahrer, G.; Tübke, J.; Hoffmann, M.J.; Althues, H.; Speck, R.; Krampfert, M.; Kaskel, S.; Föll, H.

**Studies on preventing Li dendrite formation in LiS batteries by using pre-lithiated Si microwire anodes.**

Journal of Power Sources, Volume 248, Elsevier, 2014, p. 1058-1066

Hagen, M.; Fanz, P.; Tübke, J.

**Cell energy density and electrolyte/sulfur ratio in Li-S cells.**

Journal of Power Sources, Volume 264, Elsevier, 2014, p. 30-34

Hangs, B.; Henning, F.; Knoch, M.; Huber, T.

**Evaluation of process- and layup-induced warpage of tailored PPS/CF laminates.**

SPE Automotive Composites Conference & Exhibition (ACCE), September 9-11, 2014, Novi, USA

Heil, M.; Bunte, G.; Hürttlen, J.; Krause, H.

**Using molecularly imprinted polymers (MIP) for gas-phase detection of low vapour pressure chemicals.**

Hyphenated Techniques on Chromatography and Sample Preparation Conference Proceedings, HTC-13 and HTSP-3, January 28-31, 2014, Bruges, Belgium

Heil, M.; Hürttlen, J.; Bunte, G.; Krause, H.

**Microwave heated beads as selective adsorbents for large volume sampling.**

In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 108-1 to 108-5

Heimbs, S.; Nogueira, A.C.; Hombergmeier, E.; May, M.; Wolfrum, J.

**Failure behaviour of composite T-joints with novel metallic arrow-pin reinforcement.**

Composite Structures, Vol. 110, p.16-28, 2014.

Heintz, T.; Reinhard, W.; Birke, C.; Leisinger, K.

**Particle size adjustment of spherical ammonium dinitramide particles (ADN-prills) produced by emulsion crystallization.**

In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 99-1 to 99-12

Heinze, V.; Rapp, F.; Huber, T.; Knudsen, H.

**Wind blades using cost-effective advanced lightweight design – innovative solutions for wind blades made of advanced thermoplastic materials.**

Messe Bremen, WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH, Bremen, Germany, 2014, ISBN 978-3-9-33339-25-6, p. 92-95

Heinze, V.; Rapp, F.; Huber, T.; Henning, F.

**Wind blade using cost-effective advanced lightweight design – Innovative solutions for wind blades made of advanced thermoplastic materials.**

PPS30, Cleveland, Ohio, 2014

Hennig, M.; Teipel, U.

**Benetzungsverhalten von mineralischen Sekundärrohstoffen.**

In: Teipel, U.; Reller, A. (Hrsg.) Rohstoffeffizienz und Rohstoffinnovationen. Fraunhofer-Verlag, Stuttgart, 2014, Band 3, S. 283-297

Hennig, M.; Teipel, U.

**Dynamische Modellierung von Siebklassierprozessen.**

Proceedings Jahrestagung Aufbereitung und Recycling, 2014, Freiburg

Hennig, M.; Elskamp, F.; Kruggel-Emden, H.; Teipel, U.

**Dynamisch-physikalische Modellierung von Siebklassierprozessen.**

Chemie Ingenieur Technik 86 (2014) 9, S. 1566

Herr, T.; Fischer, P.; Tübke, J.; Pinkwart, K.; Elsner, P.

**Increasing the energy density of the non-aqueous vanadium redox flow battery with the acetonitrile-1,3-dioxolane-dimethyl sulfoxide solvent mixture.**

Journal of Power Sources, Volume 265, Elsevier, 2014, p. 317-324

Herrmann, M.; Förter-Barth, U.; Roßmann, C.; Teipel, U.

**Charakterisierung von Bariumstrontiumtitanatpartikeln mithilfe der Röntgenbeugung.**

Chemie Ingenieur Technik, 86, No. 3, 389-394, DOI: 10.1002/cite.201300102

Herrmann, M.; Förter-Barth, U.; Kaiser, M.; Kupzik, K.; Scheibel, R.

**Microstructure of nc-propellants investigated by X-ray diffraction (part II).**

In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 39-1 to 39-8

Herrmann, M.; Förter-Barth, U.; Heintz, T.; Rösling, D.; Krause, H.

**X-ray absorption measurements of explosives and the effective atomic number Zeff.**

In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 81-1 to 81-9

Holler, M.; Keicher, T.; Gerber, P.; Happ, A.; Klapötke, T.M.; Stierstorfer, J.

**New energetic thermoplastic elastomers for pressed explosive charges.**

In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 104-1 to 104-14

Huber, T.

**Einfluss lokaler Endlosfaserverstärkungen auf das Eigenschaftsprofil struktureller Spritzgießbauteile.**

Wissenschaftliche Schriftenreihe des Fraunhofer ICT, Band 60, Fraunhofer-Verlag, 2014, ISBN-Nr. 978-3-8396-0743-5

Hübner, C.

**CONTACT – Marie Curie initial training network for the tailored supply-chain development of the mechanical and electrical properties of CNT-filled composites.**

Inno.CNT Jahreskongress 2014; Fraunhofer ICT, Karlsruhe, 2014

Imiolek, A. I.; Guschin, V. G.; Becker, W. B.; Weiss, P. W.; Teipel, U.

**Elektrische Leitfähigkeit von Polypropylen-CNT-Kompositbauteilen in Abhängigkeit des Kristallisationsgrades.**

Chemie Ingenieur Technik 86 (2014) 9, S. 1563 -1564

Just, D; Diemert, J.

**Eine duftetechnik.**

Plastverarbeiter, Verlag: Hüthig GmbH, Heidelberg, 65. Jahrgang (2014) Ausgabe 2, ISSN 0032-1338, S. 30-34

Karcher, M.; Henning, F.; Chaudhari, R.

**High volume composite manufacturing processes.**

Innovative Aircraft Cabin Composites & Lightweight Materials October 27-29, 2014, Hamburg, Germany

Keckl, C., Fleckenstein, J.

**Lokale Endlosfaserverstärkungen durch gewickelte Rovings in Bauteilen aus Sheet Moulding Compound.**

Allianz Leichtbau Tagung, Bremen

Keckl, C., Kuppinger, J., Henning, F.

**Characterization of Sheet Molding Compound Maturation by Discontinuous Viscosity Measurements of the Resin-Filler Paste.** ACCE 2014, Novi (USA)

Keicher, T.; Janitschek, W.; Schaller, U.; Krause, H.; Kaiser, M.

**Synthesis and properties of random co-polymer poly-(GA/BAMO) as energetic binder.**

In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 101-1 to 101-14

Kelzenberg, S.; Kempa, P.B.; Wurster, S.; Herrmann, M.; Fischer, T.

**New version of the ICT Thermodynamic Code.**

In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 95-1 to 95-9

Kempa, P. B.; Herrmann, M.

**Comparison of experimental and theoretical pair distribution functions of ammonium nitrate.**

In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 78-1 to 78-7

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

**Ignition of hydrogen jet fires from high pressure storage.**

International Journal of Hydrogen Energy, Volume 39, Issue 35, December 2014, p. 20554-20559

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

**Hot-spot modelling of propellant regression.**

In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 109-1 to 109-8

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

**Modeling ignition and thermal wave progression in binary granular pyrotechnic compositions.**

In: Propellants, Explosives, Pyrotechnics, Volume 39, Issue 3, June 2014, p. 423-433

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

**High-voltage ignition of thermite deposits.**

In: 40th International Pyrotechnics Seminar, Colorado Springs, Colorado, USA, 13-18 July 2014; p. 94. ISBN 978-1-63439-164-1

Koerdt, M.; Christ, M.; Thoma, B.; Reinhold, R.

**Implementation of automated chemical stitching into the continuous preforming process.**

Greener Aviation: CleanSky breakthroughs and world wide status; Square, Brussels Meetin Center, Mont des Artes; 2014

Köster, A.; Scherge, M.; Teipel, U.

**Zur Energie der Mahlkörperreibung.**

Chemie Ingenieur Technik 86 (2014) 9, S. 1565-1566

Köster, A.; Förter-Barth, U.; Herrmann, M.; Schweppe, R.; Teipel, U.

**Herstellung von Nanocellulose durch mechanischen Aufschluss.**

Chemie Ingenieur Technik, 2014, 86, No. 3, S. 302-306, DOI 10.1002/cite.201300128

Köster, A.; Förter-Barth, U.; Herrmann, M.; Schweppe, R.; Teipel, U.

**Gewinnung mikrofibrillierter Cellulose (MFC) durch mechanischen Aufschluss.**

In: Teipel, U.; Reller, A. (Hrsg.) Rohstoffeffizienz und Rohstoffinnovationen. Fraunhofer-Verlag, Stuttgart, 2014, Band 3, S. 307-313

Köster, A.; Scherge, M.; Teipel, U.

**Reibenergieverteilung von Mahlkugellkontakten.**

In: Teipel, U.; Reller, A. (Hrsg.) Rohstoffeffizienz und Rohstoffinnovationen. Fraunhofer-Verlag, Stuttgart, 2014, Band 3, S. 339-346

Köster, A.; Scherge, M.; Teipel, U.

**Reibenergieverteilungen von Mahlkugellkontakten.**

Chemie Ingenieur Technik 86 (2014) 3, S. 361-364

Krause, D.; Martin, U.

**Kategorisierung der Schülerlabore - Schülerlabor mit Berufsorientierung.**

LernortLabor Bundesverband der Schülerlabore e.V., LeLamagazin, Klett MINT GmbH, Stuttgart, Ausgabe 9, 2014, ISSN 2196-0852, S. 6-7

Lacalle de Muerza, J.

**Manufacturing of aircraft fuselage panels by means of the AFP technology.**

LTH Faserverbund Leichtbau, Nr. FL 41 100-22

Magagnato, D.; Thoma, B.; Henning, F.

**Influence of chemical-stitching binder technology on preform permeability.**

12<sup>th</sup> Conference on flow processes in composite materials, Enschede, the Netherlands, July 14-16, 2014

Maysenhölder, W.; Mikonsaari, I.

**Snow as paradigm for acoustic absorbers.**

The 21<sup>st</sup> International Congress on Sound and Vibration, ACE, Beijing, China, 2014

Mikonsaari, I.:

**NanoOnSpect – Kostensenkung durch on-line-Charakterisierung von Nanokompositen.**

Inno.CNT Jahreskongress 2014; Fraunhofer ICT, Karlsruhe, 2014

Moniruzzaman, M.; Bellerby, J.M.; Bohn, M. A.

**Activation energies for the decomposition of nitrate ester groups at the anhydroglucopyranose ring positions C2, C3 and C6 of nitrocellulose using the nitration of a dye as probe.**

Polymer Degradation and Stability, 2014, 102, p. 49-58

Moser, K.

**Profile Extrusion – New opportunities for PLA compounds.**

3<sup>rd</sup> PLA World Congress, bioplastics MAGAZINE, 27-28 May, 2014, Munich

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

**Advanced biopolymer blends for profile extrusion.**

2nd International Conference on Bio-based Polymers and Composites, 24-28 August, 2014, Visegrád, Hungary

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

**Umweltfreundliche, wärmeformbeständige Profile -Material und Prozess passgenau entwickelt.**

Kunststoffe 9 (2014), 4 S, 168-171, Carl Hanser Verlag, München

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

**Environmentally-friendly, heat-resistant profiles –**

**Development of materials tailored to process.**

Kunststoffe international (2014), no. 9, p. 77-79, ISSN 1862-4243

Mußbach, G.; Bohn, M. A.

**Influence of isothermal ageing on the mechanical properties of HTPB-bonded composite rocket propellants expressed as master curves of torsion DMA measurements.**

Proceedings of the 17<sup>th</sup> International Seminar New Trends in Research of Energetic Materials NTREM, April 9-11, 2014, University of Pardubice, Pardubice, Czech Republic, p. 891-902

Mußbach, G.; Bohn, M. A.

**Influence of isothermal ageing on the mechanical properties of HTPB-bonded composite rocket propellants expressed as master curves of torsion DMA measurements.**

In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 103-1103-11

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

**Lignin matrix composites from natural resources – ARBOFORM.**

In: Kabasci, S. (Hrsg.) Bio-Based Plastics: Materials and Applications. 1<sup>st</sup> Edition, John Wiley & Sons, 2014, ISBN 9781119994008, p. 89-115

Noack, J.; Cremers, C.; Bayer, D.; Tübke, J.; Pinkwart, K.:

**Development and Characterization of a 280 cm<sup>2</sup> vanadium/oxygen fuel cell.**

Journal of Power Sources, Volume 253, Elsevier, 2014, p. 397-402

Parrisius, M.; Krause, D.

**Lab2Venture – Unternehmerisches Denken und Handeln in Schülerlaboren.**

LernortLabor Bundesverband der Schülerlabore e. V., LeLamagazin, Klett MINT GmbH, Stuttgart, Ausgabe 10, 2014, ISSN 2196-0852, S. 6-7

- Paul, H.; Schweizer, F.; Hangs, B.  
**Evaluation of process induced residual stresses in continuous fiber-reinforced hybrid thermoplastic composites.**  
 16<sup>th</sup> European Conference on Composite Materials ECCM 16, June 22-26, 2014, Sevilla, Spain
- Quaresma, J.; Pineiro, M.; Campos, J.; Keicher, T.; Krause, H.  
**Deflagration and detonation of mixtures of ammonium or urea nitrates with an energetic thermoplastic elastomer.**  
 In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 20-1 to 20-16
- Rabenecker, P.; Pinkwart, K.  
**Elektrochemische Detektion von Explosivstoffen im Meer.**  
 Wehrwissenschaftliche Forschung Jahresbericht 2013, Bundesministerium der Verteidigung, April 2014, S. 28-29
- Rapp, F.; Schneider, A.; Elsner, P.  
**Biopolymer foams, Technological approach for preparing foams of cellulose based polymers.**  
 Polymer Foams 2014; Applied Market Information (AMI), Cologne, 2014
- Rau, M.S.; Cremers, C.; Pinkwart, K.; Tübke, J.:  
**Development of anodic materials with elevated hydrogen sulfide tolerance for HT-PEMFCs using reformate.**  
 ECS Transactions 64(3) 2014, p. 983-988
- Röseling, D.; Schnürer, F.; Heil, M.; Rieger, M.; Ulrich, C.; Krause, H.  
**Recent improvements within the testing and certification process of explosive detection systems as basis of a harmonized european test regime.**  
 In: Fraunhofer EMI – Thoma, K.; Leismann, L.; Häring, I. (Hrsg.) Future Security 2014 Proceedings, 2014, 737 p., Fraunhofer-Verlag, ISBN 978-3-8396-0778-7, p. 338
- Rosenberg, P.; Chaudhari, R.; Albrecht, P.; Karcher, M.; Henning, F.  
**Effects of process parameters on cavity pressure and component performance in high-pressure RTM process variants.**  
 14<sup>th</sup>-annual SPE Automotive Composites Conference & Exhibition 2014, Novi (MI), September 9-11, 2014
- Rosenberg, P.; Chaudhari, R.; Albrecht, P.; Karcher, M.; Henning, F.  
**Effects of process parameters on cavity pressure and component performance in high-pressure RTM process variants.**  
 14<sup>th</sup> Annual SPE Automotive Composites Conference & Exhibition 2014, SPE ACCE, Novi (MI), 2014
- Rossmann, C.; Heintz, T.; Herrmann, M.  
**Generation of very fine ammonium dinitramide (ADN) particles by bead milling technology.**  
 In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 98-1 to 98-11
- Roth, E.; Weiser, V.; Raab, A.; Lity, A.  
**HTPB bonded pyro-organic spectral flares.**  
 In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 113-1 to 113-12
- Roussel Garcia, R.; Bernewitz, J.; Neutz, J.  
**Rapid deployable ballistic barriers based on airbag systems.**  
 In: Fraunhofer ICT (Hrsg.) Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Symposium on Sophisticated Car Occupant Safety Systems airbag 2014, December 1-3, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 0722-4087, p. 33-1 to 33-10
- Rozincsak, L.; Eisenreich, N.; Neutz, J.; Roussel Garcia, R.  
**Reactions of magnesium in different atmospheres.**  
 In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 90-1 to 90-13
- Rozincsak, L.; Eisenreich, N.; Neutz, J.; Roussel Garcia, R.  
**Reactions of metal carbides in different atmospheres.**  
 In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 91-1 to 91-9
- Ruby, M.; Reif, M.; Begert, M.; Gerster, M.; Joppich, T.; Baumgärtner, S.  
**Improving composite process efficiency on a structural frame for a commercial truck storage door.**  
 Sampe Tech 2014
- Rupp, A. B. A.; Roznyatovskaya, N.; Scherer, H.; Beichel, W.; Klose, P.; Sturm, C.; Hoffmann, A.; Tübke, J.; Koslowski, T.; Krossing, I.  
**Size matters! On the way to ionic liquid systems without ion pairing.**  
 Chemistry – A European Journal, Wiley Online Library, 2014, 20, 9794-9804
- Schaller, U.; Weiser, V.; Keicher, T.; Krause, H.  
**Investigation of the nitrate based EIL 4-amino-1-methyl-1,2,4-triazolium nitrate as a plasticizer.**  
 In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 100-1 to 100-9
- Schneider, S.; Olowojoba, G.; Mikonsaari, I.; Freude, W.; Hübner, C.; Koos, C.  
**Optical Coherence Tomography for Nanocomposite Dispersion Characterization.**  
 Inno.CNT Jahreskongress 2014, Fraunhofer ICT, Karlsruhe, 2014
- Schneider, S.; Krämer, A.; Eppler, F.; Alemye, H.; Hübner, C.; Mikonsaari, I.; Freude, W.; Koos, C.  
**Polarization-Sensitive Optical Coherence Tomography for Characterization of Size and Shape of Nano-Particles.**  
 115. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für angewandte Optik, KIT, Karlsruhe, 2014
- Teipel, U.  
**Produktgestaltung mit Sekundärrohstoffen aus der Baustoff- und Keramikindustrie**  
 In: Thome-Kozmiensky, K.J. (Hrsg.) Mineralische Nebenprodukte und Abfälle, ISBN 978-3-944310-11-4



Teipel, U.; Förster, E.; Lagioia, R.; Pico, D.

**Ressourceneffiziente Aufbereitung von Mehrkomponentenprodukten.**

Forum 8, 3. Ressourceneffizienz- und Kreislaufwirtschaftskongress, ZKM Karlsruhe, 25.-26. September, 2014

Teipel, U.; Hennig, M.

**Aufbereitung von sekundären mineralischen Baustoffen.**

Schüttgut 20 (2014) 1, S. 54-58

Teipel, U.; Weber, A.

**Partikeltechnologie.**

Chemie Ingenieur Technik 86 (2014) 3; Editorial, Gastherausgeber

Teipel, U.; Reller, A. (Hrsg.)

**Rohstoffeffizienz und Rohstoffinnovationen.**

Fraunhofer-Verlag, Stuttgart, 2014, Band 3, ISBN 978-3-8396-0668-1

Teipel, U.; Wolf, S.; Köpnick, H.; Bischlager, O.; Daehn, C.

**Alt-Handy-Recycling – Eine neue Rohstoffquelle.**

In: Teipel, U.; Reller, A. (Hrsg.) Rohstoffeffizienz und Rohstoffinnovationen. Fraunhofer-Verlag, Stuttgart, 2014, Band 3, S. 435-448

Thielmann, A.; Lerch, C.; Seeliger, W.; Bele, G.; Zanker, C.; Jäger, A.; Keckl, C.; Kuppinger, J.; Henning, F.; Stroka, M. (Red.); Schneider, M. (Red.); Birenbaum, C. (Red.); Fleischer, J.; Lanza, G.; Baumann, F.; Kopf, R.; Krämer, A.; Wagner, H.

**Wertschöpfungspotenziale im Leichtbau und deren Bedeutung für Baden-Württemberg.**

Eine Studie im Auftrag der Leichtbau BW GmbH. Koordination: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI; Stuttgart: Leichtbau BW, 2014, 57 S.

Valente, F.; Paulissen P.; Neutz, J.; Urban, H.; Roland-Price, A.

**An holistic evaluation of the state of the art and future developments on non-lethal microwave systems.**

In: Fraunhofer ICT (Hrsg.) Proceedings of the 8<sup>th</sup> European Symposium on Non-lethal Weapons, May 18-20, 2015, Ettlingen, Germany, p. 12-1

van Lingen, J. N. J.; Meuken, D.; Hackspik, M. M.; Mäkeläinen, T.; Weiser, V.; Poulson, G. W.

**Future Flare Compositions.**

40<sup>th</sup> International Pyrotechnics Seminar, Colorado Springs, Colorado, USA, July 13-18, 2014, p. 11, ISBN 978-1-63439-164-1

Wandschneider, F.T.; Röhm, S.; Fischer, P.; Pinkwart, K.; Tübke, J.; Nirschl, H.

**A multi-stack simulation of shunt currents in vanadium redox flow batteries.**

Journal of Power Sources, Volume 261, Elsevier, 2014, p. 64-74

Wandschneider, F.T.; Küttinger, M.; Noack, J.; Fischer, P.; Pinkwart, K.; Tübke, J.; Nirschl, H.

**A coupled-physics model for the vanadium oxygen fuel cell.**

Journal of Power Sources, Volume 259, Elsevier, 2014, p. 125-137

Wandschneider, F.T.; Finke, D.; Grosjean, S.; Fischer, P.; Pinkwart, K.; Tübke, J.; Nirschl, H.

**Model of a vanadium redox-flow battery with an anion exchange membrane and a Larminie-correction.**

Journal of Power Sources, Volume 272, 2014, Elsevier, p. 436-447

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

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

Applied Spectroscopy, Volume 69, Number 1, January 2015, p. 143-53

Weiser, V.; Lity, A.; Kelzenberg, S.; Koleczko, A.; Roth, E.; Schaller, U.; Walschburger, E.

**Burning behaviour of b/kdn-mixtures compared with B/KNO<sub>3</sub>.**

In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 111-1 to 111-6

Weiser, V.; Knapp, S.; Roth, E.; Raab, A.; Kelzenberg, S.; Cegiël, D.

**Spectroscopy of pyrotechnic tracer compositions under different pressure.**

In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 112-1 to 112-10

Wimmer, A.-K.; Salles, A.; Müller, T.

**Entwicklung eines Ecodesign-Tools für die Luftfahrtindustrie.**

In: Teipel, U.; Reller, A. (Hrsg.) 3. Symposium Rohstoffeffizienz und Rohstoffinnovationen. Fraunhofer-Verlag, Stuttgart, 2014, ISBN 978-3-8396-0668-1, S.493-495

Wimmer, A.-K.; Salles, A.; Müller, T.

**Entwicklung eines Ecodesign-Tools für die Luftfahrtindustrie.**

In: Pomberger, R.; Adam, J.; Aldrian, A.; Arnberger, A.; Höllen, D.; Kreindl, G.; Lorber, K.E.; Sarc, R.; Schwarz, T.; Sedlazeck, P.; Wellacher, M.; Wolfsberger, T. (Hrsg.) DepoTech 2014 – Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft. Eigenverlag, Leoben, Österreich, 2014, ISBN 978-3-200-03797-7, S. 115-118

Würfel, K.; Kross, S.; Teipel, U.

**Effizientes Rohstoffrecycling? Beurteilung von Verfahrenstechnologien zur Verwertung von Lithiumbatterien und -akkumulatoren.**

In: Teipel, U.; Reller, A. (Hrsg.) Rohstoffeffizienz und Rohstoffinnovationen. Fraunhofer-Verlag, Stuttgart, 2014, Band 3, S. 215-233

Würfel, K.; Kross, S.; Teipel, U.

**Effiziente Recyclingverfahren für Altbatterien.**

ReSource 3 (2014), S. 24-31

Wurster, S.; Fischer, T.:

**Simulation of propellant combustion using the ICT-Cellular-Combustion-Algorithm (ICCA).**

28<sup>th</sup> International Symposium on Ballistics ISB 2014, Atlanta, Georgia, USA, September 22-26, 2014

Wurster, S.; Fischer, T.

**ICT-cellular-combustion-algorithm (icca) application to the combustion of complex shaped propellants.**

In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> International Annual Conference of the Fraunhofer ICT "Energetic Materials – Particles, Processing, Applications", June 24-27, 2014, Karlsruhe, Germany, ISSN 2194-4903, p. 32-1 to 32-12

---

# PATENTE

---

Schmid, H.; Narayana, I.-B. K.; Braun, M.

**Bodengranulat zur reversiblen Speicherung von Wasser und Verfahren zu dessen Herstellung.**

Anmeldenummer: DE 10 2013 003 323.3

Veröffentlicht am: 28.08.2014

Anmeldenummer: PCT/EP2014/000484

Veröffentlicht am: 04.09.2014

Schwaibold, S.; Fischer, M.; Kraljevic, I.

**Brennkraftmaschine und Verfahren zu ihrem Betrieb.**

Anmeldenummer: DE 10 2013 200 884.8

Veröffentlicht am: 24.07.2014

Baltes, N.; Pinkwart, K.; Fischer, P.

**Elektrochemischer Gassensor, Verfahren zu dessen Herstellung und dessen Verwendung.**

Patentnummer: DE 10 2013 007 872 B4

Erteilung: 22.01.2015

Berger, T.; hagen, M.

**Ionenleitender Festkörperseparator.**

Anmeldenummer: US 13/983,741

Veröffentlicht am: 13.02.2014

Hagen, M.; Althues, H.; Dörfler, S.; Kaskel, S.; Berger, T.

**Kathodeneinheit für Alkalimetall-Schwefel-Batterie mit optimierter Ableiterstruktur.**

Anmeldenummer: EP 12 727 879.4

Veröffentlicht am: 30.04.2014

Anmeldenummer: JP 2014-516303

Veröffentlicht am: 21.08.2014

Noack, J.; Berger, T.; Tübke, J.; Pinkwart, K.

**Luftatmende Brennstoffzelle und Zellstapel für die Oxidation von Ionen mit Sauerstoff.**

Anmeldenummer: EP 12 740 103.2

Veröffentlicht am 21.05.2014

Anmeldenummer: US 14/127,002

Veröffentlicht am: 25.12.2014

Noack, J.; Tübke, J.; Pinkwart, K.

**Methode zur Speicherung von elektrischer Energie in ionischen Flüssigkeiten.**

Patentnummer: CA 2 751 982

Erteilung: 25.03.2014

Patentnummer: JP 5468090

Erteilung: 07.02.2014

Patentnummer: US 8,802,265 B2

Erteilung: 12.08.2014

Barner, L.; Eisenblätter, J.; Fehrenbacher, U.; Barner-Kowollik, C.; Lang, C.

**Polymere Flammenschutzmittel, Verfahren zu deren Herstellung und flammgeschützte Polymersysteme.**

Anmeldenummer: DE 10 2012 023 513.5

Veröffentlicht am: 05.06.2014

Schmid, H.; Eckl, W.; Moriske, H.-J.

**Trikresylphosphatfreies Öl, schmierstoff oder Turbinenöl.**

Anmeldenummer: DE 10 2013 003 282.2

Veröffentlicht am: 28.08.2014

Anmeldenummer: PCT/EP2014/051935

Veröffentlicht am: 04.09.2014

Lasic, T.; Emmerich, R.; Chamudis Varan, L.; Roig Asensi, I.

**Verfahren und Vorrichtung zum gleichmäßigen Erwärmen von Materialien durch elektromagnetische Hochfrequenzstrahlung.**

Patentnummer: DE 6 2007 034 527.8, EP 2 046 093 B1

Erteilung: 01.01.2014

Müller, D.; Abert, M.; Berger, T.; Krampfert, M.; Bayha, T.; Pinkwart, K.; Tübke, J.

**Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung der Zündgrenze von Gasgemischen.**

Anmeldenummer: DE 10 2013 004 198.8

Veröffentlicht am: 18.09.2014

Chaudhari, R.; Henning, F.

**Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von faserverstärkten Polymer-Formteilen.**

Patentnummer: DE 10 2010 010 802 B4

Erteilung: 28.05.2014

Drechsler, K.; Wölling, J.

**Verfahren zum Recyclen von faserverstärkten Kunststoffen.**

Patentnummer: DE 10 2011 081 575 B4

Erteilung: 02.01.2014

---

---

# IMPRESSUM

---

---

Unkelbach, G.; Schweppe, R., Hirth, T.

**Verfahren zur Herstellung von Ethylen und anderen Olefinen aus wässrigen Lösungen der korrespondierenden Alkohole.**

Anmeldenummer: US 14/373,080

Veröffentlicht am: 11.12.2014

Woidasky, J.; Seiler, E.

**Verfahren zur Rückgewinnung von Fasern aus Formteilen aus Kunststoffverbundmaterialien.**

Anmeldenummer: EP 14 000 433.4

Veröffentlicht am: 13.08.2014

Berg, L.-F.; Thoma, B.

**Vorrichtung zur Herstellung von Kunststoff-Formteilen und deren Verwendung.**

Patentnummer: DE 50 2010 006 179.7, EP 2 454 07 B1,

ZL 2010 8 0039934.6

Erteilung: 26.02.2014

Patentnummer: US 8,684,726 B2

Erteilung: 01.04.2014

## Redaktion

Dr. Stefan Tröster

Alexandra Wolf

## Satz und Gestaltung

Alexandra Wolf

## Druck

Kraft Druck GmbH, Ettlingen

## Redaktionsschluss

02/2015

## Bildquellen

Titelbild, Seite 12 / 14 / 24 / 26 / 30 (rechts) / 45 (2) / 46:

Walter Mayrhofer

Seite 16 / 20 / 43 (1, 4, 5): Mona Rothweiler

Seite 37: Marcus Schlaf

Seite 45 (2): Wolfram Scheible

## Kontakt

Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT

Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7

76327 Pfinztal

Telefon +49 721 4640-0

Fax +49 721 4640-111

info@ict.fraunhofer.de

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

© Fraunhofer ICT