

H₂

GREEN

RENEWABLE

Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT

Jahresbericht
2021/2022

ENERGY

Inhalt

| | |
|---|-----------|
| Allgemeine Informationen | 2 |
| Vorwort | 4 |
| Kurzprofil | 6 |
| Organigramm | 8 |
| Kuratorium | 11 |
| Wirtschaftliche Situation | 12 |
| | |
| Kernkompetenzen | 14 |
| Chemische Prozesse | 16 |
| Kunststofftechnologie | 20 |
| Energie und Antriebe | 26 |
| Explosivstofftechnik und Sicherheit | 30 |
| | |
| Anhang | 36 |
| Leistungszentren, Verbände und Allianzen | 38 |
| Lehr- und Gremientätigkeiten | 40 |
| Veranstaltungen, Messen und Fachausstellungen | 46 |
| Veröffentlichungen | 48 |
| Der kurze Weg zum Fraunhofer ICT | 50 |
| Die Fraunhofer-Gesellschaft | 51 |
| Impressum | 52 |
| Bildquellen | 53 |



Wir nehmen Abschied

PETER ELSNER

Im März 2022 mussten wir Abschied von unserem langjährigen Institutsleiter, Prof. Dr.-Ing Peter Elsner nehmen. Er ist nach schwerer Krankheit am 19. März 2022 verstorben.

Unser Institut trägt seit fast drei Jahrzehnten seine Handschrift. Es war Peter Elsner immer ein großes Anliegen dass es dem ICT und vor allem dessen Mitarbeitenden gut geht, und alle Freude an ihrer Arbeit haben.

Durch seine unkomplizierte und ehrliche Art sowie seinen ausgeprägten Sinn für Gerechtigkeit hat er eine Arbeitskultur geschaffen, von der das ICT noch lange profitieren wird. Die Führungsmannschaft und alle Mitarbeitenden hatten immer großes Vertrauen in ihn und seine Entscheidungen. Peter Elsner wird uns fehlen, menschlich und als kluge und weitsichtige Führungspersönlichkeit.

Vorwort

Übergang zur neuen Institutsleitung

In Peter Elsners Fußstapfen zu treten ist keine leichte Aufgabe. Er selbst hat aber den Übergang zu seiner Nachfolge rechtzeitig und umsichtig in die Wege geleitet.

Mit Prof. Dr.-Ing Frank Henning tritt sein langjähriger Weggefährte, der auch den durch Peter Elsner 1994 etablierten Bereich »Polymer Engineering« maßgeblich auf- und ausgebaut hat, die Nachfolge an.

Frank Henning ist bereits seit 2009 als stellvertretender Institutsleiter am Fraunhofer ICT an der Seite Peter Elsners tätig. Somit ist der Übergang auf ihn mit hoher Kontinuität verbunden. Wie Peter Elsner hat Frank Henning eine Anbindung an das Karlsruher Institut für Technologie KIT, als Leiter des Lehrstuhls für Leichtbautechnologie am Institut für Fahrzeugsystemtechnik FAST.



**Liebe Kunden*, Partner*
und Kolleg*innen,**

uns alle schmerzt der Verlust von Peter Elsner sehr, er reißt menschlich und fachlich eine große Lücke und wird mir als enger Vertrauter und guter Freund besonders fehlen.

Ich bin sehr dankbar dafür, dass ich in den vergangenen 25 Jahren an Peter Elsners Seite lernen konnte und viel eigenen Gestaltungsfreiraum bekam. Vor über zehn Jahren wurde ich als sein Stellvertreter in die Institutsleitung des ICT berufen und habe seitdem eng mit ihm zusammengearbeitet. In der schwierigen Zeit seiner Krankheit, die zusätzlich auch noch durch die Covid-Pandemie mit einem wirtschaftlich schwierigen Umfeld zusammenfiel, haben wir gemeinsam für die Zukunftsfähigkeit des ICT gesorgt. Uns beiden ist es immer ein großes Anliegen, dass wir ein in allen Belangen verlässlicher und innovativer Partner

für unsere öffentlichen Geldgeber und unsere Industriekunden sind. Wir sind der Meinung, das ist uns auch gut gelungen, vor allem auch, da wir eine hervorragende und motivierte »Mannschaft« hinter uns haben.

Ich werde mein Bestes geben, die großen Fußspuren, die Peter Elsner hinterlässt, zu füllen und den Geist des ICT in seinem Sinne zu erhalten.

Viele Grüße

Frank Henning
Institutleiter des Fraunhofer ICT

*Prof. Dr.-Ing.
Frank Henning,
Institutleiter des
Fraunhofer ICT*

Kurzprofil

Unser Hauptcampus mit über 100 Laboren, vielen Technika sowie 3 Testcentern liegt in Pfinztal bei Karlsruhe. Der Bereich der »Antriebssysteme« mit diversen Motoren- und Abgasprüfständen ist am Campus Ost des Karlsruher Institut für Technologie KIT beheimatet.

Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT

Der Einsatz von Windenergie, perspektivisch in Kombination mit Photovoltaik, erlaubt es uns, unseren Hauptcampus mit über 100 Laboren, Technika und Testcentern auf 21 Hektar Gelände in Pfinztal bei Karlsruhe zunehmend klimaneutral zu betreiben. Unsere Forschungsausrichtung ermöglicht es, dass wir Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in diesem Sektor mit Großdemonstratoren auf unserem Campus verbinden können.

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

540
Mitarbeitende
sind aktuell am
Fraunhofer ICT
beschäftigt.



Windrad des Fraunhofer ICT.

In unserer Forschungsausrichtung legen wir großen Wert auf die Skalierbarkeit von Prozessen und die Überführung der Forschungsergebnisse vom Labormaßstab in den Technikumsmaßstab bis hin zur vorserienreifen Anwendung.

Aktuell sind 536 Mitarbeitende bei uns beschäftigt. Unser Hauptcampus ist auf dem Hummelberg in Pfinztal bei Karlsruhe. Der Bereich »Antriebssysteme« und diverse Motoren- und Abgasprüfstände befinden sich am Campus Ost des Karlsruher Institut für Technologie KIT.

Unsere Kernkompetenzen

Die Kernkompetenz »Chemische Prozesse« umfasst die Fähigkeit zur Entwicklung, Auslegung und Durchführung neuartiger chemischer Prozesse vom Labor- bis in den technischen Maßstab. Die Kernkompetenz deckt hierbei die gesamte Prozesskette ab – beginnend bei der Rohstoffaufarbeitung, über die chemische Synthese und Reaktionsführung, das Downstream-Processing (insbesondere Trennprozesse) bis hin zu nachgeschalteten Verfahrensschritten wie der Produktveredelung und -verarbeitung (zum Beispiel Partikeltechnik, Formgebung oder Formulierung). Besondere Fähigkeiten auf den Gebieten der Prozessführung, Prozessdiagnostik und Prozesssicherheit runden das Kompetenzportfolio ab.

Seit unserer Teilkonversion im Jahre 1994 betreiben wir in der Kernkompetenz »Kunststofftechnologie« erfolgreich anwendungsnahe Forschung mit den Schwerpunkten in der Polymer- und Additivsynthese, der Material- und Rezepturentwicklung, der Weiterentwicklung von Verarbeitungstechnologien



Unsere Forschungsausrichtung ermöglicht es, dass wir Forschungs- und Entwicklungsarbeiten mit Großdemonstratoren auf unserem Campus verbinden können.«

Dr. Stefan Tröster,
PR-Beauftragter, Fraunhofer ICT

*Gelände des
Fraunhofer ICT
mit Windrad.*

für Kunststoffe, der Bauteilentwicklung und Lebensdaueranalyse, dem Leichtbau unter Verwendung von Verbundwerkstoffen, dem Recycling von Kunststoffen sowie der Erarbeitung von Nachhaltigkeitskonzepten für Kunststofflösungen.

Eine nachhaltige und bezahlbare Energieversorgung sowie der effiziente Umgang mit Energie bilden die Schwerpunkte der aktuellen Forschungspolitik mit dem Ziel der vollendeten Energiewende und dem Ausstieg aus der fossilen Energiewirtschaft. Innerhalb der Kernkompetenz **»Energie und Antriebe«** befassen wir uns mit elektrischen Energiespeichern für mobile und stationäre Systeme, mit Brennstoffzellen und Elektrolyse sowie Wärme- und stofflichen Energiespeichern und der funktionalen Sicherheit der Systeme. Ergänzend validieren wir mobile und stationäre Energiespeicher sowie thermische Speicher. Unser Institut hat sich innerhalb dieser Kernkompetenz in über mehr als 30 Jahren wissenschaftliches Know-how aufgebaut und die Grundlagen für die Entwicklung effizienter und kostengünstiger Speicher

und Wandler gelegt. Bei den Antrieben befassen wir uns sowohl mit Lösungen für elektromotorische als auch für verbrennungsmotorische Systeme. Antriebssysteme werden bei uns konzipiert, konstruiert, simuliert und im Versuch validiert. Für verbrennungsmotorische Antriebe validieren wir in unseren Forschungsmotoren auch synthetische Kraftstoffe und Additive.

Die **»Explosivstofftechnik«** am Fraunhofer ICT bildet die gesamte Kompetenzkette ausgehend von der Synthese und Charakterisierung der Explosivstoffe über deren Veredelung und Weiterverarbeitung bis hin zu Formulierung, Herstellung, Testung, Detektion, Modellierung und Simulation ab. Wir besitzen eine langjährige Expertise bei Rohrwaffentreibmitteln, Raketentreibstoffen, Sprengstoffen, Gsgeneratoren, pyrotechnischen Formulierungen und energetischen Systemen. Bei der Sicherheitsforschung widmen wir uns schwerpunktmäßig der Detektion von Explosivstoffen, von der Entwicklung der Sensorik bis zur Testung von Luftsicherheitsausrüstungen sowie der Materialentwicklung für Schutzkonzepte.

Institut im Fokus

In unserer Forschungsausrichtung legen wir großen Wert auf die Skalierbarkeit von Prozessen und die Überführung der Forschungsergebnisse vom Labormaßstab in den Technikumsmaßstab sowie teilweise auch bis zur vorserienreifen Anwendung.

Organigramm



Frank Henning
Institutsleiter
Produktbereichsleiter Polymer Engineering

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



Wilhelm Eckl
Stellvertretender Institutsleiter
Produktbereichsleiter Energetische Systeme

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



Stefan Löbbecke
Stellvertretender Institutsleiter
Produktbereichsleiter Energetische Materialien

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



Bernd Hefer
Querschnittsaufgaben

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



Stefan Tröster
Zentrales Management

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



Jens Tübke
Produktbereichsleiter Angewandte Elektrochemie

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



Rainer Schweppe
Produktbereichsleiter Umwelt Engineering

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



Hans-Peter Kollmeier
Produktbereichsleiter Antriebssysteme

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

Kuratorium

Kuratoriumsvorsitzender

Dipl.-Kfm. Jörg Schneider
WERIT Kunststoffwerke W. Schneider GmbH & Co.KG,
Altenkirchen (Westerwald)

Kuratoriumsmitglieder

Christian Dieffenbacher
DIEFFENBACHER GmbH + Co, Eppingen

Dipl.-Kfm. Michael Humbek
Dynamit Nobel Defence GmbH, Burbach

Dr.-Ing. Guido Kurth
Bayern-Chemie GmbH, Aschau a. Inn

Dr. Christian Renz
Ministerium für Wirtschaft,
Arbeit und Wohnungsbau
Baden-Württemberg, Stuttgart

Dr. Carola Richter
President Regional Division South & East
Asia, BASF SE, Hong Kong/China

Prof. Dr.-Ing. Stefan Schlechtriem
Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
Hardthausen am Kocher

Dr. Simone Schwanitz
Ministerium für Wissenschaft,
Forschung und Kunst
Baden-Württemberg, Stuttgart

Dr. Dirk Tielbürger
Bundesministerium der Verteidigung, Bonn

Dr. Tobias Wirtz
Premium Aerotech GmbH, Augsburg

Dr.-Ing. Michael Zürn
Daimler AG, Sindelfingen

Kuratoriumsgäste

Prof. Dr.-Ing. Detlef Löhe
Pfinztal

Wolf-Rüdiger Petereit
Neuwied

Dr. rer. pol. Hans-Ulrich Wiese
Gräfelfing

Wirtschaftliche Entwicklung

Auch in der Pandemie sind wir weiterhin ein großer Ausbildungsbetrieb mit 22 Auszubildenden am ICT.

Finanzlage

Auch im Haushaltsjahr 2021 haben wir – wie in den vergangenen 20 Jahren - ein positives operatives Ergebnis erzielt. Damit ist es uns gelungen, trotz des schwierigen wirtschaftlichen Umfelds, einen Puffer für anstehende Investitionen und Modernisierungen zu haben. Unsere Industrieaufträge sind auch nach dem schwachen Jahr 2020 weiterhin von 8.5 Mio. € auf 8.2 Mio. € gesunken. Dafür gibt es eine Reihe von Gründen. Zum einen mussten Projekte aufgrund der Covid-Pandemie geschoben werden, zum andern war die pandemiebedingte Situation bei einigen unserer Kunden auch schwierig, so dass Aufträge zurückgezogen werden mussten. Auch konnten wir feststellen, dass sich unsere Industriepartner vermehrt öffentlichen Mitteln zugewendet haben, also Forschungsfragen in Verbundprojekten angegangen sind, um dadurch die eigenen Entwicklungsbudgets zu schonen. Aus unserer Sicht ist das ein sehr probates Mittel zum Forschungstransfer. Unserem Wirtschaftsertragsanteil ist das jedoch nicht zuträglich. Der Rückgang der direkten Industriekooperationen und der Aufwuchs an in öffentlichen Projekten erwirtschafteten Erträgen führt zu einem Industrieertragsanteil von 31.7%. Das ist weiterhin über der strategisch wichtigen Marke von 30%, kommt dieser aber bereits bedrohlich nahe. Bei den Sachmitteln haben wir vergleichbar zu 2020 wiederum etwa 1 Mio. € im Vergleich zu 2019 eingespart. Insgesamt lag unser Betriebshaushalt 2021 bei 41,2 Mio. € mit einer soliden schwarzen Null am Jahresende.

Personalzahlen

Durch weiterhin umsichtiges und sparsames Wirtschaften konnten wir unser Stammpersonal und damit unser gesamtes Know-how erhalten. An unseren Personalzahlen hat sich

im Vergleich zum Vorjahr sehr wenig geändert: Die 170 Wissenschaftler*innen bilden ein knappes Drittel unserer Stellen. Diese haben mit 98 Angestellten im technischen Bereich und 100 Angestellten in den Laboren und Werkstätten ein starkes technisches Rückgrat, wie es für die Arbeit in der angewandten Forschung sinnvoll und notwendig ist.

61 Personen arbeiten in unserer Verwaltung. Innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft haben wir damit einen vergleichsweise geringen »Overhead«.

Auch in der Pandemie sind wir weiterhin ein großer Ausbildungsbetrieb mit 20 Auszubildenden in den Berufsbildern Chemielaborant*in, Industriemechaniker*in, Verfahrensmechaniker*in Kunststofftechnik und Werkstoffprüfer*in. Wir sehen hierin sowohl eine gesellschaftliche Verantwortung als auch für uns eine höhere Chance uns in Zeiten des Fachkräftemangels für unsere Zukunft aufzustellen.

Ausblick

Da sich unsere Grundfinanzierung anhand des Industrieertragsanteils bemisst, haben wir 2022 mit einer ungünstigeren Startbedingung begonnen als in den Vorjahren. Aufgrund der Umstellung des Fraunhofer-Rechnungswesens auf SAP und der noch nicht vollständig migrierten Projekte ins neue System sind unsere Prognosen aktuell sehr ungenau. Es zeichnet sich jedoch ab, dass wir auch 2022 unsere Ausgaben durch die Einnahmen in Projekten decken werden, also wiederum eine schwarze Null schreiben. Jedoch gehen die Industrieertragsanteile voraussichtlich weiter zurück, insbesondere da die Industrie angesichts der enorm gestiegenen Energiepreise und der aktuellen Rezessionsanzeichen (Stand Juli 2022) zurückhaltend agiert.

Finanzielle Entwicklung des Fraunhofer ICT, 2012 bis 2021

Erträge

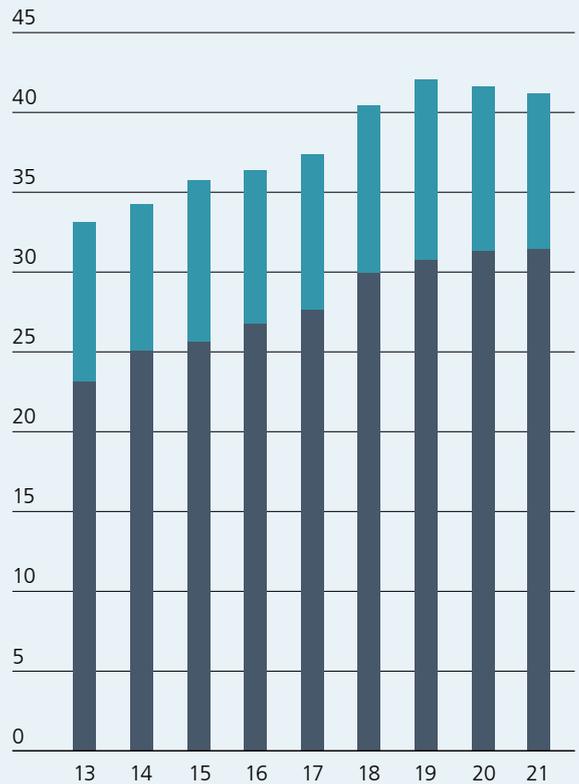
Mio. €



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

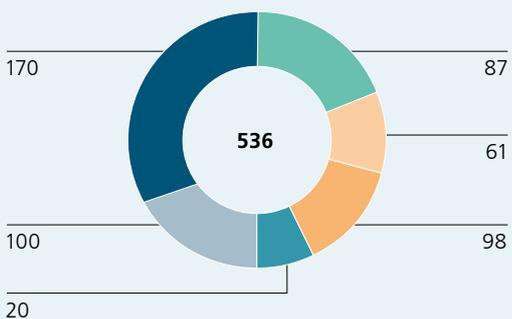
Aufwendungen

Mio. €



- Sachkosten
- Personalkosten

Personalstruktur des Fraunhofer ICT: Stand 31. Dezember 2021



- Wissenschaftliche Mitarbeitende (32 %)
- Laborant*innen, Werkstatt-Personal (19 %)
- Auszubildende (4 %)
- Graduierte, Techn. Angestellte (18 %)
- Kaufmännische Verwaltung (11 %)
- Betriebsfremde Mitarbeitende (16 %)



Kernkompetenzen

| | |
|---|----|
| Chemische Prozesse | 16 |
| Kunststofftechnologie | 20 |
| Energie und Antriebe | 26 |
| Explosivstofftechnik und Sicherheit | 30 |

»Chemische Prozesse«

Die Kernkompetenz »Chemische Prozesse« umfasst die Fähigkeit zur Auslegung und Durchführung neuartiger, ressourcenschonender chemischer und verfahrenstechnischer Prozesse vom Labor- bis zum technischen Maßstab.

Wir decken hierbei die gesamte Prozesskette ab – beginnend bei der Rohstoff-Aufarbeitung, über die chemische Reaktionsführung, die Aufreinigungs- und Trenntechnik bis hin zu nachgeschalteten Verarbeitungsprozessen.

Nachhaltige, defossilierte und zirkuläre Produktionsprozesse stehen im Fokus unserer Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.

Chemische Prozesse für eine nachhaltige Zukunft

Chemische Prozesse sind für eine Vielzahl industrieller Wertschöpfungsketten unverzichtbar und Garant für neue Produktentwicklungen und Innovationen. In Anbetracht der globalen Herausforderungen beim Klimaschutz sowie bei der Energie- und Ressourceneffizienz müssen chemische Prozesse von fossilen Rohstoffen und Energieträgern entkoppelt und in Konzepte einer zirkulären, treibhausgasneutralen Stoff- und Energiewandlung eingebunden werden.

Unsere zentralen Ziele bei der Entwicklung, Auslegung und Optimierung chemischer Prozesse sind deshalb neben der Steigerung der Produktqualität, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit in besonderem Maße auch die Nachhaltigkeit der Produkte und der Verfahren für deren Herstellung. Wir begegnen diesen Anforderungen mit der Entwicklung moderner Synthese-, Verfahrens- und Prozesstechniken, bei denen den Prinzipien der grünen Chemie folgend eine energieeffiziente und ressourcenschonende Prozessführung, die Minimierung von Abfallströmen, die Rückführung von Stoffströmen sowie der Einsatz erneuerbarer Rohstoffquellen von Anfang an berücksichtigt werden.

In unseren Entwicklungsarbeiten vollziehen wir häufig den Paradigmenwechsel von diskontinuierlichen zu kontinuierlichen Prozesstechniken. So ist die kontinuierliche Prozessführung, beispielsweise unter Einsatz von

mikroverfahrenstechnischen Apparaten, ein zentrales Element der Prozessauslegung und Prozessintensivierung. Sie erlaubt die sichere Prozessführung in neuen Prozessfenstern, z.B. bei höheren Temperaturen, Drücken und Konzentrationen sowie kürzeren Reaktionszeiten. Diese Prozessparameter sind für klassische Verfahren nur schwer oder gar nicht zugänglich und können demzufolge nur mittels kontinuierlicher Prozesse technisch und wirtschaftlich optimiert werden. Wir übertragen die kontinuierliche Prozessführung auch systematisch auf weitere Prozessschritte und neue Anwendungsfelder. Insbesondere sind dies die Intensivierung im Downstream-Bereich zur extraktiven Aufreinigung in verschiedenen Druckregimen, zur größenkontrollierten Herstellung von Nanopartikeln oder Mikrokapseln, zur Entwicklung umweltfreundlicher Katalyseprozesse und elektrochemischer Synthesen sowie zur Intensivierung mehrphasiger Reaktionsprozesse.

Große Fortschritte erzielen wir bei der Entwicklung und Adaption schneller spektroskopischer und kalorimetrischer Prozessanalysetechniken, mit deren Hilfe sich die Dynamik chemischer Prozesse mit einer hohen Zeit- und Ortsauflösung verfolgen lässt. Jüngste Beispiele sind die reaktionskalorimetrische Verfolgung kontinuierlicher Prozesse entlang der Strömungsrichtung oder die schnelle Infrarot-spektroskopische Verfolgung von Synthesen in IR-absorbierenden Lösungsmitteln mit Hilfe von Quantenkaskaden-Lasern. Dadurch werden häufig erstmals kinetische, mechanistische sowie sicherheitstechnische Daten für eine optimierte Prozessauslegung zugänglich. Die schnelle Verfügbarkeit umfassender prozessanalytischer Daten erlaubt es nicht nur Prozessentwicklungszeiten drastisch zu verkürzen, sondern diese auch vermehrt in der Digitalisierung chemischer Reaktionsprozesse zu nutzen.

Die Prozessentwicklungen begleiten wir mit ökonomischen Betrachtungen, insbesondere bei den Downstream-Prozessen zur Aufreinigung der Endprodukte. Hierbei kommen Instrumente der ganzheitlichen Bilanzierung (LCA) zum Tragen, die sowohl die Wirtschaftlichkeit als auch umweltliche und gesundheitliche Aspekte berücksichtigen.



*Lichtleiterbasierte
ortsaufgelöste Prozess-
spektroskopie in Mikro-
reaktorprozessen.*

Kompetenzfelder »Chemische Prozesse«

Nicht-Fossile Chemie

Seit vielen Jahren nutzen wir nicht fossile Rohstoffe, zum Beispiel nachwachsende Rohstoffe und CO₂, in unseren eigenentwickelten, verfahrenstechnischen Prozessen. Damit unterstützen wir die Industrie bei der Adaption dieser neuen Rohstoffquellen in der Produktion. Diese Prozesse umfassen beispielsweise die Einsatzstoffe Lignocellulose (Holz), Fette und Öle, Kohlenhydrate sowie andere nicht im Wettbewerb zur Nahrungsmittelproduktion stehende Biomasseströme.

Eine steigende Nachfrage erfahren Prozesse zur Rückgewinnung von ursprünglich fossil-basierten Produkten wie z.B. Polymere und Alt-Kunststoffe in einem hohen Reinheitsgrad, der es ermöglicht, sie wieder in ihre ursprüngliche Anwendung zu bringen. Für diese extraktiven Prozesse spielen sowohl die Lösungsmittelauswahl als auch die Prozesskette eine wesentliche Rolle für eine wirtschaftliche und zugleich nachhaltige Umsetzung.

Elektrochemie

In der Elektrochemie befassen wir uns mit der selektiven Synthese von Chemikalien, der Auslegung entsprechender elektrochemischer Zellen sowie der hierfür erforderlichen Katalysatormaterialien. Im Rahmen des Downstream Processing erarbeiten wir Methoden zur Isolierung elektrochemisch erzeugter Plattformchemikalien. Beispielhaft sei hier die hochintegrierte elektrochemische Konversion von Ligninen zu drop-in Chemikalien und Intermediaten für stoffliche Anwendungen genannt. In getrennten Elektrodenräumen lassen sich kontinuierliche Reaktorkonzepte verwirklichen, die sowohl oxidierte als auch reduzierte Synthesebausteine produzieren.

Gefahrgeneigte Chemie

Aufgrund unseres umfassenden Know-hows auf dem Gebiet der Explosivstofftechnik verfügen wir über spezielle Kompetenzen bei der sicherheitstechnischen Auslegung und Durchführung gefahrgeneigter, sowohl explosiver als auch toxischer Prozesse. Wir entwickeln Prozesse, die die sichere Herstellung und Umsetzung hochreaktiver Synthesebausteine ermöglichen, mit denen sehr atomeffizient Folgeprodukte hergestellt werden können. Bei der Entwicklung von Hochdruck-Prozessen profitieren wir zudem von unseren langjährigen Erfahrungen bei der Prozessführung überkritischer Fluide.

Konti- und Mikroverfahrenstechnik

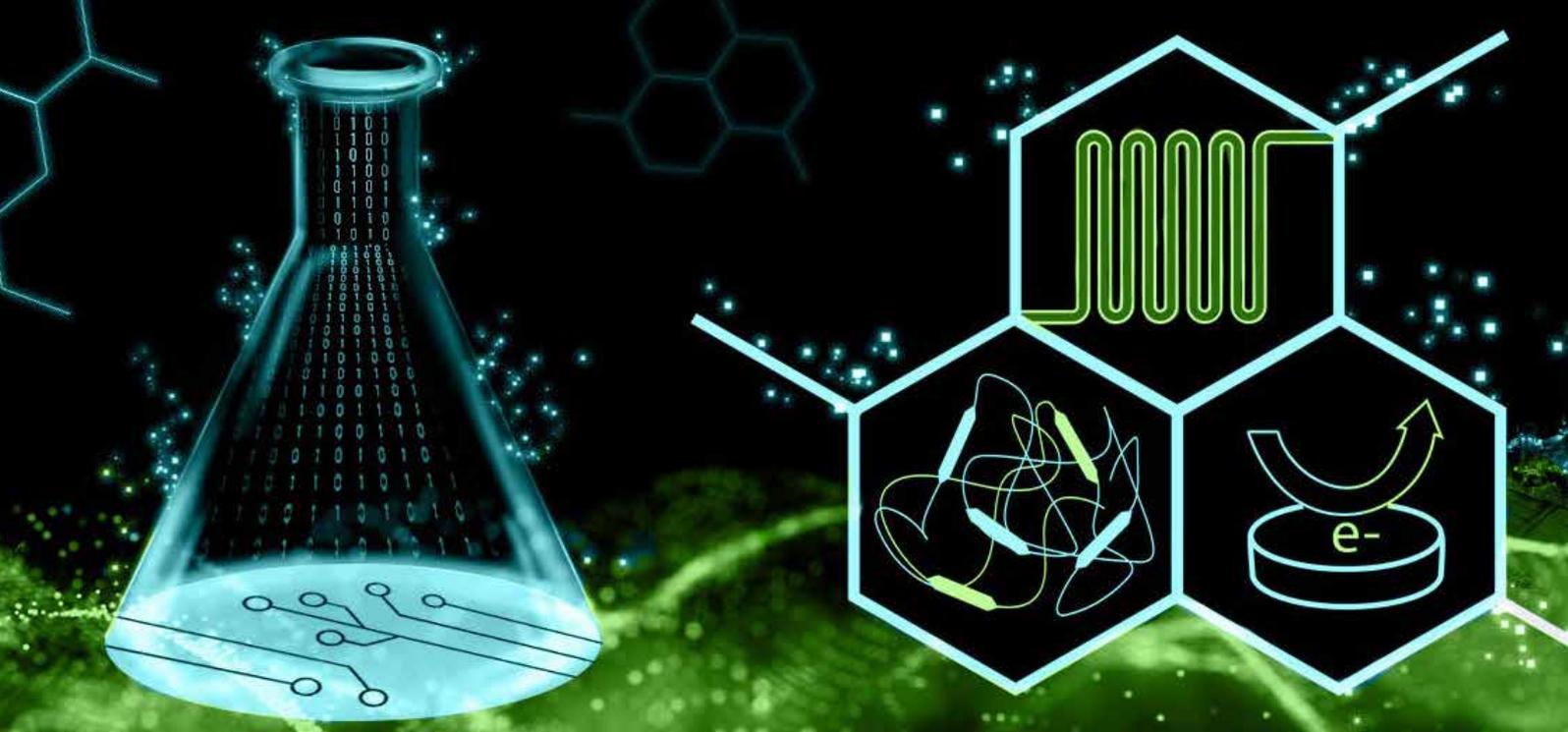
Ein weiterer Schwerpunkt unserer Arbeiten bildet die kontinuierliche Prozessführung in Mikroreaktoren. Wir entwickeln mikroverfahrenstechnische Apparate und Prozesse, in denen sich Verweilzeit, Stoff- und Wärmetransport sehr genau kontrollieren lassen, wodurch Zielgrößen wie Selektivität und Ausbeute signifikant verbessern werden können.

On-line Prozessanalytik

Mittels modernster, z.T. eigenentwickelter spektroskopischer und kalorimetrischer Prozessanalysetechniken werden kinetische, mechanistische und sicherheitstechnische Daten ermittelt und für die, ggf. modellgestützte, Prozessauslegung genutzt. Auch für die Prozessüberwachung spielt die online-Analytik eine wichtige Rolle, da sie rechtzeitig darüber informiert, ob Änderungen in der Prozessführung oder Wartungsarbeiten, z.B. aufgrund einer veränderten Produktstromzusammensetzung, erforderlich werden.

Prozess- und Betriebssicherheit chemischer Anlagen

Viele Eigenentwicklungen des Instituts bieten den technischen Zugang zu neuen Prozessfenstern. Durch unsere orts- und zeitaufgelöste Prozessdiagnostik ermöglichen wir eine sichere Prozessführung. Ergänzt durch umfangreiche Charakterisierungsmethoden kombiniert mit einer kontinuierlichen Prozessüberwachung, kann eine hohe Betriebs- und Prozesssicherheit erreicht werden. Versuchsbegleitend identifizieren wir elementare Produktzusammensetzungen, betreiben Strukturaufklärung, machen Emissionsanalysen und führen Alterungs- und Beständigkeitsanalysen bei metastabilen Verbindungen durch, um deren sichere Handhabung zu ermöglichen.



Ausstattung

- verschiedene Synthesetechnika für chemische und mechanische Verfahrenstechnik
- Technikum zur Synthese-Aufskalierung in den 50 kg- bzw. 50 L-Maßstab
- Sicherheitsboxen zur ferngesteuerten Reaktionsführung gefahrgeneigter Prozesse
- Mikroverfahrenstechnische Versuchsstände und Syntheseanlagen
- Anlagen zum Parallelscreening von Syntheseansätzen (auch unter Hochdruck)
- mehrere Reaktionskalorimeter (Batch und kontinuierlich)
- modernste Prozessspektrometer für die ein- und mehrdimensionale Inline-, Online- oder Atline-Prozessverfolgung (UV/Vis, NIR, IR, Raman)
- kontinuierliche und diskontinuierliche Hochdruckanlagen für die Hydrothermolyse, Oxidation und Hydrierung sowie Reaktionen in unter- und überkritischem Wasser
- Hochdruckextraktionsanlagen für die Extraktion in überkritischem Kohlendioxid
- Pilotanlagen zur Kristallisation aus Lösungen mittels überkritischer Fluide
- Anlagen zur Bestimmung von Löslichkeiten und Phasengleichgewichten bei hohen Drücken
- verschiedenste Destillationsanlagen zur thermischen Trennung hochsiedender/empfindlicher Stoffgemische (Fallfilmverdampfer, Hochtemperaturvakuumrektifikation)
- Anlagen zur Flüssig/Flüssig- und Fest/Flüssig-Extraktion
- mobile Anlagen zur Umkehrosmose, Nano- und Ultrafiltration
- Anlagen zur Lösungs- und Schmelzpolymerisation
- Beschichtungs- und Coatingprozesse
- Sprüh- und Schmelzkristallisationsprozesse
- Zerkleinerungstechniken
- Partikelgrößen- und Kristallstrukturanalytik
- umfangreich ausgestattete chemische, spektroskopische, thermische und mechanische Analysenlabore
- Anlagen zur Oberflächenanalytik, Anlagen zur volumetrischen und gravimetrischen Sorptionsmessung
- Computertomographie
- Computer gestützte Auslegung von Prozessen (bis in den Multi-Tonnen-Maßstab)

Kontakt

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

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



Rollen zur Messung der Abzugsgeschwindigkeit

»Kunststofftechnologie«

In der Kernkompetenz »Kunststofftechnologie« betreiben wir anwendungsnahe Forschung mit den Schwerpunkten Material-, Verfahrens-, und Bauteilentwicklung von Kunststoffprodukten. Kreislaufführung der Werkstoffe und Nachhaltigkeitskonzepte für komplette Wertschöpfungsketten sind aktuell wichtige Treiber in diesem Markt.

Dazu erforschen wir neue Prozesse in der Polymer- und Additivsynthese, entwickeln anwendungsgerechte nachhaltige Materialien und Rezepturen für spezifische Produkte und optimieren auf die Werkstoffe angepasste Verarbeitungstechnologien. Die Anwendungen finden sich häufig in der Automobilindustrie und im Bauwesen.

Nachhaltige und intelligente Lösungen für Kunststoffanwendungen

Unsere Forschungsinhalte der Kernkompetenz Kunststofftechnologie fokussieren sich auf die zentralen Themen eines Herstellungs- und Recyclingzyklus von Kunststoffbauteilen von der Synthese, über die Verarbeitung bis zur Bauteilherstellung. Begleitet wird unsere Forschung durch die Betrachtung

der Rohstoffbasis und Rohstoffeffizienz, der Simulation von Umwelteinflüssen in der Nutzungsphase und der Kreislaufführung der Produkte inklusive Lebenszyklusanalyse (LCA).

Die »Polymersynthese« bildet unser Fundament zur Weiterentwicklung klassischer Polymere wie Polyurethane, Polyester und Polyamide mit dem Ziel, ihre Funktionalitäten, ihre Leistungsfähigkeit und ihre Anwendungsbreite zu verbessern. Entwicklungen für Nachhaltigkeit, zum Beispiel Kunststoffe auf Basis biobasierter Rohstoffe oder voll umfängliches Recycling von Altkunststoffen, sind hierbei unsere Forschungsschwerpunkte. Ebenso die Additivsynthese mit halogenfreien Flammschutzmitteln, nachhaltigen Weichmachersystemen oder Compatibilizern für neue Kunststoff-Compounds. Unsere Polymerentwicklungen zielen z.B. auf die Kombination von thermo- und duroplastischen Funktionalitäten für Anwendungen in hoch belastbaren Verklebungen ab.

In den »Compoundiertechnologien« sind wir spezialisiert auf die Entwicklung neuer Compoundierprozesse und Materialrezepte. Eine Besonderheit sind hier extraktive Compoundierprozesse zur Reduktion von Emissionen oder von Störstoffen fürs Recycling sowie die innovative Reaktivextrusion zur Polymersynthese oder für Polymermodifikationen im Doppelschneckenextruder.

Maßgebliche Aufgaben in unserem Themenfeld »Schäumtechnologien« bestehen in der Partikelschaumtechnik sowie der Herstellung geschäumter Halbzeuge im Direktschaumprozess. Neben der Optimierung konventioneller Materialien befassen wir uns mit dem Schäumen von biobasierten sowie von technischen, meist höhertemperaturfesten Polymeren. Neue Sinter-Technologien, wie beispielsweise die Radio-Frequenztechnologie, erschließen dabei ganz neue Anwendungsgebiete.

Beim »Spritzgießen und Fließpressen« stehen bei uns Standard- und Sonderverfahren von (Faserverbund-) Materialien im Fokus. Durch die Integration von lokalen, lastpfadgerecht gewickelten oder gelegten Faserverbundstrukturen in Spritzgießbauteilen steigern wir die mechanischen Eigenschaften signifikant.

Die Industrialisierung von Prozessketten zur Herstellung hoch belastbarer, kontinuierlich faserverstärkter Leichtbaustrukturen sind unsere Schwerpunkte im »Strukturleichtbau«. Die Kerntechnologien hierfür sind das Resin-Transfer-Molding, das Wet-Compression-Molding-Verfahren, das Thermoplast-Tapelegen sowie die Pultrusion. Die Ablage textiler und vorimprägnierter Halbzeuge zu Preforms, deren Handhabung, Kombination mit Polymerschäumen und metallischen Strukturen sowie die nachfolgende Harzinfusion oder Umformung sind wichtige Bestandteile der von uns betrachteten Prozessketten.

In der »Mikrowellen- und Plasmatechnologie« entwickeln wir maßgeschneiderte Anlagen, Messtechnik und Verfahren für thermische Prozesse und Beschichtungen. Beispiele sind die mikrowellenbasierte Erwärmung von Kunststoffen, das beschleunigte Aushärten von Klebstoffen und Harzsystemen, die mikrowellenassistierte chemische Reaktionstechnik sowie die Beschichtung oder Modifikation von Oberflächen im Plasma-Enhanced-Chemical-Vapour-Deposition-Verfahren. Einen besonderen Schwerpunkt legen wir auf Korrosionsschutzschichten und nanoporöse Haftsichten.

In unserem Prüflabor können wir polymere Werkstoffe entlang der gesamten Prozesskette, vom Rohstoff bis zum Bauteil, umfassend charakterisieren und untersuchen. Im Schadensfall bieten wir eine systematische Analyse zu Schadensursachen, Werkstoffversagen und Fehlereinflüssen mittels analytischer und technologischer Messmethoden an.

Beim »Online-Prozessmonitoring« entwickeln wir spektrale und auf Mikrowellen basierende Messverfahren zur anlagenintegrierten Prozess- und Materialkontrolle und zur Prozesssteuerung. Unsere Projekte im Kontext von Industrie 4.0 basieren auf der Prozessintegration von Sensoren. Dazu gehört auch prozessspezifisches Know-how bei der Auswertung der Rohdaten. Die Applikation und Integration von Big-Data und KI-Algorithmen erlauben es uns lernende bzw. unreife Prozesse zu beleuchten.

Im Bereich »Recycling und Kreislaufwirtschaft« entwickeln wir Prozesse und Technologien für eine stoffliche Verwertung von Polymeren mit dem Ziel der vollständigen Rückführung in hochwertige Anwendungen. Im Falle duroplastischer Polymersysteme erfolgt eine chemisch, solvolytische Spaltung in Komponenten, die sehr gezielt wieder zu Kunststoffen dieser Systemklasse polymerisiert werden können. Beispielhaft wurden polyurethanschaumhaltige Flugzeugsitze aufbereitet, das separierte Polyurethan depolymerisiert und nach Reinigung der erhaltenen Spaltprodukte eine gezielte Synthese neuer Sitzschäume – mit intrinsischem Flammenschutz – durchgeführt. Das begleitende Life-Cycle-Assessment (LCA) quantifizierte über verschiedene Impact-Kategorien die Nachhaltigkeit dieser Systeme. Weitere Recyclinganwendungen finden sich im Bereich des PET- und PLA-Recyclings am ICT. Beide Polyesterklassen lassen sich über chemisch, katalytische Verfahren wieder in ihre Monomere zurückführen, aufreinigen und anschließend in ihre ursprünglichen Polymere wieder überführen. Auch diese Prozesse wurden über eine LCA-Analyse hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit bewertet. Neueste Entwicklungen befassen sich mit einer Prozessentwicklung für das stoffliche Recycling von Silikonem.

Im Bereich der Synthese nachhaltiger Polymere spielen am ICT schon immer biobasierte Systeme eine wichtige Rolle wie z.B. im Bereich der duroplastischer, Lignin basierter Epoxide für Oberflächenveredelungen oder auch im Bereich der Geruchssperrschichten, um Ausdünstungen zu verhindern.

Karlsruher Forschungsfabrik für KI-integrierte Produktion

Die »Karlsruher Forschungsfabrik für KI-integrierte Produktion« ist eine Initiative der Fraunhofer-Gesellschaft mit ihren Instituten ICT und IOSB sowie des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT-wbk) am »Campus-Ost« des KIT.

Dort betreiben wir praxisnahe Forschung an realen Fertigungsverfahren, damit produzierende Unternehmen sowie Maschinen- und Anlagenbauer neue Produkte in kürzester Zeit auf den Markt bringen können. Dazu nutzen wir konsequent die Potenziale einer umfassenden Digitalisierung und bringen Methoden der Künstlichen Intelligenz und des maschinellen Lernens verlässlich in die betriebliche Praxis.

Kompetenzfelder »Kunststofftechnologie«

Polymersynthese

Unsere Arbeiten in der Polymer- und Additivsynthese beinhalten die Herstellung klassischer Polymere der Typen Polyurethane, Polyester, deren Additive und Hilfsstoffe, wie Weichmacher, Viskositätsverbesserer, Compatibilizer sowie halogenfreie Flammschutzadditive. Aspekte der Nachhaltigkeit spielen hierbei eine wichtige Rolle. So stellt die Nutzung zuckerbasierter Polyhydroxyverbindungen, aber auch polyphenolischer Tannine oder Lignine für die Synthese polymerer Vorprodukte eine Erweiterung der Polymersynthesen im Bereich Biopolymere dar. Sehr gut etabliert sind bei uns die Themen kontinuierliche Polymerisation und Polymermodifikation durch Reaktivextrusion am Beispiel thermoplastischer Urethane (TPU).

Material- und Rezepturentwicklung

Unseren Schwerpunkt in der Material- und Rezepturentwicklung bilden Rezepturen auf Basis klassischer Thermoplaste sowie biobasierter naturfaserverstärkter Polyester für höherbelastbare Bauteilanwendungen. Ein weiterer Fokus liegt auf emissionsoptimierten und chemisch aufgereinigten Rezyklaten und deren Monomeren, wobei durch eine Re-Formulierung ein sehr breites Anwendungsspektrum abgedeckt werden kann. Unsere Entwicklung von funktionalen Compounds hat durch Anwendungen im 3D-Druck ein interessantes, neues Anwendungsfeld gefunden. Weiterhin betreiben wir Rezepturentwicklung für spritzgießfähige oder für den SMC-Prozess geeignete duomere Systeme.

Verarbeitungstechnologien

Unsere langjährige Erfahrung in der Prozessentwicklung auf Doppelschneckenextrudern nutzen wir intensiv im Design von neuen Prozessen der reaktiven Extrusion und in der Störstoffentfernung mittels extraktiver Extrusion. Durchgängige Prozessketten stehen bei uns sowohl in der Partikelschaumtechnik als auch im Bereich der Herstellung geschäumter Halbzeuge im Direktschaumprozess zur Verfügung. Unsere Forschungsschwerpunkte sind die Neuentwicklung und Optimierung konventioneller, biobasierter, rezyklierter sowie geschäumter, technischer Thermoplaste und deren Verarbeitungsverfahren. Beispiele sind die Entwicklung von Partikelschäumen mittels Autoklavverfahren oder die Verarbeitung von Partikelschäumen mittels Radiofrequenztechnologie.

In der Spritzgießverarbeitung thermoplastischer und duomerer Formmassen haben wir umfangreiches Prozess-Know-how aufgebaut, z.B. bei inline-Einarbeitungstechnologien von Füllstoffen und Fasern in fließfähige thermoplastische und duomere Formmassen sowie für die Entwicklung von Verfahren für thermoplastische Monomaterial-Sandwichsysteme. Unsere Mikrowellen- und Plasmatechnologie wird für die Entwicklung energieeffizienter und flexibler Prozesstechniken eingesetzt.

Bauteilentwicklung und Lebensdaueranalysen

Der kontinuierliche Ausbau unserer Kompetenzen in der Bauteilkonstruktion und die wachsende Kompetenz in der Bauteil- und Prozesssimulation setzen wir zunehmend in Projekten ein. Große Expertise besitzen wir auch in der Simulation und Bewertung von Umwelteinflüssen auf im Markt oder in der Entwicklung befindlicher Materialien, Bauteile und Baugruppen. Komplexe Produkte, kürzere Innovationszyklen und erweiterte Produkthaftungsfragen verlangen nach angepassten und ausgeweiteten Prüfverfahren. Schwerpunkte unserer diesbezüglichen Arbeiten liegen in der entwicklungsbegleitenden Bauteiluntersuchung bei klimatischen aber auch bei Staub- und Vibrationsbedingungen, um Mechanismen der Alterung, Korrosion, Materialermüdung und die Zuverlässigkeit während der Bauteillebensdauer zu untersuchen.

Leichtbau und Verbundwerkstoffe

Unsere Kompetenzen im Bereich Leichtbau und Verbundwerkstoffe liegen in der Materialentwicklung und Materialmodifikation sowie in der Weiterentwicklung und Industrialisierung von Prozessen wie RTM, Fließpressen, Pultrusion sowie bei Tape- und Wickeltechniken. Diese Verfahren nutzen wir zur Herstellung von strukturell stark beanspruchten oder hoch funktionsintegrierten Bauteilen.

Recycling und Nachhaltigkeitskonzepte

Im Bereich Recycling und Nachhaltigkeitskonzepte werden insbesondere Prozesse und Technologien für eine stoffliche Verwertung entwickelt. Einen Schwerpunkt bilden Verwertungskonzepte für mechanisches und chemisches Recycling. Daher ist es wichtig, bereits während der Bauteilentwicklung entsprechende kreislauffähige Materialien zu berücksichtigen, die ein Recycling nach der Lebensdauer des Bauteils ermöglichen.



Sandwichprüfkörper mit Rezyklatkern (braun) und einem Hautmaterial ohne geruchsreduzierende Additive bei der sensorischen Bewertung.



PREDATOR

Mit dem Hochdruck-RTM-Verfahren (High Pressure Resin Transfer Molding) werden hochwertige Anwendungen, z.B. in der Automobilindustrie, hergestellt. Die Bauteile haben aufgrund der guten Materialeigenschaften bei geringem Gewicht ein sehr hohes Leichtbaupotenzial und eignen sich für Strukturteile im Automobilbau, z.B. Dach, Türen und Kofferraumdeckel.

Das HP-RTM-Verfahren ist in Bezug auf die Zykluszeiten für die Serienfertigung von Composite-Bauteilen geeignet, stellt aber dennoch eine Herausforderung in Bezug auf Robustheit und Zuverlässigkeit dar.

Diese Eigenschaft führt zu relativ hohen Ausschussraten und macht das Verfahren für viele Anwendungen unrentabel.

Ein wesentlicher Grund dafür ist die manuelle Prozessdatenerfassung. Eine Übertragung von Prozessdaten entlang der einzelnen Prozessschritte sowie deren Nutzung für eine Qualitätsbeurteilung (QS) findet nach dem derzeitigen Stand der Technik nicht statt. Das Forschungsprojekt PREDATOR schafft nun Abhilfe. Im Rahmen des Projekts wird ein zuverlässiges HP-RTM-Verfahren für die industrielle Großserienfertigung unter Einsatz intelligenter Datenverarbeitungssysteme entwickelt.



Ausstattung

- Doppelschneckenextruder mit 18 bis 32 mm Schneckendurchmesser
- Dosiersysteme für flüssige und hochviskose Medien und gravimetrische Dosiersysteme für Granulate, Pulver, Fasern etc.
- Labor für die Reaktivextrusion, ausgestattet mit Sicherheitseinrichtungen zum Arbeiten mit Gefahrstoffen
- parallelaufgeregelt hydraulische Pressen für die Verarbeitung von Kunststoffen mit 6.300 und 36.000 kN Schließkraft
- Spritzgießanlagen im Schließkraftbereich 350 bis 7.000 kN
- Spritzgießsondervverfahren im Spritzprägen, Mehrkomponenten-Spritzgießen, Thermoplast-Schaumspritzgießen, Expansionsschäumen, Duroplast-Spritzgießen
- Automatisiertes Thermoplast-Tapelegeverfahren für Gelege mit einem Durchmesser von 2 m
- Anlagentechnik zur strahlungsinduzierten Vakuumkonsolidierung für thermoplastische Gelege
- Automatisierte Wickeltechnik zur Herstellung komplexer Schlaufenstrukturen
- 3D-Druck-Technologien zur Verarbeitung von funktionalisierten Polymeren
- Partikelschaumtechnik mit Doppelschneckenextruder, Unterwassergranulierung, Vorschäumer und (Radiofrequenz-) Formteilautomaten
- Tandem-Schaumextrusionsanlage für geschäumte Halbzeuge
- SMC-Flachbahnanlage mit erweiterter Sensorik und BMC-Kneter
- Polyurethanverarbeitung: PU-RIM und PU-Fasersprühtechnologie
- Polymersyntheseautoklaven im 5 Kilogramm-Maßstab
- RIM/RTM-Technologien für die Verarbeitung duromerer und thermoplastischer Materialien
- Pultrusionstechnologie mit Injektionstechnik für duromere und thermoplastische Matrixsysteme
- Mikrowellenanlagen mit Generatoren mit weitem Einsatzbereich
- Mikrowellenbasierte Sensortechnik zur Prozessüberwachung
- Diverse Niederdruck-Plasmaanlagen
- Robotergestützte atmosphärische Plasmaanlage
- Umfangreiche und modernste Ausstattung im Bereich der Materialprüfung und Materialanalyse

Kontakt

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

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

»Energie und Antriebe«

Eine nachhaltige, sichere und bezahlbare Energieversorgung sowie der effiziente Umgang mit Energie bilden die Schwerpunkte der aktuellen Forschungspolitik mit dem Ziel der vollendeten Energiewende und dem Ausstieg aus der fossilen Energiewirtschaft.

Innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft sind wir als Institut mit ganzheitlichen, systemischen Ansätzen in der Verbindung von Energie und Antrieben aufgestellt. Energiewandler wie zum Beispiel Verbrennungsmotoren und Brennstoffzellen, chemische und thermische Energiespeicher wie Batterien und Wärmespeicher, elektrische Antriebsstrangkomponenten und ihre Anwendung in verschiedenen Antriebsstrangtopologien der Energiewirtschaft bilden unsere Kompetenzschwerpunkte. Mit diesen sind wir in der Lage, auf Material-, Komponenten- und Systemebene Lösungen für nachhaltige Energiespeicher und -wandler für verschiedene Anwendungsbereiche von portabel, mobil bis zu stationären Systemen sowie komplette Antriebssysteme vom Konzept bis zur Validierung zu erforschen und zu entwickeln.

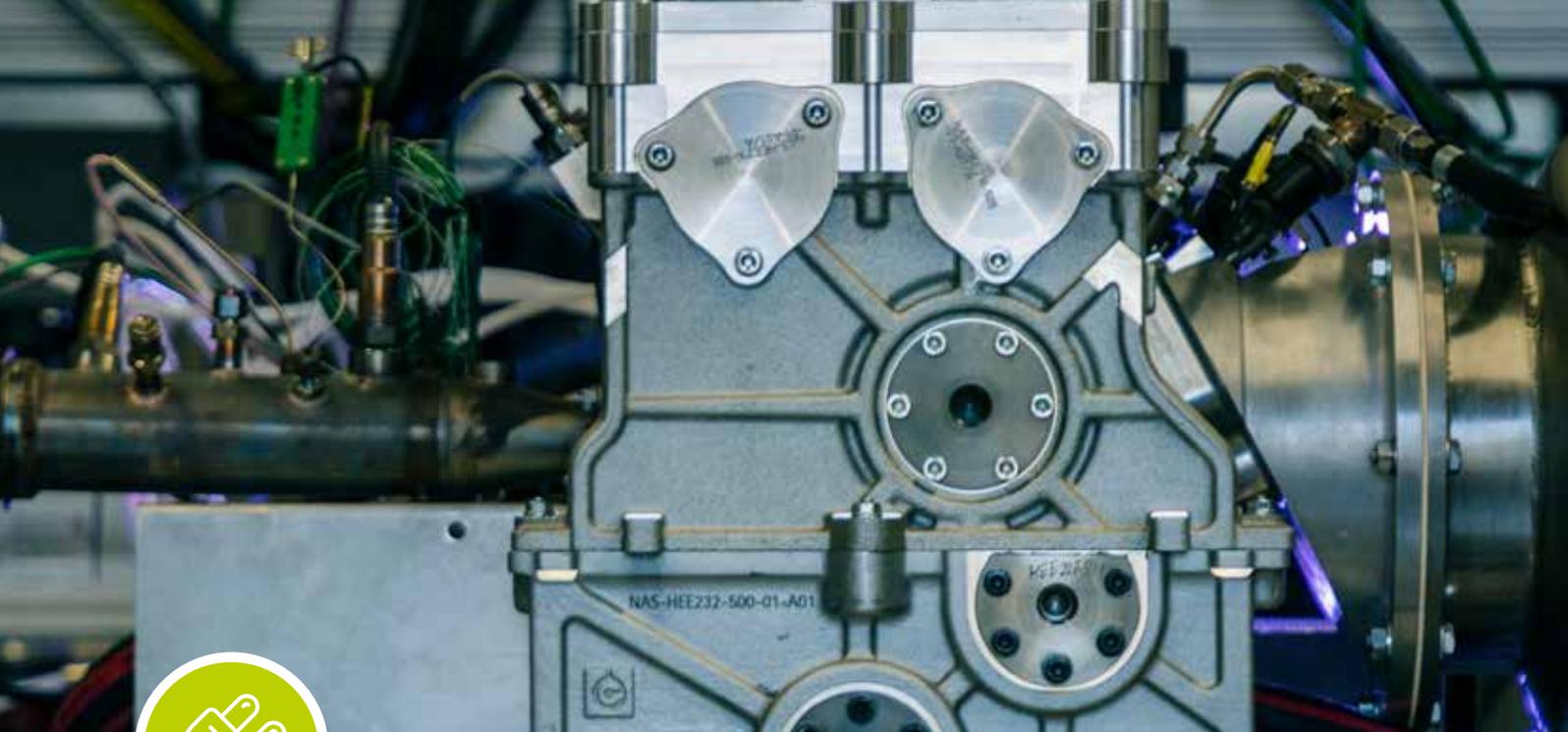
Anwendungsnahe Forschung zur Speicherung und Wandlung von Energie und zu Antriebssystemen

Zur Speicherung elektrischer Energie entwickeln wir neue, effiziente Möglichkeiten und untersuchen auch bereits auf dem Markt befindliche Systeme. Unsere Schwerpunkte liegen dabei auf Lithium-Ionen-Batterien, Festkörperbatterien, Redox-Flow-Batterien und sogenannten Post-Lithium-Ionen-Systemen, wie zum Beispiel Lithium-Schwefel oder Natrium-basierten Batterien. Zellen und Batteriemodule werden sowohl thermisch als auch elektrisch charakterisiert und simuliert, um sie dann für spezifische Anwendungsfelder auszulegen. Einen weiteren Schwerpunkt unserer Arbeiten stellen Sicherheits- und Abuse-Untersuchungen mit begleitender Gasanalytik, Post-mortem-Untersuchungen an Zellen und Batterie-Modulen sowie die Entwicklung und Validierung von Sicherheitskonzepten für den Betrieb, Transport und Lagerung von Batterien dar. Für Redox-Flow-Batterien untersuchen wir unterschiedliche kostengünstige und nachhaltig nutzbare Speichermaterialien und arbeiten an der Kostenreduktion des Gesamtsystems, insbesondere im Stackaufbau.

Unsere Arbeiten im Bereich der Wandler teilen sich auf drei Themenschwerpunkte auf, Materialentwicklung, Testung und Systementwicklung. Im Themenschwerpunkt Materialentwicklung liegt unser Fokus auf Katalysatorsystemen für die Wasserelektrolyse, Träger für Sauerstoffentwicklungs- / (OER-)Katalysatoren für die PEM-Elektrolyse und geträgerte Katalysatoren und edelmetallfreie OER-Katalysatoren für die AEM-Elektrolyse, ausgehend von MOF-Präkursoren. Auch für die Anwendung in der HT-PEMFC und in der DMFC entwickeln wir Elektrokatalysatoren. In der Brennstoffzellen-Testung liegt unser Fokus auf der Methodenentwicklung für die Untersuchung von Degradationsprozessen, insbesondere der Kohlenstoff- und Ionomerkorrosion mittels Online-Massenspektrometrie. Wir optimieren die Betriebsweise kommerzieller Brennstoffzellenstapel für Sonderanwendungen im militärischen, aber auch zivilen Bereich und entwickeln die hierfür benötigten Systeme samt Auswahl geeigneter Peripheriekomponenten und der Steuerung.

Weiterhin untersuchen wir Wasserstoff als Energieträger für den Antrieb von Brennstoffzellen in mobilen und stationären Anwendungen. Das Hauptaugenmerk liegt hierbei bei der Wasserstoffsicherheit im jeweiligen System. Wir betrachten verschiedene Betriebszustände bis hin zum Worst-Case-Szenario. So berechnen wir mögliche Leckagen und Fehler, sind in der Lage die Umsetzung von Wasserstoff auf unserem Testgelände, das für bis zu drei Kilogramm TNT-Äquivalent ausgelegt ist, im Versuch zu validieren. Ergänzend bearbeiten wir Fragen rund um den Sicherheitsabstand im Tankstellenbereich und der Druckabsicherung von Tankstellenbehältern. Für die Energieversorgung in Wohnquartieren mit regenerativ hergestelltem Wasserstoff entwerfen wir die Gesamtauslegung des Systems inklusive der Brennstoffzellen zur Rückverstromung, der Nutzung der Abwärme aus der Brennstoffzelle und der bedarfsgerechten Verteilung per Nahwärmenetz.

Thermische Speicher werden sowohl auf der Basis von Phase-Change-Materials (PCM) als auch von Zeolithen entwickelt und charakterisiert. Dazu gehört die physikalisch-chemische



Rollen zur Messung der Abzugsgeschwindigkeit

Grundlagencharakterisierung inklusive der modellhaften Beschreibung und die Charakterisierung von Ad- und Desorptionsphänomenen mithilfe thermoanalytischer Methoden. Die Auslegung, der Aufbau und der Test von Sorptionsspeichern und Sorptionskühlungssystemen, Wärmespeichern auf Basis von Phase-Change-Materials sowie die Auslegung und der Aufbau und Test von Hybridbauteilen, die thermische Masse und Isolation verbinden, ergänzen sehr anwendungsbezogen unsere Grundlagenuntersuchungen.

Im Bereich der elektromotorischen Antriebe beschäftigen wir uns intensiv mit Elektromotoren und Getriebesystemen für batterieelektrische Fahrzeuge. Dabei fokussieren wir uns auf Technologien, die eine hohe gewichtsspezifische Leistungsdichte und einen hohen Wirkungsgrad versprechen. Im Bereich der Entwicklung von Traktionsbatteriesystemen liegt unser Forschungsschwerpunkt auf der Entwicklung von leichten, sicheren und funktionsintegrierten Lösungen, die den Anforderungen an hohe Energie- und Leistungsdichten sowie den Sicherheitsanforderungen beim schnellen Laden und Entladen gerecht werden. Im Bereich der verbrennungsmotorischen Antriebe ist unser Forschungsschwerpunkt die Entwicklung technischer Lösungen im gesamten Antriebsstrang für mobile Anwendungen. Dabei betrachten wir den Verbrennungsmotor sowohl als alleiniges Antriebsaggregat als auch in Kombination mit einem Elektromotor als hybrides Antriebssystem.

Alle in Verbindung von Antriebssystemen stehenden Entwicklungen werden bei uns konstruktiv und simulativ unterstützt und auf Prüfständen mittels Versuchserprobung validiert.



Unser Institut hat sich innerhalb dieser Kernkompetenz in über mehr als 30 Jahren wissenschaftliches Know-how aufgebaut und die Grundlagen für die Entwicklung effizienter und kostengünstiger Speicher und Wandler gelegt.

Kontakt

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

Prof. Dr. Karsten Pinkwart
Tel. +49 721 4640-322
karsten.pinkwart@
ict.fraunhofer.de

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

Kompetenzfelder »Energie und Antriebe«

Antriebssysteme für die Mobilität

Im Bereich der elektromotorischen Antriebe befassen wir uns mit der Entwicklung von Hochvoltantriebssystemen für die hybride sowie rein elektrische Mobilität. Unser Fokus liegt dabei auf Technologien, die eine hohe gravimetrische Leistungsdichte und einen hohen Wirkungsgrad versprechen. Die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich der verbrennungsmotorischen Antriebe adressieren technische Lösungen zur Steigerung des Wirkungsgrades im gesamten Antriebsstrang mobiler und stationärer Anwendungen und damit auch zur sektorübergreifenden Absenkung von Schadstoff- und Treibhausgasemissionen. Dabei wird der Verbrennungsmotor sowohl als alleiniges Antriebsaggregat als auch in Kombination mit einem Elektromotor in hybriden Antriebssystemen erforscht und entwickelt.

Batterien

Zur Speicherung elektrischer Energie erforschen wir neue Speichermöglichkeiten und untersuchen auch bereits auf dem Markt befindliche Batterien und entwickeln diese weiter. Unsere Schwerpunkte liegen dabei auf Lithium-Ionen-Batterien, Redox-Flow-Batterien und auf den sogenannten »Next-Generation«-Systemen, wie zum Beispiel Feststoffbatterien, Natrium-Batterien sowie Metall/Luft und Metall/Schwefel-Systemen. Dabei liegt unser Hauptaugenmerk auf der Materialentwicklung und Materialcharakterisierung von Elektroden, Elektrolyten, Separatoren und deren thermischen und elektrischen Charakterisierung in Batteriezellen, Batteriemodulen bis hin zu gesamten Batteriesystemen. Weiterhin werden Zellen und Batteriemodule thermisch und elektrisch simuliert und modelliert sowie Zellen und Module elektrisch, thermisch und mechanisch für unterschiedliche Anwendungen und Anforderungsprofile ausgelegt.

Brennstoffzellen und Elektrolysesysteme

Hinsichtlich der Speicherung elektrischer Energie ist die Wasserstoffherzeugung durch Elektrolyse ein wichtiges Themengebiet. Unser Fokus liegt dabei insbesondere in der Materialentwicklung zur Reduktion des Einsatzes kritischer Rohstoffe. Der wichtigste Ansatz hierbei ist eine Verbesserung der Elektrodenstrukturen durch die Entwicklung geeigneter Trägermaterialien für die katalytisch aktiven Komponenten zum Beispiel für die Sauerstoffentwicklung. Unsere Materialentwicklung im Bereich der Brennstoffzellen adressiert neben der Reduktion kritischer Rohstoffe auch die Möglichkeit der Verstromung flüssiger Brennstoffe. Unsere technologischen Schwerpunkte liegen dabei in der Hochtemperatur-Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzelle

(HT-PEMFC) und der Aniontauschermembranbrennstoffzelle (AEMFC). Unser Schwerpunkt im Bereich der HT-PEMFC ist die Verbesserung der Elektrodenstruktur durch verbesserte Katalysatorträgermaterialien sowie die Einbindung ionomerer Binder zur Reduktion des Phosphorsäuregehalts und damit von der Phosphorsäure bedingte Leistungsverluste und Alterungsprozesse. Im Bereich der AEMFC und der entsprechenden Aniontauschermembran-Elektrolyse liegt unser Fokus auf der Entwicklung von Zellen auf Basis platinmetallfreier oder -armer Katalysatoren.

Thermische Speicher

Neben der Energiespeicherung und -wandlung spielen bei uns Entwicklungsarbeiten, die auf eine Verbesserung der Energieeffizienz abzielen, eine wichtige Rolle. Unser Schwerpunkt liegt dabei im Bereich der Entwicklung und Herstellung von thermischen Speichern auf der Basis von Phase-Change-Materials (PCM) und von Zeolithen. Wesentliche Inhalte unseres Kompetenzfeldes sind physikalisch-chemische Sorptionsspeicher auf Basis von Zeolithen, deren physikalisch-chemische Grundlagencharakterisierung inklusive deren modellhafter Beschreibung. Weiterhin verfolgen wir die Charakterisierung von Ad- und Desorptionsphänomenen mittels thermoanalytischer Methoden, Auslegung, Aufbau und Test von Sorptionsspeichersystemen, Wärmespeicher auf Basis von Phase-Change-Materialien sowie die Auslegung, den Aufbau und den Test von Latentwärmespeichern.

Batterie- und Wasserstoffsicherheit

Einen Schwerpunkt unserer Batteriesicherheit stellen Sicherheits-, Missbrauchs- und Alterungs-Untersuchungen mit in-operando Gasanalytik, post-mortem Untersuchungen an Zellen und Batterie-Modulen sowie die Entwicklung und Validierung von Sicherheitskonzepten für den Betrieb, Transport und Lagerung von Batterien dar.

Wir befassen uns ebenfalls mit Wasserstoff als Energieträger. Mittels Hochdruckhydrolyse führen wir Untersuchungen zur Erzeugung von Wasserstoff zur stofflichen Speicherung von Überkapazitäten elektrischer Energie durch, charakterisieren die Konversionseffizienz von Membranen und untersuchen die Standfestigkeit sowie die Alterungsmechanismen von Membranen unter spezifischen Elektrolysebedingungen. Bei der Wasserstoffsicherheit spielt der Umgang mit Wasserstoff, insbesondere die sichere Lagerung und der sichere Transport, die Entwicklung und Ausführung von spezifischen Tests und die Beurteilung, Konzeption und Auslegung von Wasserstoffspeichern die wesentliche Grundlage unserer Arbeiten.



Datenlogger zur autarken Aufzeichnung unterschiedlichster Messdaten in Pkw, Lkw oder Produktionsanlagen.

Ausstattung

**Die Ausstattung des Institutes in der Kernkompetenz
»Energie und Antriebe« basiert schwerpunktmäßig auf:**

- Schwenkprüfstand für die Erprobung von elektrischen Antrieben für Urban Air Mobility (UAM) Anwendungen
- Thermodynamikprüfstände (VBM, ATL) für verbrennungsmotorische Mess-, Analyse- sowie Auswertetechnik und 1-Zylinder-Forschungsaggregat für Brennverfahrens- und Komponentenentwicklung
- Heißgasprüfstand für komplexe thermodynamische und mechanische Turboladerentwicklung sowie Systeme zur Restwärmenutzung und Abgasnachbehandlung
- Anwendungszentrum für Redox-Flow-Batterien und stationäre Energiespeicherung mit einem 1 MW/10 MWh RFB Batteriespeicher in Verbindung mit einer 2 MW Windkraftanlage
- Elektrochemische Teststände zur Untersuchung von Brennstoffzellenstapeln bei erhöhtem Betriebsdruck bis 5 bar
- Sicherheitstesteinrichtungen für Batterien
- Spezialmesszellen zur Materialentwicklung für Batterien, Elektrolyseure und Brennstoffzellen
- Umfangreiche Labor- und Werkstatteinfrastuktur



**Dank unserer hervorragenden
Ausstattung bieten wir eine Vielzahl
anwendungsnahe Forschungs-
Dienstleistungen für den Technologie-
transfer an.**



»Explosivstofftechnik und Sicherheit«

Bei der Entwicklung von Treib- und Explosivstoffen decken wir als einziges Forschungsinstitut auf deutschem Boden die gesamte Entwicklungskette ab. Die Kontinuität und Aktualität dieser Expertise bestimmen die Forschung für das Bundesministerium der Verteidigung seit unserer Gründung im Jahr 1959. Zudem unterstützen wir die Industrie sowie öffentliche Einrichtungen bei der Bearbeitung aktueller Fragestellungen in den Themenfeldern innere und äußere Sicherheit.

Vom Molekül bis zum Prototyp

Wir betreiben Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet neuer chemischer Energieträger und Wirksysteme für die Bundeswehr und tragen mit unserer Expertise zur Sicherung der Analyse- und Bewertungsfähigkeit des Bundesministeriums der Verteidigung BMVg bei. Im Zentrum unserer Forschungsarbeiten stehen das Design, die Entwicklung, die Herstellung und die Charakterisierung von neuen Materialien und Komponenten für Raketentreibstoffe, Rohrwaffentreibmittel, Sprengstoffe, Pyrotechnik sowie Zünd- und Anzündsysteme. Im Rahmen der nationalen und europäischen Sicherheitsforschung beschäftigen wir uns mit der Entwicklung neuartiger Sensor- und

Messkonzepte für die Fern- und Spurendetektion von Explosivstoffen, einschließlich sogenannter Home-Made Explosives (HME) und Improvised Explosive Devices (IED). Im Auftrag der Bundespolizei betreiben wir zudem ein Testcenter für Explosivstoffdetektionssysteme im Bereich der Luftsicherheit.

Bei unserer Entwicklung von Treib- und Explosivstoffsystemen stimmen wir deren Leistungseigenschaften auf die jeweiligen Einsatzbedarfe und individuellen Zielsetzungen ab. Hierzu werden in unseren Laboren neue energetische Materialien synthetisiert, modifiziert und optimiert, geeignete Verfahrenstechniken entwickelt und die energetischen Produkte in unseren Technika formuliert und hergestellt.



*Kombinationsanlage aus
Sprühtrocknungs- und
Sprüherstarrungsprozess*

Wichtige Aspekte unserer Forschungs- und Entwicklungsaufgaben von Treib- und Explosivstoffsystemen ist es, neben dem Erzielen anwendungsspezifischer Leistungseigenschaften, auch für deren Unempfindlichkeit und Stabilität zu sorgen. Auch nehmen die Anforderungen nach ressourcenschonenden, umweltfreundlichen und gesundheitlich unbedenklichen Technologien und Produkten deutlich zu.

Aktuelle Forschungsthemen bei uns sind u.a. leistungsgesteigerte, umweltverträgliche und signaturarme Raketenfesttreibstoffe für wehrtechnische und zivile (z.B. Raumfahrt) Anwendungen, unempfindliche Hochleistungs-Sprengstoffe und -Treibladungen oder Geltreibstoffe, die geregelte Schubphasen von Raketen ermöglichen. Aber auch hochpräzise Messtechniken für die Charakterisierung von Raketenabgasstrahlen und pyrotechnischen Scheinzielen, neue Formgebungstechniken wie moderne Kristallisations- und Beschichtungsverfahren sowie die additive Fertigung von energetischen Materialien zur Realisierung von Materialgradienten und komplexen Geometrien sind Gegenstand aktueller Arbeiten bei uns.

Verbünde und Allianzen

Im Bereich der Explosivstofftechnik und Sicherheitsforschung sind wir Mitglied des Fraunhofer-Leistungsbereichs Verteidigung, Vorsorge und Sicherheit VVS, in dem sich elf Institute zusammengeschlossen haben, um ihre Kompetenzen zu bündeln und Forschungsaktivitäten im Bereich »Verteidigung und Sicherheit« zu koordinieren und umzusetzen. Wir sind außerdem Mitglied der Fraunhofer Leitmarkt-Allianz Luft- und Raumfahrtwirtschaft.

Unsere jahrzehntelange Erfahrung deckt die gesamte Entwicklungskette vom Rohprodukt bis zum Systemprototyp bei der Entwicklung von Treib- und Explosivstoffen ab.

Kontakt

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

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

Kompetenzfelder »Explosivstofftechnik und Sicherheit«

Entwicklung Treib- und Explosivstoffe

Wir beschäftigen uns mit allen Aspekten der Entwicklung, Herstellung und Anwendung von Treib- und Explosivstoffen. Die Komplexität der Explosivstofftechnik beherrschen wir somit entlang der gesamten Kompetenzkette. Diese umfasst das Moleküldesign, die chemische Synthese, Verarbeitung, Formgebung und analytische Charakterisierung von energiereichen Materialien und daraus hergestellter Formulierungen für Raketentreibstoffe, Rohrwaffentreibmittel und Sprengstoffe, die wir in Form von Prototypen, Kleinserien und Demonstratoren entwickeln und evaluieren.

Entsprechend der Gründungsmotivation von 1959 als Institut für Treib- und Explosivstoffe ist diese Kompetenz primär wehrtechnisch orientiert und dient dem Erhalt der Analyse- und Bewertungsfähigkeit der Bundeswehr. Diese Beratungskompetenz wird durch die Grundfinanzierung des Bundesministeriums der Verteidigung BMVg gesichert.

Synthese-, Verarbeitungs- und Fertigungsverfahren

Moderne Treib- und Explosivstoffformulierungen sind hochgefüllte Kunststoffe. Abbrandverhalten, Detonationsverhalten, Empfindlichkeit und mechanische Eigenschaften sind stark von den Partikel- und Kristalleigenschaften der Füllstoffe abhängig. Die optimale Gestaltung der Füllstoffe (Explosivstoffe und Additive) ist daher für die späteren Produkteigenschaften essenziell.

Hierfür werden bei uns Zerkleinerungs-, Kristallisations-, Prilling- sowie Coatingverfahren entwickelt und erprobt.

Neue Substanzen müssen im kg-Maßstab verfügbar sein, um ihre Leistungseigenschaften in Formulierungen testen zu können. Unsere Reaktionstechnik bildet deshalb die Brücke von der Laborsynthese zu robusten, aufskalierbaren Herstellungstechniken, um für die weiteren Schritte – auch für industrielle Entwicklungen – ausreichend Probenmaterial zur Verfügung zu stellen. Für die verschiedenen Produktgruppen der Rohrwaffentreibmittel, Raketentreibstoffe, Gasgeneratoren, Sprengstoffe und Pyrotechnik werden spezielle, auf die jeweiligen Explosivstoffe abgestimmte Verarbeitungstechniken eingesetzt und entwickelt. Dies sind insbesondere Verfahren zum Mischen und Homogenisieren, Pressen, Extrudieren, Spritzgießen oder Schäumen.

Leistungsbestimmung und Charakterisierung

Die chemische Synthese neuer Explosivstoffe, deren Eigenschaften noch nicht oder nur unzureichend bekannt sind, ist herausfordernd und benötigt spezielle Methoden zur Leistungsbestimmung und Charakterisierung. Zu unseren grundlegenden Methoden gehören die Bestimmung der Reib- und Schlagempfindlichkeit, des thermischen Verhaltens, der Stabilität, der Kompatibilität, der Reinheit, der Kristallstruktur, des mechanischen Verhaltens sowie die Ermittlung weiterer



chemischer und physikalischer Kenngrößen. Eine Besonderheit ist die thermodynamische Leistungsberechnung mit unserem eigenen ICT-Code. Für die Charakterisierung des Abbrand-, Deflagrations- und Detonationsverhaltens von Treib- und Explosivstoffen verfügen wir über die erforderliche sichere Infrastruktur sowie umfangreiche Messtechnik, die am Institut z.T. selbst entwickelt wird.

Modellierung und Simulation

Die experimentellen Arbeiten begleiten wir durch Modellbildungen und Simulationsrechnungen, zum Beispiel mittels quantenmechanischer und molekulardynamischer Simulationen, der Modellierung des Abbrandverhaltens durch kinetische Modelle sowie Stabilitäts-, Alterungs- und Leistungsprognosen.

Stabilität und Alterungsverhalten

Wir verfügen über umfangreiche Erfahrungen und experimentelle Methoden zur Bestimmung kinetischer Parameter von energetischen Materialien. Dies erlaubt uns Aussagen zur thermischen und mechanischen Stabilität, zum Alterungsverhalten einschließlich Langzeitprognosen sowie zur Kompatibilität in Formulierungen. Wir beherrschen den Umgang mit energetischen Materialien aller Art, auch hochempfindlicher Stoffe wie Nitroglycerin oder TATP.

Detektion von Explosivstoffen

Das Wissen um die Herstellung und die Eigenschaften von Explosivstoffen befähigt uns in besonderem Maße dazu, uns im Rahmen der nationalen und europäischen Sicherheitsforschung intensiv zu engagieren. Ein Schwerpunkt unserer Arbeit bildet die Fern- und Spurendetektion von Explosivstoffen, einschließlich sogenannter »Home-Made Explosives (HME)« und »Improvised Explosive Devices (IED)«. Die Eigenschaften von HME und IED werden bei uns bestimmt und deren Detektionsmöglichkeiten erforscht. Da wir terroristische Explosivstoffe sicher beurteilen und für Prüfzwecke bereitstellen können, fungieren wir im Auftrag der Bundespolizei als Testzentrum für Detektionsgeräte im Bereich der Flugsicherheit und unterstützen die Bundespolizei bei Sicherheitsfragen im Umgang mit HME. In unserem Testzentrum bieten wir Herstellern von Flughafenscannern und Detektionsgeräten Tests mit realen Explosivstoffen und Referenzsubstanzen zur Bewertung und Optimierung ihrer Systeme an. Darüber hinaus werden solche Detektionssysteme in Kooperation mit der Bundespolizei für die Zulassung an europäischen Flughäfen getestet.

Weiterhin bringen wir unsere Explosivstoffkompetenz in aktuellen Fragestellungen der technischen Sicherheit ein, zum Beispiel für Wasserstoffsicherheit, Explosionsschutz, Brandschutz und die Beherrschung von thermischen »Runaway-Reaktionen« bei chemischen Syntheseprozessen und Energiespeichern.

Röntgenscanner zur Detektion von flüssigen Explosivstoffen.



Ausstattung

Der Umgang mit Explosivstoffen erfordert geeignete bauliche und technische Vorkehrungen sowie organisatorische Maßnahmen zum Arbeiten unter höchster Sicherheit. Diese zum Teil sehr aufwändigen Einrichtungen und technischen Ausstattungen sind bei uns vorhanden.

Technika und Prüfstände

- Chemische Technika und Syntheselabore für Explosivstoffe
- Technika zur Herstellung und Modifikation von Explosivstoffprodukten
- Sicherheitsboxen und Versuchsgelände für Explosions- und Sicherheitsuntersuchungen
- Testcenter Explosivstoffdetektion
- Sprengbunker (bis 2 kg TNT)
- Sprengkessel (bis 100 g TNT)
- Prüfstände für Rohrmaschinen bis Kaliber 20 mm
- Gasdruckmesssysteme für 5,56 mm bis 12,7 mm und 20 mm
- 100 m Schießkanal
- Abbrandprüfstand für Raketenmotoren und Täuschkörper
- Strömungsprüfstand zur Untersuchung pyrotechnischer Systeme

Apparative Ausstattung

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

Softwaretools

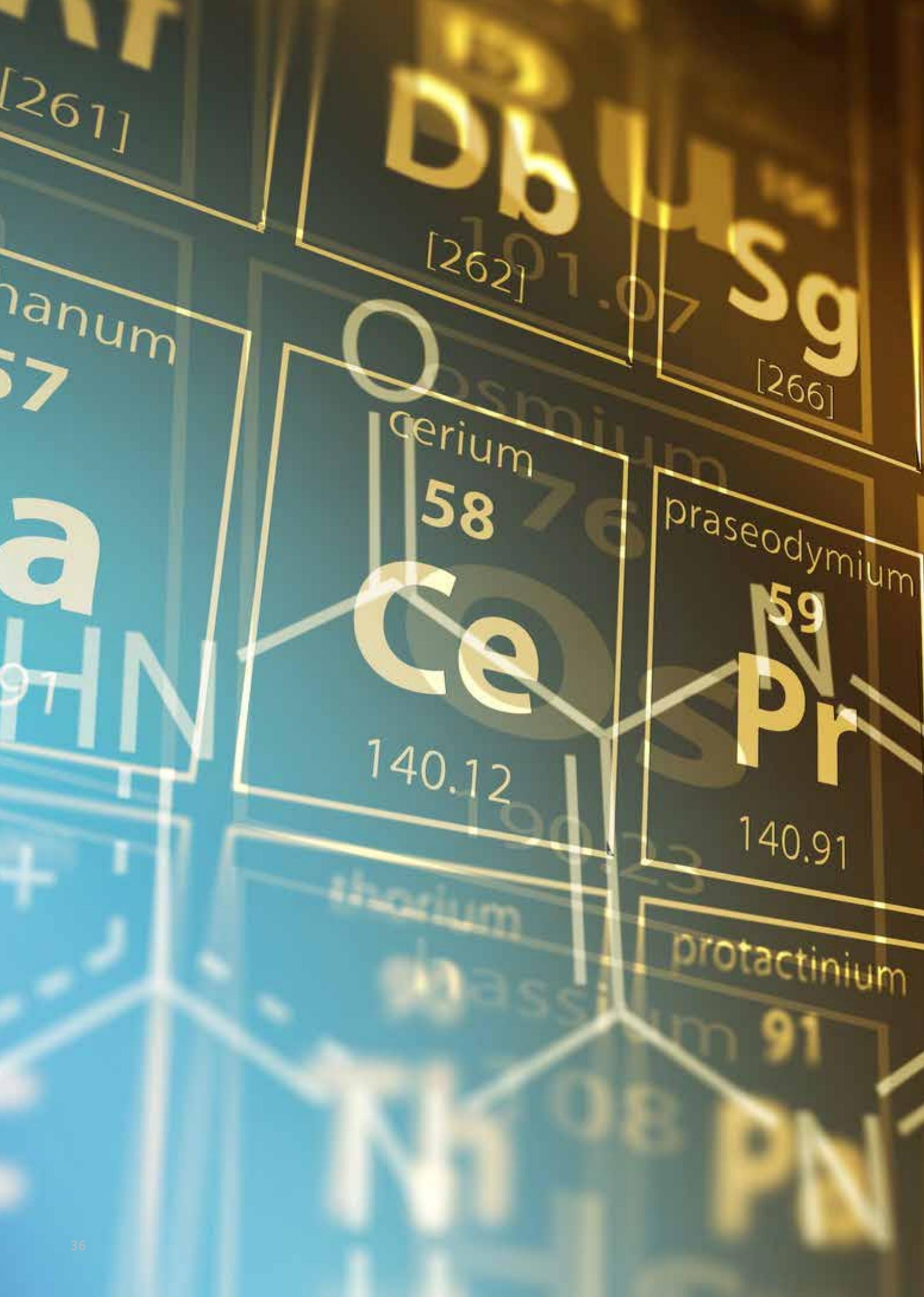
- Thermocodes für TLP, RFTS, SS, Pyrotechnik, zum Beispiel ICT-Thermodynamik-Code, EKVI-Code, Cheetah 2.0., EXPLO5
- ICT-Thermodynamik-Datenbank mit über 14.000 Substanzen
- CFD-Codes, zum Beispiel SPEED, Ansys Fluent, Ansys Autodyn, Ansys-Mechanical, ...
- ICT-BAM zur spektroskopischen Temperaturbestimmung
- Innenballistik-Codes zum Beispiel SimIB-OD, FNGun-1D, ballistische Analyse und Auswertungstool BAA, Softwaretool Pulverabbrand, Softwaretool 3D-Formfunktion
- quantenmechanische und molekulardynamische Simulationstools

Analytische Ausstattung und Labore

- Rasterkraftmikroskop, Feldemissionselektronenmikroskop (FESEM) mit variablem Druck sowie energiedispersiver Röntgen- und Nanoanalytik (EDX)
- Mikro- und Nano-Computertomograph
- Thermoanalytisches Labor, Mikro- und Reaktionskalorimeter, Alterungsprüfstände
- Labore für mechanische Prüfung und Rheologie
- Ballistische und optische Vorrichtungen zur Ermittlung von Abbrandgeschwindigkeit und Flammentemperatur
- Labor für Röntgendiffraktometrie
- Labore für chromatographische und spektroskopische Analysetechniken (u. a. mit IR- und RAMAN-Mikroskop)
- On-line-Spektroskopie (UV/VIS/NIR/RAMAN)
- High-Speed-Kamera- und Spektrometersysteme, Hyperspektralkameras
- Ballistische Bomben für alle TLP-Arten inkl. Auswertesoftware
- Optische und Crawford Bombe für Raketenfesttreibstoffe
- Blast-Messtechnik, QSP und Temperatur für Bunker, Sprengkessel
- Manganin-Stoßdrucksonden bis 400 kbar
- 4 Kanal Photonic Doppler Velocimeter zur transienten Geschwindigkeitsmessung bis 5 km/s
- Detonationsgeschwindigkeitsmessung
- Verschiedene sicherheitstechnische Testaufbauten, zum Beispiel Koenen-Test, 21 mm und 50 mm Gap-Test

Ferngesteuerte Synthese von energetischen Materialien





[261]

Db
[262]
Sg
[266]

Uranium
92

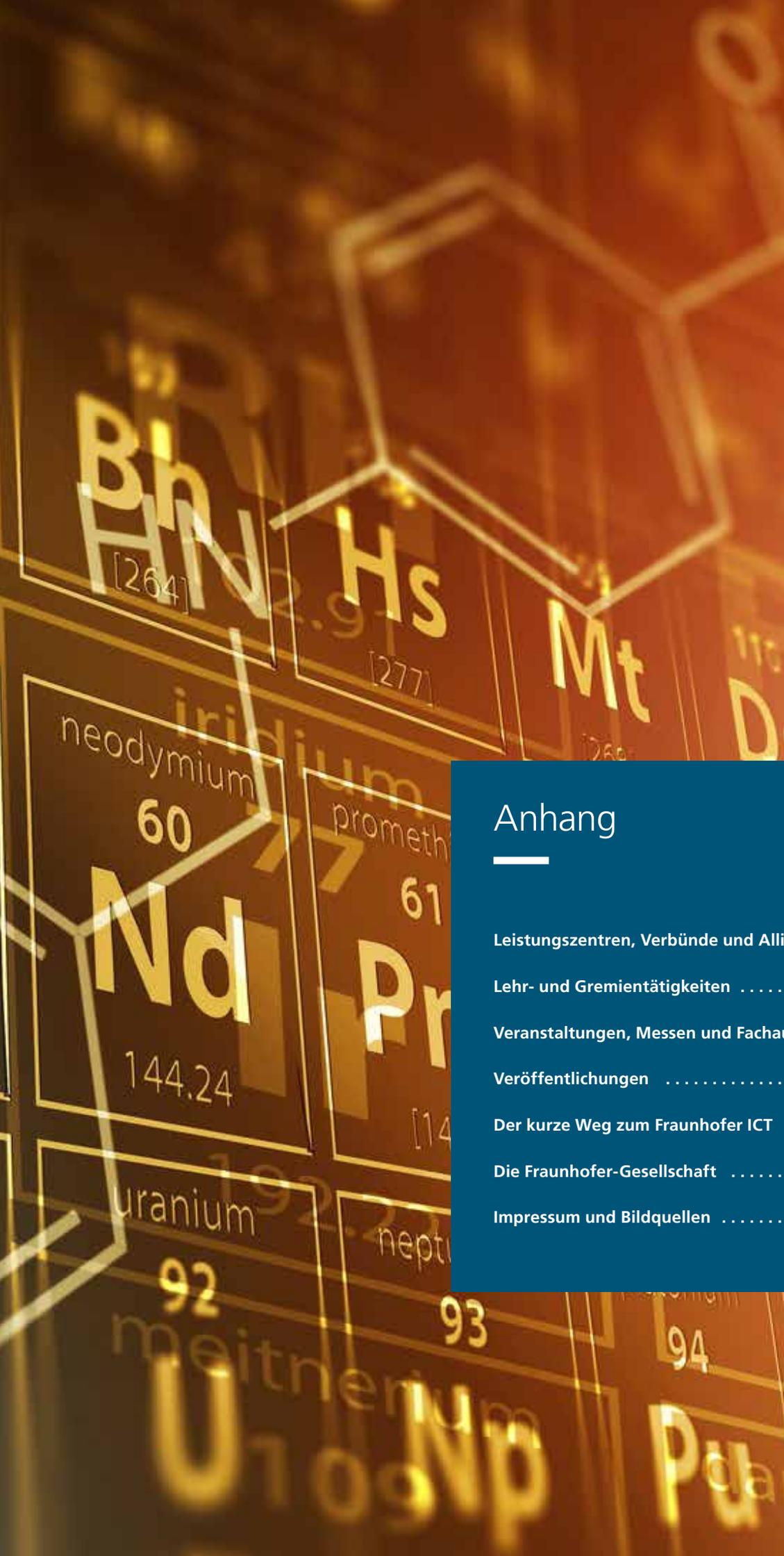
97
Hf

Osmium
76
cerium
58
Ce
140.12

praseodymium
59
Pr
140.91

thorium
90
protactinium
91

93
Pu
94



Anhang

| | |
|---|----|
| Leistungszentren, Verbände und Allianzen | 38 |
| Lehr- und Gremientätigkeiten | 40 |
| Veranstaltungen, Messen und Fachausstellungen | 46 |
| Veröffentlichungen | 48 |
| Der kurze Weg zum Fraunhofer ICT | 50 |
| Die Fraunhofer-Gesellschaft | 51 |
| Impressum und Bildquellen | 52 |

Leistungszentren, Verbände und Allianzen

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



Leistungszentren stehen für exzellente, organisationsübergreifend nutzbare Infrastruktur, Ausbildungskonzepte und Know-how.«

Leistungszentren

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

Profilregion Mobilitätssysteme Karlsruhe

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

Kontakt

Dr.-Ing. Lars-Fredrik Berg
Tel. +49 721 9150-3814
lars-fredrik.berg@ict.fraunhofer.de

Ivica Kraljevic
Tel. +49 721 9150-3818
ivica.kraljevic@ict.fraunhofer.de

Verbände

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.

Leistungsbereich Verteidigung, Vorsorge und Sicherheit

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

Kontakt

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

Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS

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

Kontakt

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

Allianzen

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

Leitmarkt Energiewirtschaft

Mit den leitmarktorientierten Allianzen hat Fraunhofer 2020 neue kooperative Technologietransferplattformen für sogenannte Leitmärkte aufgebaut. Bisher wurden acht Leitmärkte definiert. Innerhalb der Leitmärkte bedienen die Fraunhofer-Institute die gesamte Wertschöpfung der jeweiligen Branche mit gebündelten Kompetenzen, übergreifenden Forschungsangeboten und passfähigen, agilen Projektkonsortien. Das Fraunhofer ICT ist über die Allianzen Energie und Batterien in den Leitmarkt Energiewirtschaft eingebunden.

Fraunhofer-Allianz Batterien

In der Fraunhofer-Allianz Batterien arbeiten derzeit 20 Mitgliedsinstitute auf dem Themengebiet der Batterietechnologie zusammen. Dabei umfassen die Kompetenzen der Fraunhofer-Allianz Batterien die gesamte Wertschöpfungskette der Batterietechnologie, beginnend vom Material über die Zelle und Zellproduktion bis hin zu Systemaufbau und -integration sowie dem Recycling der Komponenten und Werkstoffe. Simulationsmethoden und ein umfangreiches Test- und Prüfangebot ergänzen die Material-, Prozess- und Fertigungsentwicklungsthemen. Das Fraunhofer ICT ist Mitglied der Allianz Batterien und Sitz der Geschäftsstelle mit Prof. Dr. Jens Tübke als Sprecher der Allianz.

Kontakt

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

Fraunhofer-Allianz BAU

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

Kontakt

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

Fraunhofer-Allianz Energie

Das Fraunhofer ICT ist eines der 19 Mitgliedsinstitute in der Fraunhofer-Allianz Energie. Die Fraunhofer-Allianz Energie ist mit ihren Geschäftsfeldern Energie Erneuerbar, Energie Speicher, Energie Effizient, Energie Digital, Energie System, Energie Urban, Energie Netze sowie Klima und Umwelt einer der größten Energieforschungsverbände. Das Fraunhofer ICT trägt mit seiner Expertise in den Bereichen der elektrochemischen Energiespeicher und -wandler sowie den thermischen Speichern und Wasserstoff zur Fraunhofer-Energieforschung bei.

Kontakt

Prof. Dr. Karsten Pinkwart
Tel. +49 721 4640-344
karsten.pinkwart@ict.fraunhofer.de

Fraunhofer-Allianz Space

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

Kontakt

Dr. rer. nat. Uwe Schaller
Tel. +49 721 4640-676
uwe.schaller@ict.fraunhofer.de

Volker Weiser

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

Forschungsfelder

Forschungsfeld Leichtbau

Im Forschungsfeld Leichtbau ist das Know-how von 15 Fraunhofer-Instituten gebündelt. Für den Kunden werden Lösungen aus einer Hand unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Aspekte entwickelt.

- Werkstoffeinsatz und Produktgestaltung
- Genehmigung und Produkteinsatz
- Muster- und Serienfertigung von Bauteilen und Systemen
- Weiterbildung zum Fraunhofer Composite Engineer

Kontakt

Dr.-Ing. Philipp Rosenberg
Tel. +49 721 4640-417
philipp.rosenberg@ict.fraunhofer.de

Lehr- und Gremientätigkeiten

Lehr- und Gremientätigkeiten sind wichtige Säulen eines Forschungsbetriebs. Auch 2021 hielten wir Vorlesungen am KIT, an weiteren Hochschulen und Dualen Hochschulen. Wir beteiligen uns an der Ausbildung von wissenschaftlichem und technischem Personal und sichern indes unseren eigenen Nachwuchs.

Lehrtätigkeiten

Karlsruher Institut für Technologie, KIT

Institut für Angewandte Materialien, Werkstoffkunde Elsner, Peter

- Polymer Engineering (2 SWS, WS und SS)
- Arbeitstechniken f. d. Maschinenbau (2 SWS, SS)

Institut für Fahrzeugsystemtechnik

Henning, Frank

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

Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Mechanik

Tübke, Jens

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

Hochschule Karlsruhe, Technik und Wirtschaft

Fakultät für Elektro- und Informationstechnik

Graf, Matthias

- Sensorlabor 1 (2 SWS, WS und SS)

Pinkwart, Karsten

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

Urban, Helfried

- Computer Aided Lab (4 SWS, WS)

Duale Hochschule Baden-Württemberg, Karlsruhe

Fakultät Technik, Studiengang Maschinenbau

Becker, Wolfgang

- Wellen und Optik (4 SWS, WS)

Kauffmann, Axel

- Technische Mechanik und Festigkeitslehre (4 SWS, WS, SS)
- Werkstoffkunde und Kunststoffe (2 SWS, WS)
- Kunststoffverarbeitung (2 SWS, SS)
- Labore zur Kunststoffverarbeitung/Messtechnik (2 SWS, WS, SS)

Kronis, Gunnar

- Konstruktionslehre (44 Stunden/Jahr)

Studiengang Mechatronik

Bader, Bernd

- Angewandte Werkstofftechnik II »Neue Werkstoffe«, (2 x 33 Stunden/Jahr)

Studiengang Sicherheitswesen

Gräbe, Gudrun

- Grundlagen der Umwelttechnik (3 SWS, WS)

Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen

Gräbe, Gudrun

- Umwelttechnik und Recycling (2 x 3 SWS, SS)

Duale Hochschule Baden-Württemberg, Mannheim

Fakultät Technik, Studiengang Maschinenbau

Bader, Bernd

- Kunststoffverarbeitung (57 Stunden/Jahr, WS)
- Konstruieren mit Kunststoffen (37 Stunden/Jahr, WS)

Duale Hochschule Baden-Württemberg, Mosbach

Studiengang Mechatronik

Eyerer, Peter

- Polymer Engineering (2 SWS, Januar bis April 2022)

Technische Hochschule Nürnberg

Fakultät Verfahrenstechnik

Teipel, Ulrich

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

**Universität Augsburg,
Institut für Materials Resource Management**

Weidenmann, Kay

- Fertigungstechnik/Ingenieurwissenschaften (4 SWS, WS)
- Werkstoffe für den Leichtbau (3 SWS, SS)

Universität Ulm

Teipel, Ulrich

- Mechanische Verfahrenstechnik (4 SWS, WS, SS)

**Helmut-Schmidt-Universität,
Universität der Bundeswehr Hamburg**

Fakultät für Elektrotechnik

Pinkwart, Karsten

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

Fakultät für Maschinenbau

Cremers, Carsten

- Electrochemical Power Sources (2 SWS, WT)

**AN-Institut der Ostfalia Hochschule
für Angewandte Wissenschaften**

Trainings- und Weiterbildungszentrum Wolfenbüttel

Cremers, Carsten

- Brennstoffzellentechnik (Blockvorl., 6 Doppelstunden, SS)

Tübke, Jens

- Batterietechnik (Blockvorl., 6 Doppelstunden, SS)

University of Western Ontario, Canada

Faculty of Mechanical Engineering, Material Science

Eyerer, Peter

- Polymer Engineering
(48 Lehreinheiten, Juni bis August 2022)

Henning, Frank

- Lightweight design and composite manufacturing (2 SWS/WS)

Westböhmische Universität in Pilsen, Tschechien

Fakultät für Maschinenbau

Kolarik, Vladislav

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

Gremientätigkeiten

Ahlbrecht, Katharina

- Geschäftsstellenleitung der Fraunhofer Allianz Batterien
- Leitung des Arbeitskreises Batterieprüfung der Gesellschaft für Umweltsimulation GUS e.V.

Becker, Wolfgang

- Mitglied in der »Nanoinitiative Bayern« im Cluster »Nanosilber«
- Mitglied ICNIRS – The International Council for Near Infrared Spectroscopy

Böhnlein-Mauß, Jutta

- Mitglied des Arbeitskreises »Innenballistik« der Wehrtechnischen Dienststelle für Waffen und Munition
- Mitglied des Arbeitskreises »3D-Druck von Treibladungspulvern« der Wehrtechnischen Dienststelle für Waffen und Munition

Bohn, Manfred

- Mitglied der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)
- Mitglied der Bunsengesellschaft für Physikalische Chemie (DBG)
- Mitglied der Gesellschaft für Thermische Analyse (GEFTA)
- Mitglied des International Steering Committee des International Pyrotechnics Seminar USA (IPS-USA Seminars)
- Mitglied des Organizing Committee der KISHEM, Korea (Süd)
- Mitglied des Scientific Committee der NTREM, Pardubice, Tschechien
- Mitglied des Committee des HFCS-EM (Heat Flow Calorimetry Symposium on Energetic Materials)
- Mitglied des »Committee of International NC Symposium«
- Mitglied des International Advisory Board of the Polymer Degradation Discussion Group (PDDG)

Cäsar, Joachim

- Mitglied Normengremium DKE 131 »Umweltsimulation«
- Mitglied Normengremium DKE 212 »IP-Schutzarten«
- Mitglied VDI e.V.
- VDI, stellv. Vorsitzender der AG »Wirkungen auf Produkte« in der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL)
- VDI, Vorsitzender der AG »Anforderungen Personal Umweltsimulation« in der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL)
- Mitglied GUS e.V.
- Leiter Arbeitskreis „Richtlinien“ in der Gesellschaft für Umweltsimulation
- Stellv. Leitung des Arbeitskreises »Partikel – Eigenschaften und Wirkung« in der Gesellschaft für Umweltsimulation
- Mitarbeiter in verschiedenen GUS-Arbeitskreisen
- DAKS-Fachbegutachter, Fachgebiet Umweltsimulation

Cremers, Carsten

- berufenes Mitglied des gemeinsamen Fachausschusses Brennstoffzellen der Gesellschaft für Energie und Umwelt 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 des NATO Army Armaments Group (NAAG) Land Capability Group Dismounted Soldier System (LCGDSS) Power Team of Experts
- Mitglied NATO Science & Technology Organization Panel SET-270 »Overcoming the Technical Barriers that Inhibit use of Fuel Cells for Dismounted Soldier Application«
- 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

Elsner, Peter

- Stellvertretender Sprecher der Fraunhofer-Allianz BAU
- Mitglied der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften
- Sprecher des Fraunhofer Nachhaltigkeitsnetzwerks

Eyerer, Peter

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

Fischer, Thomas

- Mitglied des Arbeitskreises »Innenballistik« der Wehrtechnischen Dienststelle für Waffen und Munition
- Mitglied des Arbeitskreises »Außenballistik« der Wehrtechnischen Dienststelle für Waffen und Munition
- Mitglied der Task Force Innenballistik-Simulation
- Mitglied des Arbeitskreises »3D-Druck von Treibladungspulvern« der Wehrtechnischen Dienststelle für Waffen und Munition

Gräbe, Gudrun

- Mitglied der Wasserchemischen Gesellschaft (Fachgruppe der GDCh)

Heil, Moritz

- Mitglied Committee of International NC Symposium
- Mitglied Committee of HFCS-EM (Heat Flow Calorimetry Symposium on Energetic Materials)

Henning, Frank

- Präsident SAMPE Deutschland e.V.
- Mitglied der Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e.V.
- SPE Composites Division
- Stellvertretender Vorstandsvorsitzender Leichtbauzentrum Baden-Württemberg e.V.
- Beiratsmitglied in der Landesagentur für Leichtbau BW
- Beiratsmitglied des Leichtbau Transferprogramms des BMWi
- Mitglied der Society of Plastics Engineers, SPE, Composite Division und Member of the International Scientific Council of the St. Petersburg Polytechnic University, Peter the Great, St. Petersburg, Russia.

Herrmann, Michael

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

Hettmanczyk, Lara

- Mitglied der Gesellschaft Deutscher Chemiker GDCh und den Fachgruppen Analytische Chemie, Chemiker im öffentlichen Dienst und Vereinigung für Chemie und Wirtschaft

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
- Vertreter des Fraunhofer ICT in der VDMA-Arbeitsgemeinschaft Hybride Leichtbau Technologien

Juez-Lorenzo, Mar

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

Kauffmann, Axel

- Mitglied in der Fraunhofer-Allianz BAU
- Mitglied im DGM-Fachausschuss Zelluläre Werkstoffe

Knapp, Sebastian

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

Keßler, Armin

- Mitglied in der International Association for Hydrogen Safety, IA-HySafe
- Mitglied in der Intercontinental Association of Experts for Industrial Explosion Protection, INDEX e.V.
- Mitglied in der CSE-Society – Gesellschaft zur Förderung der Prozess- und Anlagensicherheit e.V.

Kolarik, Vladislav

- Mitglied der Gesellschaft für Korrosionsschutz e.V. GfKORR

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

Lietz, Martin

- Mitglied des Arbeitskreises »Innenballistik« der Wehrtechnischen Dienststelle für Waffen und Munition
- Mitglied der Task Force Innenballistik-Simulation
- Mitglied des Arbeitskreises »3D-Druck von Treibladungspulvern« der Wehrtechnischen Dienststelle für Waffen und Munition

Löbbecke, Stefan

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

Mitró, Daniel

- Mitglied des Arbeitskreises »3D-Druck von Treibladungspulvern« der Wehrtechnischen Dienststelle für Waffen und Munition

Menrath, Andreas

- Seminarsprecher im Arbeitskreis »EATC – European Alliance for Thermoplastic Composites« der Industrievereinigung verstärkte Kunststoffe e.V. (AVK)

Müller, Torsten

- AVK Arbeitskreis Umwelt- und Arbeitssicherheit
- AVK Arbeitskreis Composite Recycling
- Cluster ESW/ BZ BW Arbeitsgruppe Kreislaufwirtschaft

Noack, Jens

- Mitglied IEC TC 21/ TC 82 JWG 82 »Secondary Cells and Batteries for Renewable Energy Storage and Smart Grid Structures«
- Mitglied IEC TC 21 / TC 105 JWG 7 »Flow Batteries«
- Mitglied DKE, AK 384 »Brennstoffzellen«
- Mitglied DKE AK 371 »Batterien«
- Mitglied DKE AK 371.0.1 »Begriffe und Definitionen«
- Arbeitsgruppenleiter DKE, AK 371.0.6 »Flow Batteries«
- Mitglied des wissenschaftlichen Komitees des International Flow Battery Forum (IFBF)
- Mitglied in Flow Battery Europe

- Deputy Director, German-Australian alliance for electrochemical technologies for storage of renewable energy (CENELEST), University of New South Wales, Sydney, Australia
- Mitglied der International Society of Electrochemistry (ISE)
- Mitglied der Electrochemical Society (ECS)
- Mitglied der Gesellschaft Deutscher Chemiker – Fachgruppe Elektrochemie

Pinkwart, Karsten

- Mitglied im Nationalen Wasserstoffrat der Bundesregierung
- Mitglied im Beirat der Wasserstoff Roadmap Baden-Württemberg
- Koordinator des Fraunhofer-Netzwerks Elektrochemie
- Vorstandsmitglied der Arbeitsgemeinschaft Elektrochemischer Forschungseinrichtungen AGEF e.V.
- Mitglied des Arbeitskreises Energietechnik der Deutschen Gesellschaft für Wehrtechnik DWT e.V.
- 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

Rabenecker, Peter

- gewähltes Mitglied im wissenschaftlich-technischen Rat (WTR) der Fraunhofer-Gesellschaft
- Mitglied der Wissenschaftlichen Leitung des HybridSensorNet-Symposiums

Reichert, Thomas

- Geschäftsführender Vorstand der Gesellschaft für Umweltsimulation GUS e.V.
- Past President European Federation of Clean Air and Environmental Protection Associations EFCA
- President Confederation of European Environmental Engineering Societies CEEES
- 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«
- Mitglied im Fachbeirat FB III »Umweltqualität« der Kommission Reinhaltung der Luft KRdL im VDI und DIN
- Mitarbeiter im DIN Normenausschuss Kunststoffe NA 054-01-04 »Verhalten gegen Umgebungseinflüsse«

Röseling, Dirk

- Mitglied der Liquid Explosive Study Group (ECAC)
- Mitglied der Trace Explosive Study Group (ECAC)

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

Schaller, Uwe

- Mitglied im NATO AVT-340 Programmausschuss
- Vertreter des Fraunhofer ICT in der Fraunhofer-Allianz Space
- Mitglied in der EDA CapTech Missiles and Munitions Gruppe

Schnürer, Frank

- Mitglied im Fachbeirat der Koordinierungsstelle Sicherheitswirtschaft (KoSi)

Schweppe, Rainer

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

Teipel, Ulrich

- Berufenes Mitglied in der ProcessNet Fachgruppe »Zerkleinern und Klassieren«
- Leitung des Arbeitskreises »Partikel – Eigenschaften und Wirkung« in der Gesellschaft für Umweltsimulation GUS e.V.
- Gutachter der BMBF und DFG
- Mitglied des Editor Boards »Chemical Engineering Technology«
- Gastherausgeber des Journals »Chemie-Ingenieur-Technik«, Themenbereich: Partikeltechnik
- Vorsitzender der AG »Wirkungen auf Produkte« in der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL)
- Vertrauensdozent der DFG an der Technischen Hochschule Nürnberg
- Berufenes Mitglied in der ProcessNet Fachgruppe »Rohstoffe«
- Berufenes Mitglied im Wissenschaftsrat

Tübke, Jens

- Sprecher der Fraunhofer-Allianz Batterien
- F&E Beirat des Bundesverbands Energiespeicher BVES
- Vorstand fokus.energie e.V.
- Wissenschaftlicher Beirats des MEET – Münster Electrochemical Energy Technology
- Mitglied des Beirats Batterieforschung Deutschland des BMBF
- Mitglied der Fachgruppe Angewandte Elektrochemie der Gesellschaft Deutscher Chemiker GDCh

Ulrich, Christian

- Mitglied der Trace Explosive Study Group (ECAC)

Urban, Helfried

- Honorarprofessor an der Hochschule Karlsruhe

Weiser, Volker

- Mitglied beim Combustion Institute
- Mitglied bei der Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V.
- Mitglied der International Pyrotechnic Society
- Vertreter des Fraunhofer ICT in der Fraunhofer-Allianz Space

Weidenmann Kay

- Mitglied der Auswahlkommission der Studienstiftung des deutschen Volkes e.V.
- Gutachter der Deutschen Forschungsgemeinschaft
- Mitglied des DGM-Fachausschusses »Hybride Werkstoffe«
- Mitglied des Scientific Committee der International Conference on Composite Structures (2017, 2018)
- Mitglied im ständigen Programmausschuss der Konferenz Hybrid Materials and Structures
- Mitglied des Vorstandes des Anwenderzentrums Material- und Umweltforschung, Augsburg
- Mitglied im Direktorium des KI-Produktionsnetzwerk Augsburg

Wittek, Michael

- Mitglied in der Explosive Vapour Detection (EVD) Study Group der ECAC

Wurster, Sebastian

- Mitglied im Arbeitskreis Innenballistik der Wehrtechnischen Dienststelle für Waffe und Munition
- Mitglied im Arbeitskreis »3D-Druck von Treibladungspulvern« der Wehrtechnischen Dienststelle für Waffe und Munition
- Mitglied der Task Force Innenballistik-Simulation
- Mitglied der International Ballistics Society (IBS) und Mitglied des Education Comitee der IBS Associate Editor beim Propellants, Explosives, Pyrotechnics Journal

Veranstaltungen, Messen und Fachausstellungen

Im ersten Quartal 2022 mussten viele Messen in Deutschland wegen Corona-Restriktionen abgesagt werden. Auch für uns wichtige Messen sind auf einen späteren Zeitpunkt im Jahr verschoben worden. Das führte zu einer Ballung an Messen im Sommer und Herbst. Bis zum Spätsommer erreichten weder die Aussteller- noch die Besucherzahlen auf deutschen Messen im Durchschnitt das Vor-Corona-Niveau.



Die jährlich stattfindende Jahrestagung hat seit über 50 Jahren, mit Hunderten von Teilnehmenden jedes Jahr, eine weltweite Bedeutung erlangt.«

51. Internationale Jahrestagung des Fraunhofer ICT

Veranstaltungen wieder in Präsenz

Erfreulicherweise konnten traditionelle Veranstaltungsformate wie die ICT-Jahrestagung nach zweijähriger Pause wieder in Präsenz stattfinden. Die Resonanz der Teilnehmenden war erfreulich hoch, wenn auch etwas geringer als in den Vor-Corona-Jahren.

Inhaltlich behandelt die internationale Jahrestagung den wissenschaftlichen und technologischen Fortschritt auf dem Gebiet der energetischen Materialien sowie den angrenzenden Disziplinen.



Veranstaltungen

11.-13. März 2021

Next Generation – Flow Battery-Konferenz und Networking-Event

Online-Konferenz

24.-25. März 2021

49. Jahrestagung der Gesellschaft für Umweltsimulation GUS »Umwelteinflüsse erfassen, simulieren, bewerten«

Online-Konferenz

28. Juni - 1. Juli 2022

51. Interantionale Fraunhofer ICT Jahrestagung

Karlsruhe

Messen und Fachausstellungen

13.-15. Januar 2021

Bau 2021

digital

16.-18. April 2021

Energy Storage

digital

27.-29. April 2021

Batterietagung 2021

digital

1.-2. Juni 2021

JEC Composites Connect

digital

15.-16. Juni 2021

Achema Pulse

digital

12.-16. Oktober 2021

FAKUMA 2021

Friedrichshafen

9.-11. November 2021

Foam Expo Europe

Stuttgart

8.-10. Februar 2022

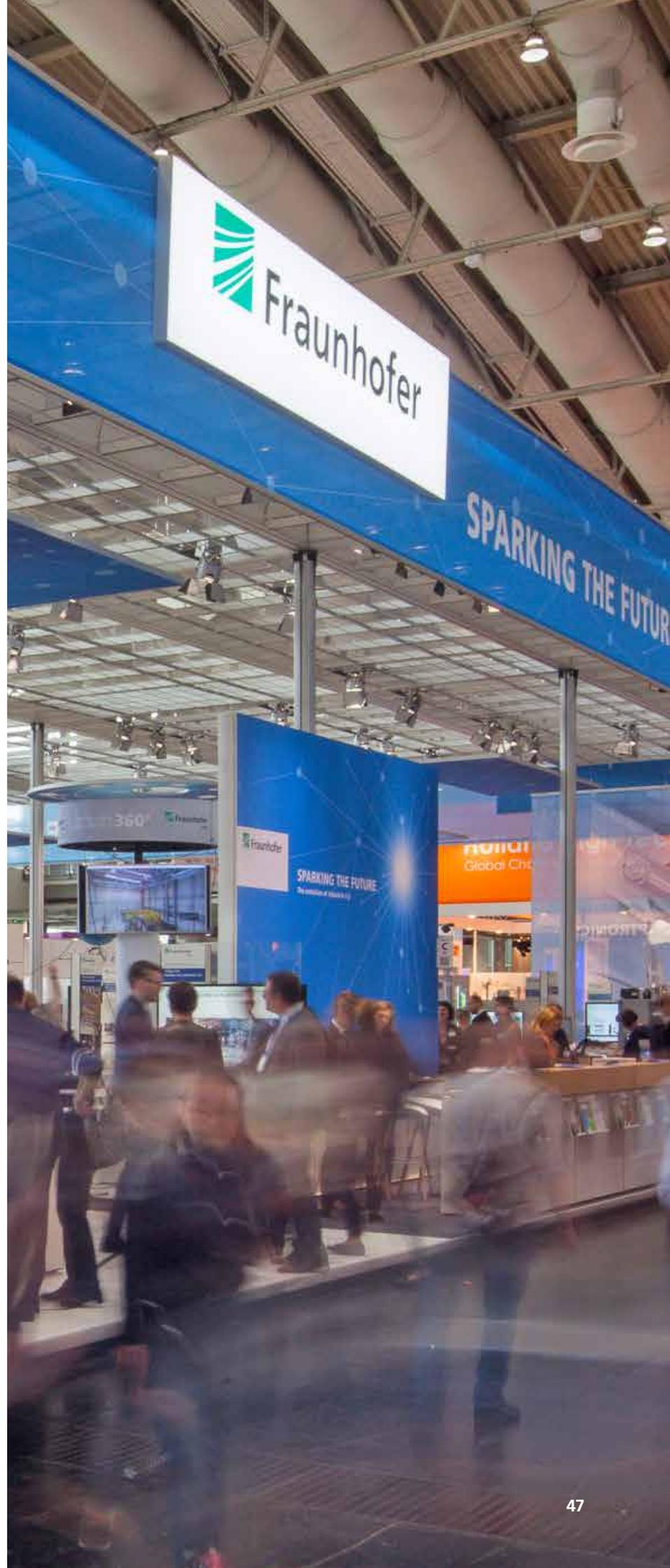
E-World

Essen

8.-10. März 2022

JEC World

Paris





Die »Fraunhofer-Publica« dokumentiert seit über 30 Jahren erfolgreich die Forschungsergebnisse der Fraunhofer Gesellschaft.«

Dr. Stefan Tröster,
PR-Beauftragter, Fraunhofer ICT

Fraunhofer-Publica

Für wissenschaftliche Veröffentlichungen aus der Fraunhofer-Forschung steht Ihnen die Datenbank »Fraunhofer-Publica« für Ihre Recherchen zur Verfügung. Fraunhofer-Publica ist eine multidisziplinäre Datenbank in der Publikationen der Fraunhofer-Gesellschaft, ihrer Institute sowie deren Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter nachgewiesen sind.

Folgende Dokumente sind in der Fraunhofer-Publica enthalten

- Bücher und Zeitschriftenaufsätze
- Aufsätze aus Büchern oder Konferenzbänden
- Tagungsbände
- Hochschulschriften
- Forschungsberichte
- Patente

[Hier](#) geht es zur Publica



Fraunhofer-ICT Veröffentlichungen

Am häufigsten sind von unsern ICT Wissenschaftler*innen 2021 Publikationen einzelner Aufsätze in Fachzeitschriften, gefolgt von Beiträgen zu Tagungen sowie Dissertationen und Berichte und Poster für Konferenzen erschienen.

ICT-Publikationen aus dem Jahr 2021

[Hier](#) finden Sie die ersten 100 Publikationen des Fraunhofer ICT, die im Jahr 2021 entstanden sind.

[Hier](#) finden Sie die restlichen Publikationen des Fraunhofer ICT, die im Jahr 2021 entstanden sind.

Kontakt

Beate Malcher
Tel. +49 721 4640-106
beate.malcher@
ict.fraunhofer.de

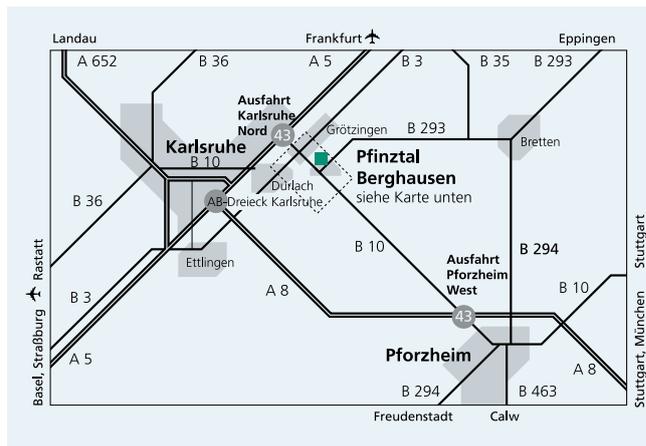
Fraunhofer-Institut für
Chemische Technologie ICT
Joseph-von-Fraunhofer-Str. 7
76327 Pfinztal

Der kurze Weg zum Fraunhofer ICT

Auto

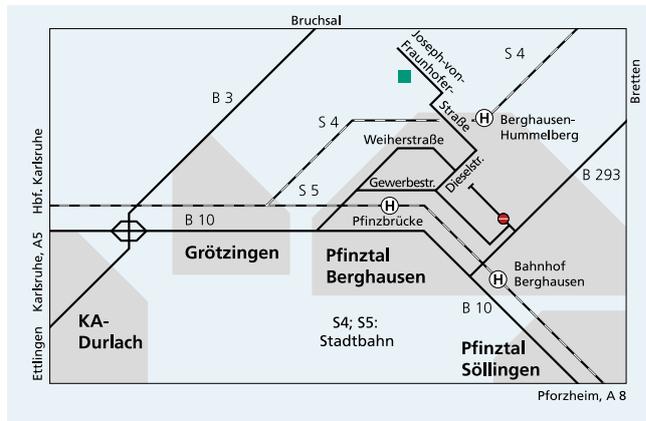
Aus Richtung Frankfurt/Main oder Basel (CH):
Autobahn A5, Ausfahrt Karlsruhe-Nord [43], B10 Richtung Pforzheim, ca. 300 m nach dem Tunnel links abbiegen und den Hinweisschildern zum Fraunhofer ICT folgen; der Joseph-von-Fraunhofer-Straße ca. 1,5 km bergauf folgen.

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



Bahn

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



Flugzeug

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

Die Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft mit Sitz in Deutschland ist die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien sowie auf die Verwertung der Ergebnisse in Wirtschaft und Industrie spielt sie eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Sie ist Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen und wissenschaftliche Exzellenz. Mit inspirierenden Ideen und nachhaltigen wissenschaftlich-technologischen Lösungen fördert die Fraunhofer-Gesellschaft Wissenschaft und Wirtschaft und wirkt mit an der Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft.

Interdisziplinäre Forschungsteams der Fraunhofer-Gesellschaft setzen gemeinsam mit Vertragspartnern aus Wirtschaft und öffentlicher Hand originäre Ideen in Innovationen um, koordinieren und realisieren systemrelevante, forschungspolitische Schlüsselprojekte und stärken mit werteorientierter Wertschöpfung die deutsche und europäische Wirtschaft. Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Austausch mit den einflussreichsten Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 76 Institute und Forschungseinrichtungen. Mehr als 30 000 Mitarbeitende, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,9 Milliarden Euro. Davon fallen 2,5 Milliarden Euro auf den Bereich Vertragsforschung. Rund zwei Drittel davon erwirtschaftet Fraunhofer mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Rund ein Drittel steuern Bund und Länder als Grundfinanzierung bei, damit die Institute schon heute Problemlösungen entwickeln können, die in einigen Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft entscheidend wichtig werden.

Die Wirkung der angewandten Forschung geht weit über den direkten Nutzen für die Auftraggeber hinaus: Fraunhofer-Institute stärken die Leistungsfähigkeit der Unternehmen, verbessern die Akzeptanz moderner Technik in der Gesellschaft und sorgen für die Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Hochmotivierte Mitarbeitende auf dem Stand der aktuellen Spitzenforschung stellen für uns als Wissenschaftsorganisation den wichtigsten Erfolgsfaktor dar. Fraunhofer bietet daher die Möglichkeit zum selbstständigen, gestaltenden und zugleich zielorientierten Arbeiten und somit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung, die zu anspruchsvollen Positionen in den Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft befähigt. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und des frühzeitigen Kontakts mit Auftraggebern hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

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

Stand der Zahlen: Januar 2022

Impressum

Redaktion

Dr.-Ing. Stefan Tröster
Simone Köppel

Bildredaktion

Mona Rothweiler

Produktion und Layout

Simone Köppel

Redaktionsschluss

07/2022

Anschrift der Redaktion

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

© Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.

Bildquellen

© Copyright JB 2021/2022

Titel, Rücktitel: iStock

Seite 2/3: iStock

Seite 4/5: Fraunhofer ICT

Seite 6/7: Fraunhofer ICT

Seite 8/9: Fraunhofer ICT

Seite 10: Fraunhofer ICT

Seite 14/15: iStock

Seite 17: Fraunhofer ICT

Seite 19: Fraunhofer

Seite 20: Fraunhofer ICT

Seite 23: Fraunhofer ICT

Seite 24/25: Fraunhofer ICT

Seite 27: Fraunhofer ICT

Seite 29: Fraunhofer ICT

Seite 30/31: Fraunhofer ICT

Seite 32/33: Fraunhofer ICT

Seite 35: Fraunhofer ICT

Seite 36/37: iStock

Seite 46/47: Fraunhofer ICT

Seite 48/49: iStock



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