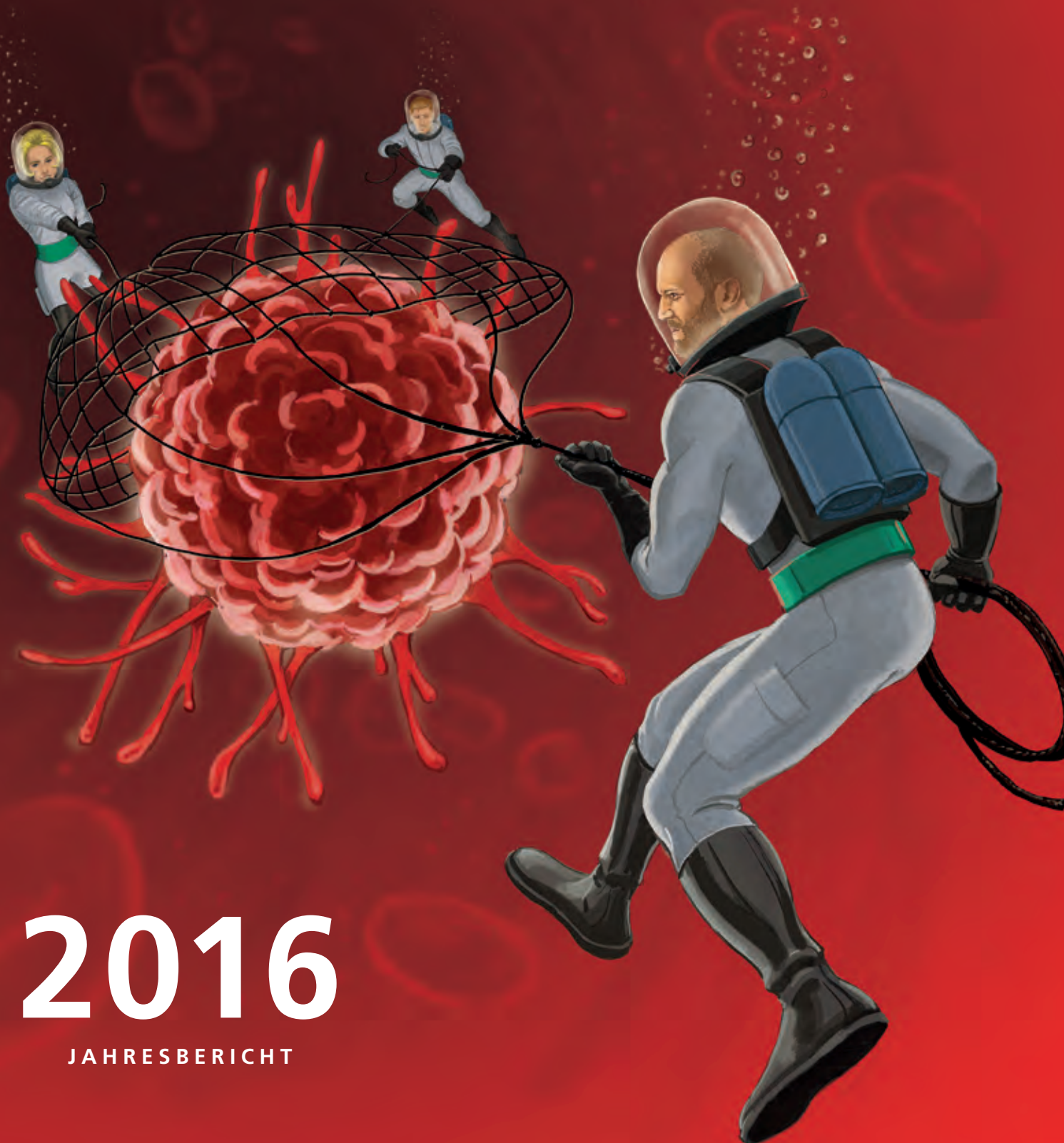




Fraunhofer

ICT – IMM

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR CHEMISCHE TECHNOLOGIE ICT, INSTITUTSTEIL ICT-IMM



2016

JAHRESBERICHT

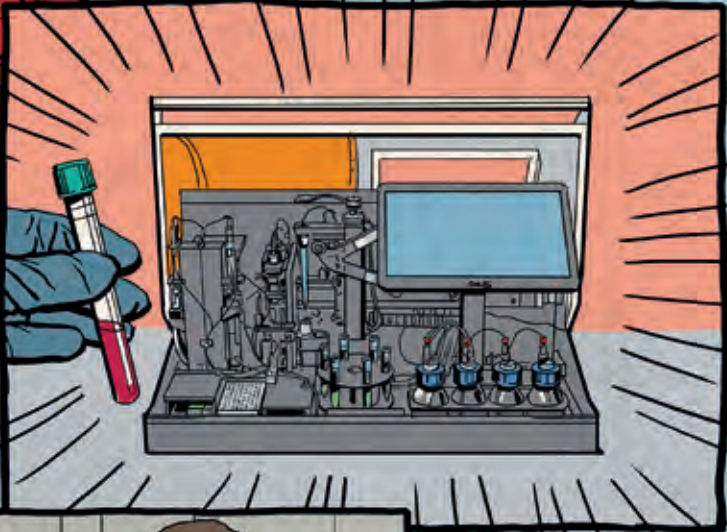


MISSION ACCOMPLISHED!

Unser Team meistert jede Herausforderung.
Wir isolieren mit unserem CTSelect System zuverlässig
alle Tumorzellen in einer Blutprobe und eröffnen so
neue Möglichkeiten in der individualisierten
Therapie bei Krebserkrankungen.



Zum Glück gibt es diese Technologie ...
Mal sehen, wie viele von den kleinen „Biestern“ sie fangen.



Ob sie wohl die passende Therapie für mich finden?



Es gibt Hoffnung!
Die Ärzte sagen,
die Therapie schlägt gut an.



WOW!
Ohne CTcelect könnte
ich diesen Tag wahrscheinlich
nicht so genießen!

INHALT

07 EDITORIAL

08 PROFIL

- 10 Die Fraunhofer-Gesellschaft
 - 12 Fraunhofer ICT
 - 14 Kurzprofil des Fraunhofer ICT-IMM
 - 16 Geschäftsfelder
 - 21 Fraunhofer ICT-IMM in Zahlen
 - 22 Netzwerk
-

24 EXPERTISE UND TECHNOLOGIEN

Anlagenentwicklung, Assayentwicklung, -modifikation und Systemintegration, Elektronik und Software, Katalysatorentwicklung, Lasermikrobearbeitung, Mikrofluidik, Nanopartikelsynthese und -charakterisierung, Optische Spektroskopie, Kunststoffverarbeitung, Reaktordesign und -entwicklung, Reinraum- und Silizium-Technologie, Simulation

30 INNOVATIONSFELDER

Wasserstofftechnik, Reformersysteme, Katalyse, Wärme- und Kältemanagement, Abgasreinigung, Biotreibstoffe, Synthese von Biokraftstoffen, Energiespeicherung, Flow Chemistry, Reaktive Intermediate, Elektrochemische Synthese, Nachhaltige Wirkstoffsynthese, Photochemie, Verkapselung von Wirkstoffen, Nanopartikel, Prozessmonitoring, Wasseranalytik, Labor auf dem Chip, CBRN Detektion, Ölsensorik

42 ANWENDUNGEN

- 44 Schmierölanalytik
 - 45 Umweltüberwachung
 - 46 Zukunftsweisende Krebsforschung
 - 48 Power-on mit Propylenglykol
 - 49 Farbige Quantenwelt
 - 50 Auxiliary Power Units
 - 51 Hochleistungs-Point-of-Care Anwendungen
 - 52 Elektrifizierung der Chemie
 - 53 CO₂ als Rohstoffquelle
 - 54 Neuartiger Methanisierungsreaktor
 - 55 Pandemiebekämpfung
-

56 PERSPEKTIVEN

Baufortschritt

58 APPENDIX

- 60 Messen & Veranstaltungen
 - 62 Konferenzen
 - 64 Publikationen
-

74 IMPRESSUM



*„Um Großes zu schaffen,
braucht es manchmal
nur einen kleinen Anstoß,
meist aber viel Ausdauer.“*

Prof. Dr. Michael Maskos

LIEBE LESERINNEN UND LESER,

„Von nichts kommt nichts.“ Diese Weisheit haben schon die römischen Philosophen in ihren Schöpfungen zum Besten gegeben. So furchtbar banal und abgedroschen das auf den ersten Blick klingen mag, so wahr ist es – im positiven wie manchmal leider auch im negativen Sinne.

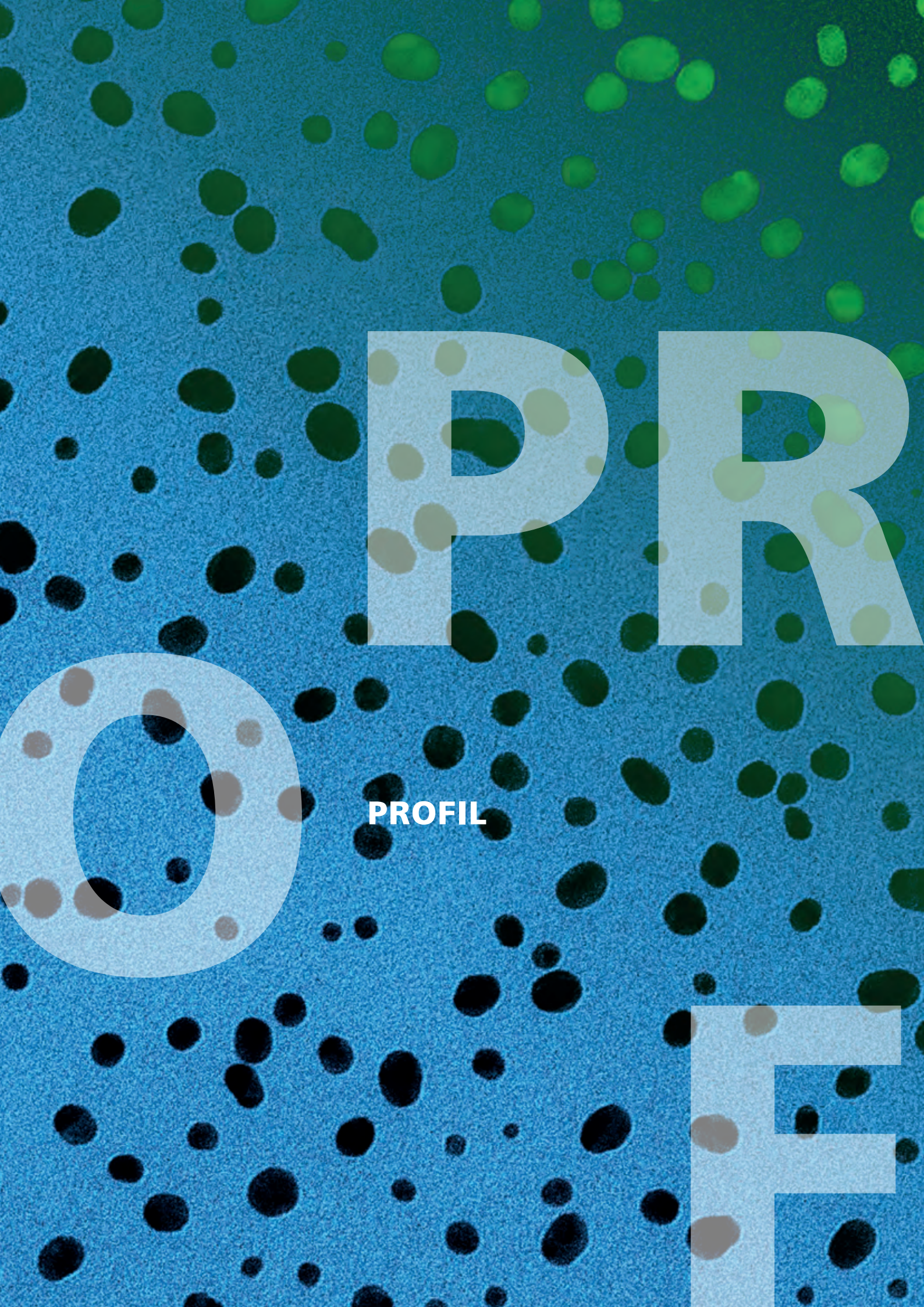
Wer sich wie wir tagtäglich damit beschäftigt, wie sich mit Hilfe kleinster Strukturen bemerkenswerte Erfolge erzielen lassen oder vermeintliche „Zwerge“ auch mal gravierende Probleme verursachen können, sieht das aus einer ganz anderen Perspektive als zum Beispiel ein durchschnittlicher Konsument oder auch ein Patient beim Arzt. Wenn wir beim Gesundheitsthema bleiben, so hat uns die sprichwörtliche Suche nach der Stecknadel im Heuhaufen den vielleicht größten Erfolg des Jahres 2016 beschert, der mittelfristig in der patientennahen Therapie von Krebserkrankten einen signifikanten Fortschritt bewirken kann. Am Ende sind es winzige Partikel, die uns dabei helfen, zirkulierende Tumorzellen gezielt aus einer Vollblutprobe zu fischen. Und es ist, unter anderem, ein mikrostrukturierter Kanal, der es uns erlaubt, diese Zellen präzise zu separieren und einer genomischen Einzelzellanalytik zuzuführen. Die Tragweite dieses Entwicklungserfolges war für uns Grund genug, dem Thema eine besondere Umschlaggestaltung zu widmen, mit der wir die Geschichte zusätzlich zu den üblichen Worten im Bericht auch einmal in Bildern erzählen können.

Apropos Bilder – blickt man auf das Foto der linken Seite, dann fühlt man sich ein wenig zurückversetzt in das Jahr 1991, als dieses Haus in der Forschungs- und Entwicklungslandschaft von Rheinland-Pfalz als kleiner „Setzling eingepflanzt“ wurde. Heute, nach 26 Jahren, ist daraus schon ein recht ansehnlicher Baum geworden, der in seiner Lebensgeschichte immer wieder auch preisgekrönte Früchte getragen hat. Doch wir alle wissen, im Leben eines Baumes, da geht noch mehr. Und wir alle wissen um die besondere Bedeutung der Farbe Grün, wenn es um das Wachstum eines Baumes geht.

Ich persönlich mag dieses Bild sehr, da es sich ohne weiteres im positivsten Sinne auch auf unsere tägliche Arbeit übertragen lässt. Wir wollen wachsen, wir wollen höher hinaus und natürlich gerne auch mal für die Früchte unserer Arbeit bewundert werden. Immer wieder mit einer kleinen „Saat“ am Ende „Großes zu schaffen“, das ist unser Anspruch, zu dem wir seit nun 26 Jahren mit all unserer Leidenschaft und vollem Herzen stehen. In diesem Sinne wünsche ich Ihnen viel Spaß beim Lesen unseres Jahresberichtes 2016. Überzeugen Sie sich selbst davon, was wir in diesem Jahr so alles geschafft haben.



Prof. Dr. Michael Maskos
Institutsdirektor Fraunhofer ICT-IMM

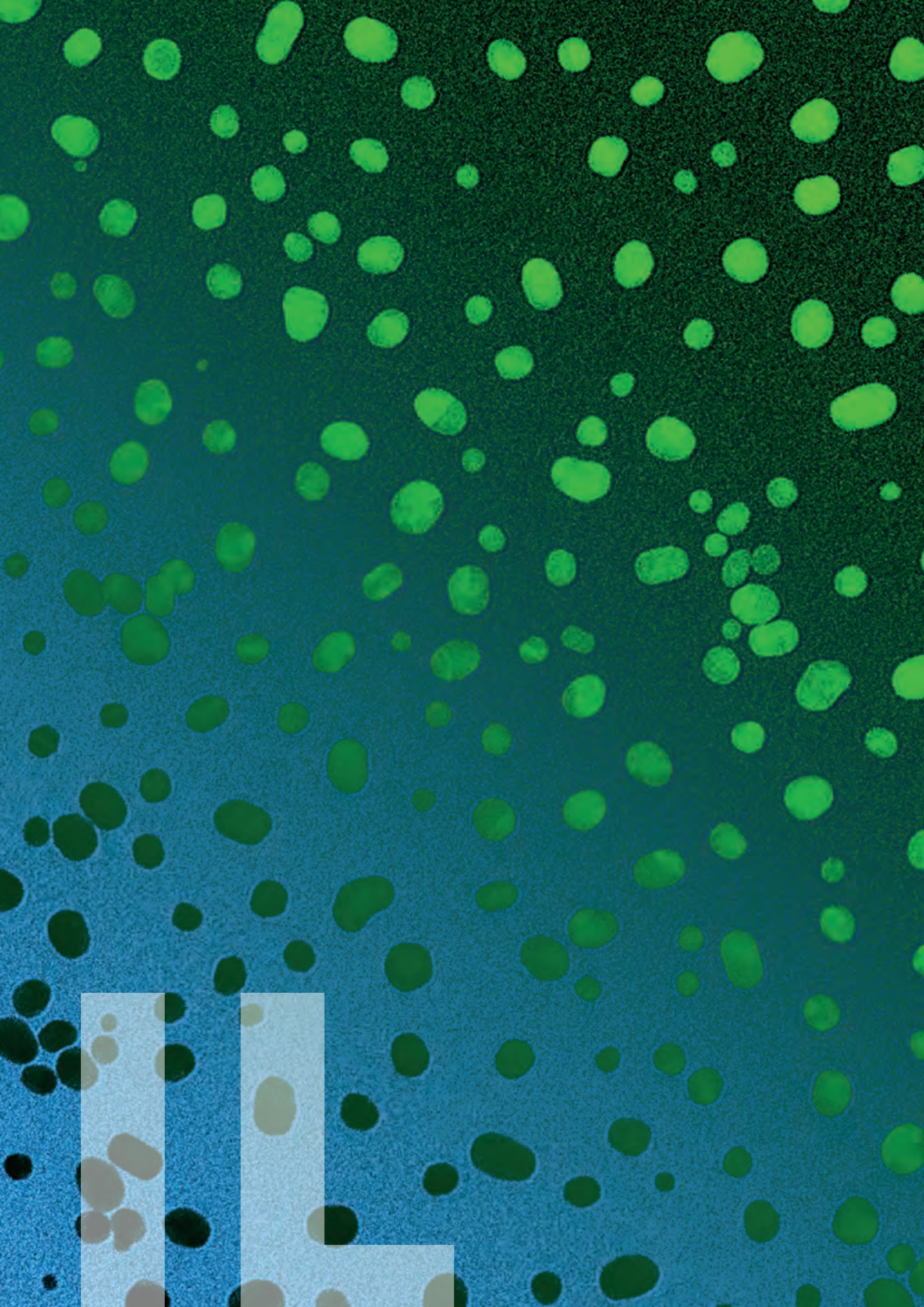


OPPR

O

PROFIL

F



69



INSTITUTE UND
FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN
(DEUTSCHLANDWEIT)

MITARBEITER

24.500



2,1



Mrd.

FORSCHUNGSVOLUMEN
(IN EURO)



1,9



Mrd.

VERTRAGSFORSCHUNG
(IN EURO)

< 30 %

FINANZIERUNG
VON BUND UND
LÄNDERN

> 70 %

INDUSTRIE UND
ÖFFENTLICH FINANZIERTE
FORSCHUNGSPROJEKTE

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR CHEMISCHE TECHNOLOGIE ICT

Das Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT legt seinen Schwerpunkt auf die Skalierbarkeit von Prozessen und die Überführung der Forschungsergebnisse vom Labormaßstab in den Technikumsmaßstab sowie zum Teil bis hin zur vorserienreifen Anwendung. 2016 waren 540 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter am Standort in Pfinztal bei Karlsruhe beschäftigt.

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

Unsere Kernkompetenzen

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

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

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



Leichtbau: Hier das Amaturenbrett eines PKW

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

KONTAKT

Institutsleitung:
Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner
peter.elsner@ict.fraunhofer.de
Homepage:
www.ict.fraunhofer.de



Tanks der Redox-Flow-Batterie am Fraunhofer ICT



Umweltsimulation – Salznebeltest

KURZPROFIL DES FRAUNHOFER ICT-IMM

Es gibt unendlich viele kluge, weise, philosophische und augenzwinkernde, aber auch platte Sprüche über die Veränderung. Zu den Spitzenreitern gehören Weisheiten, die uns sagen, ohne Veränderung herrsche Stillstand, ohne Veränderung gäbe es keinen Wandel, ohne Veränderung gäbe es kein Leben. Es gibt Veränderungen, denen man sich plötzlich gegenüber sieht. Und es gibt Veränderungen, die man selbst herbeigeführt hat.

Seit 26 Jahren stellen wir uns in Mainz diesen Veränderungen und haben sie bisher alle gemeistert. Wir bilden die Brücke von der Grundlagenforschung zur Anwendung. Entwicklungen durchlaufen unser Institut von der Idee über die Grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung bis hin zu ihrer Umsetzung in kundenspezifische Lösungen mit Produktrelevanz. Dieser Anspruch wird sich nie ändern. Aber die Art und Weise wie wir arbeiten, werden wir stets prüfen und an die Rahmenbedingungen anpassen. Deshalb war es in unserer Organisationsstruktur dieses Jahr Zeit für eine selbst herbeigeführte Veränderung. Das Ziel? Eine noch stringendere und fokussiertere Ausrichtung auf unsere Kernkompetenzen und ein noch enger verzahntes Zusammenarbeiten unter den verschiedenen Fachbereichen.

Aus fünf Abteilungen wurden zwei Bereiche: Energie- und Chemietechnik (Prozesse, Reaktoren, Anlagen) sowie Analysysteme und Sensorik (Methoden, Komponenten, Systeme). Innerhalb dieser Säulen organisieren wir unsere Kompetenzen nach den Prioritäten Nachhaltiges Wirtschaften und Energie, Gesundes Leben, Intelligente Mobilität und Zivile Sicherheit. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse und Entwicklungen finden hauptsächlich in den Geschäftsfeldern Energie und Umwelt, Chemie, Verfahrenstechnik und Luft- und Raumfahrt, Biomedizinische Analytik und Diagnostik und Sicherheit sowie Industrielle Analytik Anwendung. Ergänzt werden unsere Produktbereiche auf technologischer Seite durch langjähriges Know-how in mechanischen Präzisionsbearbeitungsverfahren, Funkenerosion, Lasermaterialbearbeitung sowie durch eine Reihe von Reinraum basierten chemischen und physikalischen Strukturierungsverfahren.

Wir verbessern die Zuverlässigkeit und Wirksamkeit kompakter Stoff- und Energiewandlungssysteme sowie dezentraler, mobiler Energieversorgungseinheiten. Wir erhöhen die Prozesssicherheit und die Verfügbarkeit von Stoffen, Messdaten und Informationen für Produkt-, Produktions- und Analysefragestellungen, auch im diagnostischen Bereich.

„Wir haben die Verzahnung verschiedener Fachbereiche innerhalb des Hauses verstärkt.“



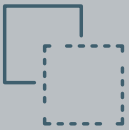
Wir verbessern die Zuverlässigkeit der Prozessüberwachung und steigern die Robustheit von Sensorik. Unsere Systemlösungen reichen in den Labor- und Pilotmaßstab und lassen sich geradlinig und konsequent in einen Produktionsmaßstab skalieren. Unser Anspruch ist ein professionelles, qualitätsbewusstes, wirtschaftliches und nachhaltiges Handeln auf Basis unserer Kompetenzen.

So glauben wir, können wir noch besser mit unseren system- und technologieorientierten Innovationen zur Wettbewerbsfähigkeit unserer Kunden und Partner beitragen. Dabei stehen wir nach wie vor für verantwortungsbewussten Umgang mit neuen Technologien und für nachhaltige Entwicklung zum Nutzen für die Wirtschaft und zum Vorteil für die Gesellschaft.

Denn manche Dinge bedürfen keiner Änderung!

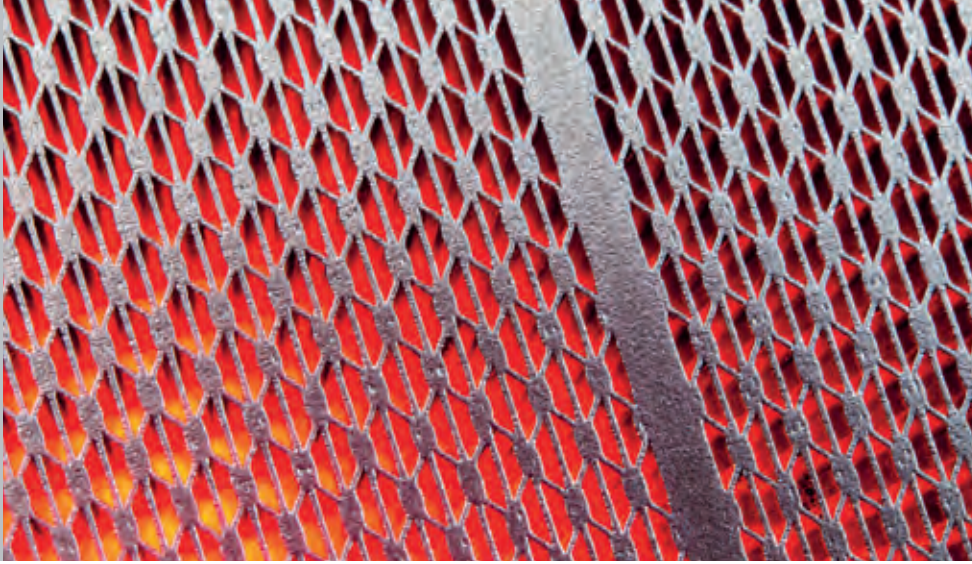
„Wir steigern die Wettbewerbsfähigkeit unserer Kunden und Partner durch Systemlösungen im Labor- und im Pilotmaßstab.“

GESCHÄFTSFELDER



Unsere Wissenschaftler forschen und entwickeln in den zwei Bereichen Energie- und Chemietechnik (Prozesse, Reaktoren, Anlagen) sowie Analysesysteme und Sensorik (Methoden, Komponenten, Systeme). In diesen Säulen organisieren wir unsere Kompetenzen nach den Prioritäten Nachhaltiges Wirtschaften und Energie, Gesundes Leben, Intelligente Mobilität und Zivile Sicherheit. Wir stehen für verantwortungsbewussten Umgang mit neuen Technologien und für nachhaltige Entwicklung zum Nutzen für die Wirtschaft und zum Vorteil für die Gesellschaft.

Die beiden Bereiche bieten ihren Kunden individuell zugeschnittene und wirtschaftlich attraktive Lösungen. Dies schließt die Ideengenerierung, die Steigerung der Leistungsfähigkeit und die Optimierung bestehender Systeme und Komponenten, die Methodenentwicklung sowie die Realisierung und Implementierung spezifischer, intelligenter und höchstmöglich integrierter vorserienreifer Anwendungen ein.



Gelöteter
Mikroreaktor

ENERGIE- UND CHEMIETECHNIK – PROZESSE, REAKTOREN, ANLAGEN

Der Produktbereich **Energietechnik** beschäftigt sich mit den aktuellen und zukünftigen Fragestellungen zur mobilen und dezentralen Bereitstellung und Speicherung elektrischer Energie, dem Wärmemanagement im Fahrzeugbereich und mit der Herstellung synthetischer (Bio)treibstoffe. Grundlage der Technologie sind mikrostrukturierte Plattenwärmeübertrager, die durch die Beschichtung mit Katalysatoren als chemische Reaktoren eingesetzt werden können. Die Entwicklungsarbeiten decken die gesamte Technologiekette in den Bereichen Systemdesign, Prozesssimulation, Katalysatorentwicklung, Standzeittests, Reaktorkonstruktion, Entwicklung kostengünstiger Fertigungstechnologien, Systemsteuerung, Systemintegration und -test ab. Neben der Entwicklung einzelner Komponenten und kompletter Reformersysteme zur Wasserstoffbereitstellung aus konventionellen und regenerativen Brennstoffen liegen die Forschungsschwerpunkte in den Bereichen Reformiertechnik, Flüssigwasserstofftechnik, Abgasaufreinigung, Power to Gas, Wärme- und Kältemanagement, Energiespeicherung, und Biotreibstoffsynthese.

„Wir verbessern die Zuverlässigkeit und Wirksamkeit kompakter Stoff- und Energie-wandlungssysteme sowie dezentraler, mobiler Energie-versorgungseinheiten.“

Der Produktbereich **Chemietechnik** setzt den Schwerpunkt auf die Intensivierung chemischer Produktionsverfahren mittels Methoden und Apparaten der chemischen Mikroverfahrenstechnik. Auf Basis einer gut skalierbaren, modular aufgebauten Reaktorfamilie oder mittels spezifischer, häufig hochgradig integrierter Ausführungen werden an den jeweiligen Prozess bzw. Einsatzzweck optimal angepasste milli- und mikrostrukturierte Flow-Reaktoren vom Labor- bis Industriemaßstab entwickelt, konstruiert und gefertigt. Dabei werden sowohl ein- und mehrphasige Prozesse als auch nichtkatalytische sowie heterogen und homogen katalysierte Reaktionen abgedeckt. Neben der organischen Chemie allgemein bilden Photochemie, Elektrochemie und die Synthese von reaktiven Intermediaten Arbeitsschwerpunkte. Die Verknüpfung mit neuen Anlagenkonzepten, wie z. B. der Chemieanlageninfrastruktur im Containerformat, erlaubt die Erschließung dezentraler und mobiler Produktionsansätze. Ein integrierter Entwicklungsansatz, Modularisierung und Prozessautomatisierung bilden eine Brücke zur chemischen Industrie 4.0.

„Wir intensivieren chemische Produktionsverfahren und erhöhen die Verfügbarkeit von Stoffen, Messdaten und Informationen für Produkt- und Produktionsfragestellungen.“

Der Produktbereich **Nanopartikel-Technologien** beschäftigt sich mit der Herstellung und Charakterisierung von Nanopartikeln mit unterschiedlichsten Eigenschaften und möglichen Anwendungen in der Medizin, Pharmazie und der Konsumgüterindustrie. Dies umfasst neben metallischen (z. B. Au, Pt, Pd), metalloxidischen (z. B. ZnO, SiO₂) und halbleitenden Nanopartikeln (Quantum Dots) auch polymere Nanopartikel. Für die Verkapselung von Wirkstoffen (z. B. Duftstoffe, Pharmaka, Pestizide) werden polymere Nanopartikel und Kapseln im Größenbereich zwischen 25 nm und mehreren Mikrometern genutzt. Physikochemische Eigenschaften der Partikel, wie z. B. die chemische Zusammensetzung, Form, Morphologie und Oberflächenfunktionalisierung, werden dabei anwendungsspezifisch gezielt modifiziert. Der Einsatz modularer Reaktoren im kontinuierlichen Syntheseprozess steigert dabei sowohl die Reproduzierbarkeit als auch die Kontrolle über Partikelgrößen und Größenverteilungen. Dank einer einfachen Anpassung von Flussrate und Temperatur ergibt sich eine sehr gute Kontrolle über die gewünschten Produkteigenschaften. Eine darauf abgestimmte Online-Prozessanalytik erlaubt Qualitätskontrolle in Echtzeit.

Die eng verzahnte Zusammenarbeit von Chemikern, Verfahrenstechnikern, Maschinenbauern und Regelungstechnikern ermöglicht es, selbst bei komplexen Aufgabenstellungen komplette Systemlösungen anzubieten.

KONTAKT

Prof. Dr. Gunther Kolb
Bereichsleiter Energie- und Chemietechnik
Telefon +49 6131 990-341
gunther.kolb@imm.fraunhofer.de

„Wir verbessern die Qualität Ihrer Nanopartikel, erhöhen die Produktivität Ihrer Synthesen und steigern sowohl die Effizienz als auch die Verfügbarkeit Ihrer Wirkstoffe am Zielort.“



PCR-Chip unter
UV-Licht

ANALYSESYSTEME UND SENSORIK – METHODEN, KOMPONENTEN, SYSTEME

Integrierte Analysensysteme und neuartige Sensoren sind in vielen Branchen ein Innovationstreiber, weil dadurch Analysenergebnisse schnell oder unmittelbar zur Verfügung stehen und Prozesse immer im optimalen Bereich betrieben werden können. Die wichtigsten Anwendungsgebiete sind: Qualitätskontrollen für Produktionsabläufe, Prozessanalysetechnik (PAT), medizinische Diagnostik, Umweltüberwachung, Lebensmittelsicherheit, Schutz vor biologischen Bedrohungen sowie Erforschung und Therapie neurodegenerativer Erkrankungen.

Der Produktbereich **mikrofluidische Analysensysteme** entwickelt vollintegrierte und automatisierte Systeme auf Basis eines „mikrofluidischen Baukastens“ mit umfassender Abdeckung der erforderlichen Funktionselemente. So können in kurzer Zeit eine Anwendungs-idee zum Funktionsnachweis geführt und voll funktionstüchtige Demonstratoren bis hin zur Nullserie aufgebaut werden. Bei der Systementwicklung werden stets alle Aspekte der Wirtschaftlichkeit berücksichtigt und die Systemauslegung gegebenenfalls ergänzend mit Hilfe numerischer Simulation geprüft bzw. optimiert. Optimale Handhabbarkeit und uneingeschränkte Gebrauchstauglichkeit in der späteren Nutzung sowie Kompatibilität mit einschlägigen Fertigungsmethoden besitzen eine hohe Priorität. Dank umfassender fertigungstechnischer Möglichkeiten können Systemlösungen direkt umgesetzt werden. Dies erlaubt den Kunden eine Erprobung unter Realbedingungen.

Umfangreiche Kompetenzen in der Auslegung von mikrostrukturierten Komponenten und ihrer Systemintegration verbunden mit einem weiten Spektrum an Mikrofertigungsverfahren wie mechanische Präzisionsbearbeitung, Lasermaterialbearbeitung, Siliziumtechnik und Dünnschichttechnik erlauben die Entwicklung von kundenspezifischer optischer, elektrochemischer und MEMS Sensorik. Die Anwendungsgebiete reichen von industrieller Gassensorik und Medienanalytik über die Analyse von speziellen Flüssigkeiten und Flüssigkeitsfilmen (z. B. Online-Schmierölsensorik) bis hin zu medizinischer Diagnostik. Für die Neuroforschung und Neurochirurgie werden nach Kundenvorgaben mit einer speziellen Fertigungstechnologie sowohl starre als auch flexible Vielkanal-Mikroelektroden zur neuronalen Stimulation und Signalableitung realisiert.

„Wir beschleunigen und automatisieren bewährte Analysensysteme, steigern die Kompaktheit Ihrer etablierten Verfahren und bringen sie so an den Ort des Geschehens.“

„Wir steigern die Robustheit Ihrer Sensorik und minimieren Ihren Aufwand in der Prozessüberwachung.“

Im Rahmen des „Systems Engineering“ reicht die Fertigungsbreite des ICT-IMM über die Vielzahl einzelner Fertigungsverfahren hinaus bis hin zum **Gerätebau**. Dies umfasst die Integration von mikrofluidischen Kartuschen oder z. B. siliziumbasierten Sensoren in mechanische Konstruktionen unter funktionaler Verbindung mit der notwendigen Optik, Aktorik sowie mit weiteren elektronischen Funktionselementen (Heizer, Motoren, Pumpen, etc.). Durch eingebettete Microcontroller oder Einplatinenrechner arbeiten diese Systeme softwaregesteuert und können die Messresultate direkt auf integrierten Displays ausgeben oder über standardisierte Schnittstellen bzw. wireless an einen Leitrechner übertragen. Die eingesetzte Fertigungstiefe wird an die ökonomischen Rahmenbedingungen sowie den vom Kunden gewünschten Kooperationsumfang angepasst.

KONTAKT

Dr. Michael Baßler
Bereichsleiter Analysesysteme und Sensorik
Telefon +49 6131 990-399
michael.bassler@imm.fraunhofer.de

„Wir kombinieren und integrieren fluidische Elemente und Sensoren in intelligenten Systemen und schaffen so neue Einsatzmöglichkeiten“

2016

FRAUNHOFER ICT-IMM
IN ZAHLEN

12,4

VERTRAGSFORSCHUNG
(IN EURO)

Mio.



PROJEKTE



125

> 65 %

INDUSTRIE UND
ÖFFENTLICH FINANZIERT
FORSCHUNGSPROJEKTE

< 35 %

FINANZIERUNG
VON BUND UND
LÄNDERN

> 87 %

WIRTSCHAFT

< 13 %

ÖFFENTLICH

145



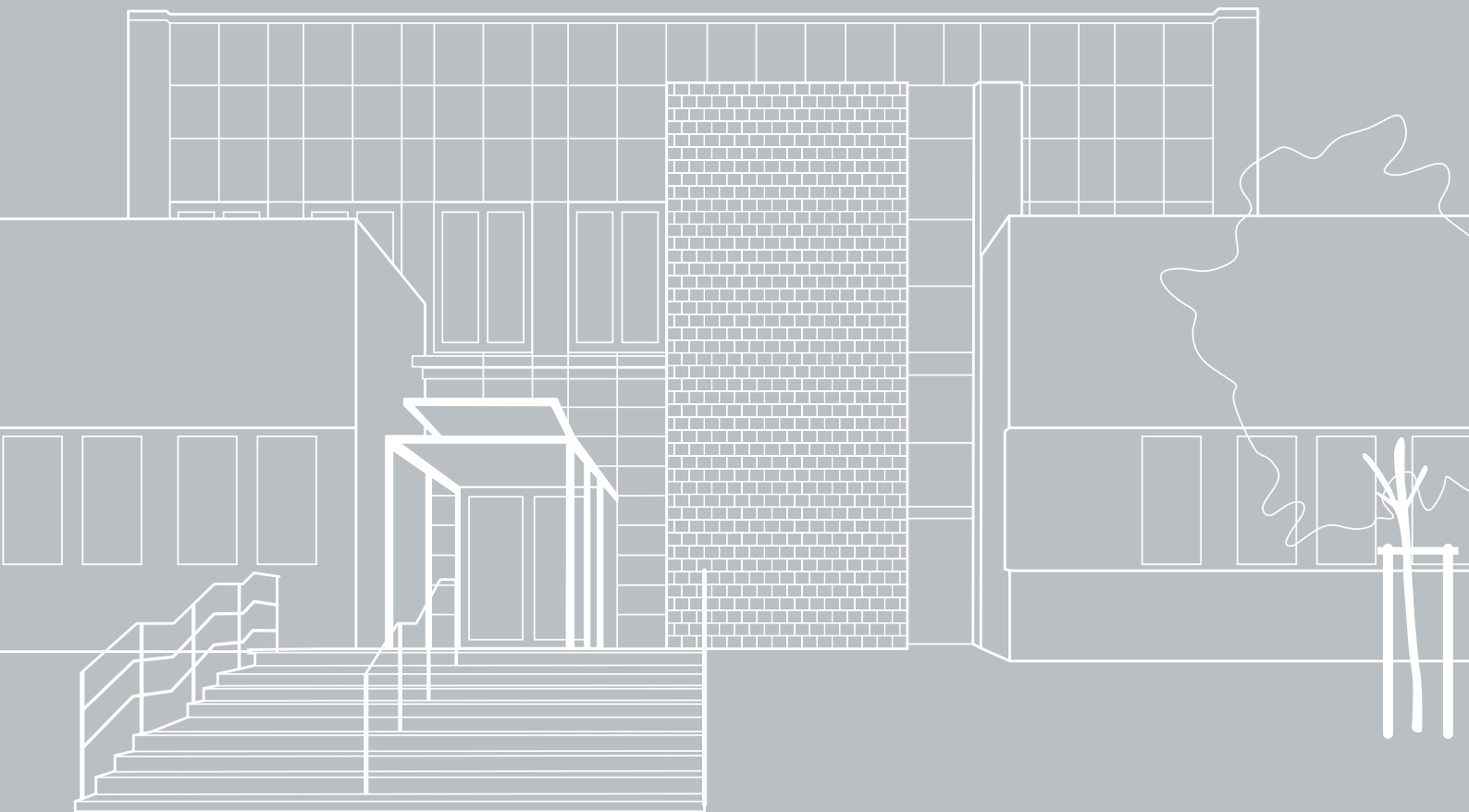
MITARBEITER
(IM DURCHSCHNITT)

74 %

DAVON WISSENSCHAFTLICH-
TECHNISCHE ANGESTELLTE

NETZWERKE FRAUNHOFER ICT-IMM

Zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit und wissenschaftlichen Exzellenz ist uns eine enge Vernetzung mit Forschungseinrichtungen und Multiplikatoren besonders wichtig. Unsere Wissenschaftler und Ingenieure kooperieren daher mit Hochschulen, Instituten und Unternehmen im In- und Ausland bei kurz- und langfristig angelegten Entwicklungsprojekten. Enge Verbindungen zu Partnern in der Region sind für uns dabei von besonderer Bedeutung.





STUDIENARBEITEN UND DISSERTATIONEN

UNIVERSITÄT MAINZ // HOCHSCHULE MAINZ //
TU DARMSTADT // TU KAISERSLAUTERN //
HOCHSCHULE RHEINMAIN // FH FRANKFURT //
HOCHSCHULE KAISERSLAUTERN //
FH BINGEN // UNIVERSITÄT STUTTGART //
UNIVERSITÄT DUISBURG-ESSEN



REGIONALES NETZWERK



NETZWERKE

CENTER OF SMART INTERFACES //
DUAL CAREER NETZWERK RHEIN-MAIN //
MAINZER WISSENSCHAFTS-ALLIANZ E.V. //
CI3 - CLUSTER FÜR INDIVIDUALISIERTE
IMMUNINTERVENTION



KOOPERATIONEN UND PERSONALAUSTAUSCH

UNIVERSITÄT MAINZ // MPI
FÜR POLYMERFORSCHUNG MAINZ

FORSCHUNGS- NETZWERK

BMBF-PROJEKT-PARTNER // TU EINDHOVEN NL //
EU-TECHNOLOGIE-PLATTFORMEN // EU-PROJEKT-PARTNER //
BAM BUNDESANSTALT FÜR MATERIALFORSCHUNG
UND -PRÜFUNG // DECHEMA // PROCESS-NET



EX

T

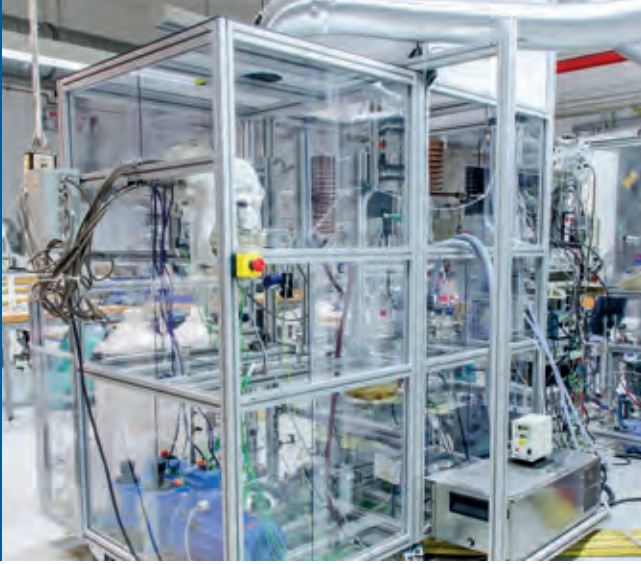
S

E



PEER

EXPERTISE UND TECHNOLOGIEN



*Pilotanlage zur
Herstellung von Biodiesel
unter überkritischen
Bedingungen*

ANLAGENENTWICKLUNG

Mikroreaktoren und -apparate ermöglichen die Steigerung der Wirtschaftlichkeit und die Intensivierung kontinuierlicher chemischer und thermischer Prozesse. Sie erlauben zudem eine verbesserte Kontrolle extremer Reaktions- bzw. Prozessbedingungen. Durch die Zusammenschaltung von Mikroreaktoren und -apparaten in verfahrenstechnischen Systemen erhält man sehr kompakte Anlagen, die prädestiniert sind für dezentrale Anwendungen in der Chemie- und Energietechnik. Unsere Leistungen zur Anlagenentwicklung umfassen in der Regel die gesamte Kette von Simulation, CAD-Design über Verfahrens- und Prozessentwicklung, Basic-Engineering und Detail-Engineering bis hin zu Komponentenbeschaffung, Montage und Inbetriebnahme. Neben der eigentlichen Prozessausrüstung einschließlich der Neben- und Hilfseinrichtungen können wir die komplette Mess-, Steuer- und Regeltechnik entwickeln (BoP - Balance of Plant). Wir entwickeln Anlagen für gasförmige, flüssige sowie überkritische Fluide und Mischungen zum Einsatz unter Reaktionsbedingungen von kryogen bis unter Hochtemperatur bei Drücken bis 400 bar. Unsere Entwicklungen werden bevorzugt in den Branchen Abgasbehandlung, Klimatisierung (mobil und dezentral stationär), Automobilindustrie, Luftfahrtindustrie, chemische, petrochemische und pharmazeutische Industrie, Energieversorgung und Anlagenbau eingesetzt. Typische Fragestellungen umfassen ebenso die dezentrale Treibstoffsynthese, chemische und elektrochemische Speicherverfahren, Synthese von Fein- und Spezialchemikalien und von pharmazeutischen Wirkstoffen, Synthese reaktiver Intermediate, Nanopartikelsynthesen, Photochemie und heterogen-katalysierte organische Reaktionen.

ASSAYENTWICKLUNG, -MODIFIKATION UND SYSTEMINTEGRATION

Herzstück einer molekularbiologischen Nachweismethode ist der sogenannte Assay, ein standardisierter Reaktionsablauf zum Nachweis einer Substanz. Ändert sich die Anwendungs-

umgebung, so müssen die biochemischen Prozesse in der Regel angepasst werden. Hierbei reicht die reine Anpassung der Automations-Hardware nicht aus, sondern manche Schritte des genutzten Assays müssen modifiziert werden. Unsere Expertise sowie das breite und zugleich tiefe Verständnis der Assayentwicklung in Verbindung mit unserer Erfahrung im Bereich des Systems Engineerings umfasst: Nukleinsäurebasierte Tests und ihre Integration in mikrofluidische Kartuschen (inklusive Probenvorbereitung und Extraktion, Amplifikation und Gefriertrocknung von Reagenzien), zellspezifische immunomagnetische Separation, kosteneffiziente Plasmid-DNA Isolierung aus einem Liter Bakterienkultur, Integration von ELISA-basierten Assays, Anreicherung von Proteinen und Zellen/Bakterien aus einem großen Volumen.

ELEKTRONIK UND SOFTWARE

Integrierte Software und Mikroelektronik sind ein wesentlicher Bestandteil von modernen Analyse- und Steuerungssystemen. Wir begleiten unsere Kunden im kompletten Entwicklungsprozess, von der Konzeption über das Layout und Design bis hin zur Integration und Fertigung einzelner Systeme. Dabei bieten wir Steuerungs- oder Analysegeräte an, die per USB an einen PC angeschlossen werden, sowie eigenständige Systeme mit integrierter Benutzerschnittstelle. Zum Einsatz kommen, je nach Funktionsumfang, sogenannte Bare-Metal-Microcontroller Systeme oder integrierte Linux-Systeme. Typische Anwendungsgebiete sind die Entwicklung integrierter Steuerungssysteme für Labor-, Analyse- und Messgeräte, die Entwicklung von Teilschaltungen bzw. Teilkomponenten für bestehende Systeme, die Überführung der elektronischen Schaltungen in 3D-Modelle zur Einbindung in die mechanische Konstruktion, die Laborautomatisierung von bestehenden Geräten, auch in Kombination mit Neuentwicklungen, die Leiterplatten-Bestückung von Mustern und Kleinstserien, die Softwareentwicklung für embedded Systems, Laborautomation und für Auswertungssysteme in Zusammenarbeit mit unserem Simulationsteam.

*Lab-on-a-Chip
Technologieplattform
für die patientennahe
Labordiagnostik*



KATALYSATORENTWICKLUNG

Wir entwickeln Katalysatoren und katalytische Beschichtungen für Mikrostrukturen, die optimal an den Reaktortyp und die Skalierung eines Prozesses angepasst sind. Die Katalysatoren können zum Beispiel als Pulver in einem Festbettreaktor oder als Schicht auf monolithischen oder mikrostrukturierten Substraten getestet werden. Die kleinen Kanaldimensionen in mikrostrukturierten Reaktoren ermöglichen einen schneller ablaufenden Wärme- und Massentransport und bieten eine deutlich größere innere Oberfläche in Relation zum Innenvolumen als in konventionellen Reaktoren. Unser vorhandenes Portfolio an langzeitstabilen Katalysatorformulierungen erlaubt die Durchführung verschiedener heterogen katalysierter Gasphasenreaktionen. Zum Portfolio gehören unter anderem die Erzeugung von Wasserstoff mittels Reformierreaktionen von Kohlenwasserstoffen, die Erzeugung von Wasserstoff mittels Partialoxidationen von Propan und Biogas, die Wasserstoffreinigung, die katalytische Verbrennung von VOC-haltigem Abgas und die Reinigung von Abgasströmen, die katalytische Verbrennung für die interne Beheizung von Plattenwärmeübertragerreaktoren und die Umsetzung von Kohlendioxid zu Methan (Power to Gas).

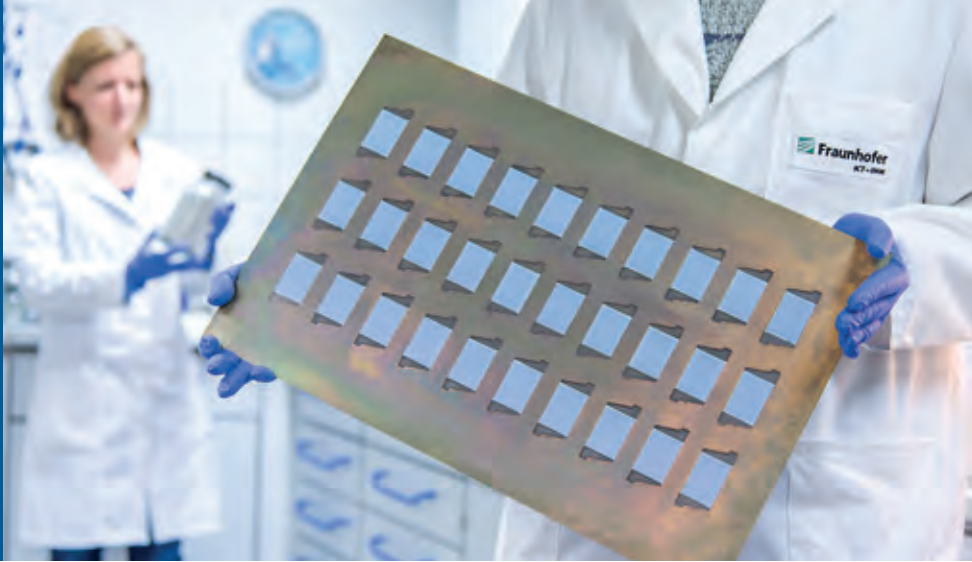
LASERMIKROBEARBEITUNG

Unsere langjährige Erfahrung in der Lasermikrobearbeitung ist für unsere Projektpartner das Fundament zur Erarbeitung individueller Lösungen im Rahmen von Kooperationen. Die berührungslose Bearbeitung ohne Kraftübertrag sowie die hohe Präzision und Geschwindigkeit sind nur einige Eigenschaften, die den Einsatz eines Lasers insbesondere auch für mikro-technische Anwendungen attraktiv machen. Mit geeigneten Methoden können sogar Strukturen im Nanometerbereich erzeugt werden. Dazu gehören die 2-Photonen-Absorption oder die Interferenzlithografie. Wir bieten die Durchführung von technologischen Machbarkeitsstudien, die Erstellung von Funktionsmustern sowie Nullserienfertigung an. Falls

gewünscht, führen wir auch einen Technologietransfer durch oder bauen Anlagen, die an die speziellen Bedürfnisse unserer Kunden angepasst sind. Die Lasermikrobearbeitung findet Anwendung im Laserschweißen von Reformern und Mikroreaktoren, im Kunststoffschweißen zur Deckelung von Polymer-Chips, beim Mikroborenen von Polymeren, Metallen und Keramiken, in der 3D-Nanostrukturierung und im Formabtrag zur Erzeugung mikrofluidischer Strukturen, um nur einige Beispiele zu nennen.

MIKROFLUIDIK

Der Einsatz der Mikrofluidik und der damit verbundenen Systemtechnologie zur Handhabung von Flüssigkeitsmengen im Mikro- bis Pikoliterbereich, der sogenannten Lab-on-a-Chip Technologie, führte zu wesentlichen Fortschritten in der Entwicklung von effizienten Analysemethoden und hat das Labor revolutioniert. Die Kombination von hohen Sensitivitäten und Auflösungsvermögen mit kürzeren Analysezeiten und hohen Durchsatzraten machen die Lab-on-a-Chip Technologie dabei für den Anwender interessant. Als einer der Pioniere in diesem Feld entwickeln wir seit über 20 Jahren mikrofluidische Systeme sowie neue Analysemethoden. Dazu nutzen wir innovative physikalisch-chemische Methoden und implementieren automatisierte und optimierte Arbeitsabläufe. Unter einem vollintegrierten, mikrofluidischen Analysesystem verstehen wir die Kombination aus massenfertigungs-kompatiblen und mikrofluidischen Komponenten sowie dem zugehörigen Betreibergerät für neue Labor- und Vor-Ort-Anwendungen. Unsere mikrofluidischen Systeme werden in der automatisierten Labormesstechnik, der Prozess- und Qualitätskontrolle, der Lebensmittelsicherheit, Umweltüberwachung, dem Schutz vor biologischen Bedrohungen und in der medizinischen Diagnostik eingesetzt.



NANOPARTIKELSYNTHESE UND -CHARAKTERISIERUNG

Nanopartikel aus anorganischen und organischen/polymeren Materialien besitzen einzigartige Eigenschaften, die bereits in diversen Anwendungen der Materialwissenschaften und der Life Sciences demonstriert wurden. Dazu gehören Beschichtungen, Klebstoffe, Polymere, Katalyse, Papier, Aufbau- und Verbindungstechnik, Textilien, Nahrungsmittel, Kosmetik- und Pharmazieprodukte.

Bei der Synthese von Nanopartikeln ist eine hohe Reproduzierbarkeit eines der wichtigsten Ziele. Im Gegensatz zur klassischen Batch-Synthese kann die kontinuierliche Synthese durch eine Reihe inhärenter Vorteile Zugang zu qualitativ hochwertigen, uniformen Partikeln ermöglichen. Wir entwickeln für verschiedene Nanopartikelsysteme modulare und skalierbare Reaktoren zur Nutzung mit kontinuierlichen Syntheserouten, wie z. B. Flüssigphasen-Reaktionen. Kernstück sind unsere mikrofluidischen Mischer in Verbindung mit Temperatur und Flussraten kontrollierten Reaktionszonen. Eingebundene Online-Prozessanalytik liefert wertvolle Informationen über kritische Produktparameter und erlaubt so eine Echtzeit-Qualitätskontrolle. Wir geben Partikeln die gewünschte Eigenschaft, sei es Fluoreszenz, Magnetismus, katalytische Aktivität, Bewuchshemmung, Langlebigkeit gegen Umwelteinflüsse, antimikrobielle Oberflächen, Proteinabweisung, Biokompatibilität oder Ionen- bzw. Gasselektivität. Wir verkapseln aktive Komponenten für die in-situ Freisetzung und funktionalisieren Partikel zur Verbesserung der Spezifität und Effektivität in der Freisetzung von Wirkstoffen am Wirkort. Konkrete Partikelsysteme, an denen wir arbeiten, sind z. B. fluoreszierende Quantum Dots, einkernige Eisenoxid Nanopartikel sowie Polymerpartikel und -kapseln.

OPTISCHE SPEKTROSKOPIE

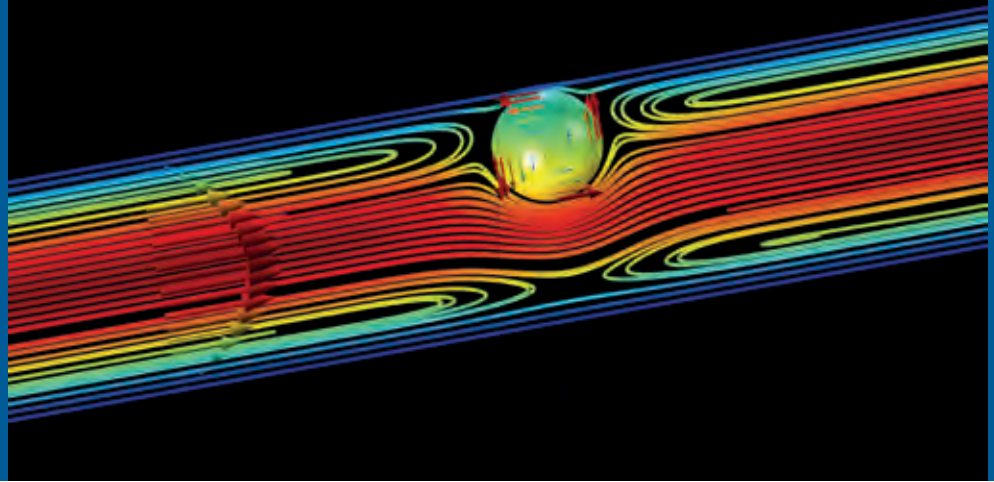
Mit den Methoden der optischen Spektroskopie lassen sich bestimmte Materialeigenschaften wie Bindungsenergie,

chemische Zusammensetzung, Struktur oder optische Dichte bestimmen. Eine sensorische Erfassung wie bei der Online-Analyse von chemischen Lösungen zwecks Voruntersuchung oder Erstellung von Kalibrierfunktionen bedarf dabei spektroskopischer Analysen, die mit ausgereiftem Laborequipment durchgeführt werden. Wir führen spektroskopische Messungen im Rahmen von technologischen Machbarkeitsstudien sowie die Auswertung der gewonnenen Daten als Basis für speziell an den Kundenwunsch angepasste Sensorik in der chemischen, industriellen sowie biologischen Analytik durch. So können der Wassergehalt, der Oxidationsgrad und die Total Base Number sowie der Wasserstoffperoxid- und Schwefelgehalt bestimmt werden, die Messung der Glukosekonzentration in Blut erfolgen und Nachweise von giftigen Gasen, chemischen Verbindungen in Katalysatorschichten oder von Fluoreszenzlicht zur Zellzählung erbracht werden. Die Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse in miniaturisierte optische Sensoren wird angepasst auf die Bedürfnisse des Endnutzers.

KUNSTSTOFFVERARBEITUNG

Kunststoffmaterialien sind insbesondere aus mikrofluidischen und optischen Analyseanwendungen nicht wegzudenken. Unsere langjährige Praxiserfahrung in der Herstellung von mikrostrukturierten Kunststoffbauteilen, wie z. B. mikrofluidischen Chips, Polymerwellenleitern oder Mikrolinsen, erlaubt es uns, Kunden von der Ideengenerierung über die Abformtechnik, Aufbau- und Verbindungstechnik und Oberflächenbehandlung bis hin zur Kleinserie zu begleiten. Die Verfahrenspalette umfasst spanende Präzisionsbearbeitung, Lasermaterialbearbeitung, 3-D- und Siebdruckverfahren, Plasmabehandlung, Spotten, Heißprägen oder Spritzgießen. Unsere Erfahrung in der Aufbau- und Verbindungstechnik für die Herstellung von (hybriden) Gesamtsystemen beinhaltet die Deckelung von mehrlagigen Kunststoffkanälen, die Integration von lithografisch strukturierten Silizium- und Glasbauteilen, das Aufbringen von metallischen Schichten/Elektroden, den Einbau von Membranen und Filtern oder die Oberflächenmodifikation.

*Simulation von
Partikelbewegungen
in laminarer Strömung*



REAKTORDESIGN UND -ENTWICKLUNG

Wir nutzen unser umfangreiches Hardware-Portfolio sowie die langjährige Erfahrung, um an den jeweiligen zu optimierenden Prozess individuell angepasste Reaktoren in modularer, skalierbarer Bauweise zu entwickeln, unter Berücksichtigung entsprechender kostengünstiger Fertigungsverfahren. Dank ihrer Eigenschaften sind mikro- und millistrukturierte chemische Reaktoren bzw. Apparate hervorragend geeignet, die beschriebenen Aufgabenstellungen zu lösen, insbesondere unter Anwendung kontinuierlicher Syntheseverfahren in der Spezial- und Feinchemie sowie bei der Herstellung pharmazeutischer Wirkstoffe. Auch größere Stückzahlen sind kein Problem. Inzwischen haben wir ein breites Portfolio von teilweise hochgradig integrierten Lösungen sowohl für ein- und mehrphasige Prozesse als auch für nicht katalytische sowie heterogen- und homogen katalysierte Reaktionen. Durch kontrollierte Prozessführung und erheblich reduziertes Reaktionsvolumen im Vergleich zu konventionellen Reaktionsapparaten steigt die Sicherheit im Prozess. Wir haben dank neuartiger Fertigungstechnologien Spezialreaktoren für die dezentrale Stromerzeugung auf Basis von Reformiertechniken für Wasserstoff und Brennstoffzellen entwickelt, in entsprechender Menge hergestellt und erfolgreich getestet. Hoch exotherme Prozesse, die Gewinnung und Aufbereitung von wasserstoffhaltigen Gasen für Brennstoffzellen, die dezentrale Produktion von kritischen (gefährlichen) Chemikalien, verschiedene Prozesse der „Bioraffinerie“ und gas/flüssig-Kontaktierungen sind ein Ausschnitt aus den typischen Fragestellungen.

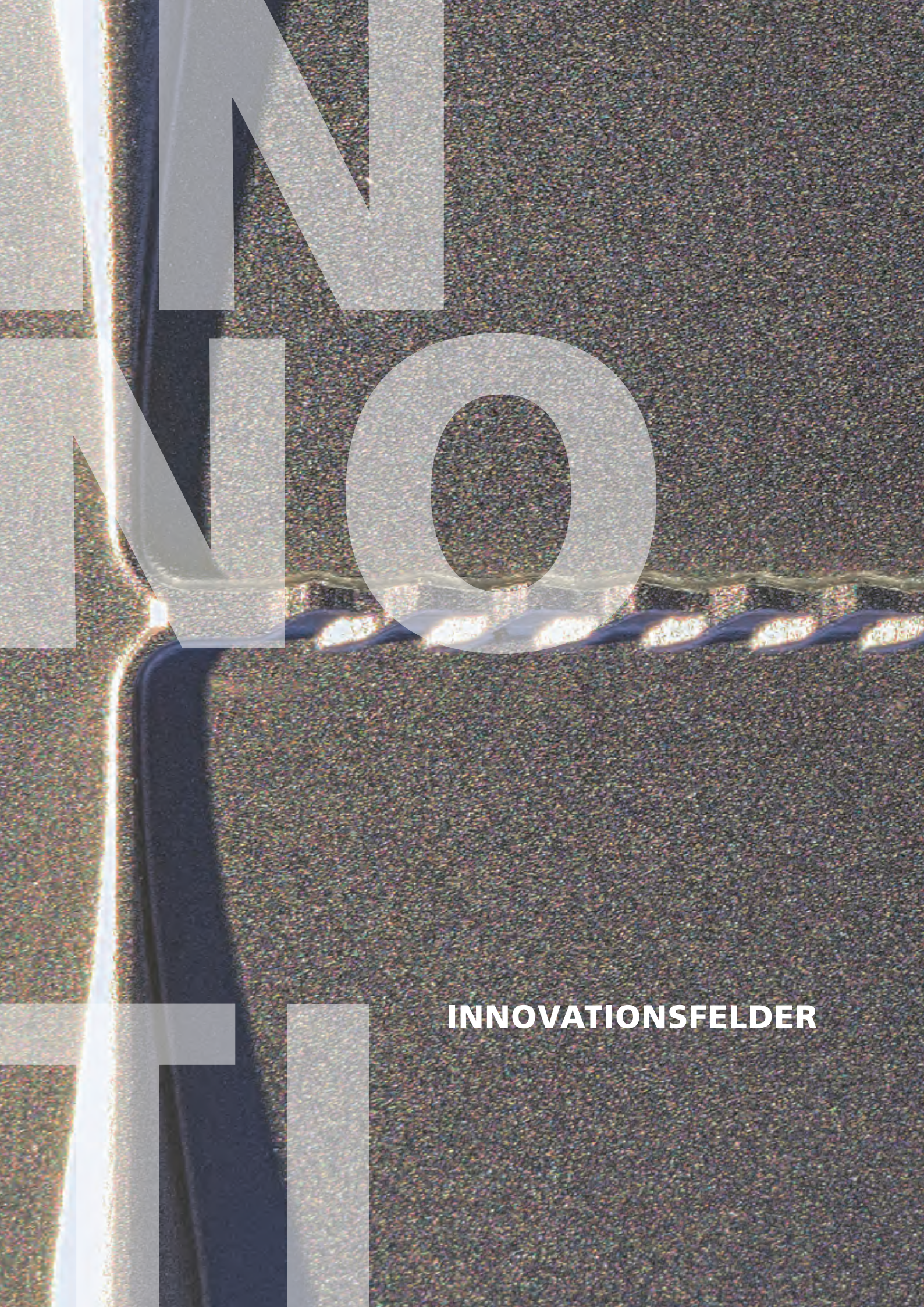
REINRAUM- UND SILIZIUM-TECHNOLOGIE

Der Fokus unserer Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich der Silizium- und Dünnschichttechnologie liegt auf der Realisierung innovativer Sensoren und Systemkomponenten nach Kundenanforderungen. Unsere Kunden stammen aus Bereichen der industriellen Messtechnik und Analytik sowie

aus Medizin und Raumfahrt. Unser Leistungsspektrum reicht von Design und Simulation über Prozessentwicklung und Realisierung von Demonstratoren zum Nachweis der Machbarkeit bis hin zu Nullserien in dokumentierter Qualität für die weitergehende Validierung durch den Kunden in der Produkthanwendung. Unsere Entwicklungen umfassen z. B. 3-D-Kraftsensoren für Druck- und Scherkräfte, Flussratensensoren für Gase und Flüssigkeiten, Dichtesensoren, Helium- und Wasserstoffdetektoren mittels hochselektiver Dünnschichtmembranen, Bolometer für die Fusionsforschung und Vielkanal-Mikroelektrodensonden für die Neuroforschung sowie Mikroelektrodenstrukturen für die elektro-chemische Analytik.

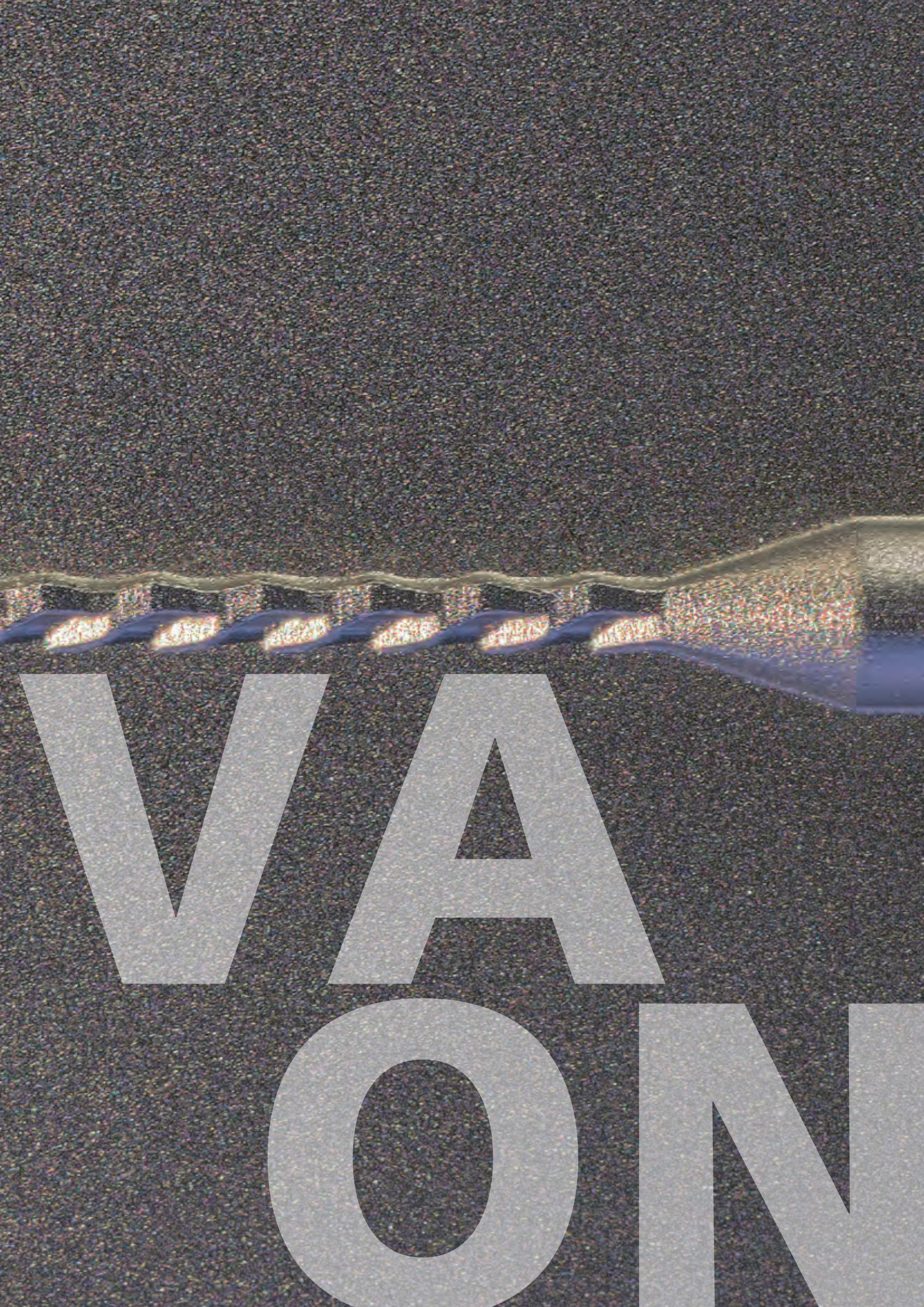
SIMULATION

Numerische Simulation und mathematische Modellierung sind bedeutende Bestandteile unserer Forschungs- und Entwicklungsprojekte und wichtige Hilfsmittel, um die Produktentwicklung zu beschleunigen und zu optimieren. Das beginnt bei der Problemanalyse, geht über die Wahl der geeigneten Simulationsumgebung bis zur Optimierung von Komponenten, Systemen und Prozessen und endet bei der Dateninterpretation. Die Verzahnung von Simulation und experimentellen Entwicklungsarbeiten erlaubt es uns, verschiedene Aufgabenstellungen wie Fluidodynamik, Wärmetransfer, Mischen und chemische Reaktionen, die Wechselwirkung mit elektrischen oder magnetischen Feldern, Mehrphasensysteme und die Ausbreitung optischer Strahlen zu bearbeiten. Gleichzeitig arbeiten wir selbst an der Entwicklung und Weiterentwicklung von Simulationswerkzeugen, die für Mikrosysteme optimiert sind.



INNO

INNOVATIONSFELDER



W
A
O
N



*Testanlage für
kryogene Brennstoffe
in Außencontainer*

WASSERSTOFFTECHNIK – EINSATZ MIKRO-STRUKTURIERTER KOMPONENTEN STEIGERT DIE SYSTEMEFFIZIENZ

Wir entwickeln komplette Reformersysteme auf der Basis von mikrostrukturierter Plattenwärmeübertrager-Technik. Unsere Kompetenzen umfassen die Konzeption und Integration der Systemkomponenten inklusive der Prozesssteuerung, Tests bis in den Pilotmaßstab und – je nach Aufgabenstellung – auch die Entwicklung stabiler Katalysatoren für die einzelnen Schritte des Reformierprozesses. Dies schließt alle Aspekte der Fertigungstechnik für die Komponenten mit ein. Zum Einsatz kommen alle konventionellen und regenerativen Brennstoffe wie Erdgas, Methanol, Ethanol, Flüssiggas, Benzin und Diesel, aber auch Polyalkohole, die als Nebenprodukte der Biodieselerzeugung entstehen oder als Kühlmittel Verwendung finden. Wir decken einen Leistungsbereich von 100 W bis zu 100 kW, einen Temperaturbereich von - 270 °C bis 900 °C ab. Projektbezogen haben wir auch bereits an Lösungen für den hybriden Transport von kryogenen Brennstoffen, elektrischem Strom und Daten in einem neuartigen thermisch superisolierten Umbilical-Kabel gearbeitet. Die hohe Energiedichte von Flüssigwasserstoff bei sehr geringen Querschnitten und Durchflüssen der Transportleitungen legt für die Systemkomponenten und den Aufbau von dezentralen Energieinfrastruktursystemen die Anwendung und Weiterentwicklung von mikrostrukturierten Komponenten nahe.

REFORMERSYSTEME – MIKROTECHNIK ERMÖGLICHT DIE ENTWICKLUNG KOMPAKTER UND EFFIZIENTER SYSTEME

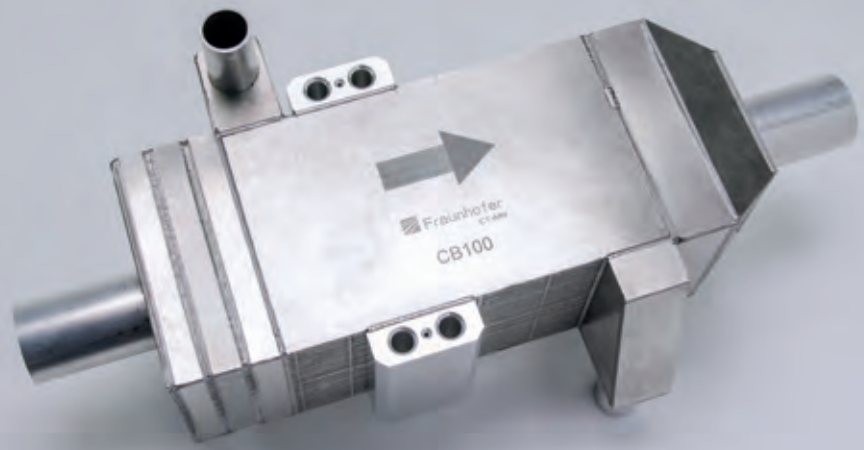
Im Zusammenhang mit Brennstoffzellensystemen wird Wasserstoff unter anderem in der Automobil- und Schiffsindustrie, bei der portablen Stromversorgung für Elektrogeräte und Camping sowie für die Anwendung in Klein-kraftwerken eingesetzt bzw. erprobt. Zur Gewinnung des Wasserstoffs werden häufig Reformersysteme genutzt.

Das Zusammenfügen der einzelnen Komponenten in ein komplett thermisch integriertes Reformersystem ist ein kritischer Schritt auf dem Weg zu einem marktfähigen Produkt. Kompaktheit, maximale Effizienz und geringe Startzeiten sind bei der Entwicklung wichtige Zielsetzungen. Im Bereich der Brennstoffaufbereitung und -synthese entwickeln wir Komplettlösungen vom Labor- bis zum Pilotmaßstab und weiter bis zur Serienreife. Unsere Expertise umfasst die Modellierung des Prozesses, die Optimierung der Wärmeintegration, die Konzeption der Reaktoren und Peripheriekomponenten (Verdampfer, Wärmeübertrager, Kondensatoren), die Auslegung bzw. Auswahl der Reaktoren und Komponenten (Verdampfer, Wärmeübertrager, Kondensatoren, Pumpen, Gebläse, Ventile), die Konstruktion der Reaktoren und Komponenten, die serientaugliche Fertigung der Prototypen bzw. Nullserien und die Integration des Komplettsystems. Tests an Einzelkomponenten, die Entwicklung der Systemsteuerung und Tests an Komplettsystemen bis in den Pilotmaßstab runden die Kompetenzen ab. Begleitend unterstützen wir diese Arbeiten mit unserer Expertise in der Katalysatorentwicklung.

KATALYSE – STEIGERUNG VON UMSATZ UND SELEKTIVITÄT IN CHEMISCHEN REAKTIONEN

Neben der Neuentwicklung von Katalysatoren gehört die Optimierung bestehender Katalysatorformulierungen im Hinblick auf Selektivität und Aktivität ebenso zu unserem Portfolio wie die Stabilisierung der Katalysatoren für den robusten Einsatz in der realen Prozessumgebung. Dies schließt die optimale Anpassung an den Reaktortyp und die Skalierung des Prozesses ein. Für die heterogene Gasphasenkatalyse liegt unser Fokus derzeit auf der Erzeugung von Wasserstoff mittels Reformierreaktionen von Kohlenwasserstoffen und Alkoholen, der Erzeugung von Wasserstoff mittels Partialoxidation von Propan und Biogas, der Wasserstoffreinigung, d. h. Abreicherung von Kohlenmonoxid mit Hilfe der Wassergas-Shift-Reaktion und der selektiven

Reaktor zur
Abgasreinigung



Oxidation von Kohlenmonoxid, der katalytischen Verbrennung von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) in Abgasen und Reinigung von Abgasströmen, die Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid oder Wasserstoff enthalten, der katalytischen Verbrennung für die interne Beheizung von Plattenwärmeübertragerreaktoren, der Methanolsynthese ausgehend von Synthesegas, der Umsetzung von Methanol zu Benzin (Methanol-to-Gasoline, MTG), der Umsetzung von Synthesegas zu synthetischen Kraftstoffen (Fischer-Tropsch-Synthese), und der Umsetzung von Kohlendioxid zu Methan (Power to gas). Beispiele für die heterogene Flüssigphasenkatalyse und Mehrphasenkatalyse sind die einphasige Herstellung von Biodiesel, ein- oder zweiphasige Suzuki-Kupplungsreaktionen, die selektive Hydrierung von C-C-Dreifachbindungen (gas/flüssig) und die Hydrierung von Nitro-Gruppen (gas/flüssig). Wir haben unter anderem die folgenden homogen katalysierten Reaktionssysteme bereits untersucht: Oxidationsreaktionen, Veresterungen, enzymatische Oxidation von Glukose und Photokatalyse.

WÄRME- UND KÄLTEMANAGEMENT – HOEFFIZIENTER WÄRMEÜBERGANG DANK MIKROSTRUKTURIERTER KOMPONENTEN

Mikrostrukturierte Komponenten ermöglichen einen hocheffizienten Wärmeübergang bei geringem Druckverlust. Das von uns entwickelte Portfolio von laserverschweißten und gelöteten Wärmeübertragern für die Wärmeübertragung zwischen Gasströmen sowie für Verdampfungs- und Kondensationsprozesse erlaubt sehr hohe Betriebstemperaturen und -drücke. Darüber hinaus verfügen wir über Technologien zur Erwärmung/Verdampfung von Gasen und Flüssigkeiten mittels elektrischer Energie. In unseren Versuchs- und Pilotanlagen setzen wir selbst entwickelte elektrisch beheizte Komponenten ein. Abhängig vom Anwendungsfall können wir Wärmeübertragerkomponenten für Betriebstemperaturen zwischen -250 °C und 950 °C realisieren. Der maximale Gasdurchsatz hängt dabei vom erlaubten Druckabfall ab und kann mehrere

100 m³ pro Stunde betragen. Wärmeübertragungsleistungen bis zu 100 kW und spezifische Wärmeübertragungsoberflächen bis zu 2.400 m²/m³ sind typische Parameter.

ABGASREINIGUNG – MODULARE UND STATIONÄRE ABGASREINIGUNG, KATALYTISCHE VERBRENNUNG

Für die Reinigung der Abgase aus industriellen Prozessen und individuellen Emissionen werden viele unterschiedliche Verfahren eingesetzt mit dem Ziel, das Abgas von umwelt- oder gesundheitsschädlichen Inhaltsstoffen zu befreien und damit letztlich die Atemluft rein zu halten. Eine katalytische Abgasreinigung wird z. B. in jedem modernen PKW eingesetzt. Der vergleichsweise geringe Energieaufwand für die chemischen Reaktionen dieser Abgasreinigung ist ein großer Vorteil. Dabei muss jedoch der Empfindlichkeit der Katalysatoren gegenüber Verunreinigungen und sogenannten Katalysatorgiften Rechnung getragen werden. Wir kennen uns aus mit robuster, langzeitstabiler Katalysatortechnik, haben Know-how und Erfahrung im Reaktordesign (auch im kW Maßstab) und in der Integration der Reaktoren in komplette Reformersysteme. Aufgabenstellungen der Abgasreinigung erfüllen wir durch individuell angepasste Lösungen. Wir setzen auf katalytische Reaktoren, die integrierte Kühlfunktionen und hocheffiziente, maßgeschneiderte Wärmeübertrager zur Kontrolle der exothermen Prozesse beinhalten. Dies erlaubt auch eine Verbesserung des dynamischen Betriebes mobiler Abgasreinigungssysteme. Im Bereich der Reformiertechnik besitzen wir langjährige Expertise in der Entfernung von Kohlenmonoxid aus dem Reformatstrom mittels Wassergas-Shift, präferentieller (selektiver) Oxidation von Kohlenmonoxid, selektiver Methanisierung sowie der Entfernung toxischer Substanzen aus Abgasströmen durch katalytische Verbrennung.



*Laserschweißter
Mikroreaktor zur
Biodiesel-Herstellung*

BIOTREIBSTOFFE – ROBUSTE PRODUKTION VON BIODIESEL DANK MIKROREAKTOREN UND ÜBERKRITISCHEN PROZESSBEDINGUNGEN

Im Dieselkraftstoff ersetzt Biodiesel die vormals zum Einsatz kommenden Schwefelverbindungen, die als Schmiermittel fungiert haben. So kann der CO₂-Ausstoß des ersetzten fossilen Diesels um fast 70 % reduziert werden. Die Herstellung von Biodiesel aus Pflanzenölen nach dem herkömmlichen homogen katalysierten Prozess hat allerdings eine Reihe von Nachteilen. Durch den Einsatz mikrostrukturierter Reaktoren in einem heterogen katalysierten Prozess, der unter überkritischen Bedingungen geführt wird, können wir eine robuste Produktion von Biodiesel auch in Gegenwart von freien Fettsäuren und aus Abfallstoffen wie gebrauchten Frittierfetten realisieren. Gleichzeitig wird dabei gegenüber dem konventionellen Prozess die Erzeugung von Abwasser reduziert, der Energieverbrauch minimiert und die Reaktor-dimensionen können verkleinert werden.

Das Anwendungsgebiet sind dezentralisierte Anlagen, die vor Ort und je nach Anwendungsfall ohne lange Transportwege aus Abfallstoffen Biodiesel erzeugen. Im Rahmen der Entwicklung integrierter Bioraffineriekonzepte erforschen wir Konzepte zur Erzeugung von Basischemikalien wie Methanol und höheren Alkoholen sowie zur Herstellung von Treibstoffen aus regenerativen Energiequellen mittels des Methanol-to-Gasoline Prozesses. Im letzteren Fall werden aus Pyrolyseöl und Biogas zunächst Methanol und dann Benzinkomponenten synthetisiert. Unsere Plattenwärmeübertragertechnik ermöglicht die Intensivierung der Prozesse und die Verbesserung der Wärmeintegration der avisierten dezentralen Anlagentechnik.

SYNTHESE VON BIOKRAFTSTOFFEN – REAKTOREN MIT INTEGRIERTEM WÄRME-TAUSCHER ERLAUBEN PRÄZISE PROZESS-KONTROLLE

Biodiesel ist ein Biokraftstoff der 1. Generation und wird im herkömmlichen Verfahren durch Umesterung von pflanzlichen Ölen mit Methanol bei Normaldruck und Temperaturen zwischen 55 °C und 80 °C gewonnen. Dieser Prozess ist relativ langsam und die Reaktionszeiten belaufen sich üblicherweise auf bis zu vier Stunden. Schlüsseltechnologie eines von uns entwickelten alternativen Verfahrens ist der eingesetzte Katalysator, der in fester Form als Schicht auf einen metallischen Träger aufgebracht wird. So muss dieser nicht abgetrennt werden und die Reaktionszeit kann zusätzlich auf ein Zeitfenster von einer halben bis fünf Minuten verkürzt werden. Für einen wesentlichen Teil der Biokraftstoffe der 2. Generation dient ein Gasmisch bestehend aus Wasserstoff und Kohlenmonoxid (Synthesegas) als Ausgangspunkt der Wertschöpfungskette. Die Biomasse wird dabei mit Hilfe eines Pyrolyseprozesses aufgespalten, das Synthesegas lässt sich dabei insbesondere aus der flüssigen, organischen Fraktion herstellen. Im Rahmen eines Projektes zur Realisierung integrierter Bioraffineriekonzepte entwickeln wir derzeit ein Verfahren zur Herstellung von Synthesegas aus Pyrolyseöl und Biogas mittels autothermer Reformierung. Ziel ist die Demonstration der Machbarkeit sowie die weitere Umsetzung des Synthesegases mit Hilfe einer Miniplant, die wir derzeit in einer mobilen Containerumgebung aufbauen. Wir entwickeln hoch aktive und effiziente Katalysatoren für den Wassergas-Shift Prozess und die selektive Oxidation von Kohlenmonoxid für die Gewinnung von Wasserstoff. Die Katalysatoren werden bevorzugt in Plattenwärmetauscher-Reaktoren eingebracht. Die Einstellung von spezifischen Temperaturprofilen erlaubt es uns, die vorgenannten Reaktionen zu intensivieren und gleichzeitig die Wärmeintegration insbesondere dezentraler Anlagen zu verbessern. Bei der

*Modularer
Mikroreaktor*



Benzinsynthese setzen wir Methanol zu einem Gemisch aus Kohlenwasserstoffen der Benzinfraktion um, bevorzugt in Gegenwart zeolitischer Katalysatoren. Der sehr exotherme Reaktionsverlauf stellt hohe Anforderungen an das Wärme-management. Dank unserer Reaktoren mit einer integrierten Wärmeübertragungsfunktion ist eine präzise Kontrolle der Reaktionstemperatur möglich.

ENERGIESPEICHERUNG – UMWANDLUNG ERNEUERBARER ENERGIE IN METHAN, KRAFT- STOFFE UND CHEMIKALIEN

Regenerative Energiequellen wie Photovoltaik und Windenergie erzeugen in zunehmendem Maße erhebliche Überschüsse elektrischer Energie, die von den Stromnetzen nicht mehr aufgenommen werden können. Mittels Elektrolyse von Wasser kann aus dieser Energie Wasserstoff erzeugt werden. Eine vielversprechende Alternative zu anderen Speicherkonzepten überschüssiger regenerativer Energie ist die Umwandlung des Wasserstoffs mit Kohlendioxid in Methan. Kohlendioxid fällt bei vielen industriellen Prozessen als ein Nebenprodukt an, kann dabei aber ebenfalls aus regenerativen Anwendungen stammen und muss normalerweise in die Atmosphäre geleitet werden. Seine Umwandlung in Methan ist ein eleganter Weg, die Auswirkung dieses Treibhausgases auf die Umwelt durch Doppelnutzung zu entschärfen. Unsere Reaktortechnik ermöglicht die Verbesserung des thermischen Managements dieser Methanisierungsreaktion. Wir arbeiten auch an alternativen Reaktorkonzepten zur chemischen Speicherung elektrischer Energie auf der Basis elektrochemischer Reaktionen.

FLOW CHEMISTRY – ZUGANG ZU INTENSI- VIERTEN KONTI-SYNTHESEN

Eine präzise Kontrolle chemischer Prozesse ist mit Hilfe von Mikroreaktoren oder, allgemeiner, Flowreaktoren möglich.

Durch die mit diesem Einsatz verbundene Überführung von Batch- in kontinuierliche Verfahren wird eine Intensivierung der Prozesse und eine Verbesserung ihrer Wirtschaftlichkeit ermöglicht, gleichzeitig auch die Überwindung von Masse- oder Wärmetransportlimitierungen in chemischen Reaktionen. Zusätzlich erlauben Flowreaktoren durch die Kontrolle extremer Reaktions- bzw. Prozessbedingungen aber auch die Erschließung neuer Prozessfenster (Novel Process Windows). Wir führen mit unserer auf kontinuierliche Verfahren ausgerichteten Laborumgebung maßgeschneiderte, experimentelle Prozessentwicklungen durch. Eine höhere Produktselektivität und Ausbeute in vielen organisch-chemischen Reaktionen durch die Minimierung von Nebenreaktionen, die Herstellung von Materialien mit maßgeschneiderten Eigenschaften (z. B. Partikelgröße, Morphologie) durch die präzise Kontrolle der Prozessbedingungen und die schnelle Anpassung an sich verändernde Prozessparameter sind erzielbare Vorteile. Durch den verminderten Einsatz von Rohmaterialien und Energie ergibt sich eine effiziente, nachhaltige und kostenreduzierte Produktion. Neue chemische Verfahren können beschleunigt entwickelt und optimiert werden. Klassische Beispiele für Reaktionsklassen, die von einer Prozessierung in Flowreaktoren profitieren, sind Ozonolysen, Halogenierungsreaktionen, die Synthese ionischer Flüssigkeiten, Nitrierungsreaktionen, Hydrierungsreaktionen, Epoxidierungs- und Ethoxylierungsreaktionen sowie Polymerisationen. Wir beschäftigen uns aktuell insbesondere aber auch mit Photochemie, heterogenkatalysierten organischen Reaktionen, der Synthese reaktiver Intermediate (z. B. Grignard-Reagenzien) und Nanopartikelsynthesen.



Grignard-Reaktor
(Labormaßstab)

REAKTIVE INTERMEDIATE – IN-SITU ERZEUGUNG VON GRIGNARD REAGENZIEN MIT KONTINUIERLICHER PROZESSFÜHRUNG

Die Synthese von Grignard Reagenzien und deren Umsetzung mit einer Vielzahl von organischen Molekülen wie Ketonen und Aldehyden ist eine der wirkungsvollsten Methoden der C-C Bindungsknüpfung. Die eigentliche Grignard Reagenzbildung stellt dabei eine Reaktion dar, die immens von einer kontinuierlichen Prozessführung profitieren kann. Diese ermöglicht den Einsatz eines großen Magnesiumüberschusses zur Unterdrückung unerwünschter Nebenreaktionen (z. B. Wurtz-Kupplung), der verbesserte Wärmetransport verhindert das Durchgehen der Reaktion. Weitere herauszuhebende Aspekte sind die kontinuierliche Nachführung des Magnesiums, eine integrierte Magnesiumaktivierung und Prozesssteuerung sowie eine Inline-Analytik via IR-Messungen. So können die Grignard Reagenzien nicht nur unter kontinuierlicher Prozessführung in-situ erzeugt, sondern unmittelbar inline nachgewiesen, deren Qualität überprüft und direkt in einem zweiten Schritt zum gewünschten Produkt umgesetzt werden. In einem Pilotreaktor Set-up sind je nach Grignard Reagenz Durchsätze von 5-50 ml/min in einem Temperaturbereich von 10 °C – 60 °C möglich.

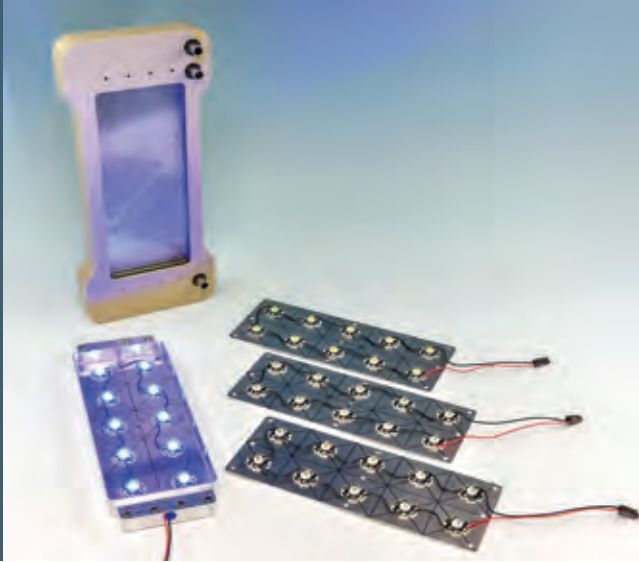
ELEKTROCHEMISCHE SYNTHESE – EIN EFFIZIENTES UND UMWELTSCHONENDES VER- FAHREN FÜR DEN INDUSTRIELLEN EINSATZ

Da elektrochemisch ein großer oxidativer und reduktiver Potentialbereich direkt zugänglich ist, ist die Elektrochemie insbesondere für die Produktion organischer Verbindungen von großem Interesse für die Industrie. Elektrochemische Synthesemethoden haben darüber hinaus den Vorteil, Umsetzungen ohne „materielle“ Reagenzien zu ermöglichen, die in ihrer verbrauchten Form von den Reaktionsprodukten

wieder abgetrennt werden müssten. Seit fast 20 Jahren bauen wir im Rahmen von internen, nationalen und europäischen Projekten sowie in direktem Industrieauftrag elektrochemische (Mikro)Reaktoren für vielfältige Anwendungen. Dabei ist die elektroorganische Synthese eines der wichtigsten Gebiete, für das die E-Reaktoren konzipiert und gebaut wurden. Unsere elektrochemischen Reaktoren beruhen auf dem thin-layer-cell- oder thin-gap-cell-Konzept. Die resultierenden Vorteile im Vergleich zur konventionellen Konstruktionsart sind im Wesentlichen durch die geringen Elektrodenabstände (im Bereich $\leq 100 \mu\text{m}$) bedingt. Dazu gehören geringe Ohmsche Widerstände, niedrige Energieverluste, kurze Diffusionsstrecken, eine effektive Wärmekontrolle, eine homogene Stoff- und Stromverteilung, ein stark reduzierter Bedarf an Leitsalz sowie kürzere Verweilzeiten. In Summe sind wir in der Lage, die Umsätze und Selektivitäten entsprechender Reaktionen signifikant zu steigern.

NACHHALTIGE WIRKSTOFFSYNTHESE – VON DER BATCH- ZUR FLOW-PROZESSIERUNG

In der meist mehrstufigen Synthese von Pharmawirkstoffen spielen hohe Selektivitäten und hohe Ausbeuten in den einzelnen Syntheseschritten eine besonders wichtige Rolle. Ebenso sind die Vermeidung von Abfällen, die effiziente Nutzung der Ausgangsmaterialien, die Minimierung des Energieeinsatzes und auch die Implementierung einer real-time Prozessüberwachung essentiell. Unsere Ansatzpunkte für die angestrebten Innovationen basieren auf der Überführung von Batch-Prozessen in eine kontinuierliche Produktionsweise, der Nutzung von Mikroreaktoren und Flow Chemistry Ansätzen in der Synthese und der Integration von Inline-Sensorik als Basis für eine effektive Prozesskontrolle. Dank einer präzisen Kontrolle der Reaktion durch effektiven Massen- und Wärmetransport können höhere Produktselektivitäten und Ausbeuten in vielen organisch-chemischen Reaktionen erzielt werden.



*Mikrofallfilmreaktor mit
LED-Beleuchtungseinheiten
für die Photochemie*

Synthesewege werden vereinfacht, da reaktive Intermediate in-situ erzeugt und direkt weiter verarbeitet werden können. In Flow Reaktoren immobilisierte Katalysatoren verringern zusätzlich den Aufwand der Produktaufarbeitung. Photochemische Umsetzungen laufen unter milderen Reaktionsbedingungen ab und kommen ohne toxische Reagenzien aus, deren Rückstände später abgetrennt werden müssten.

PHOTOCHEMIE – MIKROSTRUKTURIERTE DURCHFLUSSREAKTOREN STEIGERN DIE PROZESSEFFIZIENZ

Mikrostrukturierte Durchflussreaktoren eignen sich hervorragend für die Durchführung von photochemischen Syntheseanwendungen. Durch die Bildung sehr dünner Flüssigkeitsfilme in Mikrokanälen bzw. in Kapillaren ergibt sich eine vollständige Durchstrahlung der Reaktionslösung und so eine optimale Nutzung des eingestrahnten Lichts. Eine präzise Kontrolle über die Bestrahlungsdauer ergibt sich aus dem exakt definierten Volumen in den Kanälen und Kapillaren. Damit kann sowohl der Nebenproduktbildung als auch der Zersetzung der Reaktionskomponenten durch zu lange Bestrahlung vorgebeugt werden. Die zum Lichteintrag eingesetzten Leuchtdioden ermöglichen eine sehr selektive Anregung des Photokatalysators oder des Reaktionssubstrats dank der quasi-monochromatischen Lichtemission. Neben der effizienten Lichteinstrahlung in die Reaktionslösung ist auch eine effiziente Kontaktierung der Flüssig- und Gasphase mit heterogenen Photokatalysatoren in den Mikrokanälen möglich. Die Kombination von beidem bildet eine hervorragende Basis für die Reaktor- und Prozessentwicklung bei komplexen photochemischen Aufgabenstellungen. Für unsere Arbeiten stehen uns verschiedene Fallfilm-Mikroreaktoren und Kapillar-Photoreaktoren zur Verfügung. Als Photokatalysatoren verwenden wir organische Sensitizer, metallorganische Komplexe, heterogene Metalloxide und mit organischen Sensiti-

zern modifizierte bzw. dotierte immobilisierte anorganische Photokatalysatoren. Zu den photochemischen Anwendungen gehören die in-situ-Generierung von Singulett-Sauerstoff für Photooxygenierungen, Photooxidationen, Photohydrierungen, cis/trans-Isomerisierungen, Fluorierungen und Nanopartikelherstellung.



*Laboranlage zur
Verkapselung von Wirk-
oder Aromastoffen*

VERKAPSELUNG VON WIRKSTOFFEN – EFFEKTIVER HERSTELLUNGSPROZESS FÜR POLYMERBASIERTE PARTIKEL

Die Verkapselung von Wirkstoffen verhindert z. B. eine Inkompatibilität zwischen verschiedenen Materialien oder realisiert durch eine komplette Abtrennung von der Umgebung den Schutz eines Wirkstoffes. Sie erleichtert die Handhabung von klebrigen Materialien, schützt reaktive Agentien vor chemischen Angriffen oder erlaubt die gezielte Steuerung der Freisetzung eines Wirk- oder Duftstoffes. Abhängig von den Anforderungen der Anwendung können wir homogene Partikel sowie Kapseln mit einer „Kern-Hülle“- oder einer „multi-Kern“-Morphologie in einem kontinuierlichen Prozess realisieren. Die geeignete Materialauswahl in Kombination mit effektiven Herstellungsprozessen erlaubt es uns, polymerbasierte Partikel oder Kapseln mit maßgeschneiderten Eigenschaften zu entwickeln. Wir adaptieren chemische Zusammensetzung, Partikelgröße, Morphologie und Oberflächen-Funktionalisierung an die Anforderungen. Wir verwenden Emulsions/Dispersions-Polymerisation, Selbstorganisation von Amphiphilen, Grenzflächen-Polymerisation/ Polyaddition/Polykondensation und einen Emulgierungs/ Lösungsmittelverdampfungsprozess als Formulierungsprozesse zur Herstellung von Partikeln und Kapseln. Als Materialien für Partikel- und Kapsel-Hüllen kommen z. B. Polyacrylate, Polysiloxane, Polyurethane, Polyalkylcyanacrylate, Polylaktide und deren Copolymere, Polysaccharide, Phospholipide und nicht-ionische Tenside, Blockcopolymere und Wachse zum Einsatz.

NANOPARTIKEL – KLEINE TEILCHEN ERLAUBEN DIE ERSCHLISSUNG KOMPLEXER ANWENDUNGSSZENARIEN

Je komplexer die Anwendungsszenarien werden, desto dringender wird der Bedarf an maßgeschneiderter und vor allen Dingen gleichbleibender Produktqualität bei Nanopartikeln. Wir beherrschen sowohl effiziente und effektive kontinuierliche Syntheseverfahren als auch state-of-the-art Analytik, die im Zusammenspiel mit Kenntnissen in der Mikrobiologie sowie der Oberflächen- und Grenzflächentechnik auch eine adäquate Gefährdungsbeurteilung dieser Partikel erlaubt. Dank unserer langjährigen Erfahrung auf dem Gebiet der chemischen Mikroverfahrenstechnik sowie in Design und Aufbau von kontinuierlichen chemischen Prozessen der Durchflusschemie sind wir in der Lage, den Partikeln die gewünschten Eigenschaften in reproduzierbarer Qualität zu verleihen. Wir skalieren Prozesse unter exakter Kontrolle von Prozessparametern wie Flussrate und Temperatur, bei einstellbarer Partikelgröße und -form. Zur Verbesserung der Spezifität und Effektivität können Partikel entsprechend funktionalisiert werden. Wir beherrschen die Verkapselung aktiver Komponenten, die Charakterisierung von Nanopartikeln in flüssigen und festen Medien, die Partikelgrößen- und Konzentrationsmessung sowie die Realisierung realitätsnaher Systeme zur Untersuchung der Wechselwirkung von Nanopartikeln mit biologischem Material. Unsere Expertise in der kontinuierlichen Synthese umfasst den Einsatz modularer Reaktoren (z. B. für Flüssigphasen-Reaktionen), schnelles Mischen, die Realisierung hoher Temperaturen (z. B. nass-chemische Synthese bei bis zu 400 °C), temperaturkontrollierte Reaktionszonen und eingebundene Online-Prozessanalytik. Das Portfolio an analytischen Verfahren schließt Elektronenmikroskopie (REM, TEM, Cryo-TEM), dynamische und statische Lichtstreuung, analytische Zentrifugation, optische Spektroskopie (Transmission, Absorption, UV-VIS, Fluoreszenz, FTIR,

*Mikrofluidischer Chip für
die Online-Titration*



Online-Messungen) sowie die Messung des Strömungs- bzw. Zeta-Potentials ein.

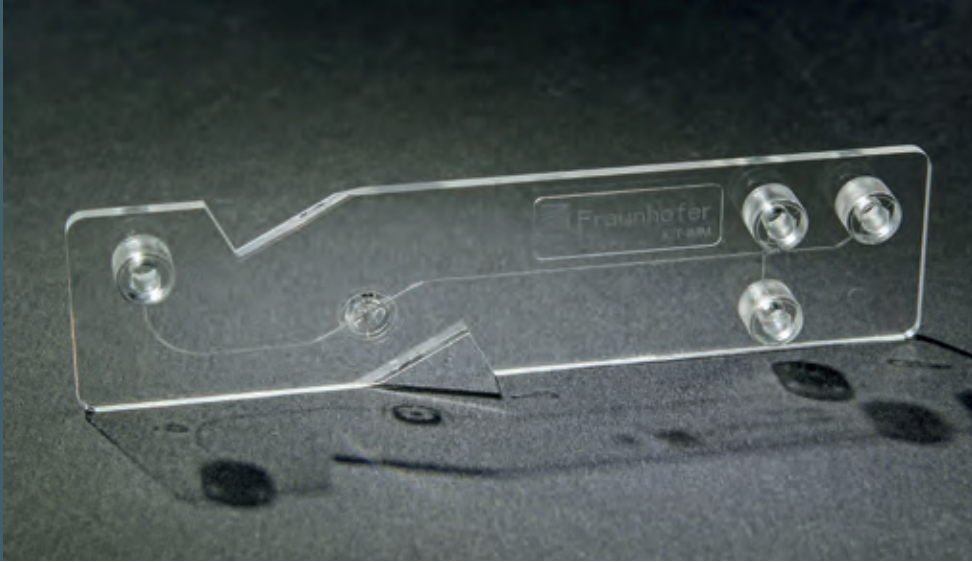
PROZESSMONITORING – OPTIMIERUNG VON PROZESSPARAMETERN DURCH VOR-ORT MEDIENANALYTIK

Die Überwachung der chemischen, prozessrelevanten Parameter bei industriellen Produktionsprozessen ist neben der Kontrolle der physikalischen Parameter ausschlaggebend für eine sichere Prozessführung. Intelligente Analysensysteme können entweder inline oder online, also im Bypass, permanent diese Parameter überwachen. Sie erleichtern durch die zeitnahe Bereitstellung der Analyseresultate die automatisierte Überwachung, Steuerung und Regelung der Prozesse, darüber hinausgehend in Abhängigkeit von der Konfiguration sogar deren Optimierung. Unsere Systeme eignen sich besonders für Anwendungen mit kurzen und mittleren Parameterhalbwegszeiten. Dabei können ein oder mehrere Parameter ermittelt und verschiedene Analysemethoden (chemisch, optisch und optisch-spektroskopisch) kombiniert werden, so wie z. B. die Direktmessung von pH-Wert, Redoxpotential, Leitfähigkeit, Brechungsindex, Dichte und Viskosität, die Online-Titration, Photometrie/Spektroskopie sowie Voltammetrie. Klassische Einsatzgebiete für solche Monitoringtechnologien finden sich in der Galvanotechnik, chemischen Prozesstechnik, Wasseranalytik, Biotechnologie und Lebensmitteltechnologie.

WASSERANALYTIK – CHIPBASIERTE MIKRO- ANALYSETECHNIK ERLAUBT DIE GLEICHZEITIGE BESTIMMUNG MEHRERER PARAMETER

Mit ihrer integrierten Datenauswertung und -übermittlung werden mikrofluidische Analysensysteme zunehmend zu einem leistungsfähigen Werkzeug für die moderne Umweltanalytik. Zusätzlich senken sie den Chemikalienverbrauch und

ermöglichen bisher nicht durchführbare Messungen vor Ort oder inline. Eine schnelle, sichere und auch kostengünstige Möglichkeit hierfür bieten unsere vollintegrierten mikrofluidischen Analysensysteme auf Basis des Lab-on-a-Chip Gedankens. In diesen portablen Systemlösungen fassen wir viele Einzelschritte, die im Labor oder auch vor Ort für die Durchführung einer Analyse notwendig sind, zu einem automatisierten und optimierten Ablauf zusammen. Dieser beginnt mit der Probenahme und endet mit der Ausgabe des Ergebnisses. Anwendungsmöglichkeiten liegen in der Qualitätssicherung von Produktionsabläufen in Industriebetrieben und im Monitoring von Richt- und Grenzwerten, z. B. in Oberflächengewässern, Fischzuchtgewässern, in Bädern oder Privathaushalten. Als besonders relevant sind die Überwachung der Pathogenzahl und die Zellzählung in öffentlichen Bädern bis hin zur Legionellenbestimmung in Privathaushalten zu nennen. Unser bestehendes Portfolio umfasst außerdem die vollautomatisierte Ionenanalytik, die Online-Mikrotitration für die Prozesssteuerung, die Messung von Trübung und Leitfähigkeit sowie die automatisierte Aufbereitung von komplexen Proben.



*Mikrofluidischer
Chip zur Legionellen-
Bestimmung*

DAS LABOR AUF DEM CHIP FÜR DEN PATIENTEN-NAHEN TEST – WIE DIE MINIATURISIERUNG DIE DIAGNOSE BESCHLEUNIGT

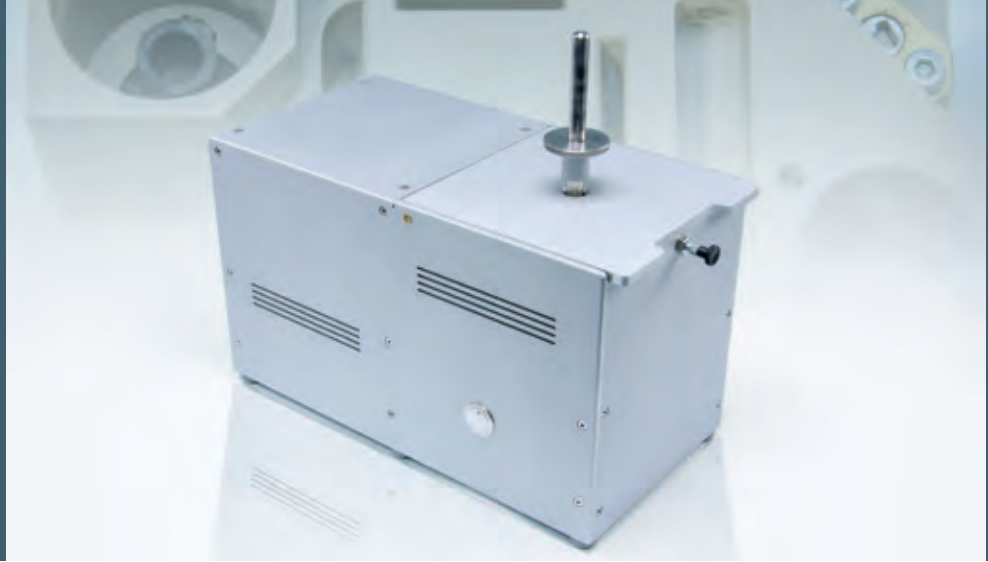
Der Trend zur Miniaturisierung hat sich mittlerweile in der medizinischen Diagnostik etabliert und wird durch den Einsatz der Lab-on-a-Chip Technologie, welche schnelle Tests in einmal nutzbaren Kunststoffchips ermöglicht, fortgeführt. Dafür werden innovative physikalisch-chemische Methoden miniaturisiert und automatisiert. Die zentrale Herausforderung der Vor-Ort-Analytik ist die Reduktion der Messsysteme hin zu kompakten und somit transportablen Geräten. Die Bandbreite der Analyten umfasst dabei Ionen, Biomarker und DNA sowie lebende Zellen oder Pathogene (Bakterien und Viren), die direkt aus einer Blut-, Speichel- oder Tupferabstrichprobe isoliert und nachgewiesen werden können. Die Entwicklung fortschrittlicher Probenpräparationsmethoden (wie z. B. die sogenannte „Liquid Biopsy“) in Kombination mit sensitiven Messmethoden (wie z. B. nukleinsäurebasierend oder immunodiagnostisch) ermöglichen somit eine vollständige, automatisierte Probenanalytik (Sample in – Answer out). Durch die breite Abdeckung aller erforderlichen Kerntechnologien (Integration von Bioassays, Chipdesign und Fertigung, Systems Engineering, Prototypen- und Gerätebau, Optik und Sensorik, Elektronik und Software) können wir in kurzer Zeit eine Anwendungs-idee zum voll funktionstüchtigen Demonstrator entwickeln. Für Anwendungen des patientennahen Testens bzw. des kontinuierlichen Patienten-Monitorings wird der Assay der entsprechenden automatisierten oder mikrofluidischen Umgebung angepasst oder maßgeschneidert entwickelt. Sowohl die Prozessabläufe als auch die Herstellungskosten werden in Hinblick auf die Kommerzialisierung der Systeme optimiert.

CBRN DETEKTION – BEDROHLICHE SUBSTANZEN IN DER LUFT SCHNELL ERKENNEN

Die Freisetzung von biochemischen Substanzen im Rahmen einer terroristischen Attacke ist ein realistisches Szenario. Im Falle einer solchen Krise und zum Schutz von Menschenleben dient ein schneller Nachweis von biologischen Pathogenen / Toxinen somit der Abwehr von Gefahren.

Die Entwicklung von innovativen Technologien am ICT-IMM beinhaltet die benötigte Probenaufarbeitung der unbekannt biologischen Substanzen. Gerade bei der Analyse von hochvolumigen Luftkeimsammlerproben benötigt man sowohl eine Konzentration der Erreger als auch die Entfernung von Inhibitoren. Die Nutzung von mikrofluidischen, kontaminationssicheren Einwegkartuschen ermöglicht, in Kombination mit robusten Analysemethoden wie beispielsweise sensitiver und ultraschneller qPCR, die Realisierung von automatisierten Gesamtsystemen mit hoher Multiplexing-Funktionalität. Durch die Eliminierung von manuellen Schritten erhöht sich gleich-zeitig die Zuverlässigkeit der Analyse, weiterhin werden Risiken für den oftmals ungeübten Anwender durch die Vermeidung von potentiell gefährlichen Handhabungsfehlern deutlich reduziert. Wir entwickeln und optimieren maßgeschneiderte Nachweisassays und Gesamtsysteme zur Überwachung von gefährdeten Anlagen und Infrastrukturen sowie für die Analyse von Umwelt- oder Lebensmittelproben.

*Messgerät zur
Bestimmung des
Asphaltgehalts
in Rohölen*



ÖLSENSORIK – KOMPAKTE UND ROBUSTE SENSOREN FÜR DIE ZUSTANDSÜBERWACHUNG

Die zeitnahe Überwachung des Schmier- oder Getriebeöls ist in vielen Bereichen, wie z. B. bei Schiffsmotoren, Windkraftanlagen oder Deponiegasmotoren unerlässlich, um den Betriebszustand des Öls zu kontrollieren. So können Motor- oder Getriebebeschäden verhindert, Ausfallzeiten minimiert und damit letztlich die Betriebskosten reduziert werden. Dafür entwickeln wir, basierend auf unterschiedlichen spektroskopischen, chemischen und physikalischen Verfahren, miniaturisierte Online-Sensoren, die sich durch einen hohen Integrationsgrad, große Robustheit und geringe Kosten auszeichnen. Wir begleiten unsere Partner von der grundlegenden Idee über die Simulation bis hin zur Umsetzung in Funktionsmuster, aber auch bis zur Nullserienfertigung oder einem Technologietransfer. Darüber hinaus realisieren wir aber auch Laborgeräte für spezielle Messaufgaben. Neben der Überwachung von hochwertigen Schmierölen besteht ebenfalls Erfahrung mit der Vorort-Analyse von Rohölen hinsichtlich Asphaltgehalt, TAN-Wert, Thiophengehalt, Viskosität und Dichte. Für deren Messung haben wir Labormessgeräte sowie Total-Analysis-Systeme entwickelt, welche eine schnelle, simultane Messung mit einem mikrofluidischen Einwegchip in tragbaren Geräten ermöglichen. Unser Leistungsangebot umfasst Referenzmessungen mit Laborspektrometern, das Design von optischen Zellen und Durchflusszellen, Elektronik und Datenverarbeitung inklusive Datenübertragung, Miniaturisierte Spektral- und MEMS-basierte Sensorik, Prototypenbau und Nullserienfertigung und den Technologietransfer zu Industriepartnern.



W A A M

W W

C E E N



END

UUN

ANWENDUNGEN



*Sensor zur Online-
Bestimmung
der Viskosität von
Schmieröl*

SCHMIERÖLANALYTIK

Motoren großer Schiffe benötigen typischerweise einige tausend Liter eines hochwertigen Schmieröls, dessen Wechsel mit hohen Kosten verbunden ist. Schiffseigner lassen daher in regelmäßigen Abständen Laboranalysen des Öls durchführen, um dessen Zustand zu überwachen und den Betrieb des Schiffes zu gewährleisten. Damit sind aber unter Umständen Betriebsausfallzeiten von einigen Tagen bis zu einer Woche verbunden.

Wir haben, basierend auf unterschiedlichen spektroskopischen, chemischen und physikalischen Verfahren, miniaturisierte Online-Sensoren entwickelt, die Betreibern helfen sollen, eine Entscheidung über den Schmierölzustand direkt vor Ort zu treffen. Sie zeichnen sich durch einen hohen Integrationsgrad, große Robustheit und geringe Kosten aus. Die Überwachung der Betriebsfähigkeit des Schiffsmotors erfolgt anhand der wichtigsten Parameter Wassergehalt, Viskosität und TBN-Wert. Ein kompakter, kostengünstiger, optischer Durchflusssensor kontrolliert online den Wassergehalt und den TBN-Wert, basierend auf nicht-dispersiver MIR-Transmissionsspektroskopie. Er besteht aus zwei ZnSe-Fenstern, einem thermischen Strahler und einem Vierfeld-Thermopile-Detektor zum Nachweis der relevanten Wellenlängenbereiche. Zur Ermittlung der Viskosität wurde ein dedizierter Sensor basierend auf einem longitudinal schwingenden, magnetostriktiven Pin realisiert. Durch Referenzmessungen mit einem Laborspektrometer im mittleren Infrarotbereich konnte gezeigt werden, dass sowohl der Wassergehalt wie auch der TBN-Wert mit guter Genauigkeit ermittelt werden können. Messungen werden im Sekundentakt für alle Parameter gleichzeitig durchgeführt. Die Auslesung erfolgt über einen externen PC, auf dem die entsprechenden Kalibrierfunktionen hinterlegt werden. Dieser PC steuert auch die Ausleseelektronik für die Viskositätsmessung. Die Charakteristik der Viskositäts-Messkurve lässt sich durch Modifikation der Pingeometrie an andere Viskositätsbereiche anpassen. Darüber hinaus realisieren wir aber auch Laborgeräte für spezielle Messaufgaben. Weitere Entwicklungen sind z. B. ein Labor-Farbzahlmessgerät für die automatisierte Farbzahlbestimmung, ein Online-Titrationschip für die TAN-Bestimmung, ein Messgerät zur Bestimmung des Asphaltgehalts in Rohölen und ein MEMS-basierter Dichtesensor.

*Kompakte und günstige
Sensoren für die Online-
Zustandsüberwachung*

*PROJEKT POSSEIDON,
teilweise gefördert durch:
6. Rahmenprogramm der EU,
Förderkennzeichen 031473.*

KONTAKT

Dr. rer. nat. Thomas Klotzbücher
Telefon +49 6131 990-143
thomas.klotzbuecher@imm.fraunhofer.de

*Siliziumchip mit
Doppelspalt*



UMWELTÜBERWACHUNG

EnMAP (Environmental Mapping and Analysis Program) ist eine deutsche Satellitenmission zur Erdbeobachtung im Hinblick auf Klima- und Umweltveränderungen basierend auf abbildender Spektroskopie. Von seiner Umlaufbahn in etwa 650 km Höhe soll der EnMAP-Satellit für jedes 30 x 30 m² große Bodenpixel das von der Erde reflektierte Licht mit einer extrem großen spektralen Bandbreite aufzeichnen. Die fünfjährige Mission startet planmäßig im Jahr 2018.

Der breite Wellenlängenbereich von 420 nm bis 2420 nm, also vom Sichtbaren bis ins tiefe Infrarot, erfordert die Aufteilung des Spektralbereichs auf zwei Spektrometer. Um die geforderte Bodenauflösung von 30 m zu erreichen, müssen insbesondere auch die Eintrittsöffnungen in beiden Instrumenten mit höchster Präzision zueinander positioniert sein. Hier kommt eine von uns entwickelte und gefertigte Spaltbaugruppe zum Einsatz, deren Herzstück ein optischer Doppelspalt mit extremen Genauigkeitsanforderungen ist. Obwohl die Spalte ein entscheidendes Bauteil sind, müssen nicht nur deren optische Eigenschaften die entsprechende Güte und Genauigkeit aufweisen. Auch weitere Komponenten der Baugruppe, z. B. zur Spaltlagerung, Lichtumlenkung und Streulichtunterdrückung, müssen mit höchster Präzision aus weltraumgerechten Materialien wie Aluminium, Edelstahl, Titan und Invar gefertigt, deren Eigenschaften präzise vermessen und dokumentiert werden.

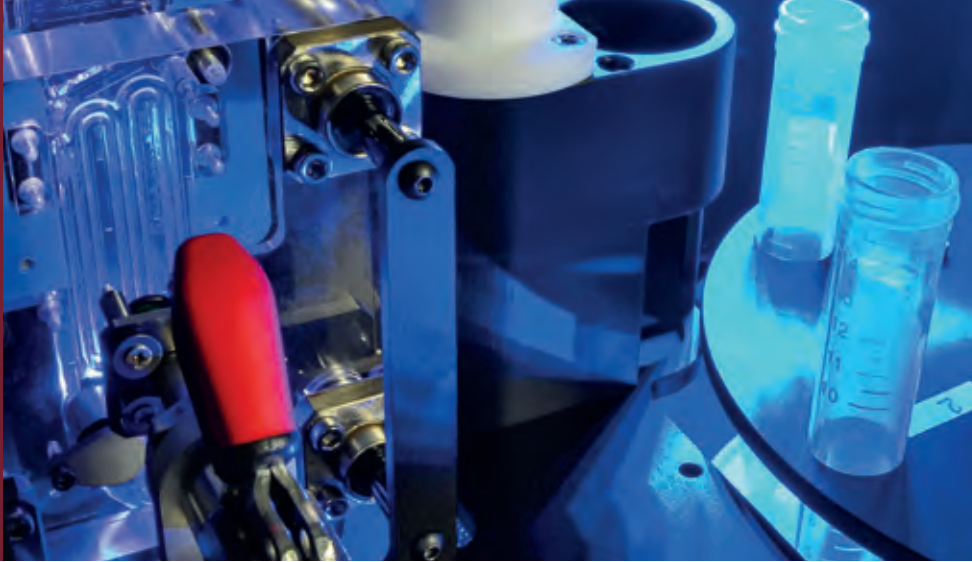
Das in unserem Institut etablierte Qualitätsmanagementsystem bildet die Basis für die vom Auftraggeber verlangte Qualitätsdokumentation. Die für die Spaltbaugruppe benötigten Komponenten müssen in der geforderten Präzision entwickelt und gefertigt werden. Die im Hinblick auf den Raketenstart und andere denkbare Schockbelastungen erforderliche Stabilität muss gewährleistet werden. Nachdem das erste vollständige Engineering and Qualification Model (EQM) realisiert und vom Auftraggeber OHB erfolgreich getestet wurde, befindet sich nun das zweite, optimierte EQM in der Testphase. Parallel dazu läuft die Fertigung des endgültigen Systems zur Ausrüstung des EnMAP-Satelliten.

*Doppelspaltchip für
Hyperspektralsatellit EnMAP*

KONTAKT

Stefan Schmitt
Telefon +49 6131 990-326
stefan.schmitt@imm.fraunhofer.de

*PROJEKT SLIT,
mehr zum Thema unter:
<http://www.enmap.org/>*



*Detailaufnahme
des geöffneten
CTSelect-Geräts*

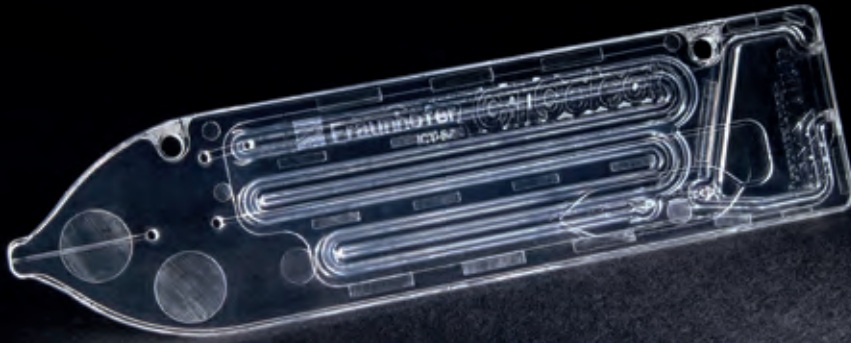
AUTOMATISIERUNG FÜR ZUKUNFTS- WEISENDE KREBSFORSCHUNG

Der Verlauf von Krebserkrankungen ist kaum vorhersagbar und die Prognose für den Patienten daher oft unklar. Obschon man weiß, dass jeder Patient anders auf ein und dieselbe Therapie reagiert, ist es bisher dennoch schwer daraus die richtigen Schlüsse zu ziehen. Im Blut zirkulierende Tumorzellen werden in der Krebsforschung als wichtige Quelle für Informationen über den Krankheitsfortschritt und mögliche Therapieansätze gesehen. Diese aus Standard-Blutproben gewonnenen Tumorzellen geben schon wenige Stunden nach einer Chemo- oder Radiotherapie Auskunft über den Erfolg der Behandlung.

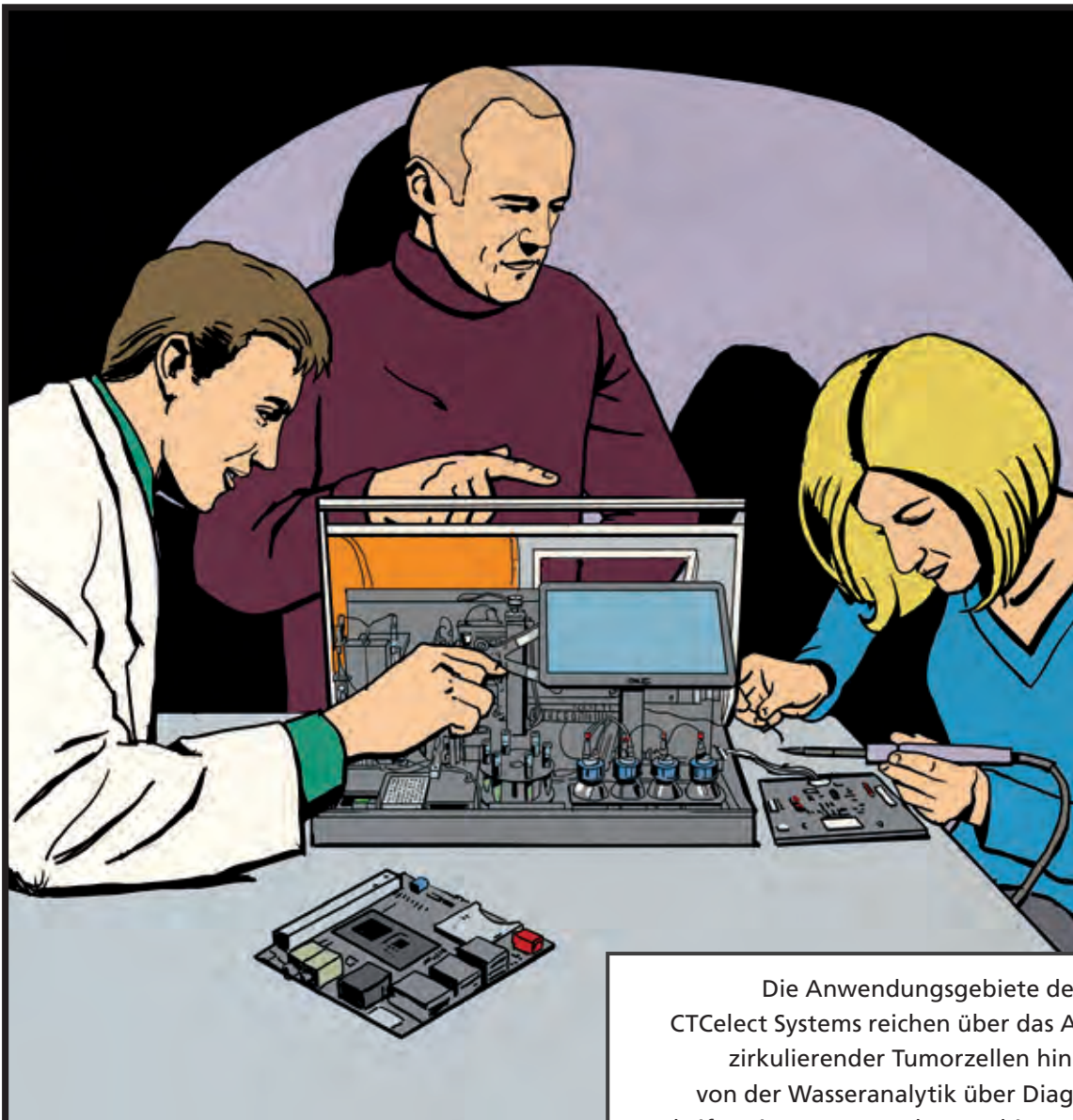
Wir haben im Rahmen des CTSelect Projektes ein vollautomatisiertes System für die „Liquid Biopsy“ zur Isolierung einzelner Tumorzellen (CTCs) aus Patientenblut entwickelt. Das System soll Krebsforscher in die Lage versetzen, CTCs individueller Patienten zu gewinnen und an diesen Krankheitsverläufe zu studieren und Therapieansätze zu entwickeln. In Zukunft möchten Ärzte anhand der Liquid Biopsy im Rahmen der sogenannten personalisierten Medizin die Therapie auf den individuellen Patienten abstimmen. Für die Isolierung der CTCs wurde ein mehrstufiges Vorgehen entwickelt: Zunächst werden im CTSelect System die Tumorzellen unter Nutzung spezifischer Eigenschaften der Zelloberfläche gezielt mit magnetischen Partikeln gekoppelt und mit Magnetfeldern aus der Blutprobe extrahiert. In diesem Prozess werden reproduzierbar 95% der Tumorzellen angereichert. Der Extrakt wird anschließend zur Entfernung des unspezifischen Zellhintergrundes in eine mikrofluidische Kartusche überführt, in der die Tumorzellen in einem Mikrokanal durchflusszytometrisch erkannt werden. In der Kartusche wird mittels einer hydrodynamischen Fokussierung der Probe eine nahezu ideale Vereinzelung der Zellen erreicht. Nach Erkennen einer Tumorzelle im Mikrokanal werden die einzelnen Zielzellen gezielt mittels eines Druckstoßes direkt in Kavitäten einer Mikrotiterplatte dispensiert. Jede isolierte Tumorzelle kann anschließend auf ihre genetischen und molekularbiologischen Eigenschaften untersucht werden. Von vorneherein wurde insbesondere auf Reduktion der Kosten für Verbrauchsmaterial und Reagenzien geachtet. Das Herzstück des Systems, die mikrofluidische Kartusche, wurde so gestaltet, dass sie kostengünstig im Spritzguss hergestellt werden kann.

*Automatisierte Isolierung und
Nachweis von frei zirkulierenden
Tumorzellen aus Patientenblut*

*PROJEKT CTSELECT,
gefördert durch:
Ci3 – Cluster für Individualisierte
Immunintervention.*



CTCelect Chip



Die Anwendungsgebiete des CTCelect Systems reichen über das Auffinden zirkulierender Tumorzellen hinaus, von der Wasseranalytik über Diagnostik- und Life-Science-Anwendungen bis zu Routinetests in der Hämatologie, der Infektiologie und der Immunologie.

KONTAKT

Dr. Michael Baßler
Telefon +49 6131 990-399
michael.bassler@imm.fraunhofer.de



*Propylenglykol-
Reformersystem zur
Energieversorgung von
Flugzeugbordküchen*

POWER-ON MIT PROPYLENGLYKOL

Der Energieverbrauch in Flugzeugen steigt kontinuierlich, zusammen mit den steigenden Ansprüchen an die Kabinenausstattung, wenn es zum Beispiel um Mahlzeiten und Entertainment geht. Dieser Energieverbrauch kann immer schwieriger durch die konventionellen Energieerzeuger Hauptturbine und Hilfsaggregat (APU) abgedeckt werden. Daher und weil einer der Hauptstromabnehmer im Flugzeug die Küchen (Galleys) sind, wurde im Kontext des DACAPO® (Distributed Autonomous Cabin Power) Konzepts ein Trolley als fahrbare Einheit gewählt, der in der Bordküche angedockt werden kann und diese mit Energie versorgt (MAGIC® Galley).

Zusammen mit dem federführenden Unternehmen Diehl Aerospace GmbH und der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) entwickeln wir im Rahmen des Projektes DIANA diesen mobilen Energieerzeuger als Energie-Trolley für Passagierflugzeuge. Um den hohen sicherheitstechnischen Standards der Luftfahrtindustrie gerecht zu werden, wurde von Diehl Aerospace als nicht brennbarer und ungiftiger Brennstoff ein Gemisch aus Propylenglykol und Wasser als Energieträger gewählt. Dieses – und das ist der große Vorteil – wird auch anderweitig an Flughäfen genutzt, ist somit verfügbar und bereits für die Luftfahrt zugelassen. Unsere Entwicklungsarbeiten umfassten die Entwicklung einer neuen Katalysatorformulierung für das Reformieren von Propylenglykol sowie eines geeigneten Reaktordesigns für den Reformer, die Entwicklung eines neuen katalytischen Startbrenners und neuer Verdampfungskonzepte. Der von uns realisierte weltweit erste Fuel Prozessor für Propylenglykol liefert den Wasserstoff für die Brennstoffzelle, die vom DLR in einem ersten Prototyp betrieben wird. Der funktionsfähige Prototyp des Fuel Processors bestand zahlreiche Einzeltests bis er für Systemtests gemeinsam mit der Brennstoffzelle und dem Powermanagementsystem bei der DLR in Stuttgart zusammengekoppelt wurde. Im Rahmen eines Power-on am 2. März 2016 wurde die Koppelung beider Systeme erfolgreich demonstriert. Dabei wurden aus dem Reformat für einige Minuten mehr als 1.000 W elektrischer Strom erzeugt.

Wir konnten erfolgreich zeigen, dass mit einem Reformat aus Propylenglykol eine Brennstoffzelle betrieben werden kann. Somit ist ein bedeutsamer Meilenstein bei der Entwicklung des Energie-Trolleys erreicht worden.

KONTAKT

Prof. Dr. Gunther Kolb
Telefon +49 6131 990-341
gunther.kolb@imm.fraunhofer.de

*Unabhängige Stromversorgung
des Fluggastbereiches*

*PROJEKT DIANA,
entwickelt im Rahmen einer
Zusammenarbeit mit Diehl
Aerospace im Rahmen der Pro-
jekte DIANA und GETPOWER,
gefördert durch das Luftfahrt-
forschungsprogramm des
Bundeswirtschaftsministeriums.*

Kleinanlage zur kontinuierlichen Herstellung von Quantum Dots



FARBIGE QUANTENWELT

Die präzise Herstellung von Quantum Dots erfordert eine genaue Kontrolle der Prozessbedingungen, um die geforderten Eigenschaften zu erhalten. Dies ist relativ aufwendig und stellt nach wie vor, insbesondere bei Batch-Verfahren, eine große Schwierigkeit dar. Kontinuierliche Verfahren bieten konzeptionell einige wichtige Vorteile und sind zudem besser skalierbar, um die für die Anwendungen erforderlichen Mengen herzustellen.

Wir entwickeln Methoden und Anlagen zur kontinuierlichen Herstellung kolloidaler Nanopartikel mit kontinuierlichen Verfahren. Neben metallischen, oxidischen oder polymerbasierten Nanopartikeln stellen insbesondere Halbleiter-Nanopartikel (sog. Quantum Dots) eine in vielerlei Hinsicht interessante Materialklasse dar. Für ihre Herstellung haben wir eine Versuchsanlage entwickelt und realisiert, die alle für den Prozess notwendigen Komponenten wie die Pumpen und den Hochtemperaturreaktor mit optischer Inline-Prozessanalytik mittels UV/Vis Absorptionsspektroskopie kombiniert. Dank einer Durchflusszelle können die Spektren so aufgenommen werden, dass sich die optischen Eigenschaften der Quantum Dots in Echtzeit untersuchen lassen. Da die grundlegenden Fluoreszenzeigenschaften durch die Partikelgröße gegeben sind, kann man so neben den optischen Eigenschaften des Produktes auch grundlegende Informationen über die Partikelgröße ableiten. Bei der Validierung der Anlage mit Hilfe der bereits etablierten Synthese von CdSe Quantum Dots konnten wir zeigen, dass der Prozess sehr stabil läuft. Basierend auf der beschriebenen Inline-Analytik mittels UV/Vis haben wir einen Feedback-Mechanismus implementiert, der nach Eingabe einer Zielwellenlänge die Prozessparameter selbstständig anpasst, um diese zu erreichen bzw. im Folgenden nachregelt, um sie stabil zu halten.

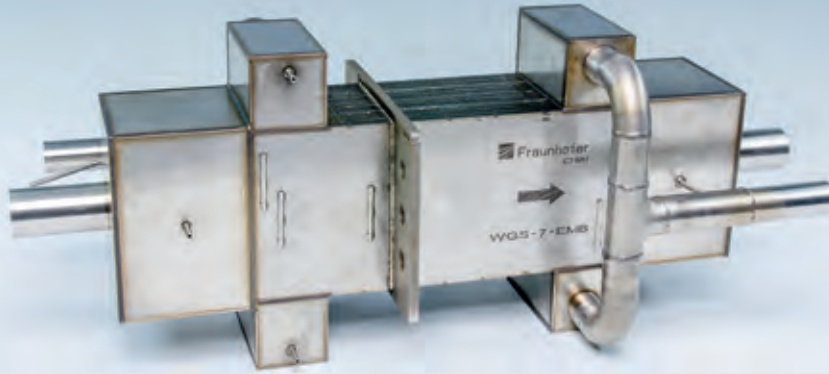
Quantum Dots haben als Hightech-Material großes Potential. Sie sollen unter anderem industrielle Anwendung im Bereich Farbdisplays und als Fluoreszenzmarker für diagnostische Nachweisverfahren finden.

KONTAKT

Dr. Ralph Sperling
Telefon +49 6131 990-221
ralph.sperling@imm.fraunhofer.de

Optimierte kontinuierliche Syntheseprozesse für Nanopartikel

*PROJEKT KONTIDOT,
gefördert durch:
Stiftung Rheinland-Pfalz
für Innovation.*



AUXILIARY POWER UNITS

Der steigende Bedarf an elektrischer Energie während der Stillstandzeiten von Lastkraftwagen vor allem in den USA führt zu einer wachsenden Nachfrage nach elektrischen Stromerzeugern. Ein Bordstromerzeugungsaggregat (APU) muss dann betrieben werden, wenn der Hauptmotor abgeschaltet ist. Die Emissionen von LKWs im amerikanischen Fernverkehr alleine durch den Betrieb des Antriebssystems im Standgas zur Stromerzeugung werden pro Jahr auf 180.000 Tonnen NO_x , 5000 Tonnen Feinstaub und 11 Millionen Tonnen CO_2 geschätzt.


Hauptziel des Projektes FCGEN ist es, ein vollständiges, brennstoffzellenbasiertes, 3 kW Bordaggregat (APU) zu entwickeln und den Konzeptnachweis in einer realen Umgebung an Bord eines LKWs zu erbringen. In diesem Zusammenhang ist ein Dieselreformer eine besonders vielversprechende Option, da er eine hohe Effizienz bei geringen Emissionen aufweist und mit dem gleichen Treibstoff wie der Hauptmotor betrieben wird. Durch die F&E Arbeiten wurden Themen wie Katalysatorkosten, Treibstoffverdampfung und -entschwefelung, Verbindung der Komponenten, Robustheit, usw. adressiert. Schlüsselkomponenten wurden so weiterentwickelt, dass diese nun näher an kommerziell verwertbare Lösungen herankommen. Durch das System wird eine signifikante Verringerung des Treibstoffverbrauchs, insbesondere im Vergleich zur Stromerzeugung mit dem Antriebsaggregat des LKWs im Standbetrieb erzielt. Unsere Expertise ging maßgeblich in die Entwicklung der Komponenten des Reformersystems ein. Eine Verringerung des Platzbedarfs des Systems wird durch den Ersatz von monolithischen Reaktoren (ähnlich den in der Autoabgasreinigungstechnik etablierten) und separaten Wärmeübertragern durch zwei Wärmeübertrager mit beschichteten Mikrokanälen möglich sowie durch die Optimierung des Packagings. Wir fokussieren unter anderem auf die Entwicklung des Aufreinigungssystems für den Reformer, das aus zwei Stufen besteht: einem einstufigen Wassergas-Shift-Reaktor und einem einstufigen Reaktor für die präferentielle Oxidation. Weiterhin untersuchen wir Techniken, um die Reaktoren künftig kostengünstig produzieren zu können.

Diesel-Reformer an Bord eines LKW

*PROJEKT FCGEN,
gefördert durch:
7. Rahmenprogramm der EU,
Förderkennzeichen 277844.*

KONTAKT

Jochen Schürer
Telefon +49 6131 990-435
jochen.schuerer@imm.fraunhofer.de



Durchflusskammer des
LENA-Reaktors

LASERGENERIERTE NANOPARTIKEL FÜR HOCHLEISTUNGS-POINT-OF-CARE ANWENDUNGEN

Schnelltests in der medizinischen Diagnostik basieren heute häufig auf der sogenannten Lateral-Flow-Plattform Technologie. Dabei kommen zur Stoffdetektion in der Regel chemisch hergestellte Nanopartikel-Biokonjugate zum Einsatz. Wenn es gelingt die Sensitivität und Selektivität dieser Detektionskomponente zu steigern, eröffnet dies die Chance auf zuverlässigere Diagnostik-Ergebnisse, aber auch auf ganz neue Schnelltests.

Ziel im Projekt LENA ist, in Zusammenarbeit mit der Universität Duisburg-Essen, der Microcoat Biotechnologie GmbH und der Particular GmbH, die Entwicklung neuer Schnelltests für *Staphylococcus aureus* und für MRSA-Stämme, die aktuell mangels Sensitivität noch nicht zur Verfügung stehen. Um ein entsprechend innovatives Produkt für die Point-of-Care-Diagnostik zu erhalten, wird eine Substitution der herkömmlichen, chemisch hergestellten Nanopartikel-Biokonjugate durch lasergenerierte Legierungsnanopartikel-Konjugate angestrebt. Dadurch sollen verbesserte optische Eigenschaften sowie höhere Funktionalisierungsdichten auf der Oberfläche der Partikel zur Sensitivitäts- und Selektivitätssteigerung in der Detektion erreicht werden. Hierzu streben wir die Übertragung der Synthese der Partikel auf einen kontinuierlichen Prozess in einer mikrostrukturierten Durchflusskammer an. Die Entwicklung und Realisierung dieser Durchflusskammer zur Generierung der Nanopartikel durch Laserablation von einem Metalltarget stellt unsere Kernaufgabe im Projekt dar. Mit dem kontinuierlichen Prozess als Prozessinnovation soll letztlich eine robuste Serienfertigung der Partikel mit verbesserten Produkteigenschaften und reduziertem Ressourcenverbrauch erreicht werden, um für die daraus resultierenden Produkte konkurrenzfähige Preise zu ermöglichen.

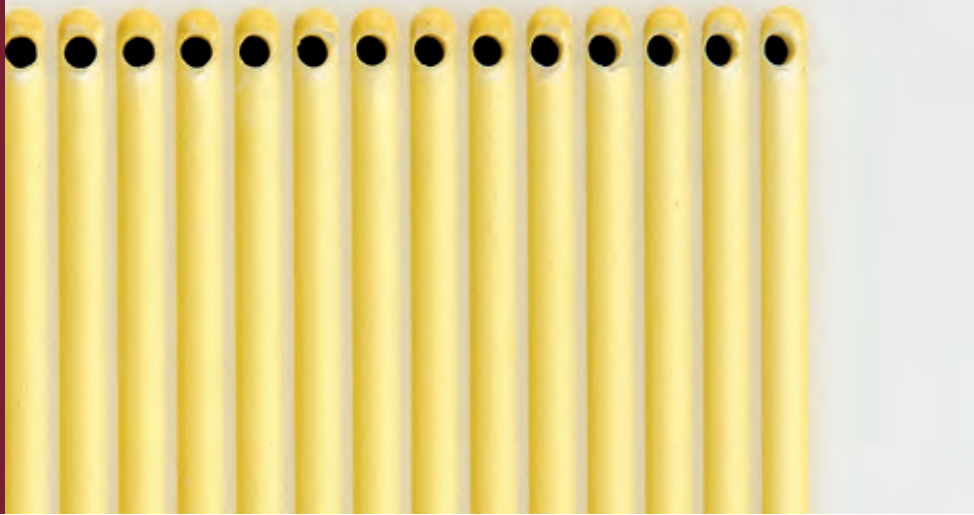
Weitere mögliche Einsatzgebiete kontinuierlich hergestellter Nanopartikel sind fluoreszierende Quantum Dots in der Konsumgüterindustrie sowie Eisenoxid-Nanopartikel für Trennprozesse und eine gezielte Wirkstofffreisetzung.

KONTAKT

Dr. Patrick Löb
Telefon +49 6131 990-377
patrick.loeb@imm.fraunhofer.de

*Verbesserung der Sensitivität
und Selektivität von Lateral-
Flow-Testsystemen*

*PROJEKT LENA,
gefördert durch:
Bundesministerium für Bildung
und Forschung aufgrund
eines Beschlusses des
Deutschen Bundestages, Förder-
kennzeichen 13N12978.*



*Mikrostrukturierte
und beschichtete Reaktions-
platte aus Keramik*

ELEKTRIFIZIERUNG DER CHEMIE

Green Chemistry hat zum Ziel, Energie einzusparen und die Nutzung gefährlicher Chemikalien so weit wie möglich zu reduzieren. In diesem Zusammenhang wird die steigende Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Quellen zu einer zunehmenden Elektrifizierung der Chemie führen. Die Anwendung neuer Prozessbedingungen soll dabei helfen, die Effizienz eines Prozesses zu verbessern sowie neue Umsetzungswege zu ermöglichen.

Das EU-Projekt MAPSYN zielt darauf ab, ausgewählte innovative und energieeffiziente chemische Reaktionsprozesse unter Nutzung von neuartigen Mikrowellen-, Ultraschall- und Plasmasystemen sowie umweltfreundlicheren Katalysatoren zu entwickeln, und diese im industriellen Umfeld zu demonstrieren. Gemeinsam mit zehn industriellen und akademischen Partnern haben wir in diesem Projekt entsprechende Strategien für Prozesse, Apparate und Anlagen entwickelt, die sowohl individuell auf die entsprechende Reaktion und alternative Energiequelle zugeschnittene Mikroreaktoren als auch andere Durchfluss-Reaktorsysteme einbeziehen. Die MAPSYN-Ansätze fokussieren auf eine Verringerung des Energieverbrauchs und der Kosten des Produktionsprozesses sowie auf eine gesteigerte Produktivität. Gleichzeitig berücksichtigen wir dabei Produktqualität, Reproduzierbarkeit des Produktionsprozesses und Nachhaltigkeit. MAPSYN fokussiert auf die Herstellung von Feinchemikalien und die dezentrale Herstellung von Basischemikalien mit hoher Bedeutung. Diese finden Einsatz in Produkten für die Körperpflege, den Haushalt sowie in der pharmazeutischen Industrie und in der Landwirtschaft. Die von den Industriepartnern im Projekt ausgewählten Synthesen beinhalten selektive Hydrierungen und Reaktionen zur Stickstoff-Fixierung. Unsere wesentliche Aufgabe besteht darin, auf der Basis der Kompetenzen sowohl bei der Gas-Flüssig-Kontaktierung in Fallfilm-Mikroreaktoren als auch bei der Katalysator-Wandbeschichtung für die mikrowellenunterstützten Synthesen neuartige und speziell angepasste Reaktoren (z. B. durch mikrowellentransparente Ausführung) für den Labor- und den Pilotmaßstab zu entwickeln und zu realisieren. Für die Stickstoff-Fixierung werden Plasmareaktoren realisiert.

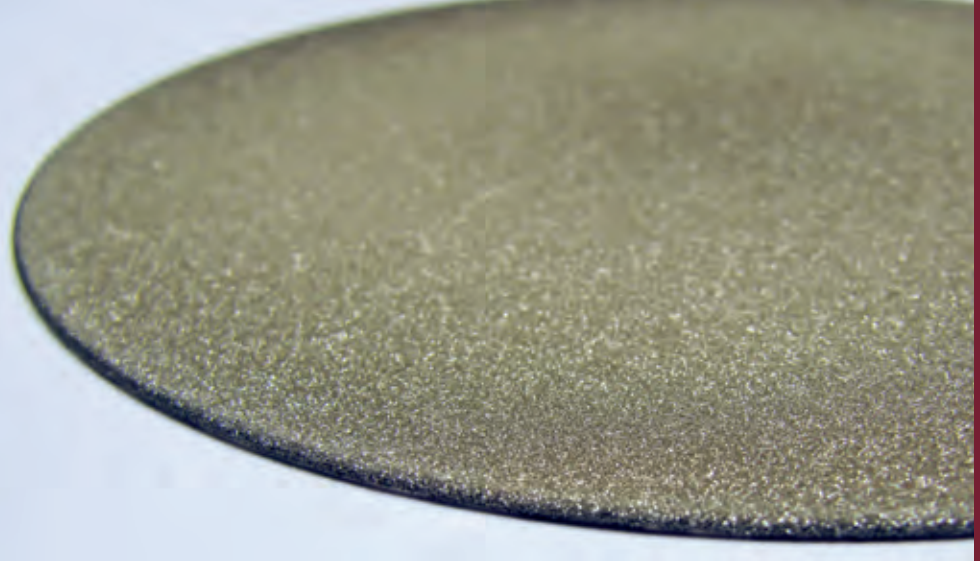
*Nutzung alternativer Energie-
quellen wie Mikrowellen, Ultra-
schall und Plasma für chemische
Synthesen*

KONTAKT

Ulrich Krtschil
Telefon +49 6131 990-328
ulrich.krtschil@imm.fraunhofer.de

*PROJEKT MAPSYN,
gefördert durch:
7. Rahmenprogramm der EU,
Förderkennzeichen 309376.*

Diamantplatte



CO₂ ALS ROHSTOFFQUELLE

Kohlendioxid, Methan und Stickoxide stehen als Treibhausgase im Verdacht, für die globale Erwärmung mitverantwortlich zu sein. Mit fast Dreivierteln davon stellt Kohlendioxid den maßgeblichen Anteil an den Emissionen. Obwohl der Kohlenstoffkreislauf bei der Verwendung von Biomasse zur Energieerzeugung weitgehend geschlossen ist, ist die Nutzbarmachung des entstehenden CO₂ eine hochaktuelle gesellschaftspolitische Fragestellung. Gelingt diese, insbesondere unter Verwendung alternativer Energieformen wie z. B. Windenergie, Wasserkraft oder Sonnenenergie, kann die Ökobilanz nachhaltig verbessert werden. Das Projekt „CarbonCat“ zielt auf die richtungsweisende Entwicklung eines Mikroreaktorsystems, mit dem das Potential neuer Katalysatormaterialien für die innovative Verwertung von CO₂ untersucht und für zukünftige Anwendungen ausgeschöpft werden soll.

In Zusammenarbeit mit der Julius-Maximilians-Universität Würzburg und dem Unternehmen Sahlmann Photochemical Solutions soll die natürliche CO₂-Assimilierung in einem technischen System nachempfunden werden. Für die gezielte Umsetzung des CO₂ sollen Hochleistungsleuchtdioden in Kombination mit einem neuartigen, überwiegend auf Kohlenstoff basierenden Photokatalysator in einem mikrostrukturierten Reaktorsystem zum Einsatz kommen. Anstelle von Pflanzenzellen mit ihren photosynthetisch aktiven Chloroplasten entwickeln wir ein Mikroreaktorsystem, das den Diamant-Photokatalysator als photoaktive Komponente enthält. Der besondere Aufbau des Mikroreaktors ermöglicht die kontinuierliche Interaktion aller Akteure unter Bestrahlung mit sichtbarem Licht. Neben der technologischen Seite nimmt die chemische Optimierung von Diamant als Photokatalysator eine Schlüsselrolle ein. Die gezielte Funktionalisierung von Diamantoberflächen mit komplexen organischen Bausteinen ist nicht trivial, vor allem hinsichtlich der Langzeitstabilität zur Nutzung in einem kontinuierlichen Prozess, wie im Mikroreaktor beabsichtigt. Ultimatives Ziel des Projektes „CarbonCat“ ist die Entwicklung und Bereitstellung einer Demonstratoranlage, die unter naturnahen Bedingungen CO₂ in wertvolle chemische C1- Bausteine wie Methanol umwandeln kann.

KONTAKT

Dr. Thomas Rehm
Telefon +49 6131 990-195
thomas.rehm@imm.fraunhofer.de

*Photokatalytische Umwandlung
von CO₂ in Basischemikalien*

*PROJEKT CARBONCAT,
gefördert durch:
BMBF Bundesministerium für
Bildung und Forschung,
Förderkennzeichen 033RC009A.*



NEUARTIGER METHANISIERUNGSREAKTOR

Kohlendioxid entsteht neben der Verbrennung von fossilen Brennstoffen auch in großen Mengen als umweltschädliches Nebenprodukt von Biogasanlagen oder Bioraffinerien und entweicht ungenutzt in die Atmosphäre. Das Projekt ICOCAD zielt darauf ab, vorhandene aber bislang ungenutzte Ressourcen zu kombinieren, indem das Kohlendioxid in Kombination mit Wasserstoff, der aus der Überschussproduktion elektrischer Energie von Wind- und Solarparks stammt, in Methan umgewandelt wird.

Die Methanisierung erfolgt momentan üblicherweise in Festbett-Katalysatoren, die eine Reihe von Nachteilen aufweisen. Darunter sind vor allem ein ineffektives Wärmemanagement, lokale Überhitzung bis hin zur Zerstörung der Katalysatoren, Bildung von unerwünschten Nebenprodukten und schlechte Methanausbeuten. Im Rahmen des Projektes soll ein neues Konzept für eine kommerzielle Anlage im Stoff- und Energieverbund mit nachhaltigen Kohlendioxid und Wasserstoff-Quellen entwickelt und Wärmeverbund, Ökobilanz und Wirtschaftlichkeit bewertet werden. Dies beinhaltet die Entwicklung innovativer Katalysatorformulierungen für die Methanisierung des aus Synthesegas oder Biogas separierten Kohlendioxids unter Nutzung von aus der Wasserelektrolyse gewonnenem Wasserstoff. Diese Katalysatoren werden speziell für die innovativen Platten-Wärmeübertrager des Fraunhofer ICT-IMM entwickelt. Die Aktivität des Katalysators ist von wesentlicher Bedeutung, weil niedrige Reaktionstemperaturen die Verschiebung des Reaktionsgleichgewichtes zugunsten der Methanisierung verlagern. Wir setzen auf die Entwicklung von stabilen, vergiftungs- und verkokungsresistenten Katalysatoren für die Methanisierung. Die Umsetzung zu Methan kann zudem bei erhöhten Drücken erfolgen. Nach der Implementierung der Katalysatoren in Platten-Wärmeübertrager-Reaktoren wird die Durchführung der Reaktion in einem Pilot-Reaktor (größer als Labormaßstab) getestet, bevor die Überprüfung der Stabilität des entwickelten Prozesses über 1000 Stunden erfolgt.

Die Chancen des Projektes liegen in der Entwicklung eines neuartigen Konzeptes für einen Methanisierungsreaktor, der ein besseres dynamisches Verhalten als die konventionelle Technik zeigt. Solche Reaktoren können künftig in einer Vielzahl von Windparks zur chemischen Energiespeicherung eingesetzt werden.

*Innovatives Konzept zur
Nutzung von Kohlendioxid
als Nebenprodukt integrierter
Bioraffineriekonzepte*

*PROJEKT ICOCAD,
gefördert durch:
Fachagentur Nachwachsende
Rohstoffe*

KONTAKT

Prof. Dr. Gunther Kolb
Telefon +49 6131 990-341
gunther.kolb@imm.fraunhofer.de

PCR-basiertes
Gerät für Point-of-
Care-Testing



PANDEMIEBEKÄMPFUNG

Im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsvorhabens haben wir mit der R-Biopharm GmbH eine mobile, autonom arbeitende Plattform für die patientennahe Diagnostik von Influenza entwickelt. Mit dieser kann neben dem Infektionsstatus des Patienten auch der Subtyp des Influenza-Virus bestimmt werden. Dieser Informationsgewinn hilft bei der schnellen Eindämmung der Ausbreitung einer Erkrankung.

Das Funktionsprinzip des Nachweissystems ist eine PCR-basierte Nukleinsäureamplifikation. Hierbei wird das Patientenmaterial mit einem Swab aufgenommen und zunächst in ein Probengefäß gegeben. Das Patientenmaterial wird anschließend in die enthaltene Pufferlösung übertragen. Nach der Lyse wird der Puffer in mehrere Reaktionskammern überführt, in denen die multiplexen Nachweisreaktionen stattfinden. Die beim Assay entstehende Fluoreszenz wird über Detektoren im System registriert und anschließend analysiert. Aus dem Ergebnis kann sowohl auf die Existenz als auch den Subtyp der Influenza-Viren zurückgeschlossen werden. Das System zeichnet sich durch seine kompakte, leichte und robuste Bauweise in der Größe eines Schuhkartons aus. Sämtliche Prozessschritte, inklusive der Probennahme und -aufbereitung sowie der Amplifikation der Zielnukleinsäure, sind automatisiert. Die Detektion und die Auswertung des optischen Signals sind integriert, des Weiteren ist die stabile Langzeitlagerung aller Reagenzien in der Kassette gesichert.

Das Grundprinzip des vollautomatisierten Nachweissystems ist als Plattformtechnologie konzipiert. Wir können das System durch die Modifikation der Nachweisreaktion und des Temperaturprofils schnell und flexibel an die anwendungsspezifischen Anforderungen unserer Kunden anpassen. Mögliche weitere Einsatzgebiete sind unter anderem die Ermittlung des Gesundheitszustandes mittels patientennaher Diagnostik und die Analyse von Lebens- und Futtermittelkontaminationen.

KONTAKT

Dr. rer. nat. Tobias Schunck
Telefon +49 6131 990-492
tobias.schunck@imm.fraunhofer.de

*Vollautomatisierter
Nachweis zur Subtypisierung
von Influenza*

*PROJEKT PANPLEX,
entwickelt im Rahmen
einer Zusammenarbeit mit
R-Biopharm.*

BAUFORTSCHRITT WHAT'S NEXT?

ERWEITERUNGSBAU

Jetzt wird es ernst. Die ersten Bagger haben ihr Werk bereits vollbracht, die nächsten Gewerke warten auf ihr Startsignal. Bis 2019 soll der gründlich und sorgsam im Detail geplante Erweiterungsbau bezugsfertig sein. Im unmittelbaren Anschluss an das bestehende Gebäude des Fraunhofer ICT-IMM in Mainz werden 2.000 qm neue Hauptnutzfläche entstehen, bestehend aus Büros, Labor- und Technikumsfläche.

*Bezugsfertigkeit des
Erweiterungsbaus bis
2019 geplant*

Das Konzept des Erweiterungsbaus folgt den Leitlinien optimale Funktionalität, Gewährleistung eines hohen Sicherheitsstandards bei Versuchen, hohe Wirtschaftlichkeit, Innovation und Nachhaltigkeit in einem Kombilabor-Konzept mit Technikum, Anschluss an den Bestandsbau und funktionell-repräsentativer Eingangsbereich. Das Vorhaben ist inhaltlich darauf ausgerichtet, im Fraunhofer ICT-IMM bestehende Kompetenzbereiche infrastrukturell zu erweitern, bestehende Kompetenzen durch Infrastrukturaufbau signifikant auszubauen und neue Kompetenzbereiche aufzubauen. Prägend für den Erweiterungsbau werden die neu geschaffenen, hochwertigen Labor- und Technikumsflächen sein – ein geeigneter Weg, um zukunftsorientiert die aktuell erkennbaren, zum Portfolio des Instituts passenden Kundenanfragen zu bedienen und eigene Kernkompetenzen weiterzuentwickeln.

Dies betrifft insbesondere die Demonstrierbarkeit ingenieur- und verfahrenstechnischer Lösungen sowie die Darstellung kompletter Prozess- und Verfahrensketten als Mittel und Motor für weitere Innovationsimpulse in der Zusammenarbeit vor allem mit der Industrie. Der Auf- und Ausbau der Arbeitsmöglichkeiten für gut ausgestattete Arbeitsgruppen gewährleistet eine starke wettbewerbsfähige Position für die kommenden Jahre. Die Schaffung von Forschungs- und Entwicklungs-Infrastruktur für die Untersuchung und Bearbeitung von Pilotanlagen und großskaligen chemisch-verfahrenstechnischen Reaktoren wird die Technologieposition des Fraunhofer ICT-IMM und somit der Fraunhofer-Gesellschaft in der Energie- und Chemietechnik entscheidend verbessern, insbesondere wenn es um die Demonstration und Umsetzungsvorbereitung von Innovationen in Zusammenarbeit mit Projektpartnern und Kunden geht. Dies wird auch das Potenzial des Forschungsstandorts Rheinland-Pfalz im Sinne der Innovationsstrategie des Landes Rheinland-Pfalz nachhaltig stärken und wichtige regionale Impulse setzen. Der Erweiterungsbau stellt eine technologieintensive Forschungsinfrastruktur mit einer hohen Zahl und einer hohen räumlichen Dichte an Laborabzügen (Digestorien) dar, der in einer sicheren Infrastruktur die Arbeit mit verschiedensten technischen Gasen, Chemikalien sowie Biomaterialien ermöglicht.

*Hochwertige Arbeits-
möglichkeiten für die
Spitzenforschung.*



Fraunhofer ICT-IMM Ansicht Ost



Fraunhofer ICT-IMM Ansicht West

Eine umfangreiche technische Gebäudeausstattung, maßgeblich betreffend Gasversorgung sowie Lüftungs-, Kälte- und Klimatechnik gewährleistet hochwertige Arbeitsmöglichkeiten für die Spitzenforschung in Energie, Chemie, für funktionale Materialien sowie die Erforschung und Entwicklung neuer Analytik- und Sensoriklösungen für den Menschen und für Industrie 4.0.

AAP

APPENDIX

DIKX

The background of the image is a dense, repeating pattern of blue water ripples. The ripples are circular and vary in size and intensity, creating a textured, organic feel. The colors range from light, almost white-blue to a deep, dark blue, with the most vibrant colors appearing in the center of each ripple.

PEEN

MESSEN & VERANSTALTUNGEN

Das Fraunhofer ICT-IMM unterstützt die Akquisetätigkeiten durch eine intensive Präsenz auf Messen und Ausstellungen, durchschnittlich pro Jahr auf ca. 15 Veranstaltungen.

Dabei liegt der Schwerpunkt mit etwa zwei Dritteln auf Veranstaltungen in Deutschland, die restlichen Aktivitäten verteilen sich weitgehend gleich auf Europa, Nordamerika und Asien.

Dabei sind zentrale Branchenevents, wie z. B. die HANNOVER MESSE, die SENSOR+TEST, die analytica und die ACHEMA gesetzt. Im Gespräch mit unseren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern identifizieren wir aber auch regelmäßig neue Veranstaltungen, die unseren Innovationen einen geeigneten Rahmen bieten.



Veranstaltung	Zeitraum	Land / Stadt
Flow Chemistry Conference Europe	16.2.–18.2.2016	England / Cambridge
FC EXPO	2.–4.3.2016	Japan / Tokio
PITTCON Conference & Expo	6.–10.3.2016	USA / Atlanta
Organic Process Research and Development	7.–9.3.2016	USA / Phoenix
Open House	14.4.2016	Deutschland / Mainz
HANNOVER MESSE	25.–29.4.2016	Deutschland / Hannover
SENSOR+TEST	10.–12.5.2016	Deutschland / Nürnberg
analytica	10.–13.5.2016	Deutschland / München
Horizon 2020 Brokerage	12.5.2016	Deutschland / Mainz
National Science Week	16.–20.5.2016	China / Peking
MedTech Summit	15.–16.6.2016	Deutschland / Nürnberg
medtech Rheinland-Pfalz	20.7.2016	Deutschland / Mainz
Mainzer Wissenschaftsmarkt	10.–11.9.2016	Deutschland / Mainz
ProcessNet-Jahrestagung und 32. DECHEMA-Jahrestagung der Biotechnologen	12.–15.9.2016	Deutschland / Aachen
Open House	5.10.2016	Deutschland / Mainz
COMPAMED	14.–17.11.2016	Deutschland / Düsseldorf

KONFERENZEN

Das Fraunhofer ICT-IMM präsentiert regelmäßig Ergebnisse rund um die bearbeiteten Innovationsfelder und aus aktuellen Forschungsprojekten einem Fachpublikum. Unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind gern gesehene Gastredner auf internationalen Konferenzen. Wir laden aber auch regelmäßig externe Wissenschaftler aus Industrie und Forschung zu unseren hauseigenen Kolloquien ein. Dieser intensive Austausch von Erfahrungen und Erkenntnissen zwischen Industrie und Forschung dient nicht zuletzt der Anbahnung internationaler Kooperationen.

Veranstaltung	Zeitraum	Land / Stadt
Flow Chemistry Conference Europe	16.–18.2.2016	England / Cambridge
Nanolsrael	22.–23.2.2016	Israel / Tel Aviv
PITTCON Conference & Expo	6.–10.3.2016	USA / Atlanta
35 th Organic Process Research & Development Conference	7.–9.3.2016	USA / Phoenix
Quantum Dot Forum / Phosphor Global Summit	9.–11.3.2016	USA / New Port Beach
microTEC Südwest Clusterkonferenz	14.–15.3.2016	Deutschland / Freiburg
Lab-on-a-Chip European Congress	15.–16.3.2016	Spanien / Madrid



Veranstaltung	Zeitraum	Land / Stadt
49. Jahrestreffen Deutscher Katalytiker	16.–18.3.2016	Deutschland / Weimar
4 th Molecular Diagnostics Europe	4.–7.4.2016	Portugal / Lissabon
4 th Zing Flow Chemistry Conference	25.–28.4.2016	Portugal / Albufeira
15 th Medical Biodefense Conference	26.–29.4.2016	Deutschland / München
Jahrestreffen Reaktionstechnik 2016	2.–4.5.2016	Deutschland / Würzburg
6 th International Colloids Conference	19.–22.6.2016	Deutschland / Berlin
EUROTHERM 2016	19.–23.6.2016	Polen / Krakau
ICOSCAR5	22.–24.6.2016	Spanien / San Sebastian
AACC Annual Scientific Meeting & Clinical Lab Expo	31.7.–4.8.2016	USA / Philadelphia
IMRET 2016	12.–14.9.2016	China / Peking
ProcessNet-Jahrestagung und 32. DECHEMA-Jahrestagung der Biotechnologen	13.–15.9.2016	Deutschland / Aachen
10 TH YOUNG SCIENTISTS' WORKSHOP	21.9.2016	Deutschland / Mainz
X International Conference Mechanisms of Catalytic Reactions	2.–6.10.2016	Russland / Svetlogorsk
MicroTAS 2016	9.–13.10.2016	Irland / Dublin
f-cell 2016	10.–12.10.2016	Deutschland / Stuttgart
International MicroNanoConference 2016	13.–14.12.2016	Niederlande / Amsterdam

PUBLIKATIONEN

ARTIKEL IN BEGUTACHTETEN ZEITSCHRIFTEN

- 01** | Spehar-Délèze, A.-M.; Julich, S.; Gransee, R.; Tomaso, H.; Dulay, S.B.; O'Sullivan, C.K.:
ELECTROCHEMILUMINESCENCE (ECL) IMMUNOSENSOR FOR DETECTION OF FRANCISELLA TULARENSIS ON SCREEN-PRINTED GOLD ELECTRODE ARRAY
In: Analytical and Bioanalytical Chemistry 408 (2016) 25, 7147-7153
- 02** | Lotter, C.; Heiland, J.J.; Stein, V.; Klimkait, M.; Queisser, M.; Belder, D.:
EVALUATION OF PRESSURE STABLE CHIP-TO-TUBE FITTINGS ENABLING HIGH-SPEED CHIP-HPLC WITH MASS SPECTROMETRIC DETECTION
In: Analytical Chemistry 88 (2016) 15, 7481-7486
- 03** | Shanmugam, V.; Zapf, R.; Neuberg, S.; Hessel, V.; Kolb, G.:
EFFECT OF CERIA AND ZIRCONIA PROMOTERS ON NI/SBA-15 CATALYSTS FOR COKING AND SINTERING RESISTANT STEAM REFORMING OF PROPYLENE GLYCOL IN MICROREACTORS
In: Applied Catalysis B 203 (2017) , 859-869
- 04** | Fuchs, A.-K.; Syrovets, T.; Haas, K.A.; Loos, C.; Musyanovych, A.; Mailänder, V.; Landfester, K.; Simmet, T.:
CARBOXYL- AND AMINO-FUNCTIONALIZED POLYSTYRENE NANOPARTICLES DIFFERENTIALLY AFFECT THE POLARIZATION PROFILE OF M1 AND M2 MACROPHAGE SUBSETS
In: Biomaterials 85 (2016) , 78-87
- 05** | Schunck, T.; Onyema, H.; Zupke, O.; Musyanovych, A.:
NANOPARTIKEL-ZELL-WECHSELWIRKUNG: WELCHE EIGENSCHAFTEN VON NANOPARTIKELN BESTIMMEN DEREN AUFNAHME IN ZELLEN?
In: Biospektrum 22 (2016) 7, 762-764
- 06** | Shanmugam, V.; Neuberg, S.; Zapf, R.; Hessel, V.; Kolb, G.:
NOVEL ROUTE TO CONTROL THE SIZE, DISTRIBUTION AND LOCATION OF Ni NANOPARTICLES IN MESOPOROUS SILICA FOR STEAM REFORMING OF PROPYLENE GLYCOL IN MICROCHANNEL REACTOR
In: Catalysis Communications 83 (2016) , 43-47
- 07** | Pennemann, H.; Kolb, G.:
REVIEW: MICROSTRUCTURED REACTORS AS EFFICIENT TOOL FOR THE OPERATION OF SELECTIVE OXIDATION REACTIONS
In: Catalysis Today 278 (2016) Part 1, 3-21
- 08** | Rehm, T.H.:
PHOTOCHEMICAL FLUORINATION REACTIONS – A PROMISING RESEARCH FIELD FOR CONTINUOUS-FLOW SYNTHESIS
In: Chemical Engineering and Technology 39 (2016) 1, 66-80
- 09** | Schürer, J.; Bersch, D.; Schlicker, S.; Thiele, R.; Wiborg, J.O.; Ziogas, A.; Zapf, R.; Kolb, G.:
OPERATION OF A SMALL-SCALE DEMONSTRATION PLANT FOR BIODIESEL SYNTHESIS UNDER SUPERCRITICAL CONDITIONS
In: Chemical Engineering and Technology 39 (2016) 11, 2151-2163
- 10** | Izquierdo, U.; Neuberg, S.; Pecov, S.; Pennemann, H.; Zapf, R.; Wichert, M.; Barrio, V.L.; Cambra, J.; Kolb, G.:
HYDROGEN PRODUCTION WITH A MICROCHANNEL HEAT-EXCHANGER REACTOR BY SINGLE STAGE WATER -GAS SHIFT; CATALYST DEVELOPMENT
In: Chemical Engineering Journal 313 (2017) , 1494-1508
- 11** | Rehm, T.H.; Berguerand, C.; Ek, S.; Zapf, R.; Löb, P.; Nikoshvili, L.; Kiwi-Minsker, L.:
CONTINUOUSLY OPERATED FALLING FILM MICROREACTOR FOR SELECTIVE HYDROGENATION OF CARBON-CARBON TRIPLE BONDS
In: Chemical Engineering Journal 293 (2016) , 345-354
- 12** | Wichert, M.; Zapf, R.; Ziogas, A.; Kolb, G.; Klemm, E.:
KINETIC INVESTIGATIONS OF THE STEAM REFORMING OF METHANOL OVER A Pt/In₂O₃/Al₂O₃ CATALYST IN MICROCHANNELS
In: Chemical Engineering Science 155 (2016) , 201-209
- 13** | Sperling, R.A.; Schindler, C.; Hofmann, C.; Löb, P.:
CONTINUOUS SYNTHESIS OF NANOPARTICLES AND ONLINE PROCESS ANALYTICS
In: Chemie Ingenieur Technik 88 (2016) 9, 1219-1220
- 14** | Schindler, C.; Sperling, R.A.:
PROCESS CONTROL FOR THE CONTINUOUS SYNTHESIS OF QUANTUM DOTS VIA INLINE PROCESS ANALYTICS
In: Chemie Ingenieur Technik 88 (2016) 9, 1224-1225
- 15** | Rehm, T.H.; Gros, S.; Renken, A.; Löb, P.:
PHOTOCATALYSIS WITH VISIBLE LIGHT – OPTIMIZATION AND SCALE-UP FOR THE FALLING-FILM MICROREACTOR
In: Chemie Ingenieur Technik 88 (2016) 9, 1334-1335
- 16** | Rehm, T.H.; Hofmann, C.; Löb, P.; Shifrina, Z.; Morgan, D.G.; Bronstein, L.M.:
MAGNETIC FIXATION OF DENDRON-FUNCTIONALIZED IRON OXIDE NANOPARTICLES WITH PALLADIUM FOR CONTINUOUS-FLOW SUZUKI REACTIONS
In: Chemie Ingenieur Technik 88 (2016) 9, 1338
- 17** | Drese, K.S.:
VOM MIKRO-LABOR ZUM MINI-MENSCHEN
In: Deutsche Medizinische Wochenschrift 141 (2016) 15, 1118-1119
- 18** | Costa, C.; Wagner, M.; Musyanovych, A.; Landfester, K.; Sayer, C.; Araújo, P.H.:
DECREASE OF METHYL METHACRYLATE MINIEMULSION POLYMERIZATION RATE WITH INCORPORATION OF PLANT OILS
In: European Journal of Lipid Science and Technology 118 (2016) 1, 93-103
- 19** | Meister, H.; Langer, H.; Schmitt, S.:
AN ALTERNATIVE GEOMETRY FOR BOLOMETER SENSORS FOR USE AT HIGH OPERATING TEMPERATURES
In: Fusion Engineering and Design 112 (2016) , 579-586



- 20 | von Bornhard, S.; Schelhaas, K.-P.; Alebrand, S.; Musyanovych, A.; Maskos, M.; Drese, K.S.:
SELECTIVE SOLVENT EVAPORATION FROM BINARY MIXTURES OF WATER AND TETRAHYDROFURAN USING A FALLING FILM MICROREACTOR
In: Green Processing and Synthesis (2017) ,Ahead of Print
- 21 | Liu, D.; Men, Y.; Wanga, J.; Kolb, G.; Liu, X.; Wang, Y.; Suna, Q.:
HIGHLY ACTIVE AND DURABLE Pt/In₂O₃/Al₂O₃ CATALYSTS IN METHANOL STEAM REFORMING
In: International Journal of Hydrogen Energy 41 (2016) 47, 21990-21999
- 22 | Avgouropoulos, G.; Schlicker, S.; Schelhaas, K.-P.; Papavasiliou, J.; Papadimitriou, K.; Theodorakopoulou, E.; Gourdoupi, N.; MacHocki, A.; Ioannides, T.; Kallitsis, J.; Kolb, G.; Neophytides, S.:
PERFORMANCE EVALUATION OF A PROOF-OF-CONCEPT 70 W INTERNAL REFORMING METHANOL FUEL CELL SYSTEM
In: Journal of Power Sources 307 (2016) 3, 875-882
- 23 | Dolanc, G.; Pregelj, B.; Petrov, J.; Pasel, J.; Kolb, G.:
CONTROL OF AUTOTHERMAL REFORMING REACTOR OF DIESEL FUEL
In: Journal of Power Sources 313 (2016) , 223-232
- 24 | Brüne, M.; Spiegel, J.; Potje-Kamloth, K.; Stein, C.; Pflitsch, A.:
TRACER GAS EXPERIMENTS IN SUBWAYS USING AN INTEGRATED MEASURING AND ANALYSIS SYSTEM FOR SULFUR HEXAFLUORIDE
In: Journal of Sensors and Sensor Systems 5 (2016) 1, 33-38
- 25 | Herzberger, J.; Fischer, K.; Leibig, D.; Bros, M.; Thiermann, R.; Frey, H.:
OXIDATION-RESPONSIVE AND "CLICKABLE" POLY(ETHYLENE GLYCOL) VIA COPOLYMERIZATION OF 2-(METHYLTHIO)ETHYL GLYCIDYL ETHER
In: Journal of the American Chemical Society 138 (2016) 29, 9212-9223
- 26 | Akhavan, B.; Menges, B.; Förch, R.:
INHOMOGENEOUS GROWTH OF MICROMETER THICK PLASMA POLYMERIZED FILMS
In: Langmuir 32 (2016) 19, 4792-4799
- 27 | Koshkina, O.; Westmeier, D.; Lang, T.; Bantz, C.; Hahlbrock, A.; Würth, C.; Resch-Genger, U.; Braun, U.; Thiermann, R.; Weise, C.; Eravci, M.; Mohr, B.; Schlaad, H.; Stauber, R.H.; Docter, D.; Bertin, A.; Maskos, M.:
TUNING THE SURFACE OF NANOPARTICLES: IMPACT OF POLY(2-ETHYL-2-OXAZOLINE) ON PROTEIN ADSORPTION IN SERUM AND CELLULAR UPTAKE
In: Macromolecular Bioscience 16 (2016) 9, 1287-1300
- 28 | Thiermann, R.; Bleul, R.; Maskos, M.:
KINETIC CONTROL OF BLOCK COPOLYMER SELF-ASSEMBLY IN A MICROMIXING DEVICE – MECHANISTICAL INSIGHT INTO VESICLE FORMATION PROCESS
In: Macromolecular Chemistry and Physics. Special Issue: Microfluidics and Macromolecules 218 (2017) 2, 1600347
- 29 | Scherer, M.; Fischer, K.; Depoix, F.; Fritz, T.; Thiermann, R.; Mohr, K.; Zentel, R.:
PENTAFLUOROPHENYL ESTER-BASED POLYMERSOMES AS NANO-SIZED DRUG-DELIVERY VEHICLES
In: Macromolecular Rapid Communications 37 (2016) 1, 60-66
- 30 | Leimann, F.V.; Costa, C.; Goncalves, O.H.; Musyanovych, A.; Landfester, K.; Sayer, C.; de Araújo, P.H.H.:
POLY(3-HYDROXYBUTIRATE-CO-3-HYDROXYVALERATE)-POLYSTYRENE HYBRID NANOPARTICLES VIA MINIEMULSION POLYMERIZATION
In: Macromolecular Reaction Engineering 10 (2016) 1, 39-46
- 31 | Illg, T.; Knorr, A.; Fritzsche, L.:
MICROREACTORS – A POWERFUL TOOL TO SYNTHESIZE PEROXYCARBOXYLIC ESTERS
In: Molecules 21 (2016) 1, 5
- 32 | Capogrosso, M.; Milekovic, T.; Borton, D.; Wagner, F.; Moraud, E.M.; Mignardot, J.-B.; Buse, N.; Gandar, J.; Barraud, Q.; Xing, D.; Rey, E.; Duis, S.; Jianzhong, Y.; Ko, W.K.D.; Li, Q.; Detemple, P.; Denison, T.; Micera, S.; Bezdard, E.; Bloch, J.; Courtine, G.:
A BRAIN–SPINE INTERFACE ALLEVIATING GAIT DEFICITS AFTER SPINAL CORD INJURY IN PRIMATES
In: Nature 539 (2016) 7628, 284-288
- 33 | Wenger, N.; Moraud, E.M.; Gandar, J.; Musienko, P.; Capogrosso, M.; Baud, L.; Le Goff, C.G.; Barraud, Q.; Pavlova, N.; Dominici, N.; Minev, I.R.; Asboth, L.; Hirsch, A.; Duis, S.; Kreider, J.; Motera, A.; Haverbeck, O.; Kraus, S.; Schmitz, F.; DiGiovanna, J.; van den Brand, R.; Bloch, J.; Detemple, P.; Lacour, S.P.; Bezdard, E.; Micera, S.; Courtine, G.:
SPATIOTEMPORAL NEUROMODULATION THERAPIES ENGAGING MUSCLE SYNERGIES IMPROVE MOTOR CONTROL AFTER SPINAL CORD INJURY
In: Nature Medicine 22 (2016) , 138-145
- 34 | Alebrand, S.; Schönfeld, F.; Drese, K.S.; Baßler, M.:
ZÄHLEN, SORTIEREN UND CHARAKTERISIEREN; PARTIKEL IN LAMINAREN MIKROSTRÖMUNGEN
In: Physik in unserer Zeit 47 (2016) 2, 91-95
- 35 | Rehm, T.H.; Gros, S.; Löb, P.; Renken, A.:
PHOTONIC CONTACTING OF GAS-LIQUID PHASES IN A FALLING FILM MICROREACTOR FOR CONTINUOUS-FLOW PHOTOCHEMICAL CATALYSIS WITH VISIBLE LIGHT
In: Reaction Chemistry & Engineering 1 (2016) 6, 636-648
- 36 | Pala, L.P.R.; Wang, Q.; Kolb, G.; Hessel, V.:
STEAM GASIFICATION OF BIOMASS WITH SUBSEQUENT SYNGAS ADJUSTMENT USING SHIFT REACTION FOR SYNGAS PRODUCTION: AN ASPEN PLUS MODEL
In: Renewable Energy 101 (2017) , 484-492

PUBLIKATIONEN

- 37 | Kessler, S.; Schmid, F.; Drese, K.S.:
MODELING SIZE CONTROLLED NANOPARTICLE PRECIPITATION WITH THE CO-SOLVENCY METHOD BY SPINODAL DECOMPOSITION
In: Soft Matter 12 (2016) 34, 7231-7240
- 38 | Snyders, C.D.; Ferg, E.E.; Schülein, J.; Löwe, H.:
A REVIEW OF USING SPRAY PYROLYSIS THROUGH SOL-GEL MATERIALS IN THE SYNTHESIS OF CATHODE MATERIALS FOR LITHIUM-ION BATTERIES
In: South African Journal of Chemistry 69 (2016) , 88-97
- 39 | Sperling, R.A.; García-Fernández, L.; Ojea-Jiménez, I.; Piella, J.; Bastús, N.G.:
ONE-POT SYNTHESIS OF CATIONIC GOLD NANOPARTICLES BY DIFFERENTIAL REDUCTION
In: Zeitschrift für Physikalische Chemie 231 (2017) 1, 7-18

ARTIKEL IN ANDEREN ZEITSCHRIFTEN

- 40 | Drese, K.S.:
LABOR AUF DEM CHIP: WIE DIE MINIATURISIERUNG EINES LABORS DIE DIAGNOSE BESCHLEUNIGT
In: Current congress; 122. DGIM Kongress (2016) , 6-7
- 41 | Drese, K.S.:
LEBENSRETTNER IM KREDITKARTENFORMAT
In: Frankfurter Allgemeine Zeitung (2016)
- 42 | Musyanovych, A.; Sperling, R.A.; Maskos, M.:
KONTINUIERLICHE VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON NANOPARTIKELN
In: Journal 10-9 DV Nano (2016) 1, 38-41
- 43 | Winkler, A.:
VORAUSSCHAUENDE, INDIVIDUELLE THERAPIE MÖGLICH
In: Management & Krankenhaus (2016) 11, 41
- 44 | Drese, K.S.:
LABOR AUF DEM CHIP
In: MOC NEWS; 122. DGIM Kongress (2016) 4, 9
- 45 | Frese, I.; Bantz, C.:
STREULICHTANALYSE ZUR PRÜFUNG AUF NANOPARTIKEL-FRAKTIONEN; ERSTES SYSTEM ZUR KOSTENGÜNSTIGEN VOR-ORT-ÜBERWACHUNG
In: Sensor Magazin (2016) 5, 34-36

BÜCHER

- 46 | Blab, S.; Gassner, U.M.; Gerstenecker, B.; Himmelreich, R.; Laurila-Dürsch, J.; Möhlig-Zuttermeister, H.; Neuder, K.; Prinz, T.; Spitzenberger, F.; von Stetten, F.; Weber, W.; Zimmermann, U.:
VDE-LEITFADEN NORMEN IN DER MEDIZINTECHNIK, TEIL 1. ENTWICKLUNG UND HERSTELLUNG VON IN-VITRO-DIAGNOSTIK-SYSTEMEN

Berlin: VDE-Verlag GmbH, 2016
ISBN: 9783800741793

BEITRÄGE IN BÜCHERN

- 47 | Kolb, G.:
CATALYTIC METHANOL STEAM REFORMING
In: Encyclopedia of Membranes; Drioli, E.; Giorno, L. (Ed.): Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2016, 322-324
ISBN: 9783662443231
- 48 | Kolb, G.:
CATALYTIC REFORMER OFF-GAS
In: Encyclopedia of Membranes; Drioli, E.; Giorno, L. (Ed.): Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2016, 325-327
ISBN: 9783662443231
- 49 | Kolb, G.:
CATALYTIC REFORMING OF METHANE AND OTHER HYDROCARBONS
In: Encyclopedia of Membranes; Drioli, E.; Giorno, L. (Ed.): Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2016, 327-329
ISBN: 9783662443231
- 50 | Kolb, G.:
CATALYTIC WALL REACTOR
In: Encyclopedia of Membranes; Drioli, E.; Giorno, L. (Ed.): Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2016, 329-331
ISBN: 9783662443231
- 51 | Eslahian, K.A.; Lang, T.; Bantz, C.; Keller, R.; Sperling, R.A.; Docter, D.; Stauber, R.H.; Maskos, M.:
CHARACTERIZATION OF NANOPARTICLES UNDER PHYSIOLOGICAL CONDITIONS
In: Measuring Biological Impacts of Nanomaterials; Wegener, J. (Ed.): Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2016, 1-29 (Bioanalytical Reviews Bd. 5)
ISBN: 9783319248219
- 52 | Kolb, G.:
CATALYTIC REACTORS FOR FUEL PROCESSING (CHAPTER 14)
In: Multiphase Catalytic Reactors: Theory, Design, Manufacturing, and Applications; Önsan, Z.I.; Avci, A.K. (Ed.) - Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2016, 330-364
ISBN: 9781118115763

BEITRÄGE IN TAGUNGSBÄNDEN

- 53 | Baki, A.; Bantz, C.; Bleul, R.; Thiermann, R.; Maskos, M.:
CONTINUOUS SYNTHESIS OF SINGLE-CORE IRON OXIDE NANOPARTICLES FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS
In: 6th International Workshop on Magnetic Particle Imaging, IWMPI, 16.03.2016-18.03.2016, Lübeck, 2016, 100
ISBN: 9783945954195



54 | Bantz, C.; Bleul, R.; Baki, A.; Thiermann, R.; Löwa, N.; Eberbeck, D.; Trahms, L.; Maskos, M.:

DEVELOPMENT AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF CONTINUOUSLY MANUFACTURED SINGLE-CORE IRON OXIDE NANOPARTICLES

In: 6th International Workshop on Magnetic Particle Imaging, IWMP, 16.03.2016-18.03.2016, Lübeck, 2016, 102
ISBN: 9783945954195

55 | Riegel, S.; Rehm, T.H.; Barten, J.:

DEVELOPMENTS IN MONITORING CONTINUOUS REACTIONS BY ONLINE BENCHTOP NMR

In: 4th Zing Continuous Flow Chemistry Conference. – Albufeira, Portugal, 2016, 19

56 | Rehm, T.H.; Bogdan, A.; Hofmann, C.; Löb, P.; Shifrina, Z.B.; Morgan, D.G.; Bronstein, L.M.:

PROOF OF CONCEPT: MAGNETIC FIXATION OF DENDRON-FUNCTIONALIZED IRON OXIDE NANOPARTICLES CONTAINING PALLADIUM NANOPARTICLES FOR CONTINUOUS-FLOW SUZUKI COUPLING REACTIONS

In: 4th Zing Continuous Flow Chemistry Conference. – Albufeira, Portugal, 2016, 50

57 | Rehm, T.H.; Gros, S.; Renken, A.; Löb, P.:

PHOTOCATALYSIS WITH VISIBLE LIGHT – OPTIMIZATION AND SCALE-UP FOR THE FALLING FILM MICROREACTOR

In: 4th Zing Continuous Flow Chemistry Conference. – Albufeira, Portugal, 2016, 58

58 | Rehm, T.H.; Hofmann, C.; Reinhard, D.; Kost, H.-J.; Löb, P.; Barten, J.; Lix, B.; Riegel, S.; Hillson, A.; Krakowsky, S.:

ContiNMR – ON-LINE NMR ANALYSIS FOR THE CONTINUOUS-FLOW SYNTHESIS OF FLUORINATED FINE CHEMICALS

In: 4th Zing Continuous Flow Chemistry Conference. – Albufeira, Portugal, 2016, 71

59 | Maskos, M.:

CHARACTERIZATION OF NANOPARTICLES: CONTRIBUTIONS OF DIFFERENT FIELD-FLOW FRACTIONATION METHODS

In: International Symposium on Field- and Flow-Based Separations (FFF). – Dresden: Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V., 2016

60 | Koski, P.; Pulkkinen, V.; Auvinen, S.; Ihonen, J.; Karimäki, H.; Keränen, T.; Ryden, A.; Tingelöf, T.; Limonta, S.; Croci, D.; Fracas, P.; Wichert, M.; Kolb, G.; Magalhaes, R.; Relvas, F.; Boaventura; Marta; Mendes, A.:

DEVELOPMENT OF REFORMED ETHANOL FUEL CELL SYSTEM FOR BACKUP AND OFF-GRID APPLICATIONS – SYSTEM DESIGN AND INTEGRATION

In: 38th IEEE International Telecommunications Energy Conference (INTELEC), 23.10.2016 - 27.10.2016. - Austin, Texas, USA, 2016, 1 - 8
ISBN: 9781509018772

VORTRÄGE

61 | von Bomhard, S.; Bleul, R.; Maskos, M.:

CONTINUOUSLY MANUFACTURED POLYMERSOMES BY SELF-ASSEMBLY USING MICRO TECHNOLOGY

In: Beilstein TV. - Frankfurt am Main

62 | Bings, N.; Olesik, J.; Marutschke, I.-C.; Baßler, M.; Drese, K.S.:

DESIGN CONSIDERATIONS AND RECENT DEVELOPMENTS OF THE DROP-ON-DEMAND AEROSOL GENERATOR FOR LOW-VOLUME SAMPLES.

In: Winter Conference on Plasma Spectrochemistry
10.01.2016 – 16.01.2016. – Tuscon, USA

63 | Drese, K.S.:

LABOR AUF DEM CHIP

In: DGIM – Opinion-Leader-Meeting
15.01.2016 – 16.01.2016. - Schloss Reinhartshausen, Eltville-Erbach

64 | Kolb, G.:

BIO-GO: CONVERSION OF BIO GAS AND PYROLYSIS OIL TO SYNTHETIC FUELS

In: Workshop „Nanoporous Materials and Sustainable Production of Biofuels and Bio-based chemicals“ 20.01.2016 – 21.06.2016. – Stuttgart

65 | Löwe, H.; Karl, D.; Misuk, V.:

CHEMISTRY IN SEGMENTED FLOW: SINGLE AND DOUBLE EMULSION DROPLETS

In: Chemical and Biological Micro Laboratory Technology; Workshop, 8
23.02.2016. – Ilmenau/Elgersburg

66 | Alebrand, S.:

AUTOMATISIERTE IONENANALYSEEINHEIT FÜR LANGZEITANWENDUNGEN IM WELTRAUM

In: Fraunhofer-Symposium »Netzwerk«
23.02.2016 – 24.02.2016. – München

67 | Sperling, R.A.:

PRECISION SYNTHESIS OF QUANTUM DOTS WITH CONTINUOUS PROCESSES

In: Quantum Dots Forum, 2016
09.03.2016 - 11.03.2016. - New Port Beach, CA, USA

68 | Klotzbücher, T.; Sigloch, S.; Frese, I.; Welzel, K.; Göddel, M.; Ben Mohammadi, L.:

NIR-OPTISCHER, MIKRODIALYSEBASIERTER GLUKOSESENSOR

In: microTEC Südwest 14.03.2016 – 15.03.2016. – Freiburg

69 | Drese, K.S.:

GETTING SINGLE CELLS OUT OF HIGH VOLUME LIQUID BIOPSY

In: SMSCA - Single molecule & single cell analysis, 6
15.03.2016 – 16.03.2016. – Madrid, Spain

PUBLIKATIONEN

- 70 | Drese, K.S.:
NEW TRENDS IN MEDICAL DIAGNOSTIC DEVICES
In: French-German Colloquium „Innovation from Bench to Bedside“
17.03.2016. – Berlin
- 71 | Drese, K.S.:
LABOR AUF DEM CHIP
In: DGIM – Kongress der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin, 122
09.04.2016 – 12.04.2016. – Mannheim
- 72 | Drese, K.S.:
IMPROVING ANALYTICS VIA CHIP-BASED MICROFLUIDICS
In: FFE LOC – User Seminar on Free-Flow Electrophoresis: Fraunhofer ICT in
Cooperation with AGEF 21.04.2016 – 22.04.2016. – Pfinztal
- 73 | Kolb, G.:
HYDROGEN GENERATION FROM ALCOHOL FUELS THROUGH INTERNAL AND EXTERNAL REFORMING
In: h2fc – Hydrogen + Fuel Cells + Batteries, Hannover Messe 2016
25.04.2016 – 29.04.2016. – Hannover
- 74 | Löb, P.:
COMBINING MICROREACTION TECHNOLOGY WITH A STANDARDIZED CHEMICAL PLANT INFRASTRUCTURE FOR FLEXIBLE AND MOBILE PRODUCTION
In: PRAXISforum Future Production Concepts in Chemical Industry
27.04.2016 – 28.04.2016. – Frankfurt am Main
- 75 | Rehm, T.H.; Gros, S.; Renken, A.; Löb, P.:
PHOTOKATALYSE MIT SICHTBAREM LICHT - OPTIMIERUNG UND SCALE-UP FÜR DEN FALLFILM-MIKROREAKTOR
In: Jahrestreffen Reaktionstechnik, 2016
02.05.2016 – 04.05.2016. – Würzburg
- 76 | Alebrand, S.:
VON REYNOLDS BIS ZUM LAB-ON-A-CHIP: ANWENDUNGS-ORIENTIERTE FORSCHUNG IN DER MIKROFLUIDIK
In: Physik am Samstag: Johannes Gutenberg-Universität Mainz
07.05.2016. – Mainz
- 77 | Kolb, G.:
CATALYTIC PARTIAL OXIDATION OF BIO GAS AND REFORMING OF PYROLYSIS OIL (BIO OIL) FOR AN AUTOTHERMAL SYNTHESIS GAS PRODUCTION AND CONVERSION INTO FUELS; BIO-GO
In: CASCATBEL workshop; Thermochemical lignocellulose conversion technologies 18.05.2016 – 20.05.2016. – Porto Carras, Chalkidiki, Greece
- 78 | Tabaache, S.:
SELF-ASSEMBLY OF DENDRITIC AMPHIPHILES IN MICROMIXER
In: International Symposium on Biomedical Applications of Dendrimers, 5
02.08.2016 - 05.08.2016. – Copenhagen, Denmark
- 79 | Ortega, C.; Wang, Q.; Hessel, V.; Kolb, G.:
KINETIC ANALYSIS OF METHANOL TO GASOLINE CONVERSION. UNDERSTANDING A PATHWAY TO SUSTAINABLE LIQUID FUEL PRODUCTION
In: CCESC - International Symposium on Catalysis for Clean Energy and Sustainable Chemistry, 3 07.09.2016 – 09.09.2016. – Madrid, Spain
- 80 | Keller, S.; Neuberg, S.; Tiemann, D.; Ziogas, A.; Schürer, J.; Kolb, G.:
MICROSTRUCTURED FUEL PROCESSORS FOR THE HYDROGEN PRODUCTION FROM ETHANOL AND PROPYLENE GLYCOL
In: IMRET – International Conference on Microreaction Technology, 14
11.09.2016 – 14.09.2016. – Beijing, China
- 81 | Kessler, S.; Schmid, F.; Drese, K.S.:
A PHASE FIELD MODEL FOR SIZE CONTROLLED NANOPARTICLE PRECIPITATION WITH THE CO-SOLVENCY METHOD
In: IMRET – International Conferences on Microreaction Technology, 14
11.09.2016 – 14.09.2016. – Beijing, China
- 82 | Karl, D.; Löwe, H.:
SELECTIVE OLEFINATIONS ON BIFUNCTIONAL DIALDEHYDES
In: IMRET – International Conference on Microreaction Technology, 14
11.09.2016 – 14.09.2016. – Beijing, China
- 83 | Karl, D.; Börner, H.; Löwe, H.:
CRUZIFORM PRECURSOR SYNTHESIS PATHWAYS – FROM BATCH TO FLOW PROCESSES
In: IMRET – International Conference on Microreaction Technology, 14
11.09.2016 – 14.09.2016. – Beijing, China
- 84 | Kretzschmar, T.:
COMPARISON OF MICROMIXERS AND MIXING MEASURES
In: IMRET – International Conference on Microreaction Technology, 14
11.09.2016 – 14.09.2016. – Beijing, China
- 85 | Sperling, R.A.; Schindler, C.; Hofmann, C.:
CONTINUOUS SYNTHESIS OF NANOPARTICLES AND ONLINE PROCESS ANALYTICS
In: ProcessNet-Jahrestagung und 32. DECHEMA-Jahrestagung der Biotechnologen 12.09.2016 – 15.09.2016. – Aachen
- 86 | Rehm, T.H.; Gros, S.; Renken, A.; Löb, P.:
PHOTOCATALYSIS WITH VISIBLE LIGHT – OPTIMIZATION AND SCALE-UP FOR THE FALLING FILM MICROREACTOR
In: ProcessNet-Jahrestagung und 32. DECHEMA-Jahrestagung der Biotechnologen 12.09.2016 – 15.09.2016. – Aachen
- 87 | Wichert, M.; Zapf, R.; Ziogas, A.; Kolb, G.; Klemm, E.:
DETAILED KINETIC STUDY OF METHANOL STEAM REFORMING OVER NOVEL PT/IN2O3/AL2O3 CATALYST IN A MICROSTRUCTURED RECYCLE REACTOR
In: MCR – International Conference “Mechanisms of Catalytic Reactions“, 10
02.10.2016 – 06.10.2016. – Svetlogorsk, Russia



88 | Maskos, M.:

FRAUNHOFER ICT-IMM'S MICRO4NANO: CONTINUOUS FABRICATION OF NANOPARTICLES AND COMMERCIALIZATION STRATEGIES

In: CHNano2016 Conference&Expo
26.10.2016 – 28.10.2016. – Suzhou, China

89 | Bürger, M.; Wittek, J.; Alebrand, S.; Baßler, M.; Maskos, M.:

MICROFLUIDIC MECHANISM TO ENRICH PATHOGENIC ORGANISMUS IN DRINKING WATER BY INTERFACIAL TRANSFER FROM NON-NEWTONIAN TO NEWTONIAN FLUIDS

In: International MicroNano Conference, 11
13.12.2016 – 14.12.2016. – Amsterdam, Netherlands

POSTER

90 | Zapf, R.; Pennemann, H.; Neuberg, S.; Wichert, M.; Ziogas, A.; Kolb, G.:

STUDY OF METHANE FORMATION UNDER CONDITIONS OF BIOETHANOL SR AT ELEVATED PRESSURE

In: Jahrestreffen Deutscher Katalytiker, 49
22.01.2016. – Weimar

91 | von Bomhard, S.; Maskos, M.; Musyanovych, A.:

POLYMER-BASED NANOPARTICLES THROUGH MINIEMULSION IN A CONTINUOUS FLOW

In: FCS - Flow Chemistry Europe, 6
16.02.2016 – 18.02.2016. – Cambridge, UK

92 | Menges, G.; Hofmann, C.; Löb, P.:

CONTINUOUS GRIGNARD REAGENT FORMATION

In: FCS – Flow Chemistry Europe, 6
16.02.2016 – 18.02.2016. – Cambridge, UK

93 | Schindler, C.; Sperling, R.A.; Maskos, M.:

PROCESS CONTROL FOR THE CONTINUOUS SYNTHESIS OF QUANTUM DOTS VIA ONLINE PROCESS ANALYTICS

In: FCS – Flow Chemistry Europe, 6
16.02.2016 – 18.02.2016. – Cambridge, UK

94 | Tabaache, S.; Maskos, M.; Bertin, A.:

MICROFLUIDIC-ASSISTED SELF-ASSEMBLY OF DENDRITIC AMPHIPHILES

In: Makromolekulares Kolloquium
24.02.2016 – 26.02.2016. – Freiburg

95 | Himmelreich, R.; Schunck, T.; Schwind, C.; Gransee, R.; Baßler, M.; Potje-Kamloth, K.:

COMPACT SYSTEMS FOR AUTOMATED ENRICHMENT AND DETECTION OF BIOTREATS AT POINT-OF-USE

In: Medical Biodefense
26.04.2016 – 29.04.2016. – München

96 | Wichert, M.; Neuberg, S.; Tiemann, D.; Kolb, G.:

ENTWICKLUNG EINES ETHANOLREFORMERS FÜR EIN 2 KW BRENNSTOFFZELLENSYSTEM

In: Jahrestreffen Reaktionstechnik
02.05.2016 – 04.05.2016. – Würzburg

97 | von Bomhard, S.; Maskos, M.; Musyanovych, A.:

POLYMERIC NANOPARTICLES WITH DEFINED CHARACTERISTICS THROUGH MINIEMULSION IN A CONTINUOUS FLOW

In: International Colloids Conference, 6
19.06.2016 – 22.06.2016. – Berlin

98 | Leube, F.; Stephan, P.; Drese, K.S.:

DYNAMIC SYSTEM MODEL FOR INVESTIGATING INSTABILITIES IN MICROCHANNEL EVAPORATORS

In: Eurotherm – European Thermal-Sciences Conference, 7
19.06.2016 – 23.06.2016

99 | Keller, S.; Neuberg, S.; Tiemann, D.; Schürer, J.; Kolb, G.:

DEVELOPMENT OF A 5KWeL COMPLETE FUEL PROCESSOR AS HYDROGEN SOURCE FOR A FUEL CELL APU FOR AIRCRAFT APPLICATIONS

In: ICOSCAR – International Conference On Structured Catalysts And Reactors, 5
22.06.2016 – 24.06.2016. – San Sebastián, Spain

100 | Karl, D.; Börner, P.; Löwe, H.:

CONTINUOUS FLOW SYNTHESIS OF SUBSTITUTED BENZOBISIMIDAZOLES - PRECURSORS FOR CRUZIFORMS

In: IMRET – International Conference on Microreaction Technology, 14
11.09.2016 – 14.09.2016. – Beijing, China

101 | Hagenlocher, D.; Habermann, D.; Karl, D.; Schärtl, W.; Hofmann, C.; Schütt, C.; Löwe, H.:

CONTINUOUS SOLVENT STRIPPING WITH A MODIFIED MICRO-STRUCTURED DEVICE

In: IMRET – International Conference on Microreaction Technology, 14
11.09.2016 – 14.09.2016. – Beijing, China

102 | Hilgert, J.; Karl, D.; Bauer, H.; Tahir, M.; Löwe, H.; Tremel, W.:

SCALED UP SYNTHESIS OF PLATINUM-NANOWIRES USING MICROFLUIDICS

In: IMRET – International Conference on Microreaction Technology, 14
11.09.2016 – 14.09.2016. – Beijing, China

103 | Heinrich, J.; Schilling, A.; Löwe, H.:

AUTONOMOUS PHASE SEPARATOR

In: IMRET – International Conference on Microreaction Technology, 14
11.09.2016 – 14.09.2016. – Beijing, China

PUBLIKATIONEN

- 104** | Snyders, C.D.; Schüle, J.; Ferg, E.E.; Löwe, H.:
SYNTHESIS OF CATHODE MATERIALS FOR LITHIUM ION BATTERIES BY CONTINUOUS MICRO-FLOW SPRAY PYROLYSIS
In: IMRET – International Conference on Microreaction Technology, Beijing, China, 14
11.09.2016 – 14.09.2016
- 105** | Engler, H.; Kong, D.; Li, C.; Löwe, H.:
ABSORPTION OF ETHYL ACETATE FROM CONTAMINATED AIR FLOW IN IONIC LIQUIDS
In: IMRET – International Conference on Microreaction Technology, Beijing, China, 14
11.09.2016 – 14.09.2016
- 106** | Schindler, C.; Sperling, R.A.:
PROCESS CONTROL FOR THE CONTINUOUS SYNTHESIS OF QUANTUM DOTS VIA ONLINE PROCESS ANALYTICS
In: ProcessNet-Jahrestagung und 32. DECHEMA-Jahrestagung der Biotechnologen, 2016
12.09.2016 - 15.09.2016. - Aachen
- 107** | Rehm, T.H.; Bogdan, A.; Hofmann, C.; Löb, P.; Shifrina, Z.; Morgan, D.G.; Bronstein, L.:
PROOF OF CONCEPT: MAGNETIC FIXATION OF DENDRON-FUNCTIONALIZED IRON OXIDE NANOPARTICLES CONTAINING PALLADIUM NANOPARTICLES FOR CONTINUOUS-FLOW SUZUKI COUPLING REACTIONS
In: ProcessNet-Jahrestagung und 32. DECHEMA-Jahrestagung der Biotechnologen, 2016
12.09.2016 - 15.09.2016. - Aachen
- 108** | Schunck, T.; Schwind, C.; Wick, I.; Welzel, K.; Spang, P.; Pils, S.; Baßler, M.:
CTCelect – FULLY AUTOMATED SINGULARIZATION OF CIRCULATING TUMOR CELLS FROM HUMAN BLOOD FOR PERSONALIZED CANCER IMMUNOTHERAPY
In: BMT – BMT 2016 „Dreiländertagung“, Swiss, Austrian and German Societies of Biomedical Engineering
04.10.2016 - 06.10.2016. – Basel

FORSCHUNGSBERICHTE

- 109** | Himmelreich, R.; Potje-Kamloth, K.:
CI3: ENTWICKLUNG EINES MIKROFLUIDIK-BASIERTEN SYSTEMS ZUR ANREICHERUNG UND EINZELZELL-ANALYSE VON ZIRKULIERENDEN TUMORZELLEN. Final project report „Development of a microfluidic bases cartridge for the enrichment and single cell analysis of free circulating tumor cells“
Berichtszeitraum 01.10.2013 – 31.03.2016. – Förderkennzeichen: 131A020B
Zuwendungsgeber: BMBF.- Projektträger: VDI Technologiezentrum GmbH, 2016

- 110** | Brucker, C.; Schunck, T.:
ENTWICKLUNG EINES MIKROFLUIDISCH UND ENZYMATISCH OPTIMIERTEN REAL-TIME PCR-SYSTEMS ZUR PATIENTENNAHEN DIAGNOSTIK VON RESPIRATORISCHEN ERKRANKUNGEN. BMBF Verbundvorhaben: FastPlex - Abschlussbericht :
Berichtszeitraum: 01.08.2011 – 30.06.2015. – Förderkennzeichen: 0316048B
Zuwendungsgeber: BMBF.- Projektträger: PTJ;
Forschungszentrum Jülich GmbH. – Mainz, 2016
- 111** | Baßler, M.:
INTOPT – INTEGRATION VON OPTISCHEN KOMPONENTEN MIT SELBSTJUSTIERENDEN EIGENSCHAFTEN IN MIKROFLUIDISCHEN KARTUSCHEN FÜR DIE MINIATURISIERTE ZELLZÄHLUNG.
Laufzeit: 01.01.2015 – 31.12.2015. – Förderkennzeichen: 961-386261/1174
Zuwendungsgeber: Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation. – Projektträger: Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation. – Mainz, 2016

BACHELORARBEITEN

- 112** | Kindsvater, C.:
ÜBERPRÜFUNG DER ANWENDBARKEIT EINES SPEKTROSKOPISCHEN SENSORSYSTEMS ZUR ONLINE-ANALYSE VON PFLANZLICHEN SPEISEÖLEN
Bachelorarbeit. Im Fachbereich BLV, Fachrichtung Lebensmitteltechnik der Hochschule Trier. Durchgeführt im Fraunhofer ICT-IMM, 2016
- 113** | Krämer, M.:
SEPARATION MAGNETISCHER UND NICHTMAGNETISCHE POLYMERPARTIKEL IM KONTINUIERLICHEN DURCHFLUSS
Bachelorarbeit. Im Studiengang Bioverfahrenstechnik, Fachbereich Informatik und Ingenieurwissenschaften, Frankfurt University of Applied Sciences. Durchgeführt im Fraunhofer ICT-IMM, 2016
- 114** | Reusch, B.:
CHARAKTERISIERUNG EINER PASSIVEN VERDÜNNUNGSEINHEIT FÜR LAB-ON-A-CHIP SYSTEME
Bachelorarbeit. Im Studiengang Bioverfahrenstechnik, Fachbereich Informatik und Ingenieurwissenschaften, Frankfurt University of Applied Sciences. Durchgeführt im Fraunhofer ICT-IMM, 2016
- 115** | Wittek, N.:
ERARBEITUNG, VERIFIZIERUNG UND BIOLOGISCHE VALIDIERUNG EINES AUTOMATISCHEN PROBENPROZESSIERUNGSSCRIPTS AUF DEM „CTCelect“ LABORGERÄT ZUR ANREICHERUNG UND VEREINZELUNG VON TUMORZELLEN AUS BLUTPROBEN
Bachelorarbeit. Im Studienbereich Bioverfahrenstechnik, Fachbereich Informatik und Ingenieurwissenschaften, Frankfurt University of Applied Sciences. Durchgeführt im Fraunhofer ICT-IMM, 2016



116 | Deitmann, E.:

VALIDIERUNG EINES KONTINUIERLICHEN VERFAHRENS ZUR SYNTHESE VERSCHIEDENER GRIGNARD-REAGENZEN ALS INTERMEDIATE FÜR DIE API-SYNTHESE

Bachelorarbeit. Im Studiengang Chemietechnik, Fachbereich Technik der Hochschule Emden/Leer. Durchgeführt im Fraunhofer ICT-IMM, 2016

117 | Bonn, M.:

FLUORESCENZDETEKTION VON PARTIKELN UND BAKTERIEN IN BIER

Bachelorarbeit. Im Studienbereich Physik, Fachbereich Ingenieurwissenschaften der Hochschule RheinMain. Durchgeführt im Fraunhofer ICT-IMM, 2016

118 | Dörich, R.:

BAUTEILGEOMETRIEABHÄNGIGE TEMPERATUROPTIMIERUNG BEIM LASERDURCHSTRAHLSCHWEISSEN VON POLYMEREN

Bachelorarbeit. Im Studienbereich Physik, Fachbereich Ingenieurwissenschaften der Hochschule RheinMain. Durchgeführt im Fraunhofer ICT-IMM, 2016

119 | Schäfer, P.:

DIE AUTOMATISIERTE AUFREINIGUNG VON ZELLFREIER DNA AUS HUMANEM BLUTPLASMA

Bachelorarbeit. Biologie. Johannes Gutenberg-Universität Mainz. Durchgeführt im Fraunhofer ICT-IMM, 2016

MASTERARBEITEN

120 | Wilhelmi, S.:

ETABLIERUNG EINER KO-KULTUR VON VASKULÄREN ENDOTHELZELLEN UND GLATTMUSKELZELLEN ALS IN VITRO MODELL EINES ARTIFIZIELLEN BLUTGEFÄSSES

Masterarbeit. Im Studiengang Bio- und Umwelttechnik, Fachbereich Ingenieurwissenschaften der Hochschule RheinMain. Durchgeführt im Fraunhofer ICT-IMM, 2016

121 | Bacher, L.:

ENTWICKLUNG VON BIOABBAUBAREN THERMORESPONSIVEN NANOPARTIKELN UND MIKROKAPSELN

Masterarbeit. Im Studiengang Applied Life Sciences, Fachbereich Informatik und Mikrosystemtechnik der Hochschule Kaiserslautern. Durchgeführt im Fraunhofer ICT-IMM, 2016

122 | Holst, L.:

LATTICE-BOLTZMANN-SIMULATION ZUR PARTIKELDYNAMIK IN LAMINAREN STRÖMUNGEN

Masterarbeit. Im Studiengang Angewandte Physik der Hochschule RheinMain. Durchgeführt im Fraunhofer ICT-IMM, 2016

123 | Dethling, D.:

EXPERIMENTELLE CHARAKTERISIERUNG EINES CHIPS FÜR DIE MIKROFLUIDISCHE DURCHFLUSSZYTOMETRIE

Masterthesis. Im Studienbereich Physik, Fachbereich Ingenieurwissenschaften der Hochschule RheinMain. Durchgeführt im Fraunhofer ICT-IMM, 2016

124 | Enders, M.:

ENTWICKLUNG EINES FERTIGUNGSPROZESSES ZUM UNIFORMEN ÄTZEN HOCHDICHTER LOCHARRAYS IN SILIZIUM MITTELS DRIE

Masterarbeit. Im Studienbereich Physik, Fachbereich Ingenieurwissenschaften der Hochschule RheinMain. Durchgeführt im Fraunhofer ICT-IMM, 2016

125 | Jarmolaew, A.:

ANALYSE DER SIGNALEIGENSCHAFTEN EINES KAPAZITIVEN SENSORSYSTEMS ZUR DETEKTION VON PHASENGRENZEN IN MIKROFLUIDISCHEN KANÄLEN

Masterarbeit. Im Studienbereich Angewandte Physik, Fachbereich Ingenieurwissenschaften der Hochschule RheinMain. Durchgeführt im Fraunhofer ICT-IMM, 2016

126 | Lübke, S.:

CHARAKTERISIERUNG EINER DISPENSIEREINHEIT ZUR ZELLVEREINZELUNG IN EINEM MIKROFLUIDISCHEN CHIP

Masterarbeit. Im Studienbereich Physik, Fachbereich Ingenieurwissenschaften der Hochschule RheinMain. Durchgeführt im Fraunhofer ICT-IMM, 2016

127 | Oster, C.:

UNTERSUCHUNG DER SENSITIVITÄT EINES MIKROFLUIDISCHEN SYSTEMS FÜR DIE ZÄHLUNG VON LEGIONELLEN

Masterarbeit. Im Studienbereich Physik, Fachbereich Ingenieurwissenschaften der Hochschule RheinMain. Durchgeführt am Fraunhofer ICT-IMM, 2016

128 | Oster, H.:

ENTWICKLUNG EINES AUFBAUS ZUR EXPERIMENTELLEN UNTERSUCHUNG VON THERMOPHORESE

Masterarbeit. Im Studiengang Angewandte Physik, Fachbereich Ingenieurwissenschaften der Hochschule RheinMain. Durchgeführt im Fraunhofer ICT-IMM, 2016

129 | Spitzner, O.:

TRANSPORTVERHALTEN VON PARTIKELN UND ZELLEN IN SCHERVERDÜNNENDEN MEDIEN IN MIKROFLUIDISCHEN KANÄLEN

Masterarbeit. Im Studienbereich Physik, Fachbereich Ingenieurwissenschaften der Hochschule RheinMain. Durchgeführt im Fraunhofer ICT-IMM, 2016

PUBLIKATIONEN

- 130** | Fusenig, M.:
FORSCHUNGEN AN BIODIAGNOSTISCHEN VERFAHREN DER LIQUID BIOPSY
Masterarbeit. Im Studiengang M.Sc. Biologie, Johannes Gutenberg-Universität Mainz. Durchgeführt im Fraunhofer ICT-IMM, 2016
- 131** | Haupt, J.:
KONTINUIERLICHE PHOTOCYANIERUNG VON AMINEN IN MIKROSTRUKTURIERTEN REAKTOREN
Masterarbeit. Im Fachbereich Chemie, Pharmazie und Geowissenschaften der Johannes Gutenberg-Universität Mainz. Durchgeführt im Fraunhofer ICT-IMM, 2016
- 132** | Onyema, H.:
AUFNAHME VON NANOPARTIKEL IN EINEM STATISCHEN UND DYNAMISCHEN IN VITRO-MODELL DER BLUT-HIRN-SCHRANKE
Masterarbeit. Fachbereich Biologie der Johannes Gutenberg-Universität Mainz. Durchgeführt im Fraunhofer ICT-IMM, 2016
- 133** | Metz, T.:
ENTWICKLUNG UND CHARAKTERISIERUNG EINER SCHALTUNG ZUR ANALOGEN SIGNALKONDITIONIERUNG UND DIGITALISIERUNG IM MEGASAMPLE-BEREICH FÜR DEN EINSATZ IN EINGEBETTETEN SYSTEMEN
Masterarbeit. Im Fachbereich Technik, Informatik und Wirtschaft, TH Bingen, University of Applied Sciences. Durchgeführt im Fraunhofer ICT-IMM, 2016
- 134** | Schröder, F.:
IMMUNOMAGNETISCHE ANREICHERUNG UND MARKIERUNG VON TUMORZELLEN MITTELS EINES AUTOMATISCHEN PIPETTIERROBOTERS
Masterarbeit. Lehrgebiet für Bioverfahrenstechnik, Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik, Technische Universität Kaiserslautern. Durchgeführt im Fraunhofer ICT-IMM, 2016
- 135** | Hofmann, C.; Krtschil, U.:
MICROSTRUCTURE COMPONENT AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF
Patentnummer: CN 10 4254 422 B
Prioritätsdatum: 16.03.2012
Erteilungsdatum: 09.11.2016
- 136** | Latta, D.; Schunck, T.; Bäbler, M.; Spang, P.; Holzki, M.; Breitruck, A.:
FLUIDIKSTRUKTUR MIT HALTEABSCHNITT UND VERFAHREN ZUM VEREINIGEN ZWEIER FLÜSSIGKEITSVOLUMINA
Patentnummer: DE 10 2015 204 235 B4
Prioritätsdatum: 10.03.2015
Erteilungsdatum: 15.12.2016
- 137** | Frese, I.:
VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DES MITTLEREN TRÄGHEITSRADIUS VON PARTIKELN MIT EINER GRÖSSE VON KLEINERGLEICH 200 NM IN EINER SUSPENSION UND VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS
Patentnummer: DE 10 2015 217 700 B3
Prioritätsdatum: 16.09.2015
Erteilungsdatum: 15.12.2016
- 138** | Gransee, R.; Röser, T.:
MIKROFLUIDISCHE STRUKTUR UND VERFAHREN ZUM ABMESSEN UND/ODER POSITIONIEREN EINES VOLUMENS EINER FLÜSSIGKEIT
Patentnummer: EP 2 308 597 B1
Prioritätsdatum: 06.10.2009
Erteilungsdatum: 07.12.2016
- 139** | Hofmann, C.; Krtschil, U.:
MIKROSTRUKTURBAUTEIL UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG
Patentnummer: EP 2 825 343 B1
Prioritätsdatum: 16.03.2012
Erteilungsdatum: 14.12.2016
- 140** | Wichert, M.; Kraus, S.:
MIKROFLUIDISCHES BAUTEIL, REAKTOR AUS MEHREREN SOLCHEN BAUTEILEN UND VERFAHREN ZU DEREN HERSTELLUNG
Patentnummer: JP 5948591 B2
Prioritätsdatum: 14.12.2010
Erteilungsdatum: 17.06.2016
- 141** | Drese, K.S.; Latta, D.; Ritzi-Lehnert, M.; Röser, T.:
MIKROFLUIDIC CHIP COMPRISING SEVERAL CYLINDER-PISTON ARRANGEMENTS
Patentnummer: US 9,278,352 B2
Prioritätsdatum: 30.09.2010
Erteilungsdatum: 08.03.2016
- 142** | Schaeffer, E.; Stein, V.:
MICRO-VALVE AND SEALING DEVICE FOR USE IN A MICROFLUIDIC SYSTEM, AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF
Patentnummer: US 9,322,490 B2
Prioritätsdatum: 26.06.2008
Erteilungsdatum: 26.04.2016
- 143** | Holzki, M.; Klotzbücher, T.:
METHOD AND DEVICE FOR ANALYSIS OF A FLUID BY MEANS OF EVANESCENCE FIELD SPECTROSCOPY AND DIELECTROPHORESIS
Patentnummer: US 9,389,177 B2
Prioritätsdatum: 28.10.2011
Erteilungsdatum: 12.07.2016



OFFENLEGUNGSSCHRIFTEN

- 144 | Hoffmann, A.; Baßler, M.; Potje-Kamloth, K.; Welzel, K.; Besold, M.:
SENSOR ZUM ERFASSEN EINER FLÜSSIGKEIT IN EINEM FLUIDKANAL
 Offenlegungsschrift: DE 10 2014 214 026 A1
 Prioritätsdatum: 18.07.2014
 Veröffentlichungsdatum: 21.01.2016
- 145 | Baßler, M.; Quint, S.:
VORRICHTUNGEN, ZYTOTERMETER, VERFAHREN UND COMPUTERPROGRAMM ZUM BEREITSTELLEN VON INFORMATION ÜBER ZUMINDEST EINE SEQUENZ
 Offenlegungsschrift: DE 10 2015 110 316 A1
 Prioritätsdatum: 26.06.2015
 Veröffentlichungsdatum: 29.12.2016
- 146 | Quint, S.; Levanon, N.; Baßler, M.; Sommer, C.:
VERFAHREN ZUR DETEKTION VON STRAHLUNGSEMITTIERENDEN PARTIKELN
 Offenlegungsschrift: DE 10 2015 110 359 A1
 Prioritätsdatum: 26.06.2015
 Veröffentlichungsdatum: 29.12.2016
- 147 | Latta, D.; Schunck, T.; Baßler, M.; Holzki, M.; Breittrück, A.:
FLUIDIKSTRUKTUR MIT HALTEABSCHNITT UND VERFAHREN ZUM VEREINIGEN ZWEIER FLÜSSIGKEITSVOLUMINA
 Offenlegungsschrift: DE 10 2015 204 235 A1
 Prioritätsdatum: 10.03.2015
 Veröffentlichungsdatum: 15.09.2016
- 148 | Ziogas, A.; Kolb, G.; Pennemann, H.; Schürer, J.; Tiemann, D.:
VERFAHREN ZUR ELEKTROCHEMISCHEN UMWANDLUNG VON FETTSÄUREN UND ANLAGE ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS
 Offenlegungsschrift: DE 10 2015 207 581 A1
 Prioritätsdatum: 24.04.2015
 Veröffentlichungsdatum: 27.10.2016
- 149 | Quint, S.; Baßler, M.:
METHOD FOR DETECTING PARTICLES
 Offenlegungsschrift: US 2016/0123863 A1
 Prioritätsdatum: 07.06.2013
 Veröffentlichungsdatum: 05.05.2016
- 150 | Hoffmann, A.; Baßler, M.; Potje-Kamloth, K.; Welzel, K.; Besold, M.:
SENSOR ZUM ERFASSEN EINER FLÜSSIGKEIT IN EINEM FLUIDKANAL
 Offenlegungsschrift: WO 2016/008962 A1
 Prioritätsdatum: 18.07.2014
 Veröffentlichungsdatum: 21.01.2016
- 151 | Latta, D.; Schunck, T.; Baßler, M.; Spang, P.; Holzki, M.; Breittrück, A.; Himmelreich, R.:
METHOD FOR COMBINING TWO FLUID VOLUMES, FLUIDIC STRUCTURE AND MICROFLUIDIC CHIP FOR CARRYING OUT SAID METHOD
 Offenlegungsschrift: WO 2016/142067 A1
 Prioritätsdatum: 10.03.2015
 Veröffentlichungsdatum: 15.09.2016
- 152 | Ziogas, A.; Kolb, G.; Pennemann, H.; Schürer, J.; Tiemann, D.:
METHOD FOR THE ELECTROCHEMICAL CONVERSION OF FATTY ACIDS AND EQUIPMENT FOR CARRYING OUT THE METHOD
 Offenlegungsschrift: WO 2016/170075 A1
 Prioritätsdatum: 24.04.2016
 Veröffentlichungsdatum: 27.10.2016
- 153 | Quint, S.; Levanon, N.; Baßler, M.; Sommer, C.:
METHOD FOR DETECTING RADIATION-EMITTING PARTICLES
 Offenlegungsschrift: WO 2016/207086 A1
 Prioritätsdatum: 26.06.2015
 Veröffentlichungsdatum: 29.12.2016
- 154 | Quint, S.:
APPARATUSES, CYTOTERMETER, METHOD AND COMPUTER PROGRAM FOR PROVIDING INFORMATION ABOUT AT LEAST ONE SEQUENCE
 Offenlegungsschrift: WO 2016/207262 A1
 Prioritätsdatum: 26.06.2015
 Veröffentlichungsdatum: 29.12.2016

IMPRESSUM

REDAKTION

Dr. Stefan Kieseewalter
Antonia Winkler

SATZ UND GESTALTUNG

pure:design
www.pure-design.de

DRUCK

Druckerei K. Wolf GmbH
www.wolf-ingelheim.de

REDAKTIONSSCHLUSS

03/2017

BILDQUELLEN

Titel, Seiten 3, 47: Andreas Schickert
Seite 11: Fraunhofer-Gesellschaft
Seite 13: Fraunhofer ICT
Seiten 6 – 9, 15 – 19, 24 – 52, 61-73:
Tobias Hang, Fraunhofer ICT-IMM
Seite 53: Universität Würzburg
Seite 54: iStock.com/eyewave
Seite 57: plan|4 architekten GmbH
Seiten 58, 59: Shutterstock (Quality Stock Arts)

KONTAKT

Fraunhofer-Institut für
Chemische Technologie,
Institutsteil ICT-IMM

Carl-Zeiss-Straße 18-20
55129 Mainz

Telefon +49 6131 990-0
Telefax +49 6131 990-205

info@imm.fraunhofer.de
www.imm.fraunhofer.de

© Fraunhofer ICT-IMM

Interessiert an weiteren Informationen?
www.imm.fraunhofer.de/anmeldung



Kontakt

Fraunhofer ICT-IMM

Carl-Zeiss-Straße 18-20

55129 Mainz

Telefon +49 6131 990-0

Telefax +49 6131 990-205

info@imm.fraunhofer.de

www.imm.fraunhofer.de