

JAHRESBERICHT
09 | 10

JAHRESBERICHT
09 | 10

INHALT

VORWORT	8
---------	---

DAS INSTITUT IM PROFIL	10
■ Kurzprofil Kuratorium des Fraunhofer IGB	11
■ Angebot und Infrastruktur	12
■ Das Institut in Zahlen	14
■ Organigramm	16
■ Fraunhofer IGB in Netzwerken	18
■ IGB in Fraunhofer-Verbänden und -Allianzen	20
■ Highlights 2009 Preise und Auszeichnungen	22
■ Neue Projektgruppen	24
■ Nachwuchsförderung Ausstellungen	27
■ Fraunhofer IGB international	30
■ Kompetenzen Die Fraunhofer-Gesellschaft	32
■ Grenzflächentechnologie und Materialwissenschaft (GTM)	34
■ Molekulare Biotechnologie (MBT)	36
■ Physikalische Prozesstechnik (PT)	38
■ Umweltbiotechnologie und Bioverfahrenstechnik (UBT)	40
■ Zellsysteme (ZS)	42
■ Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik IGVT	44

AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERGEBNISSE 2009	47
<hr/>	
■ Inhaltsverzeichnis auf Seite	6
<hr/>	
ANHANG	106
<hr/>	
■ Patenterteilungen 2009	107
<hr/>	
■ Messen und Veranstaltungen	108
<hr/>	
■ Messen und Veranstaltungen Vorschau 2010	109
<hr/>	
■ Mitarbeit in Fachverbänden und Gremien	110
<hr/>	
■ Lehrtätigkeiten	112
<hr/>	
■ Wissenschaftliche Kooperationen	114
<hr/>	
■ Dissertationen, Diplom-, Master-, Bachelor- und Studienarbeiten	115
<hr/>	
■ Veröffentlichungen	118
<hr/>	
■ Informationsservice	129
<hr/>	
■ Impressum	130
<hr/>	

INHALT

AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERGEBNISSE 2009 46

MEDIZIN 47

- Pathogenomics – Grundlagen zur Bekämpfung invasiver Pilzinfektionen 48
 - Synthetische Proteine zur Analyse biomolekularer Interaktionen *in vivo* 50
 - Universelle Mikroarray-Plattform zur verbesserten Diagnostik von Krebserkrankungen 52
 - Biomaterialentwicklungen – Hydrogele zum Aufbau biomimetischer Weichgewebe 54
 - Bioraman – Raman-Spektroskopie für die Sterilitätskontrolle und Qualitätskontrolle im TE 56
 - GMP-Herstellung eines Melanozytentransplantats 58
 - Angeborenes Immunsystem in der Mikrotiterplatte 60
-

PHARMAZIE 63

- Verkapselung und kontrollierte Freisetzung – Partikelbasierte Formulierung 64
 - Anwendungsorientierte Bioreaktorentwicklung für das Tissue Engineering 66
 - Analyse von Resorptionsmechanismen an der intestinalen Barriere *in vitro* 68
 - Humane *In-vitro*-Lebermodelle für pharmakologische und toxikologische Untersuchungen 70
 - Verbessertes Herstellungsverfahren für Gerinnungsfaktor FVII 72
-

CHEMIE	75
■ Schaltbare Biomaterialoberflächen	76
■ NANOCYTES®-Anwendung – Enzymimmobilisierung für intelligente Verpackungsmaterialien	78
■ Biotenside – Herstellung und Optimierung	80
■ Steuerung der Biofilmentwicklung über die Beeinflussung der mikrobiellen Kommunikation	82
UMWELT	85
■ Biologische Sensoren für die Online-Überwachung von Trinkwasserleitungen	86
■ Nährstoff-Recycling als Schritt zur vollständigen Nutzung von Kulturpflanzen	88
■ Konstruktionsmethodik bei der Entwicklung verfahrenstechnischer Anlagen und Apparate	90
■ Grauwasseraufbereitung für Boote und kleine Yachten in sensiblen Gewässern	92
■ Nutzung von Filtratwasser aus der Vergärung für die Kultivierung von Mikroalgen	94
■ Anaerobe Abwasserreinigung mit Membranfiltration zur Wasserwiederverwendung	96
ENERGIE	99
■ Steigerung der Energieeffizienz durch sorptive Wärmespeicherung	100
■ EtaMax: Auto fahren mit Biogas aus Bioabfällen	102
■ Effizienter Energieeintrag in der Verfahrenstechnik durch Mikrowellen-Technologie	104



Sehr geehrte Damen und Herren,

Die großen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts, und das hat die Wirtschaftskrise besonders gezeigt, kann ein Einzelner allein nicht bewältigen. Partnerschaften und Netzwerke sind deshalb von großer Bedeutung und die Integration in das Umfeld von Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft wird auch für Forschungseinrichtungen immer wichtiger. Gemeinsam lässt sich eben mehr und vieles schneller erreichen. Das vergangene Jahr 2009 war deshalb besonders durch die Arbeit in etablierten und den Aufbau von neuen Netzwerken geprägt. Dadurch konnten wir entscheidend die Geschäftsfelder des Instituts stärken und den wirtschaftlichen Erfolg des Instituts sichern.

Durch die Integration der Abteilung »Physikalische Prozesstechnik« der ehemaligen Fraunhofer-Technologie-Entwicklungsgruppe TEG konnten wir zu Beginn des Jahres 2009 unsere Kernkompetenzen um die Themengebiete »Mechanische Verfahrenstechnik« und »Thermische Verfahrenstechnik« erweitern und so insbesondere die Geschäftsfelder Umwelt und Energie fortentwickeln. Die Abteilung ist im vergangenen Jahr zudem stark gewachsen und durch viele Projekte bestens mit den etablierten Abteilungen des Fraunhofer IGB vernetzt.

Die Mitarbeit in den Fraunhofer-Verbänden Life Sciences und Materials ist von besonderer Bedeutung für das Fraunhofer IGB, da wir hierdurch unsere Kompetenzen in den Bereichen Lebens- und Materialwissenschaften im Rahmen von Kooperationen weiterentwickeln können. Neben diesen Verbänden sind die Fraunhofer-Allianzen für das Fraunhofer IGB wichtig, da dort Lösungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette entwickelt werden. An dieser Stelle sind insbesondere die Allianzen SysWasser, Energie, Bau, Polymere Oberflächen, Nanotechnologie, Reinigungstechnik und Photokatalyse zu nennen, in die das Institut sein Fachwissen einbringt und in gemeinsamen Projekten erweitert. Die Kompetenz des Fraunhofer IGB war deshalb auch im vergangenen Jahr wieder im Rahmen interner Fraunhofer-Programme stark gefragt und hat dazu geführt, dass das Fraunhofer IGB, bezogen auf die Institutsgröße, innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft das am stärksten vernetzte Institut ist. Ein Highlight 2009 war die Gründung des Fraunhofer-Netzwerks Nachhaltigkeit, welche das Fraunhofer IGB mit initiiert hat und dem nun 17 Fraunhofer-Institute angehören. Schwerpunkte dieses Netzwerks sind die Forschung für die Nachhaltigkeit, die Nachhaltigkeit unserer Forschung und die Etablierung nachhaltiger Geschäftsprozesse.

Die Innovationskraft eines Fraunhofer-Instituts lebt auch stark von den Kooperationen mit Hochschulen. Zentraler Partner des Fraunhofer IGB ist hier die Universität Stuttgart, mit der nicht nur über das Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik (IGVT) eine enge Beziehung in Forschung und Lehre besteht. So konnte im vergangenen Jahr gemeinsam mit dem Institut für Zellbiologie und Immunologie, dem Institut für Systemtheorie und Regelungstechnik sowie dem Max-Planck-Institut für Metallforschung ein Verbundprojekt zum Thema »Biomimetic Matrices« gestartet werden, das von der Fraunhofer-Gesellschaft, der Max-Planck-Gesellschaft, der Universität Stuttgart und dem Land Baden-Württemberg finanziert wird.

Die nachhaltige stoffliche und energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe ist ein zentrales Forschungsthema des Fraunhofer IGB und konnte im vergangenen Jahr entscheidend vorangebracht werden. Mit der Gründung der Fraunhofer-Projektgruppe BioCat am Wissenschaftszentrum Straubing wurde gemeinsam mit der TU München eine Arbeitsgruppe etabliert, die sich der Entwicklung von Katalysatoren und katalytischen Verfahren für eine nachhaltige Rohstoff- und Energieversorgung auf der Basis nachwachsender Rohstoffe widmet. Der Aufbau der Fraunhofer-Projektgruppe BioCat wird durch das Land Bayern finanziell unterstützt.

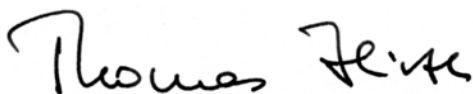
Die Überführung von Prozessen aus der Forschung in den industriellen Maßstab wird entscheidend von den Möglichkeiten zur Skalierung von Prozessen bestimmt. Im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe sind diese Möglichkeiten bisher nur wenig vorhanden. Diese Lücke wollen wir mit dem Chemisch-Biotechnologischen Prozesszentrum CBP am Chemiestandort Leuna schließen und mit Kooperationspartnern aus Forschung und Industrie die Entwicklung und Skalierung von Prozessen zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe bis zum industriellen Maßstab realisieren. Dieses Vorhaben wird durch das Land Sachsen-Anhalt, BMBF, BMELV, BMU und die Infra-Leuna GmbH finanziell unterstützt. Die Projektgruppe in Straubing und das CBP in Leuna dienen insbesondere der Stärkung der Geschäftsfelder Chemie, Umwelt und Energie.

Auch die Geschäftsfelder Medizin und Pharmazie haben im vergangenen Jahr stark von den Netzwerken des Instituts profitiert. An der medizinischen Fakultät der Universität Würzburg konnte Dank der finanziellen Unterstützung durch das Land Bayern die Projektgruppe »Regenerative Technologien für die Onkologie« eingerichtet werden. Schwerpunkte sind innovative Technologieentwicklungen für maßgeschneiderte Diagnostika, Tumor-Therapeutika und -Therapieverfahren. Darüber hinaus konnten wir im Rahmen des Attract-Programms der Fraunhofer-Gesellschaft die Finanzierung für eine Gruppe zum Thema »Kardiovaskuläres Tissue Engineering« einwerben, die zukünftig eng mit der Universität Tübingen zusammenarbeiten soll.

Durch die Orientierung unserer Geschäftsfelder und Kernkompetenzen an gesellschaftlichen Bedürfnisfeldern wie Gesundheit, Sicherheit, Umwelt, Energie und Mobilität konnten wir uns auch in wirtschaftlich schwierigen Zeiten behaupten und das Institut gut auf die Herausforderungen in den kommenden Jahren vorbereiten. Neben der Weiterentwicklung unserer Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten haben wir uns im vergangenen Jahr insbesondere einer soliden und stabilen Finanzierung des wachsenden Institutshaushalts und einer nachhaltigen Personalentwicklung des Instituts gewidmet. An dieser Stelle möchte ich insbesondere die Einführung von Zielvereinbarungen erwähnen, welche die Leistung und Entwicklung von Mitarbeitern besser bewertbar machen. Gerade die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Fraunhofer IGB und auch des Universitäts-Instituts IGVT waren es, die entscheidend zur erfolgreichen Entwicklung beider Institute beigetragen haben. Darüber hinaus konnten trotz Wirtschaftskrise im vergangenen Jahr zahlreiche neue Kunden in Industrie, weitere öffentliche Geldgeber und Stiftungen als Auftraggeber für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten gewonnen werden.

Ich freue mich sehr, wenn wir mit diesem Jahresbericht Ihr Interesse an unseren Forschungs- und Entwicklungsarbeiten wecken und Sie zukünftig eng mit uns zusammenarbeiten würden. Mit Ihnen wollen wir die Zukunft der Region, Deutschlands und Europas durch Innovationen nachhaltig gestalten. Wir wollen uns dabei von unserem Motto »Gemeinsam immer besser« leiten lassen, denn in Netzwerken lässt sich eben vieles besser und schneller erreichen. In diesem Sinne wünsche ich Ihnen viel Freude beim Lesen des neuen Jahresberichts des Fraunhofer IGB und freue mich auf Ihre Anregungen und die Zusammenarbeit.

Ihr



Thomas Hirth

PROFIL



KURZPROFIL

Das Fraunhofer IGB entwickelt und optimiert Verfahren und Produkte für die Geschäftsfelder Medizin, Pharmazie, Chemie, Umwelt und Energie. Neben Forschung und Entwicklung (FuE) bieten wir auch analytische Dienstleistungen an und beraten Sie bei der Einführung neuer Technologien. Zu unseren Kunden zählen industrielle Unternehmen unterschiedlichster Branchen sowie Bund, Länder und Kommunen.

Anwendungsorientiert und interdisziplinär

Unser Ziel ist es, FuE-Ergebnisse aus Natur- und Ingenieurwissenschaften in wirtschaftlich attraktive und gleichzeitig nachhaltige Verfahren und Produkte umzusetzen. Komplettlösungen vom Labor- bis zum Pilotmaßstab gehören dabei zu den Stärken des Instituts.

Der Erfolg neuer Verfahren und Produkte erfordert mehr denn je das interdisziplinäre Zusammenspiel von Naturwissenschaften und Verfahrenstechnik. Nahezu 300 Wissenschaftler und Techniker aus Chemie, Physik, Biologie und den Ingenieurwissenschaften arbeiten am Fraunhofer IGB und IGVT erfolgreich zusammen. Diese konstruktive Zusammenarbeit der verschiedenen Disziplinen am Institut eröffnet in Bereichen wie Medizintechnik, Nanotechnologie, industrieller Biotechnologie oder Abwasserreinigung neue Ansätze und innovative Lösungen.

Kernkompetenzen/Abteilungen

Grenzflächentechnologie und Materialwissenschaft
Molekulare Biotechnologie
Physikalische Prozesstechnik
Umweltbiotechnologie und Bioverfahrenstechnik
Zellsysteme

Projektgruppen

Chemisch-Biotechnologisches Prozesszentrum CBP, Leuna
Projektgruppe BioCat, Straubing
Projektgruppe Onkologie, Würzburg

Leitbild: Mission und Vision

»Am Fraunhofer IGB forschen wir nach den Grundsätzen guter wissenschaftlicher Praxis auf der Basis unserer Kompetenzen und Leitsätze anwendungsorientiert in den Bereichen Medizin, Pharmazie, Chemie, Umwelt und Energie und tragen mit unseren Innovationen zur nachhaltigen Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft bei.«

Gemeinsam immer besser.



KURATORIUM DES FRAUNHOFER IGB

Die Kuratorien der einzelnen Fraunhofer-Institute stehen dem Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft und der Institutsleitung beratend zur Seite. Ihnen gehören Personen der Wissenschaft, der Wirtschaft und der öffentlichen Hand an.

Mitglieder

Dr. Manfred Baier

Roche Diagnostics GmbH

Dr. Gerd Esswein

Freudenberg Forschungsdienste KG

MinDirig Dipl.-Ing. Peter Fuhrmann

Umweltministerium Baden-Württemberg

Dipl.-Ing. Hermann Göhl

Gambro Dialysatoren GmbH

MinDirig Dr. Fritz Holzwarth

Bundesministerium für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit

Prof. Dr. Dieter Jahn (Vorsitzender)

BASF AG

MinDirig Dr. Heribert Knorr

Ministerium für Wissenschaft, Forschung
und Kunst Baden-Württemberg

RegDir Dr. Jürgen Ohlhoff

Bundesministerium für Ernährung,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Prof. Dr. Klaus Pfizenmaier

Institut für Zellbiologie und Immunologie,
Universität Stuttgart

Prof. Dr. Dr. h. c. Ralf Riedel

Fachgebiet Disperse Feststoffe, Fach-
bereich Material- und Geowissen-
schaften, Technische Universität
Darmstadt

Dipl.-Ing. Otmar Schön

HYDAC Technology GmbH

Dr. Jürgen Stebani

Polymaterials AG

Dr. Thomas Stiefel

biosyn Arzneimittel GmbH

MinRat Dr. Joachim Wekerle

Wirtschaftsministerium Baden-
Württemberg

Prof. Dr. Rolf G. Werner

Boehringer Ingelheim Pharma
GmbH & Co. KG

Dr. Günter Wich

Wacker Chemie AG

Prof. Dr. Karl-Heinz Wiesmüller

EMC microcollections GmbH

Dr. Wieland Wolf

Dr. Rentschler Holding GmbH & Co. KG

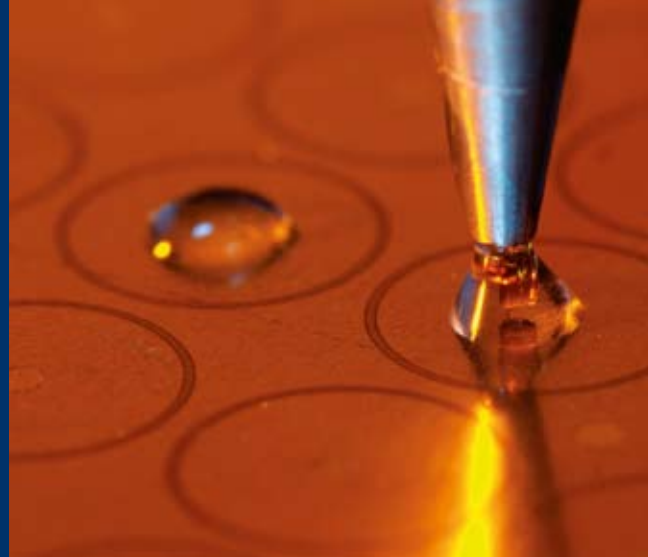
Ständige Gäste

Prof. Dr. Herwig Brunner

Ehemaliger Institutsleiter

Prof. Dr. Uwe Heinrich

Fraunhofer-Institut für Toxikologie
und Experimentelle Medizin ITEM



ANGEBOT UND INFRASTRUKTUR

Forschung und Entwicklung (FuE) am Fraunhofer IGB reichen von den naturwissenschaftlichen und technischen Grundlagen bis hin zu Entwicklungen im Labor-, Pilot- und Technikumsmaßstab. Auch der Bau und Testbetrieb von Pilotanlagen gehört zu unserem Angebot, ebenso Patentrecherchen, Marktanalysen und Machbarkeitsstudien zu Beginn eines Projekts. Führungskräfte bilden wir in unseren Seminaren und Workshops weiter, Schüler und Studenten führen wir in die faszinierende Welt der Forschung ein.

Infrastruktur, Labor- und Geräteausstattung

Das Fraunhofer IGB verfügt über moderne Labore mit einer hervorragenden Ausstattung. Unser zentrales Chemikalien- und Schadstofflager wird vom gesamten Stuttgarter Fraunhofer-Institutszentrum genutzt.

Analytik: Qualitätsmanagement und Akkreditierung

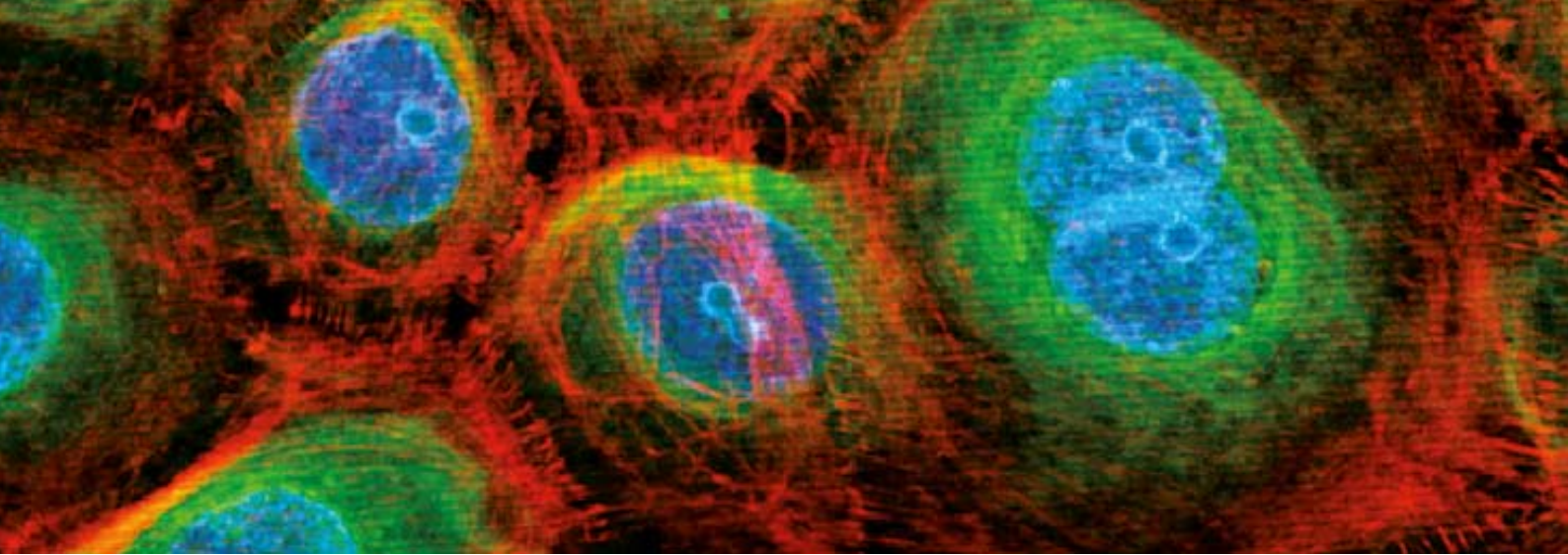
Ein Qualitätsmanagementsystem sorgt dafür, dass die Analytik in den Referenzlaboratorien des Fraunhofer IGB höchsten Standards entspricht. Die Akkreditierung unserer Analytik garantiert, dass speziell entwickelte Hausmethoden im erforderlichen

Umfang validiert werden und die Qualität unserer Prüfungen auch dann gewährleistet ist, wenn keine genormten Methoden zur Verfügung stehen. Folgende Prüfarten/Methoden sind nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert:

- Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC)
- Ionenchromatographie (IC)
- Gelpermeationschromatographie (GPC)
- Gaschromatographie (GC, GC/MS)
- Atomemissionsspektrometrie (ICP-OES)
- Elektronenspektroskopie zur chemischen Analyse (ESCA/XPS)

Akkreditierte Prüfung der Biokompatibilität und Bioverfügbarkeit

Für die Prüfung der Biokompatibilität mit Zelllinien und unserem 3-D-Hautmodell sind wir nach DIN ISO 10993-5 akkreditiert. Im Dezember 2009 wurde auch unser zweidimensionales Darmtestsystem (Caco-2) in den akkreditierten Prüfbericht aufgenommen. Als Hausmethode ist es zur Klassifizierung von Substanzen bezüglich ihres Transportverhaltens durch die Deutsche Gesellschaft für Akkreditierung (DGA) beurkundet worden und ermöglicht uns dadurch die Zertifizierung der Testergebnisse.



GMP-Einheit und Herstellungserlaubnis für Zellpräparate

Das Fraunhofer IGB verfügt über eine GMP-Einheit (Good Manufacturing Practice) nach Sicherheitsstufe S2 GenTSV, die zur Entwicklung und Herstellung klinischer Prüfware von Zell- und Tissue-Engineering-Produkten genutzt wird.

Gute Laborpraxis – GLP-Prüfeinrichtung

Ebenso verfügen wir über eine GLP-Prüfeinrichtung für die Prüfkategorie 9: Zellbasierte Testsysteme zur Bestimmung biologischer Parameter. Hierunter fällt beispielsweise die Bestimmung der biologischen Aktivität von Typ-I-Interferonen mit dem Antiviralen Assay (AVA).

Spezielle Dienstleistungen

Physikalisch-chemische Analytik:

Qualitätskontrolle, Lebensmittelanalytik, Spuren-, Rückstands- und Umweltanalytik, Wasseranalytik

Oberflächen- und Partikelanalytik:

Charakterisierung chemischer, physikalischer und morphologischer Eigenschaften von Materialoberflächen, dünnen Schichten, Pulvern und Partikeln

Biochemische und molekularbiologische Analytik:

Biochips, RNA- und Proteinexpressionsprofile, Proteinanalytik u. a. mit MALDI-TOF/TOF-Massenspektrometrie

Zellbiologische Analytik:

Zellsortierung und -charakterisierung, Einzelzell-Entnahme/ Mikrodissektion, Qualitäts- und Sterilitätskontrolle von Tissue-Engineering-Produkten

REACH:

Bewertung und Prüfung von Chemikalien

Für weitere Informationen fordern Sie bitte unsere Broschüren an oder informieren Sie sich unter: www.igb.fraunhofer.de

DAS INSTITUT IN ZAHLEN

Personal

Am 31. Dezember 2009 waren am Fraunhofer IGB 245 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter tätig, davon nahezu 90 Prozent im wissenschaftlichen und technischen Bereich. Der Frauenanteil betrug 53 Prozent.

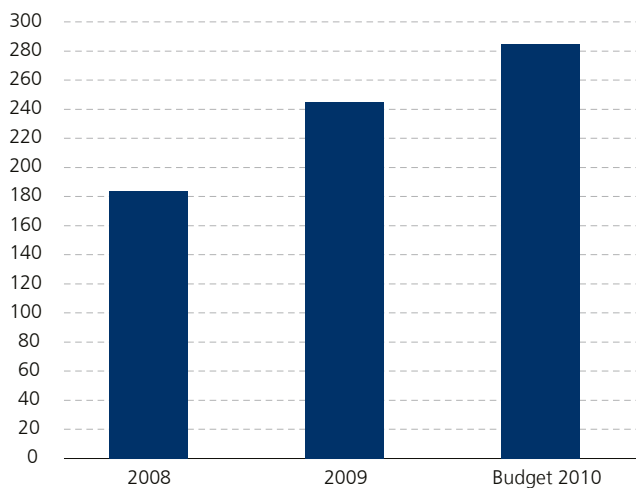
59 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend Wissenschaftler und Doktoranden sowie technisches Personal und studentische Hilfskräfte, zählte das IGVT der Universität Stuttgart zum 31. Dezember 2009. Der Frauenanteil am IGVT betrug 59 Prozent.

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von IGB und IGVT kommen aus 26 verschiedenen Nationen und arbeiten eng vernetzt.

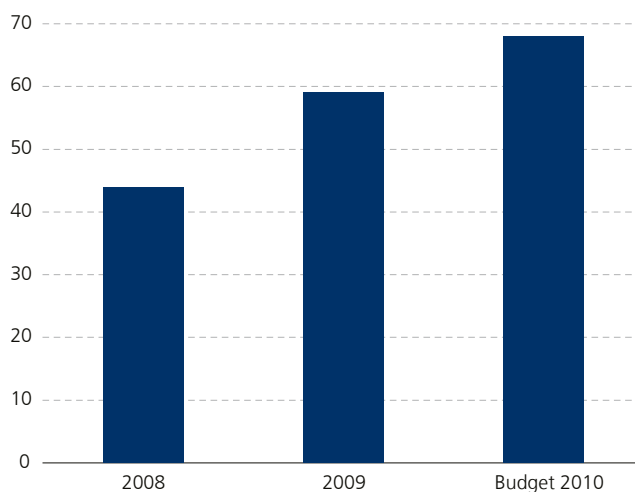
Mitarbeiter Fraunhofer IGB	Anzahl
Wissenschaftler	60
Technisches Personal	49
Studienarbeiter/Diplomanden/Praktikanten	59
Student./Wissenschaftl. Hilfskräfte	50
Verwaltungsmitarbeiter/Sekretariate	19
Auszubildende	8
Summe	245

Mitarbeiter IGVT	Anzahl
Wissenschaftler/Doktoranden	53
Technisches Personal	2
Student./Wissenschaftl. Hilfskräfte	4
Summe	59

Anzahl Mitarbeiter IGB



Anzahl Mitarbeiter IGVT

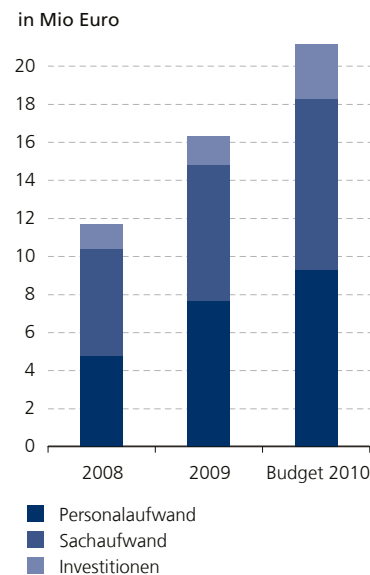


Haushalt Fraunhofer IGB

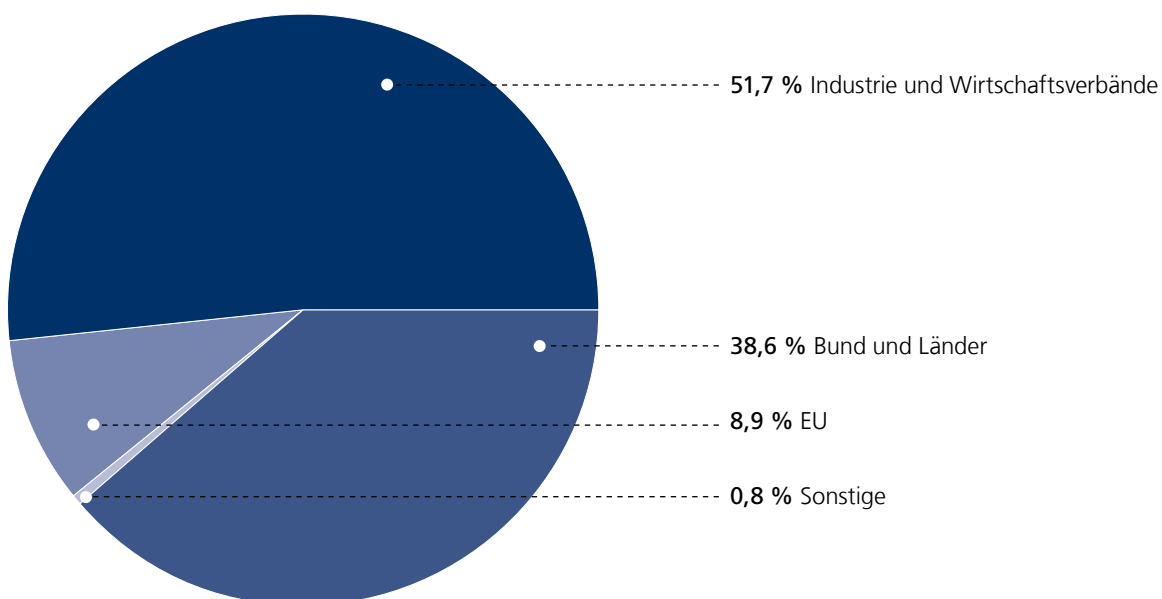
Der Gesamthaushalt umfasste im Berichtsjahr ein Volumen von 16,3 Mio €. Auf den Betriebshaushalt entfielen 14,8 Mio €, davon 7,7 Mio € auf den Personalaufwand und 7,1 Mio € auf den Sachaufwand, Investitionen wurden in Höhe von 1,5 Mio € getätigt.

71 Prozent des Betriebshaushaltes waren eigene Erträge. 51,7 Prozent der Eigenenerträge stammen aus Projekten, die unmittelbar für industrielle Auftraggeber abgewickelt wurden.

ENTWICKLUNG DES GESAMTHAUSHALTS



HERKUNFT DER EIGENEN ERTRÄGE



ORGANIGRAMM



Institutsleiter
Prof. Dr. Thomas Hirth
Telefon +49 711 970-4400
thomas.hirth@igb.fraunhofer.de



Stellv. Institutsleiter
Prof. Dr. Walter Trösch
Telefon +49 711 970-4220
walter.troesch@igb.fraunhofer.de



Assistenz der Institutsleitung
Christine Demmler
Telefon +49 711 970-4401
christine.demmler@igb.fraunhofer.de



Verwaltungsleiter
Ass. Ulrich Laitenberger
Telefon +49 711 970-4004
ulrich.laitenberger@igb.fraunhofer.de



Controlling
Dipl.-Kfm. Michael Bangert
Telefon +49 711 970-4019
michael.bangert@igb.fraunhofer.de



Personal
Katja Rösslein M. A.
Telefon +49 711 970-4009
katja.roesslein@igb.fraunhofer.de



Controlling
Dipl.-Kfm. Brigitte Steinmetz
Telefon +49 711 970-4018
brigitte.steinmetz@igb.fraunhofer.de

GRENZFLÄCHENTECHNOLOGIE UND MATERIALWISSENSCHAFT



Dr. Christian Oehr
Telefon +49 711 970-4137
christian.oehr@igb.fraunhofer.de



Priv.-Doz. Dr. Günter Tovar
Telefon +49 711 970-4109
guenter.tovar@igb.fraunhofer.de



Dr. Uwe Vohrer
Telefon +49 711 970-4134
uwe.vohrer@igb.fraunhofer.de

MOLEKULARE BIOTECHNOLOGIE



Priv.-Doz. Dr. Steffen Rupp
Telefon +49 711 970-4045
steffen.rupp@igb.fraunhofer.de



Dr. Kai Sohn
Telefon +49 711 970-4055
kai.sohn@igb.fraunhofer.de

PHYSIKALISCHE PROZESSTECHNIK



Dipl.-Ing. Siegfried Egner
Telefon +49 711 970-3643
siegfried.egner@igb.fraunhofer.de



Dipl.-Ing. Mike Blicker
Telefon +49 711 970-3539
mike.blicker@igb.fraunhofer.de



Alexander Karos M. Sc.
Telefon +49 711 970-3564
alexander.karos@igb.fraunhofer.de

- Plasmatechnik und dünne Schichten
- Polymere Grenzflächen und Materialien
- Anorganische Grenzflächen und Membranen
- Biomimetische Strukturen und Biomaterialien
- Partikuläre Systeme und Formulierungen
- Kohlenstoffbasierte Materialien und Oberflächenanalytik

- Arraytechnologie und Systembiologie
- Functional Genomics
- Molekularbiologie und Biochemie
- Enzym-, Stamm- und Prozessentwicklung für die Biotechnologie
- Analytik

- Wärme- und Sorptionssysteme
- Trocknung und Extraktion
- Nährstoffrückgewinnung
- Elektrophysikalische Prozesse
- Oxidative Wasseraufbereitung
- Konstruktion und Systemintegration

**Business Development**

Dipl.-Agr.-Biol. Sabine Krieg
 Telefon +49 711 970-4003
 sabine.krieg@igb.fraunhofer.de

**European Business Development**

Ina Andrees M. A.
 Telefon +49 711 970-3621
 ina.andrees@igb.fraunhofer.de

**Presse und Öffentlichkeitsarbeit**

Dr. Claudia Vorbeck
 Telefon +49 711 970-4031
 claudia.vorbeck@igb.fraunhofer.de

**UMWELTBIOTECHNOLOGIE
UND BIOVERFAHRENSTECHNIK****Prof. Dr. Walter Trösch**

Telefon +49 711 970-4220
 walter.troesch@igb.fraunhofer.de

**Dipl.-Ing. Ursula Schließmann**

Telefon +49 711 970-4122
 ursula.schließmann@igb.fraunhofer.de

**Dr. Iris Trick**

Telefon +49 711 970-4217
 iris.trick@igb.fraunhofer.de

- Wassermanagement
- Biobasierte Rohstoffe
- Bioenergie
- Grenzflächenbiologie

ZELLSYSTEME**Prof. Dr. Heike Walles**

(ehemals Mertsching)
 Telefon +49 711 970-4117
 heike.walles@igb.fraunhofer.de

**Dr. Petra Kluger**

Telefon +49 711 970-4072
 petra.kluger@igb.fraunhofer.de

**Dr. Johanna Schanz**

Telefon +49 711 970-4073
 johanna.schanz@igb.fraunhofer.de

- Avaskuläre Testsysteme
- Vaskularisierte Testsysteme
- Zellen und Biomaterialien
- Bioreaktoren für das Tissue Engineering
- Toxikologie und Akkreditierung
- GMP-Herstellung von zellbasierten Produkten

PROJEKTGRUPPEN**Chemisch-Biotechnologisches
Prozesszentrum CBP, Leuna**

Prof. Dr. Thomas Hirth
 Telefon +49 711 970-4400
 thomas.hirth@igb.fraunhofer.de

**Projektgruppe BioCat,
Straubing**

Prof. Dr. Volker Sieber
 Telefon +49 9421 187-300
 volker.sieber@igb.fraunhofer.de

**Projektgruppe Onkologie,
Würzburg**

Prof. Dr. Heike Walles
 Telefon +49 931 31-88828
 heike.walles@uni-wuerzburg.de

ATTRACT-GRUPPE**Kardiovaskuläres Tissue Engineering**

Dr. Katja Schenke-Layland
 Telefon +49 711 970-4082
 katja.schenke-layland@igb.fraunhofer.de

FRAUNHOFER IGB IN NETZWERKEN

Das Fraunhofer IGB ist aktives Mitglied in zahlreichen nationalen und internationalen Forschungsnetzwerken. Kooperationen mit verschiedenen Universitäts- und außeruniversitären Forschungsinstituten sowie die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit anderen Fraunhofer-Instituten ergänzen die eigenen Kompetenzen und ermöglichen es uns, Synergien im Sinne unserer industrieller Kunden zu nutzen. Ebenso sind wir aktiv daran beteiligt, strategische, wirtschaftliche und nachhaltige Positionen im forschungspolitischen Umfeld voranzutreiben.

Mehrwert durch »Fraunhofer-Netzwerk«

Innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft gehört das Fraunhofer IGB zum Fraunhofer-Verbund Life Sciences (VLS) und ist aufgrund seiner starken materialwissenschaftlichen Kompetenz seit 2008 auch Gast im Fraunhofer-Verbund Materials. Zudem sind wir in zahlreichen, thematisch passenden Fraunhofer-Allianzen aktiv.

Eine Analyse der Forschungsanträge für die Programme MAVO und WISA, den größten Konsortien innerhalb der Fraunhofer-internen Förderprogramme, belegt: Bezogen auf die Institutgröße ist das Fraunhofer IGB das am dichtesten vernetzte Fraunhofer-Institut. So fördern wir interdisziplinäres Wissen und schaffen den Nährboden für Innovationen.

Vernetzung mit Universitäten

Ohne Grundlagenforschung geht es nicht. Daher halten wir am Institut die Kontakte zu den benachbarten Universitäten so eng wie möglich, über wissenschaftliche Kooperationen ebenso wie über die Verpflichtungen einer Universitätsprofessur oder Lehrbefugnis unserer Mitarbeiter, auch über unsere Projektgruppen an Standorten außerhalb Stuttgarts:

- **Prof. Dr. Thomas Hirth,**
Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik,
Ordinarius an der Universität Stuttgart
- **Priv.-Doz. Dr. Steffen Rupp,**
Fakultät Chemie der Universität Stuttgart, Biochemie
- **Prof. Dr. Volker Sieber,**
Lehrstuhl für Chemie Biogener Rohstoffe,
Technische Universität München
- **Priv.-Doz. Dr. Günter Tovar,**
Fakultät Chemie der Universität Stuttgart,
Physikalische Chemie
- **Prof. Dr. Walter Trösch,**
Apl. Professur für Biotechnologie, Universität Hohenheim
- **Prof. Dr. Heike Walles,**
Lehrstuhl für Tissue Engineering und Regenerative Medizin,
Universität Würzburg



EU-Netzwerke

EU-Arbeitskreis der wirtschaftsnahen

Forschungseinrichtungen in Baden-Württemberg

Baden-Württemberg ist mit Abstand das erfolgreichste deutsche Bundesland im 6. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Union. Mit 672 Mio € Förderung liegt das Land noch vor EU-Staaten wie Österreich und Dänemark. Einen Beitrag zum Erfolg leistet auch die Vernetzung der Forschungseinrichtungen und Universitäten. Das Fraunhofer IGB ist Mitglied im EU-Arbeitskreis der wirtschaftsnahen Forschungseinrichtungen in Baden-Württemberg, in dem der regionale Austausch zum Thema EU-Förderung durch nicht-universitäre Forschungseinrichtungen der angewandten Forschung forciert wird. Ein Höhepunkt der Arbeitskreisaktivitäten war die Informationsveranstaltung zur Europäischen Forschungsförderung im Januar 2009 in der Brüsseler Landesvertretung Baden-Württemberg mit anschließendem Besuch bei Herrn Rainer Wieland, Mitglied des Europäischen Parlaments.

Fraunhofer EU-Netzwerk

Vom 27. bis 28. Oktober 2009 haben die in Stuttgart angesiedelten Fraunhofer-Institute das zweimal jährlich stattfindende Treffen des Fraunhofer-internen EU-Netzwerks ausgerichtet. Über 30 Teilnehmer aus 18 Instituten haben sich zu strategischen Aspekten, Antragstellung und erfolgreicher Durchführung von EU-Projekten austauschen können.

Fraunhofer-Netzwerk

International Business Development (IBD)

Als aktives Mitglied beteiligt sich das Fraunhofer IGB am Ausbau des IBD-Netzwerks, das u. a. die interne Vernetzung international arbeitender Fraunhofer-Institute und damit auch die bessere Sichtbarkeit der Marke Fraunhofer weltweit zum Ziel hat. Für das Fraunhofer IGB stehen derzeit die Länder Lateinamerikas mit den Themen Wasser und Bioenergie im Fokus.

Fraunhofer-Netzwerk Nachhaltigkeit

Nachhaltige Entwicklung ist das vermutlich bedeutendste politische Leitziel unserer Zeit. Das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung (»Sustainable Development«) berücksichtigt Umweltgesichtspunkte gleichberechtigt mit sozialen und wirtschaftlichen Aspekten und beinhaltet gleichzeitig unsere intra- und intergenerative Verantwortung. Der 2007 gegründete Fraunhofer-Arbeitskreis »Nachhaltigkeit und Forschung« hat sich im Dezember 2009 zu einem offiziellen Netzwerk umformiert. Als Vorsitzender des Fraunhofer-Netzwerks Nachhaltigkeit setzt Institutsleiter Prof. Dr. Thomas Hirth nicht nur richtungsweisende Impulse für eine soziale, ökologische und wirtschaftliche Ausrichtung des Fraunhofer IGB, sondern für die gesamte Fraunhofer-Gesellschaft. Im Rahmen der Nachhaltigkeitsaktivitäten beteiligte sich das Fraunhofer IGB zusammen mit Fraunhofer UMSICHT im Mai 2009 mit einem Gemeinschaftsstand an der von der Europäischen Kommission ausgerichteten Konferenz »Sustainable Development – a challenge for European research«. Die Exponate des Fraunhofer IGB zur industriellen Biotechnologie und Wärmespeicherung mit Zeolithen fanden großen Anklang beim europäischen Publikum aus Forschung, Wirtschaft und Politik.

IGB IN FRAUNHOFER- VERBÜNDEN UND -ALLIANZEN

Fachlich verwandte Fraunhofer-Institute arbeiten in Verbänden zusammen, treten gemeinsam am FuE-Markt auf und wirken in der Fraunhofer-Unternehmenspolitik mit. Abteilungen verschiedener Institute mit einander ergänzenden Kompetenzen organisieren sich in Fraunhofer-Allianzen, um Lösungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette anzubieten und institutsübergreifende Lösungsangebote zu vermitteln. Außerhalb dieser Netzwerke forschen Fraunhofer-Institute innerhalb von Fraunhofer-Vorlauforschungsprogrammen gemeinsam.

Fraunhofer-Verbund Life Sciences

EMB, IBMT, IGB, IME, ITEM, IVV, IZI
www.lifesciences.fraunhofer.de

Die Lebenswissenschaften bilden das Kerngeschäft dieses Verbundes. Er ist damit ein wichtiger FuE-Partner für die Pharma- und Medizintechnikbranche sowie für Biotech-Unternehmen. Durch die Bündelung komplementärer Kompetenzen verfügt der Fraunhofer-Verbund Life Sciences über ein breites Technologiespektrum und umfassendes Leistungsangebot. Die internationale Ausrichtung des Verbundes trägt der Globalisierung dieses Wissenschafts- und Wirtschaftsbereichs Rechnung. Zu den Geschäftsfeldern gehören Themen wie medizinische Translationsforschung und Biomedizintechnik, regenerative Medizin, gesunde Lebensmittel, Biotechnologie sowie Sicherheit bei Prozessen, Chemikalien und Pflanzenschutzmitteln. Eine Vielzahl zentraler Kompetenzen des Fraunhofer IGB fand hier Eingang.

Fraunhofer-Verbund Materials

EMI, IAP, IBP, ICT, IFAM, IGB (Gast), IKTS, ISC, ISE, ISI, ITWM (Gast), IWM, IZFP, LBF, WKI
www.vbw.fraunhofer.de

Die Materialforschung umfasst die Wertschöpfungskette von der Entwicklung neuer und der Verbesserung bestehender Materialien über die Herstelltechnologie im industrienahen Maßstab, die Charakterisierung der Eigenschaften bis hin zur Bewertung des Einsatzverhaltens. Der Verbund deckt den gesamten Bereich an metallischen, anorganisch-nichtmetallischen, polymeren und aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugten Werkstoffen ab. Das Fraunhofer IGB mit seiner starken materialwissenschaftlichen Kompetenz ist seit 2008 Gast in diesem Verbund.

Fraunhofer-Allianz Bau

EMI, IAO, IBP, ICT, IFAM, IGB, IMS, IRB, ISC, ISE, IVV, IWM, IZFP, LBF, UMSICHT, WKI
www.bau.fraunhofer.de

Die Fraunhofer-Allianz Bau bietet Bau-Kompetenz aus einer Hand durch integrale Systemlösungen. Die systematische Betrachtung von Gebäuden – vom Werkstoff, Bauteil, Raum, Gebäude bis zur Siedlung – fällt ebenso ins Portfolio der Allianz Bau wie die chronologische Betrachtung eines Gebäudes – der gesamte Lebenszyklus von der Idee bis zum Recycling. Das Fraunhofer IGB bringt sich in die noch junge Allianz mit neuen Infrastrukturkonzepten zu semi-dezentralem Energie- und Wassermanagement sowie seiner mikrobiologischen Kompetenz für baubiologische Fragestellungen ein.

Fraunhofer-Allianz Energie

CSE, IBP, ICT, IFF, IGB, IIS, IISB, IKTS, IOSB/AST, ISC, ISE, ISI, ISIT, IWES, UMSICHT
www.energie.fraunhofer.de

Die Allianz Energie bietet ein Portal für die Energietechnologie und Energiewirtschaft. Insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen, aber auch die Politik, profitiert von der Technologieführerschaft Deutschlands bei der effizienten Nutzung von Energie und der Erschließung erneuerbarer Energieträger. Das Fraunhofer IGB engagiert sich im Verbund mit der stofflich-energetischen Verwertung organischer Roh-, Rest- und Abfallstoffe (z. B. Biogasproduktion) und der Membrantechnik, insbesondere für die Gasreinigung/Reformierung und den Einsatz in Brennstoffzellen.



Fraunhofer-Allianz Nanotechnologie

ENAS, IAO, IAP, ICT, IFAM, IFF, IGB, IISB, IKTS, IPA, ISC, ISE, ISI, ITEM, IVV, IWM, IWS, IZFP, LBF
www.nano.fraunhofer.de

Etwa ein Drittel aller Fraunhofer-Institute ist auf dem Gebiet der Nanotechnologie tätig. Die Aktivitäten der Allianz konzentrieren sich auf drei Leitthemen: Multifunktionelle Schichten für den Automobilbereich, das Design spezieller Nanopartikel als Trägersubstanzen für Biotechnik und Medizin sowie den Einsatz von Carbon Nanotubes für aktorische Anwendungen – die beiden letztgenannten sind auch Schwerpunkte am Fraunhofer IGB. Priv.-Doz. Dr. Günter Tovar ist stellvertretender Sprecher und zentraler Ansprechpartner für die Nanobiotechnologie.

Fraunhofer-Allianz Photokatalyse

FEP, ICT, IFAM, IGB, IME, ISC, ISE, IST, IWS
www.photokatalyse.fraunhofer.de

Neun Fraunhofer-Institute arbeiten an der Entwicklung wirksamer und leistungsfähiger Photokatalysatoren, die sich auf Glas, Keramik, Kunststoff oder Metall anwenden lassen. Mithilfe von Vakuumplasmaverfahren, Sol-Gel-Technologien und Wasserlacken werden selbstreinigende Schichten entwickelt, die organische Verbindungen abbauen und bakterizid wirken. Um schnell und zuverlässig Aussagen über die photokatalytische Aktivität der Schicht zu treffen, entwickelt die Allianz Prüfverfahren für die chemisch-physikalische und mikrobiologische Bewertung – letztere ist das Feld des Fraunhofer IGB innerhalb der Allianz.

Fraunhofer-Allianz Polymere Oberflächen POLO

FEP, IAP, IFAM, IGB, IPA, ISC, IVV
www.polo.fraunhofer.de

POLO fasst die Kernkompetenzen von sieben Fraunhofer-Instituten zur Entwicklung von polymeren Produkten mit neuen oder verbesserten Eigenschaften durch funktionelle Oberflächen, Grenzflächen oder dünne Schichten zusammen. POLO ist eine der ersten Allianzen, gemeinsam wurden bereits erfolgrei-

che Produkte entwickelt und vermarktet, z. B. »Antimikrobiell wirksame Polymeroberflächen«. Dr. Christian Oehr ist seit der Gründung Mitglied im Direktorium und hat maßgeblich zum Erfolg von POLO beigetragen.

Fraunhofer-Allianz Reinigungstechnik

FEP, IFAM, IGB, ILT, IPA, IPK, IST, IWS
www.allianz-reinigungstechnik.de

Die Reinigungstechnik hat in den letzten Jahren fortlaufend an Bedeutung gewonnen, z. B. an Bauwerken, in der hygienischen Produktion oder der Mikrosystemtechnik. Mit Gründung der Allianz existiert nun eine gebündelte Kompetenz, die das gesamte Feld der Reinigung abdeckt, und eine zentrale Anlaufstelle, die Anfragen und Projekte koordiniert bearbeitet. Das Fraunhofer IGB bringt sein Know-how bei der Plasmareinigung von Oberflächen vor deren Beschichtung und bei der elektrostatischen Oberflächenreinigung ein. Der Reinigungserfolg wird am IGB mit allen gängigen oberflächenanalytischen Methoden bewertet. Die Bewertung mikrobieller Kontaminationen ist ein weiteres Kompetenzfeld des Fraunhofer IGB.

Fraunhofer-Allianz SysWasser

Vollmitglieder: IGB, IOSB, ISI, IST, UMSICHT, IKTS, ISE, IPK, ILT
Assoziierte Mitglieder: IML, ITWM, IVI, IVV, IZFP
www.syswasser.de

Seit Juni 2007 bündeln 14 Fraunhofer-Institute ihre Kompetenzen in der Entwicklung von Wassersystemtechnologien. Unter Berücksichtigung der sozialen, ökonomischen und ökologischen Konsequenzen will die Allianz nachhaltige Lösungen für Wassergewinnung, Infrastruktur und Abwasserreinigung in praxisorientierte, nationale und internationale Anwendungen überführen. Sprecher von SysWasser ist Prof. Dr. Walter Trösch, der die Gründung der Allianz maßgeblich vorangetrieben hat. Sein Ziel ist auch eine systemische Vernetzung der Allianz zum Energie-, Abfall- und Landwirtschaftssektor.

HIGHLIGHTS 09

Das Jahr 2009 war ein äußerst erfolgreiches Jahr für das Fraunhofer IGB: Die Exzellenz der Arbeiten wurde durch zahlreiche Auszeichnungen belegt. Drei neue Projektgruppen in Leuna, Straubing und Würzburg sowie die Bewilligung einer Attract-Forschergruppe sowie neue internationale Aktivitäten und Kooperationen ermöglichen, Kompetenzen und Leistungen noch weiter zu vertiefen und auszubauen. Daneben nimmt das Fraunhofer IGB auch den gesellschaftlichen Auftrag wahr, Schüler für MINT-Fächer zu begeistern und zukünftige Technologien einer breiten Öffentlichkeit nahezubringen.

PREISE UND AUSZEICHNUNGEN

Der Erfolg der wissenschaftlichen Arbeiten des Fraunhofer IGB zeigt sich auch an zahlreichen renommierten Preisen für die Mitarbeiter. Das von Dr. Johanna Schanz unter Betreuung von Professor Heike Walles entwickelte vaskularisierte Lebermodell beispielsweise, welches außerhalb des Körpers über längere Zeit lebensfähig ist und sich für Medikamententests eignet, wurde gleich zweimal ausgezeichnet.

Tierschutz-Forschungspreis

Tierversuche sind in der präklinischen Phase bei der Zulassung von Medikamenten noch das Standardprüfinstrument. In ihrer Doktorarbeit am Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik IGVT der Universität Stuttgart entwickelte Dr. Johanna Schanz ein Lebermodell, das zukünftig eine Alternative zum Tierversuch für Medikamententests bieten könnte. Hierfür wurde die Wissenschaftlerin, heute Stv. Abteilungsleiterin Zellsysteme am Fraunhofer IGB, am 26. Oktober 2009 in Berlin mit dem Forschungspreis zur Förderung methodischer Arbeiten mit dem Ziel der Einschränkung und des Ersatzes von Tierversuchen des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz ausgezeichnet.

1 Preis »Technik für den Menschen«

Dr. Johanna Schanz erarbeitete in ihrer Diplom- und Doktorarbeit unter Betreuung von Professor Heike Walles Methoden zur Rebesiedlung der Blutgefäßstrukturen einer biologischen Trägerstruktur. Damit wird die Herstellung komplexer humaner Gewebe möglich, die von einem Blutgefäßäquivalent durchzogen sind. Diese Gewebe können als Testsysteme genutzt werden, um *in vitro* Aussagen über mögliche toxische Effekte neuer Wirkstoffe auf den Menschen zu untersuchen. Für ihre Leistung wurde den Forscherinnen am 23. Juni 2009 auf der Jahrestagung der Fraunhofer-Gesellschaft der Preis »Technik für den Menschen« übergeben. Der Preis wird von ehemaligen Fraunhofer-Vorständen und -Institutsleitern ausgelobt.

Ferchau-Innovationspreis

Der erste Platz des Ferchau-Innovationspreises 2009 ging an eine Forschergruppe um Professor Walter Trösch, Leiter der Abteilung Umweltbiotechnologie und Bioverfahrenstechnik am Fraunhofer IGB. Trösch setzt auf Algen, wenn es darum geht, fossiles CO₂ zu binden. Dazu hat er zusammen mit Dr. Ulrike Schmid-Staiger und der Subitec GmbH eine



wirtschaftliche Reaktorplattform entwickelt, mit der sich CO₂ aus Rauchgasanlagen verwerten lässt. Dabei produzieren die Algen Vitamine und Fettsäuren sowie pharmazeutische Wirkstoffe und die Restbiomasse liefert regenerative Energieträger. Die Auszeichnung stand unter dem Motto »Technik für die Umwelt« und wurde am 20. April 2009 auf der Hannover-Messe verliehen.

2 Hugo-Geiger-Preis

Christian Grumaz gelang es in seiner Diplomarbeit am Fraunhofer IGB, eine neue Methode zur Herstellung von cDNA-Fragmenten aus biologischem Probenmaterial zu realisieren. Sie erlaubt es, aus 10 bis 100 Pikogramm Gesamt-RNA globale Transkriptionsprofile zu erstellen, und ist damit um den Faktor 10 000 empfindlicher als bisherige Methoden. Die neue Technologie soll vor allem in den Bereichen Diagnostik, Medikamentenentwicklung und Grundlagenforschung zur Anwendung kommen. Bei der Fraunhofer-Jahrestagung am 23. Juni 2009 wurde der Diplom-Biologe Grumaz hierfür mit dem Hugo-Geiger-Preis 2009, einem Preis des Bayerischen Staatsministeriums für hervorragende und anwendungsorientierte Diplomarbeiten an Fraunhofer-Instituten, ausgezeichnet.

Preis der Vereinigung von Freunden der Universität Stuttgart

Gegenstand der am IGVT in Kooperation mit dem Fraunhofer IGB angefertigten Diplomarbeit von Marc Panas waren die Herstellung und Charakterisierung von planaren, nano- oder mikrostrukturierten, amino- oder carboxyfunktionalisierten Glasoberflächen sowie die Untersuchung der Interaktionen primärer humaner Keratinozyten mit diesen Substraten. Als herausragende wissenschaftliche Arbeit der Fakultät 4 »Energie-, Verfahrens- und Biotechnik« 2009 wurde die Abschlussarbeit durch die »Vereinigung von Freunden der Universität Stuttgart e. V.« ausgezeichnet

Posterpreise

Die Auszeichnung »Best Poster« erhielten Petra J. Kluger, Julia Maierle, Heiko Büth, Frank Pretzsch, Esther C. E. Novosel, Christian Wenzel, Christian Brecher und Heike Mertsching für ihr Poster »Development of high-volume producible nano- and microstructured surfaces for studying cell-substrate interaction« beim 3rd International Symposium on Interface Biology of Implants vom 13.-15. Mai 2009 in Warnemünde.

Ebenfalls mit einem Posterpreis ausgezeichnet wurde der Beitrag »Prozessentwicklung zur Herstellung von N-Acetylglucosamin (NAG) mit neuen Chitinasen« von Karin Moß, Susanne Zibek, Thomas Hirth und Steffen Rupp bei der von der DECHEMA veranstalteten Vortrags- und Diskussionstagung »Biokatalyse: Neue Verfahren, Neue Produkte« vom 18.-20. Mai 2009 in Bad Schandau.

NEUE PROJEKTGRUPPEN

Fraunhofer-Institute spielen eine herausragende Rolle in der regionalen Innovationslandschaft. Als leistungsfähige Brücke zwischen Wissenschaft und Wirtschaft sorgen sie für raschen Technologietransfer – auch für die regionalen Unternehmen. Dem Fraunhofer IGB ist es gelungen, die Förderung dreier neuer Fraunhofer-Projektgruppen in die Wege zu leiten und damit die eigene Vernetzung über Baden-Württemberg hinaus voranzutreiben. Das Chemisch-Biotechnologische Prozesszentrum CBP in Leuna wird gemeinsam vom Wirtschaftsministerium des Landes Sachsen-Anhalt sowie den Bundesministerien für Bildung und Forschung (BMBF), für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) und für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) finanziert. Bayern hat mit seiner Hightech-Programloffensive »BayernFIT – Forschung, Innovation, Technologie« insgesamt erhebliche Mittel in den Ausbau themenspezifischer Fraunhofer-Aktivitäten in Bayern als Wirtschafts- und Technologiestandort gesetzt. Zwei der hier geförderten Projektgruppen sind dem Fraunhofer IGB zugeordnet.

1 Chemisch-Biotechnologisches Prozesszentrum CBP, Leuna

Mit der Zustimmung durch den Bund-Länder-Ausschuss im Juli 2009 konnte die Planung für das Chemisch-Biotechnologische Prozesszentrum CBP in Angriff genommen werden. Das CBP in Leuna schließt die Lücke zwischen Technikum und industrieller Umsetzung: Durch die Bereitstellung von Infrastruktur und Anlagen ermöglicht es Kooperationspartnern aus Forschung und Industrie die Entwicklung und Skalierung von Prozessen zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe im industriellen Maßstab. So entsteht mit dem CBP eine bisher einmalige Plattform zur Entwicklung der industriellen (weißen) Biotechnologie bis in produktrelevante Dimensionen mit direkter Anbindung an die chemische Industrie einerseits und an die Fraunhofer-Forschung andererseits. Es wird von der Fraunhofer-Gesellschaft, koordiniert durch das Fraunhofer IGB, gemeinsam mit der InfraLeuna GmbH in Leuna gebaut.

Das Zentrum soll Prozesskapazitäten bis 10 m³ und verschiedenste Aufbereitungs- und Aufarbeitungstechniken bereitstellen. Mit diesem flexibel einsetzbaren Bioraffinerie-

konzept können Rohstoffe wie pflanzliche Öle, Cellulose, Stärke oder Zucker aufbereitet und zu chemischen Produkten umgesetzt werden. 2009 sind bereits erste Projekte mit Beteiligung der Industrie angelaufen. Gegenwärtig wird ein neues Gebäude geplant. Das Engineering der verschiedenen verfahrenstechnischen Einheiten übernimmt die Linde-KCA Dresden als Generalunternehmer. Die Fertigstellung ist für Ende 2011 geplant.

Kontakt

Prof. Dr. Thomas Hirth
 Institutsleiter Fraunhofer IGB,
 Stuttgart
 Telefon +49 711 970-4400
 thomas.hirth@igb.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Katja Patzsch
 Projektgruppe CBP Leuna
 Am Haupttor | 06237 Leuna
 Telefon +49 3461 43-3500
 Fax +49 3461 43-3501
 katja.patzsch@igb.fraunhofer.de



© Scherr + Klimke



2 Projektgruppe BioCat, Straubing

Die Fraunhofer-Projektgruppe »Katalytische Verfahren für eine nachhaltige Rohstoff- und Energieversorgung auf der Basis nachwachsender Rohstoffe BioCat« nahm zum 1. August 2009 ihre Arbeit auf. Die Projektgruppe ist am Wissenschaftszentrum Straubing angesiedelt. Sie ist dem Fraunhofer IGB in Stuttgart zugeordnet und wird von Professor Volker Sieber, Inhaber des Lehrstuhls für Chemie Biogener Rohstoffe der TU München, geleitet. Die Forscherinnen und Forscher der neuen Fraunhofer-Projektgruppe arbeiten eng vernetzt mit mehreren Lehrstühlen der Technischen Universität München. Der Spatenstich für einen eigenen Neubau erfolgt noch im Jahr 2010.

Im Fokus der Arbeiten steht die Entwicklung katalytischer Verfahren für eine nachhaltige Rohstoff- und Energieversorgung auf der Basis nachwachsender Rohstoffe. Damit will die Projektgruppe ihren Beitrag zu einem Rohstoffwandel in der chemischen Industrie leisten, der zu einer umfassenderen Nutzung pflanzlicher Biomasse führt. Zentrale Bedeutung haben dabei Verfahren der industriellen (weißen) Biotechnologie. Die angewandte Forschung und die angestrebte Technologieentwicklung innerhalb der Projektgruppe sollen dem bayerischen Wirtschaftsraum in den Bereichen Chemie, Biotechnologie und Verfahrenstechnik neue Impulse geben.

Für den Aufbau der Fraunhofer-Projektgruppe BioCat stellt das Land Bayern 5 Mio € aus dem Programm »BayernFIT – Forschung, Innovation, Technologie« bereit, die im Sommer 2009 vom bayerischen Landtag im Haushalt genehmigt wurden. Am 2. Februar 2010 übergab Herr Grunwald, Regierungspräsident des Landes Niederbayern, in feierlichem Rahmen den Zuwendungsbescheid offiziell an die Fraunhofer-Gesellschaft, die durch Herrn Professor Buller, Forschungsvorstand der Fraunhofer-Gesellschaft, repräsentiert war.

Kontakt

Prof. Dr. Volker Sieber
 Fraunhofer-Projektgruppe BioCat
 Wissenschaftszentrum Straubing
 Schulgasse 16 | 94315 Straubing
 Telefon +49 9421 187-300
 Fax +49 9421 187-310
 volker.sieber@igb.fraunhofer.de

Priv.-Doz. Dr. Steffen Rupp
 Abteilungsleiter Molekulare Biotechnologie,
 Fraunhofer IGB
 Telefon +49 711 970-4045
 steffen.rupp@igb.fraunhofer.de

3 Projektgruppe Onkologie, Würzburg

Ebenfalls seit dem 1. August 2009 arbeitet die Fraunhofer-Projektgruppe »Regenerative Technologien für die Onkologie« des Fraunhofer IGB offiziell an der medizinischen Fakultät der Universität Würzburg am Standort Würzburg. Die Projektgruppe wird eine Mittlerrolle zwischen den zahlreichen universitären Forschungseinrichtungen, der medizinischen Fakultät mit der entsprechenden Patientenversorgung und der Industrie einnehmen. Durch innovative Technologieentwicklungen sollen maßgeschneiderte Diagnostika, Tumor-Therapeutika und -Therapieverfahren mit Modellcharakter etabliert werden, so dass auch das Gesundheitssystem möglichst rasch von den neuen Erkenntnissen profitieren kann.





Basis für die Arbeiten liefert eine Entwicklung des Fraunhofer IGB, mit der es möglich ist, menschliches Gewebe *in vitro* mit einem funktionellen Blutgefäßsystem in einem Bioreaktorsystem zu kultivieren. Die Würzburger Projektgruppe soll die Technologien und Verfahren auf die Herstellung von *In-vitro*-Tumormodellen übertragen. Wird das Tumormodell – wie im Körper – über Blutgefäße versorgt, bietet das System weltweit erstmalig die Möglichkeit, molekulare Mechanismen der Tumorentstehung und Metastasierung aufzuklären. Ebenso eignen sich derartige Tumormodelle hervorragend zur Entwicklung von Krebsdiagnostika und -medikamenten.

Mit 3,5 Mio € aus dem Programm »BayernFIT – Forschung, Innovation, Technologie« finanziert der Freistaat den Aufbau der Fraunhofer-Projektgruppe Onkologie an der Universität Würzburg. Der Aufbau der Projektgruppe geht mit der Berufung von Frau Professor Walles an den neu eingerichteten Lehrstuhl »Tissue Engineering und Regenerative Medizin« zum 15. August 2009 an der medizinischen Fakultät der Universität Würzburg einher.

Kontakt

Prof. Dr. Heike Walles

Lehrstuhl Tissue Engineering und Regenerative Medizin
Universität Würzburg
Röntgenring 11 | 97070 Würzburg
Telefon +49 931 31-88828
heike.walles@uni-wuerzburg.de
und Abteilungsleiterin Zellsysteme
Fraunhofer IGB
Telefon +49 711 970-4117 | Fax +49 711 970-4047
heike.walles@igb.fraunhofer.de

Attract-Gruppe: Tissue Engineering von Herzklappen

Mit dem Programm »Attract« holt die Fraunhofer-Gesellschaft vielversprechende Forschungskräfte aus dem Ausland nach Deutschland zurück. Eine neue Arbeitsgruppe »Kardiovaskuläres Tissue Engineering« unter Leitung der Biologin Dr. Katja Schenke-Layland wird am Fraunhofer IGB aufgebaut. Die Nachwuchsgruppe wird über eine Laufzeit von 5 Jahren mit einem Volumen von 2,5 Mio € finanziert. Diese Fördersumme wird zur Hälfte vom Fraunhofer IGB und zur anderen Hälfte von der Fraunhofer-Zentrale übernommen. Die Attract-Gruppe ist der Abteilung Zellsysteme unter der Leitung von Professor Heike Walles zugeordnet. Schenke-Layland, die zum Jahreswechsel am Fraunhofer IGB anfang, hat bereits während ihrer Promotion in Jena an der Gewebebezücht von Herzklappen gearbeitet. Von 2005-2009 widmete sie sich zunächst als Post-Doc und später als Assistant Research Professor an der Universität von Kalifornien in Los Angeles der Stammzell- und Biomaterialforschung. Zwei Hauptschwerpunkte der Attract-Gruppe am Fraunhofer IGB werden die Analyse zellulärer und extrazellulärer Bestandteile sich entwickelnder Herzklappen sowie die Entwicklung neuer Trägersubstrate für das Herzklappen-Tissue-Engineering sein. Die Ergebnisse dieser Arbeiten werden bei der Entwicklung eines idealen Herzklappenersatzes zum Einsatz kommen.

Kontakt

Dr. Katja Schenke-Layland

Telefon +49 711 970-4082
katja.schenke-layland@igb.fraunhofer.de

NACHWUCHSFÖRDERUNG | AUSSTELLUNGEN

Die Fraunhofer-Gesellschaft möchte frühzeitig mit den Forschern von morgen in Kontakt kommen und Einblick in spannende eigene Forschung gewähren. Daher engagiert sich das Fraunhofer IGB in der Förderung junger Talente ebenso wie darin, junge Menschen für Forschung und Technologie zu begeistern. Dies geschieht mit eigenen Veranstaltungen am Institutszentrum Stuttgart, aber auch mit Exponaten im Fraunhofer-Truck, im Science Express oder im Zentrum Neue Technologien des Deutschen Museums.

Fraunhofer Talent School

Bei der Fraunhofer Talent School 2009, die erstmals direkt am Standort Stuttgart stattfand, leitete Dr. Kai Sohn, Stv. Abteilungsleiter Molekulare Biotechnologie, den Workshop »Wer bin ich oder die phantastische Reise ins Genom«. Ziel des Workshops ist es, die Grundlagen des genetischen Codes, die DNA, besser zu verstehen. Dazu wurde DNA aus Speichelproben der Teilnehmer isoliert und molekular charakterisiert. Jeder Teilnehmer konnte so sein persönliches »DNA-Portrait« mit nach Hause nehmen. Auch 2010 wird Sohn mit einem Workshop wieder einen Beitrag zum Gelingen der Fraunhofer Talent School Stuttgart leisten.

<http://talents.izs.fraunhofer.de>

Girls' Day bei Fraunhofer in Stuttgart

Derzeit haben wir in Deutschland die bestausgebildete junge Frauengruppe der Geschichte. Allein unter den Abiturienten sind 55,7 Prozent weiblich. Trotzdem entscheiden sich Mädchen im Rahmen ihrer Ausbildungs- und Studienwahl überproportional für »typisch weibliche« Berufsfelder oder Studienfächer. Der bundesweite, vom Bundesministerium für Bildung und Forschung ins Leben gerufene Girls' Day gibt bei Fraun-

hofer in Stuttgart einen Einblick in die Institute und die Berufsfelder Ingenieurwesen, Informatik und Naturwissenschaften. Die Forscher öffnen Labors und Versuchsfelder, Büros und Werkstätten, um an praktischen Beispielen zu demonstrieren, wie interessant ihre Arbeit ist. Auch 2009 waren wieder weit über 100 interessierte Mädchen in Stuttgart. Ein Teil lernte die Stationen »Natur als chemische Fabrik« und »Ich schau dir in die Augen, Kleines« am Fraunhofer IGB kennen. Der nächste Girls' Day findet am 22. April 2010 statt.

www.izs.fraunhofer.delschueler-izs/

BOGY – Berufs- und Studienorientierung an Gymnasien

17 Schülerinnen und Schüler haben 2009 ihr BOGY-Praktikum am Fraunhofer IGB absolviert. Sie erhielten Einblicke in die Arbeitsbereiche von Wissenschaftlern und Doktoranden verschiedener Fachrichtungen (Ingenieure, Biologen, Chemiker und Physiker), in typische Ausbildungsberufe (Technische Assistenten, Laboranten) sowie in die Administration eines Forschungsinstituts. So konnten die Schüler verschiedene Arbeitsgruppen der jeweiligen Abteilungen und deren Labore kennenlernen, an konkreten Projekten mitarbeiten, Methoden zum Nachweis bestimmter Stoffe erlernen und bei der Versuchsplanung sowie der Durchführung und Dokumentation der Versuchsergebnisse mithelfen.

www.izs.fraunhofer.delschueler-izs/



Checkpoint Zukunft: Tag für Studierende

Am 23. November 2009 waren rund 80 Studierende technischer und naturwissenschaftlicher Studiengänge am Fraunhofer-Institutszentrum in Stuttgart zu Gast. Sie hatten Gelegenheit, sich über die Arbeitsgebiete und Möglichkeiten einer Studien- oder Diplomarbeit, als studentische Hilfskraft und über Einstiegsmöglichkeiten nach dem Ende ihres Studiums als Wissenschaftliche(r) Mitarbeiter(in) oder Doktorand(in) an den Stuttgarter Instituten zu informieren.

www.izs.fraunhofer.de/studierende/

Wissenschaftszug »Expedition Zukunft«

Über ein halbes Jahr, von April bis November 2009, ist der Wissenschaftszug »Expedition Zukunft« durch Deutschland gerollt. In zwölf futuristisch gestalteten Wagen informierte der Wissenschaftszug vorausschauend über Themen und Entwicklungen, die gerade erst im Entstehen begriffen sind – Trends in Forschung und Technik, die das Leben bis zum Jahr 2020 verändern werden. Gefördert wird das Projekt vom Bundesministerium für Bildung und Forschung. Koordiniert hat den Zug die Max-Planck-Gesellschaft, Unterstützung kam von der Fraunhofer-Gesellschaft, der Helmholtz-Gemeinschaft deutscher Forschungszentren, der Leibniz-Gemeinschaft, der Deutschen Forschungsgemeinschaft und vielen Universitäten und Hochschulen. 2010 rollt der Science Express ein halbes Jahr lang durch die Volksrepublik China. Im Wagen »Nano- und Biowissenschaften verschmelzen« zeigt ein Modell des Fraunhofer IGB, wie molekular geprägte Nanopartikel (NANOCYTES®) als winzige Rezeptoren den Proteinwirkstoff Insulin binden und gezielt abgeben können.

www.expedition-zukunft.org

Roadshow Fraunhofer-Truck

Seit dem 60jährigen Jubiläum der Fraunhofer-Gesellschaft im März 2009 tourt der Ausstellungstruck an Fraunhofer-Instituten, Universitäten und Marktplätzen wie auch auf Messen und zeigt, welche Fraunhofer-Technologien aus den Bereichen Gesundheit, Umwelt, Energie, Sicherheit, Kommunikation und Mobilität in unseren Alltag einziehen könnten. Bis Ende 2010 fährt der Truck noch quer durch Deutschland. Im Bereich Gesundheit zeigt das Hautmodell aus gezüchteten menschlichen Zellen des Fraunhofer IGB, ob und in welcher Konzentration Chemikalien toxisch wirken. Zu sehen ist auch ein Modell der künstlichen Leber, das sich gut für die Untersuchung von Wirksamkeit, Abbau und Toxizität von Arzneimittelwirkstoffen eignet. Leberzellen im Labor am Leben zu erhalten, ist jedoch schwer. Beim Lebermodell des IGB werden daher Zellen der Leber zusammen mit Zellen des Blutgefäßsystems kultiviert und in einem speziellen Bioreaktorsystem mit Nährstoffen versorgt.

Ein Schwerpunkt im Bereich Umwelt ist das Thema Wasser. Die Versorgung mit Trinkwasser ist schon jetzt in vielen Teilen der Welt eine der größten Herausforderungen. Wassermanagement ist wichtig! Entwicklungen aus dem Fraunhofer IGB zeigen Lösungen auf, wie Trinkwasserressourcen erschlossen und die Natur geschont werden können. Unsere Luft enthält Feuchtigkeit, aber kann man sie auch zur Wasserversorgung nutzen? Ein spezielles Verfahren ermöglicht es, Trinkwasser ausschließlich mit Solarenergie aus der Luft zu gewinnen. Im Projekt DEUS 21 wird Regenwasser mit modernster Filtertechnologie aufbereitet und Abwasser in Bioreaktoren gereinigt – dabei wird Biogas als Energieträger erzeugt.

www.fraunhofer.de/veranstaltungen-messen/truck.jsp

www.ebooks.fraunhofer.de/fraunhofer-truck/



Deutsches Museum: Nano- und Biotechnologie im Zentrum Neue Technologien

Das Zentrum Neue Technologien (ZNT), das am 19. November 2009 mit einem Festakt im Deutschen Museum, München, eröffnet wurde, präsentiert hochaktuelle Themen aus Naturwissenschaft und Technik. Die Fraunhofer-Gesellschaft ist Partner in diesem Projekt und hat den Aufbau des ZNT inhaltlich und finanziell unterstützt.

Ein Thema, für welches das Fraunhofer IGB Exponate zur Verfügung gestellt hat, trägt den Titel »Zellen, Gewebe oder ganze Organismen: Mit Biotechnologie geht manches besser«. Dies zeigen beispielhaft der am Fraunhofer IGB entwickelte und von Subitec hergestellte Airlift-Photobioreaktor sowie Algenrohextrakte und verschiedene Substrate und Produkte in der industriellen Biotechnologie. Das Thema »Menschliche Ersatzteile aus der Retorte: Gewebe züchten« wird unter anderem mit mikroskopischen Aufnahmen und histologischen Schnitten menschlicher Gewebe sowie einem Modell des vaskularisierten 3-D-Lebertestsystems im Bioreaktor des Fraunhofer IGB veranschaulicht. Zur Darstellung der »Molekularen Erkennung mit Nanopartikeln« wird im Modell gezeigt, wie Polymere mittels eines »molekularen Stempels« funktionalisiert werden. Derart nanostrukturierte Polymerpartikel können spezifisch Moleküle binden und beispielsweise zur Filtration von Spurenschadstoffen aus Krankenhausabwässern eingesetzt werden. Beim Thema »Proteinchips« ist gezeigt, wie aus Nanopartikeln, die biologische Rezeptormoleküle tragen, effiziente Oberflächen für diagnostische Anwendungen hergestellt werden.

www.deutsches-museum.de/ausstellungen/neue-technologien/



FRAUNHOFER IGB INTERNATIONAL

EU

Das 7. Rahmenprogramm für Forschung und technologische Entwicklung (FP7) ist das Hauptinstrument der Europäischen Forschungsförderung und unterstützt die Europäische Union bei ihrem Ziel, die »dynamischste und wettbewerbsfähigste wissensbasierte Wirtschaftsregion der Welt« zu werden. Nicht nur das Kooperationsprogramm mit seinen Ausschreibungen im Bereich Gesundheit, Umwelt, Energie, Nanomaterialien, Werkstoffe und Produktion sowie wissensbasierte Bioökonomie sind hier von Interesse für das Fraunhofer IGB, sondern auch Ausschreibungen, die sich speziell an kleine und mittlere Unternehmen (KMU) und deren Verbände wenden.

Forschung zugunsten von KMU

Forschung zugunsten von KMU unterstützt europäische Konsortien innovativer kleiner und mittlerer Unternehmen bei der Lösung technischer Probleme. Projekte müssen dabei in die Geschäftszwecke und die Innovationsbedürfnisse der KMU passen. Im EU-Projekt Light4CleanWater entwickelt das Fraunhofer IGB ein neuartiges System, mit dem giftige Substanzen aus Abwasserströmen mit Hilfe multichromatischen UV-Lichts zu harmlosen Komponenten abgebaut werden. Im EU-Projekt MicroCleanMud entwickelt das Fraunhofer IGB zusammen mit einem europäischen Industriekonsortium ein Mikrowellensystem zur Aufarbeitung von Schlämmen, die bei Ölbohrungen anfallen.

Forschung zugunsten von KMU-Verbänden

Zusätzlich gibt es ein Parallelprogramm, welches sich an die KMU-Verbände richtet. Dies zielt darauf ab, für eine große Anzahl von KMU technische Lösungen kollektiver Probleme in ganzen Industriebranchen oder in Teilen der Wertschöpfungskette zu entwickeln. Um eine effiziente und qualitativ hochwertige Herstellung von Brandteig geht es in dem EU-Projekt ProEclair. Für ein Konsortium aus verschiedenen europäischen Bäckerinnungsverbänden entwickelt das Fraunhofer IGB einen dezentralen Produktionsprozess für die Herstellung von Brandteigmasse. In dem EU-Projekt En-X-Olive entwickelt das IGB zusammen mit Forschungspartnern aus Spanien Prozesse für die Nutzung von Abfallstoffen, die in der Olivenölproduktion anfallen. Dabei können Antioxidantien für die Kosmetikindustrie, Energie aus Reststoffen und Nährstoffe für die Düngereproduktion gewonnen werden. Gefördert durch europäische Förderprogramme stärkt das Fraunhofer IGB somit die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit europäischer KMU, den Antriebsmotoren des europäischen Wirtschaftsraums.

1 Brasilien

Projekt zur Biogasnutzung

Das auf deutscher Seite durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) geförderte Projekt »Nutzung von Faulgasen einer kommunalen Kläranlage für Transportzwecke in Americana, São Paulo« startete erfolgreich und erhielt hochrangigen Besuch vor Ort durch den Präsiden-



ten der Fraunhofer-Gesellschaft, Professor Hans-Jörg Bullinger. Im Rahmen einer Delegationsreise mit Bundesforschungsministerin Annette Schavan unterzeichnete Prof. Bullinger ein Forschungskooperationsabkommen zwischen Fraunhofer und dem renommierten Institut für technologische Forschung (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) IPT in São Paulo.

Neues Fraunhofer-Kontaktbüro

Im Herbst 2009 nahm Frau Dr. Cornelia Huelsz Müller, Business Development Lateinamerika, für das neue Fraunhofer-Kontaktbüro Brasilien ihre Arbeit in São Paulo auf. Das Kontaktbüro arbeitet in den Räumen des Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) für das Fraunhofer IGB und zwei weitere Fraunhofer-Institute (IZM, München und IZFP, Dresden) und fokussiert auf die Erschließung der FuE-Märkte für Biotechnologie, Mikrosystemtechnik und zerstörungsfreie Prüftechnik in Brasilien.

Portugal

Nach der erfolgreichen Eröffnung des ersten Fraunhofer-Forschungszentrums FhP-AICOS an der Universität Porto im IT-Bereich ergreift das Fraunhofer IGB mit Unterstützung durch die Fraunhofer-Zentrale gemeinsam mit portugiesischen Forschungseinrichtungen die Initiative zur Erweiterung der Fraunhofer-Aktivitäten auf Life-Sciences-Forschungsfelder.

2 Rumänien

Im Rahmen des vom Umweltministerium Baden-Württemberg geförderten Projekts »Semizentrales Wasser- und Abwassermanagement für den peri-urbanen Raum in Rumänien: Anpassung der Technik an den Bedarf im Umfeld von Timisoara« wurde im September 2009 die Pilotanlage vor Ort in Betrieb genommen.

Die Anlage wird nun über mehrere Monate mit kommunalem Abwasser betrieben. Die Analysen der Abwasserparameter führt der rumänische Projektpartner Aquatim durch. Ebenfalls mit Partnern in der Region Timisoara und gemeinsam mit Kollegen vom Fraunhofer IPA entwickelt das IGB ein nachhaltiges Konzept für die Nutzung erneuerbarer Energien.

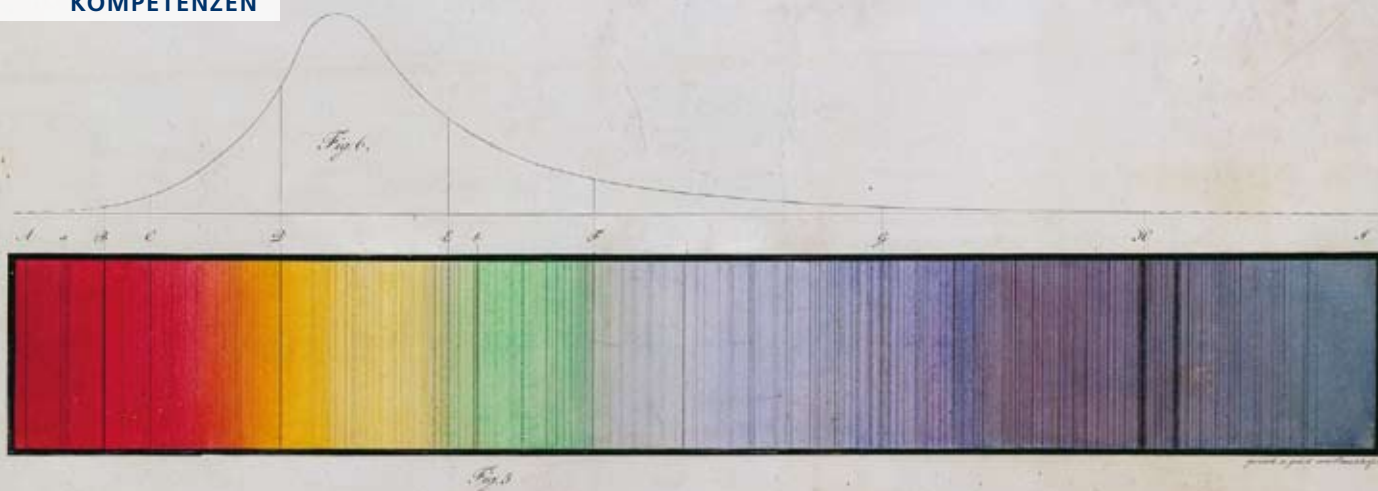
3 Frankreich: Kooperation Fraunhofer – Carnot

Ziel der deutsch-französischen Forschungskooperation ist es, in den nächsten drei Jahren Technologien zu entwickeln, die sich in industrielle Produkte umsetzen lassen, um die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands und Frankreichs zu steigern. Gefördert wird die Kooperation zu gleichen Teilen vom deutschen Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) sowie der französischen Agence Nationale de la Recherche. Eines der ersten geförderten Gemeinschaftsprojekte ist »Bio-capabili – Investigation of new anti-bacterial biomaterials based on biomimetic calcium phosphates to prevent bone infections« zwischen dem Fraunhofer IGB und dem Carnot Institut CIRIMAT (Centre Interuniversitaire de Recherche et d'Ingénierie des Matériaux). Es hat zum Ziel, innovative Biomaterialien zur Herstellung von Knochengewebe zu entwickeln. Solche Materialien könnten in der Chirurgie eingesetzt werden, wenn beispielsweise nach einem Unfall Knochensubstanz wieder aufgebaut werden muss.

Kontakt

Ina Andrees M. A.
European Business Development
Telefon +49 711 970-3621
ina.andrees@igb.fraunhofer.de

Dipl.-Agr.-Biol. Sabine Krieg
Business Development
Telefon +49 711 970-4003
sabine.krieg@igb.fraunhofer.de



DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit mehr als 80 Forschungseinrichtungen, davon 59 Institute. 17 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,6 Milliarden Euro. Davon fallen 1,3 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Zwei Drittel dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Nur ein Drittel wird von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen erarbeiten können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

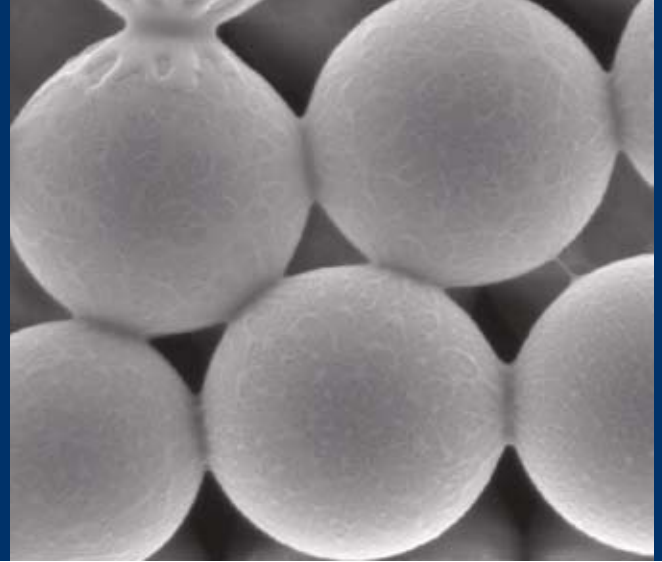
Niederlassungen in Europa, in den USA und in Asien sorgen für Kontakt zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

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

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

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





GRENZFLÄCHENTECHNOLOGIE UND MATERIALWISSENSCHAFT (GTM)

Schwerpunkt der Arbeiten der Abteilung Grenzflächentechnologie und Materialwissenschaft (GTM) ist die Präparation von dünnen und ultradünnen Schichten sowie von funktionalen Nanomaterialien. Hierzu haben wir verschiedene Verfahren etabliert, mit denen entweder aus der Gasphase heraus Schichten abgeschieden, oder aus der flüssigen Phase dünne Schichten oder Partikel erzeugt werden. Bei den Substraten liegt unser Schwerpunkt auf Polymeren, wir setzen aber auch ausgewählte anorganische Substrate ein. Neben der Qualität der Produkte stehen vor allem die Material- und Energieeffizienz der Verfahren im Vordergrund. Schwerpunkte der Verfahrensentwicklung sind Fragen der Skalierbarkeit.

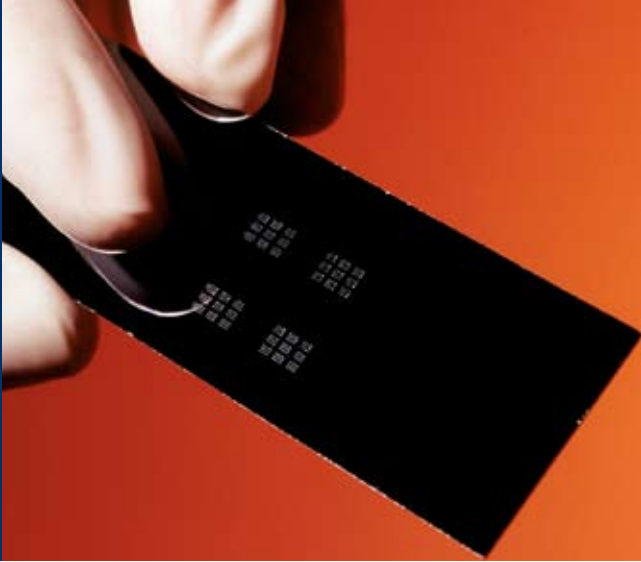
Etablierte Präparationsverfahren sind:

- Abscheidung dünner Schichten mit chemischen und physikalischen Methoden (PVD, CVD) aus der Gasphase (Plasmaverfahren, Bedampfen und Sputtern)
- Abscheidung von Nanopartikeln mit verschiedenen Polymerisationsvarianten
- Erzeugung von Membranen mittels Sol-Gel-Prozessen und Sinterung
- Abscheidung dünner Schichten nach *Layer-by-Layer*-Methoden oder durch selbstorganisierende Monoschichten (Self Assembly Monolayers, SAM)
- Auftrag dünner polymerer Filme durch *Spin Coating*
- Abscheidung von Nanofasern mittels *Electrospinning*

Für eine adäquate Verfahrens- und Produktentwicklung müssen die einzelnen Schritte kontrolliert und die Produkte charakterisiert werden. Hierzu steht uns eine Vielzahl analytischer Methoden zur Verfügung, mit denen wir die Prozesse teilweise auch *in situ* untersuchen und kontrollieren können (Prozessdiagnostik). Da ein Großteil unserer Produkte durch nanometerdünne Schichten oder Nanopartikel bestimmt ist, nutzen wir vor allem Methoden, die orts aufgelöste Informationen bis in den Nanometerbereich ermöglichen.

Als Charakterisierungs- und Diagnostikverfahren in Entwicklungsprozessen, aber auch zur Lösung produkt-/produktionspezifischer Aufgaben im Industriauftrag setzen wir folgende Methoden ein:

- Bestimmung der Grenzflächenenergie mit diversen Tensiometern
- Erfassung der Topographie und geometrischen Struktur bis in Nanometerdimensionen mit verschiedenen AFM-Varianten, Elektronenmikroskopie und digitaler Lichtmikroskopie
- Adsorptionseigenschaften werden mikrokolorimetrisch, die spezifische Oberfläche wird nach BET und die Schichtdicke ellipsometrisch bestimmt



- Die chemische Zusammensetzung analysieren wir nach chemischen Funktionen mit IR-Spektroskopie im ATR-Modus, IR-Mikroskopie, konfokaler Raman- und Fluoreszenzspektroskopie sowie MALDI-TOF-SIMS, die Elementzusammensetzung mit ESCA und EDX
- Zur Prozessdiagnostik vor allem für Plasmen stehen neben Sondenmessungen optische und massenspektrometrische Methoden zur Verfügung
- Anwendungsrelevante Eigenschaften wie Separations- und Permeationseigenschaften dünner Schichten (Membranen, Barrieren, Korrosionsschutz), die Separationseffizienz von molekular geprägten Nanopartikeln und die Dispergierfähigkeit von modifizierten Carbon Nanotubes werden in speziellen Versuchsanordnungen bestimmt

Durch den kombinierten Einsatz von Präparationsverfahren und analytischen Methoden sind wir in der Lage, Entwicklungsaufgaben für unsere Kunden in allen Geschäftsfeldern des Fraunhofer IGB – Medizin, Pharmazie, Chemie, Umwelt und Energie – erfolgreich zu bearbeiten.

Infrastruktur, Labor- und Geräteausstattung

- Anlagen zur Plasmabehandlung (Reinigung, Sterilisation, Beschichtung, Funktionalisierung)
- Anlagen zum Sputtern und zur Parylenbeschichtung
- Elektronenmikroskope, Rasterkraftmikroskope
- Geräte zur Oberflächen- und Dünnschichtanalytik
- Chemisch-nanotechnologische Laboratorien zur Synthese und Präparation nanostrukturierter (Bio-)Materialien und Oberflächen
- Pilotanlagen zur Fertigung und Testung von Membranen



Dr. Christian Oehr

Abteilungsleiter Grenzflächentechnologie und Materialwissenschaft
Telefon +49 711 970-4137
christian.oehr@igb.fraunhofer.de



MOLEKULARE BIOTECHNOLOGIE (MBT)

Die Kernkompetenzen der Abteilung Molekulare Biotechnologie (MBT) liegen in der Identifizierung und Analyse des Aufbaus und der Funktionsweise zellulärer und mikrobieller Systeme sowie der Umsetzung dieses Know-hows in die Anwendung für die chemisch-pharmazeutische Industrie: von der Target- und Leitstruktur-Identifizierung für die Medikamenten-Entwicklung bis hin zur Entwicklung von Prozessen zur nachhaltigen Produktion von Chemikalien (Bioraffinerie).

Wesentliche Kompetenzen der Abteilung MBT sind:

Methoden der Hochdurchsatzanalytik für die genomweite zelluläre Analyse wie

- Microarray-Technologien für DNA- und Protein-Microarrays (Microgrid II Arrayer und Axon GenePix® 4300A Scanner für bis zu 15 000 Sonden pro Objektträger, GMS417 Arrayer und GMS418 Scanner für bis zu 300 Sonden)
- universelle Nukleinsäureanalytik über Sequenziergeräte der neuesten Generation und qRT-PCR (LightCycler 480)
- Proteomanalytik mittels MS-Technologien (nano-LC-MALDI-TOF/TOF, HPLC-ESI-MS/MS)

Die Entwicklung hochsensitiver, spezifischer diagnostischer Methoden über:

- zellbasierte Assays zur Bestimmung biologischer Parameter (z.B. Anti-Viraler Assay, Pyrogen-Assay, GLP zertifiziert)
- universelle Microarrayplattform (mikrobielle Diagnostik, Tumordiagnostik).

Eine umfassende, akkreditierte Analytik (GC-MS/MS, LC-MS/MS, GPC, IC, ICP-AES, ICP-MS) ermöglicht die Bestimmung einer Vielzahl von chemischen Molekülen (Metabolite, Ionen, etc.).

Dieses methodische Repertoire setzen wir sowohl für die funktionelle Genomanalyse von Pathogenen (Infektionsbiologie), für diagnostische Verfahren (Detektion von Pathogenen und Tumormarkern) und das Wirkstoff-Screening wie auch für die Analyse von Produktionsstämmen und deren Produkten in der industriellen und pharmazeutischen Biotechnologie ein.

Produktionsstämmen für die industrielle oder pharmazeutische Biotechnologie werden über molekularbiologische Methoden in Mikroorganismen oder Säugerzellen hergestellt. Für die Entwicklung optimierter Fermentationsverfahren für Pharmaproteine stehen uns neben einer Vielzahl von Expressionsstämmen und Zelllinien Fermentationsanlagen (für Suspensionskulturen für adhärenzte Kulturen bis 10 L non-GLP) und entsprechende Aufarbeitungsanlagen zur Proteinaufreinigung zur Verfügung.



Für die Entwicklung von Fermentationsverfahren für die industrielle Biotechnologie inkl. der Rohstoffaufbereitung und Produktaufarbeitung stehen diverse Aufschlussgeräte (Kugelmøhlen etc.), Multifermentationsanlagen sowie mehrere Kleinfärmerter zur Verfügung. Fermentationen im Maßstab von 30-300 Liter können am Fraunhofer IGB in Zusammenarbeit mit den anderen Abteilungen im Batch- und Fed Batch-Betrieb sowie in kontinuierlicher Prozessführung durchgeführt werden, inkl. der Aufarbeitung der entsprechenden Produkte.

Innerhalb des Fraunhofer IGB können wir somit hocheffiziente Produktionsprozesse sowohl für Pharmaproteine wie auch für Basis- und Feinchemikalien von der Entwicklung von Produktionsstämmen bis hin zur Produktaufarbeitung durchgängig darstellen und entwickeln.

Mit ihren Kompetenzen bedient die MBT, teilweise in Zusammenarbeit mit den anderen Abteilungen des Fraunhofer IGB, verschiedene Bereiche der Geschäftsfelder Medizin, Pharmazie, Chemie und Umwelt.

Infrastruktur, Labor- und Geräteausstattung

- Molekularbiologische Labore für Arbeiten nach Sicherheitsstufen S1, S2 GenTSV
- Mikroarray-Facility
- Quantitative Echtzeit-PCR
- Proteomics-Facility mit MALDI-TOF/TOF-MS
- Chemisch-biochemische Analytiklabore mit umfassenden chromatographischen, spektroskopischen und elektro-phoretischen Geräten



Priv.-Doz. Dr. Steffen Rupp
Abteilungsleiter
Molekulare Biotechnologie
Telefon +49 711 970-4045
steffen.rupp@igb.fraunhofer.de



PHYSIKALISCHE PROZESSTECHNIK (PT)

Die Abteilung Physikalische Prozesstechnik (PT) entwickelt verfahrenstechnische Prozesse und Prozesskomponenten, die auf physikalisch-chemischen Prinzipien beruhen. Die Aufgabenstellungen sind Teil industrieller Aufbereitungs-, Herstellungs- und Recyclingprozesse. Ein wesentliches Ziel unserer Projekte ist es, nachhaltige Lösungen für die Stoff- und Energiewandlung zu entwickeln.

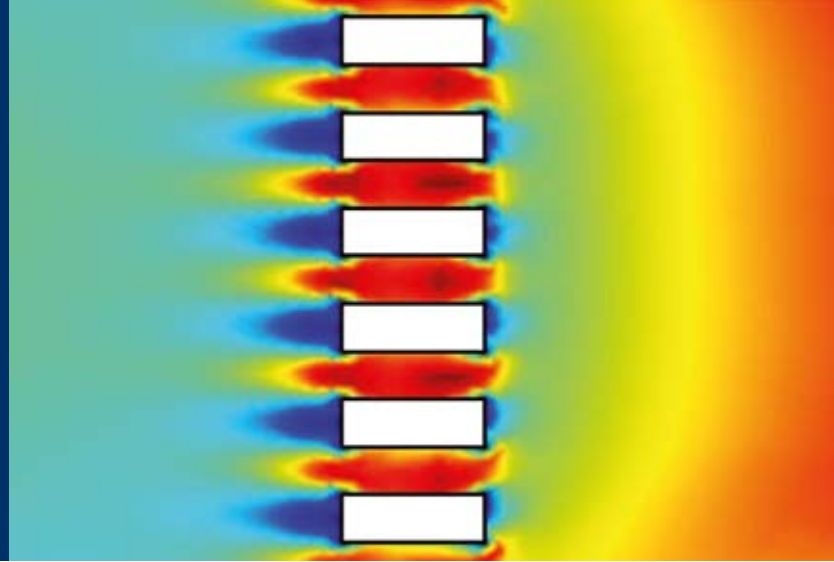
Die aktuellen thematischen Schwerpunkte der Abteilung sind:

- Wärme- und Sorptionssysteme
- Trocknung und Extraktion
- Nährstoffrückgewinnung und Nährstoffmanagement für Pflanzen
- Elektrophysikalische Prozesse
- Oxidative Wasseraufbereitung
- Konstruktion und Systemintegration
- Hochfrequenztechnik in verfahrenstechnischen Prozessen

In der Abteilung PT arbeiten Wissenschaftler unterschiedlicher Fachrichtungen wie Verfahrenstechnik, Chemieingenieurwesen, Lebensmittelchemie, Konstruktion, Hochfrequenztechnik oder Thermodynamik zusammen und bilden multidisziplinäre Projektteams. Diese werden, je nach Aufgabenstellung im Projekt, um synergetische Kompetenzen aus anderen Abteilungen des Fraunhofer IGB, beispielsweise aus der Mikrobiologie und Bioverfahrenstechnik, ergänzt.

Kennzeichnend für unsere Prozess- und Komponenten-Entwicklung ist die Durchgängigkeit der Forschung von Untersuchungen und Analysen im Labormaßstab über die Simulation und Modellierung bis hin zur Konstruktion und Systemintegration in industrielle Applikationen.

Für die konstruktive Ausarbeitung technischer Lösungen steht uns aktuelle 3-D-CAD-Konstruktionssoftware zur Verfügung. Diese ist über eine Datenschnittstelle für den Datenaustausch direkt mit verschiedenen numerischen Simulationsprogrammen verknüpft. Hier verwenden wir vor allem COMSOL-Multi-Physics (FemLab) für die flexible Anwendung in einfacheren Problemstellungen, ANSYS für die theoretische Voruntersuchung mehrphasiger Prozesse wie dem Verhalten von Feststoffpartikeln in einer Fluidströmung sowie CST-Microwave Studio für die Berechnung von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern in Räumen und die Auslegung von Antennen zu deren Erzeugung.



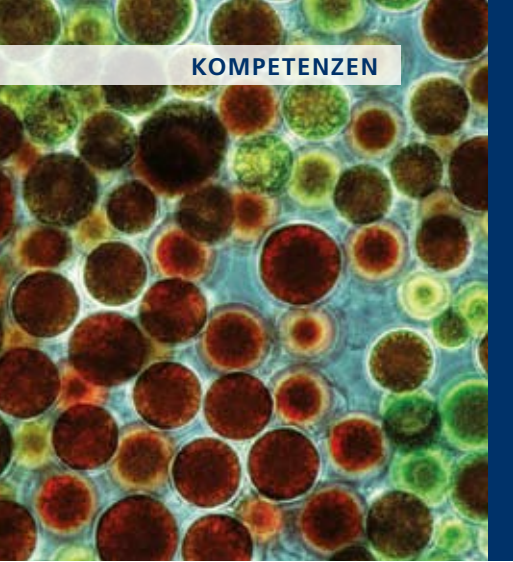
Zur Umsetzung der so gewonnenen Erkenntnisse und Konzepte in Demonstratoren stehen uns Werkstätten, Labore und Technika sowie ein Netzwerk von Zulieferern und Industriepartnern zur Verfügung.

Konstruktions- und Simulationssoftware

- SolidWorks 2008 SP4.0
- CST Microwave Studio 2009
- ANSYS Version 11.0: Multiphysics™ und CFX®
- COMSOL MultiPhysics® Version 3.5
- Design-Expert 7 Workstation
- Mechanical Desktop 2004 DX (AutoCAD 2004)



Dipl.-Ing. Siegfried Egner
Abteilungsleiter
Physikalische Prozesstechnik
Telefon +49 711 970-3643
siegfried.egner@igb.fraunhofer.de



UMWELTBIOLOGIE UND BIOVERFAHRENSTECHNIK (UBT)

Die Kernkompetenz der Abteilung Umweltbiotechnologie und Bioverfahrenstechnik (UBT) liegt in der Entwicklung von Prozessen zur nachhaltigen Produktion von Bulk-Chemikalien oder Energie aus organischen Roh-, Rest- und Abfallstoffen. Die bioverfahrenstechnisch hergestellten Substanzen sollen entweder energetisch oder stofflich weiterverwertet werden. Die Prozessierung erfolgt dabei von der mikrobiologischen Grundlage wie beispielsweise der Wachstums- und Abbaukinetik bis hin zu Planung, Bau und Inbetriebnahme technischer Demonstrationsanlagen. Die intelligente Verknüpfung von Unit-Operations der Verfahrenstechnik mit Bioprozessen führt hier ebenso zu Alleinstellungsmerkmalen wie der Umgang mit Mikroorganismen auf Oberflächen für die gezielte Ansiedlung oder Abreicherung.

Wesentliche Kompetenzen der Abteilung UBT sind:

- Methoden des traditionellen und des »kontinuierlichen« Hochdurchsatzscreenings nach autochthonen Produktionsstämmen mit Nachhaltigkeitspotenzial
- Batch-, Fed-Batch- und kontinuierliche Bioproduktionsverfahren, auch mit partieller oder vollständiger Zellrückhaltung

- Psychrophile, mesophile und thermophile Bioprozesse
- Anaerobtechnik
- Kultivierung von Mikroalgen in Flat-Panel-Airlift-Photobioreaktoren
- Antimikrobielle Oberflächen und Trägermaterialien für Mikroorganismen
- Modellierung von Prozessen und Simulation von Prozesslinien
- Scale-up-Betrachtungen und Scale-down-Überprüfung von instabilen Prozesszuständen technischer Anlagen
- Mobile Pilotanlagen im m³-Maßstab zur Generierung von Auslegungsdaten vor Ort
- Aufarbeitung mit Membranverfahren, Flüssig-Flüssig-Extraktion, Extraktion mit überkritischen Medien, Proteintrennung
- Ganzheitliche Modelle für das Energie-, Abfall- und Wassermanagement

Die Abteilung UBT ist damit in der Lage, den gesellschaftlichen Herausforderungen wie Treibhauseffekt, Energiebereitstellung und Wasserknappheit mit nachhaltigen Technikooptionen zu begegnen und so der Industrie, den Kommunen und der Politik zu helfen, die Zukunft zu gestalten.

Mit ihren Kompetenzen bedient die UBT gemeinsam mit anderen Abteilungen des Fraunhofer IGB die Geschäftsfelder Chemie, Umwelt und Energie.



Infrastruktur, Labor- und Geräteausstattung

- Bioreaktoren unterschiedlicher Art und Größe (Labor-, Pilot- und technischer Maßstab)
- Mobile Membranbioreaktoren für die Abwasserreinigung
- Biotechnikum (Umwelttechnik- und Steriltechnikanwendungen)
- Rotationsscheibenfilter (verschiedene Membranoberflächen und Porengrößen)



Prof. Dr. Walter Trösch
Abteilungsleiter Umweltbiotechnologie
und Bioverfahrenstechnik
Telefon +49 711 970-4220
walter.troesch@igb.fraunhofer.de



ZELLSYSTEME (ZS)

Die Kernkompetenzen der Abteilung Zellsysteme (ZS) liegen in der Etablierung

- (I) der Kultur primärer Zellen aus verschiedenen Geweben/ Spezies
- (II) von Verfahren zum Aufbau dreidimensionaler organotypischer Zellkulturen als Testgewebe oder zur Geweberekonstruktion und in
- (III) der Etablierung von Methoden zur zerstörungsfreien Zell- und Gewebecharakterisierung mittels der Raman-Spektroskopie.

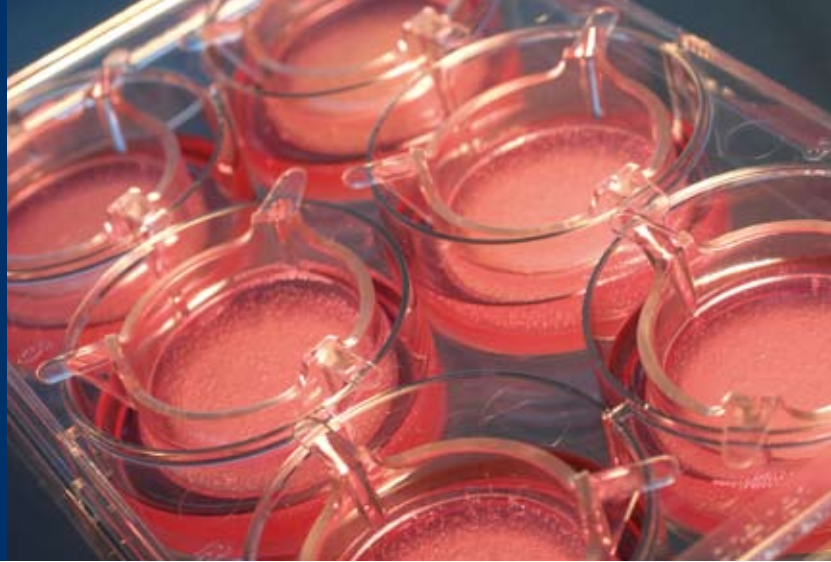
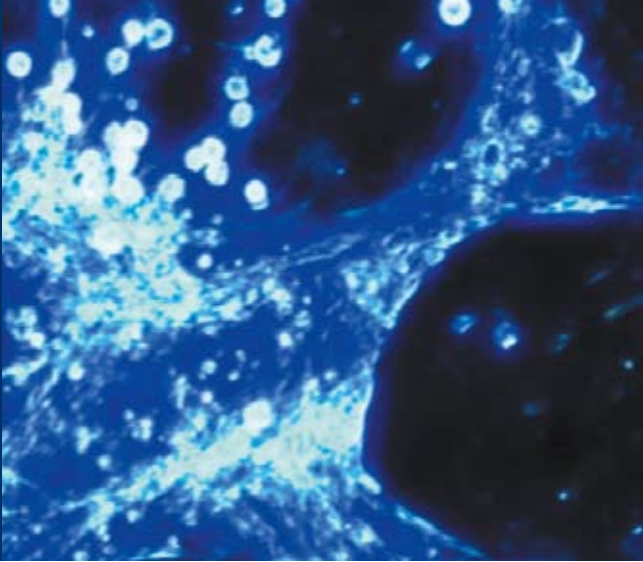
Zur effektiven Isolierung von Reinkulturen aus Geweben und zur optimalen zelltypspezifischen Kultivierung, insbesondere von adulten Stammzellen entwickeln wir biokompatible und mikro- und nanostrukturierte Materialoberflächen. Mit unseren Produkten adressieren wir komplexe Fragestellungen in der regenerativen Medizin, im Tissue Engineering und bei der Entwicklung von zellbasierten Assays für die Toxikologie.

Ein zweischichtiges humanes 3-D-Hautäquivalent wurde patentiert (EP1290145B1) und für die Prüfung der Biokompatibilität von Medizinprodukten zertifiziert (DIN ISO 10993-5). Das Hautmodell kann um weitere Zelltypen, beispielsweise Melanozyten oder Tumorzellen, erweitert werden. Es eignet sich auch – als Vorstufe zum Tierversuch – für Untersuchungen der Penetration und der Verteilung von Testsubstanzen, die im Rahmen der EU-Chemikalienverordnung REACH gefordert werden. Weiterhin können Fragestellungen zu Differenzierung, Zelltod, aber auch Tumorinitiation und -promotion un-

tersucht werden. Des Weiteren wurde im Jahr 2009 unser zweidimensionales Darmtestsystem aus Dickdarmkarzinomzellen (2D CaCo-2-Modell) als Hausmethode durch die Deutsche Gesellschaft für Akkreditierung mbH (DAG) akkreditiert. Mit diesem Modell können wir die Permeabilität potenzieller Wirkstoffkandidaten und anderer Substanzen an der intestinalen Barriere schnell klassifizieren und deren Bioverfügbarkeit bei oraler Applikation einschätzen.

Zur Generierung komplexer Organstrukturen wurde eine vaskularisierte Matrix (BioVaSc) entwickelt und deren Kultivierung in spezifischen Bioreaktoren etabliert. Mit Hilfe dieser vaskularisierten Testsysteme können Absorption, Distribution, Metabolismus, Exkretion und Toxizität (ADMET) von Substanzen oder Medikamenten untersucht werden – Kriterien die maßgeblich die pharmakokinetischen und toxikologischen Eigenschaften von Wirkstoffen charakterisieren. Etabliert sind das vaskularisierte humane Leber-, Darm- und Tracheamodell.

Weiterführend bieten wir die Verfahrensentwicklung und Musterherstellung von autologen Transplantaten (ATMPs) an. Zunächst erfolgt die Etablierung und Verifizierung des Verfahrens zur Herstellung des ATMP, danach die Anpassung an arzneimittelrechtliche Vorgaben und abschließend die Beantragung der Herstellungserlaubnis für die Durchführung klinischer Studien. Die autologen Transplantate stellen wir in unserer 2008 modernisierten GMP-Einheit her. Derzeit liegt die



Herstellungserlaubnis für ein autologes Knorpel-, ein autologes Stammzell- und ein autologes Blutgefäß-Transplantat für die Bypass-Chirurgie vor.

Unsere Kompetenzen

Zellkulturtechnik von primären humanen Zellen und den spezifischen Zellkulturmedien:

- Testung der Biokompatibilität entsprechend DIN ISO 10993-5

Zellbiologische Analytik:

- molekularbiologische, histologische und immunhistologische Methoden
- Durchflusszytometrie (FACS) inklusive Sortierung
- moderne Verfahren der digitalen Bildverarbeitung wie Mikrodissektion und Raman-Spektroskopie

Etablierung diverser 3-D-Gewebemodelle:

- akkreditiert für REACH-Untersuchungen
- Alternativen zum Tierversuch für die Kosmetika-Entwicklung
- ADMET-Untersuchungen zum Substanz- und Medikamenten-Screening
- Target-Screening für neue Therapeutika und Infektionsbiologie

Verfahrensentwicklung, Produktion und Prüfung von Zell- und Gentherapeutika für klinische Studien der Phase I und II

Infrastruktur, Labor- und Geräteausstattung

- Zellkulturlabore für Arbeiten nach Sicherheitsstufen S1, S2 GenTSV mit modernster Geräteausstattung, z. B. inverses Fluoreszenzmikroskop, FACS, Mikrodissektionsanlage
- GMP-Herstellungsbereich (Reinräume, separate Qualitätskontrolle, Lager) für Arbeiten nach Sicherheitsstufe S2 GenTSV



Prof. Dr. Heike Walles
Abteilungsleiterin Zellsysteme
Telefon +49 711 970-4117
heike.walles@igb.fraunhofer.de



INSTITUT FÜR GRENZFLÄCHENVERFAHRENSTECHNIK IGVT

Das IGVT wird von Professor Thomas Hirth geleitet und gehört zur Fakultät 4 »Energie-, Verfahrens- und Biotechnik« der Universität Stuttgart. Zum Jahresende 2009 zählte das IGVT 59 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, bei einem Forschungsbudget 2009 von etwa 1,85 Mio €. Das Institut befindet sich schwerpunktmäßig in den Räumen des Fraunhofer IGB, mit dem in enger Kooperation gearbeitet wird. Zusätzlich nutzt das IGVT Büro-, Labor- und Technikräume im Verfügungsbau der Universität Stuttgart, Allmandring 5b. Die Arbeitsgruppen des Instituts verfügen über moderne Labore mit Apparaturen für chemische, physikalisch-chemische, physikalische, biochemische, zellbiologische und bioverfahrenstechnische Arbeiten.

Die enge Zusammenarbeit mit den Gruppierungen des Fraunhofer IGB ermöglicht eine Durchgängigkeit der Projekte von der Grundlagenforschung bis zur Anwendung. Dies drückt sich für das IGVT in Forschungsförderung durch DFG, BMBF, DBU, EU, Land Baden-Württemberg, Stiftungen und Industrie aus. Am IGVT verbinden wir universitäre Grundlagenforschung mit anwendungsorientierten Ansätzen und greifen dabei auch Impulse aus der Praxis auf.

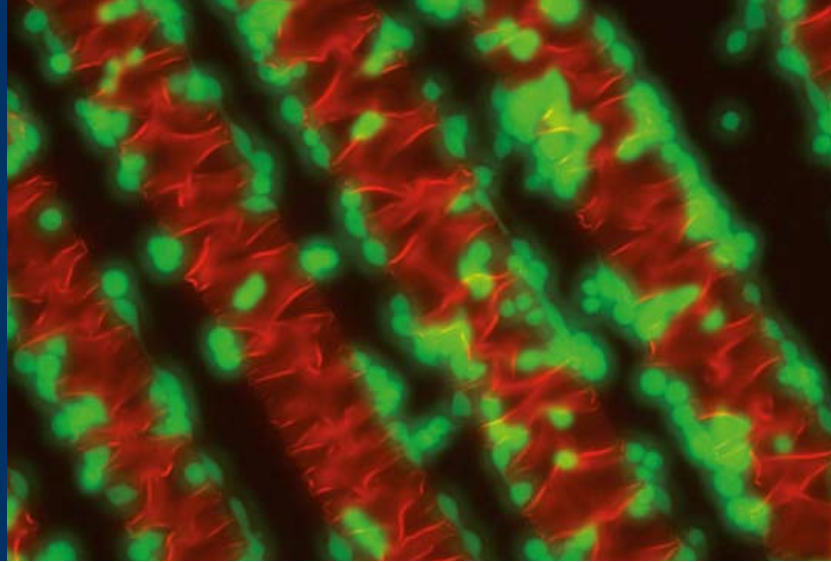
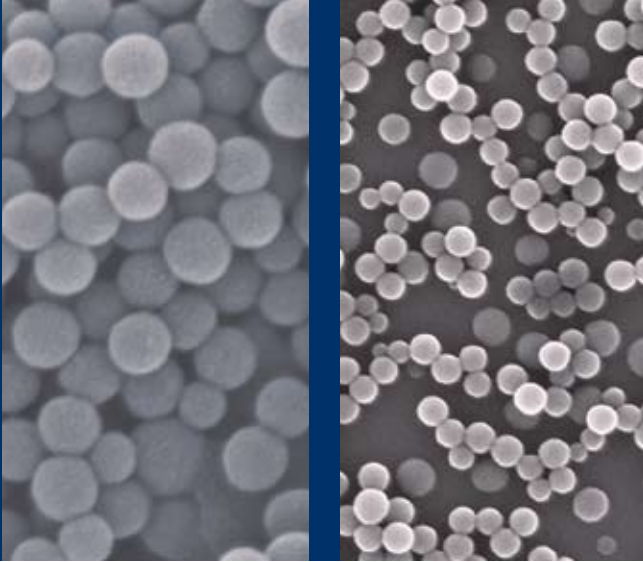
Forschung und Lehre

Das IGVT widmet sich der Gestaltung, Funktionalisierung und Charakterisierung von Oberflächen organischen, anorganischen und biologischen Ursprungs sowie von Nano-, Bio- und Hybridmaterialien und deren Interaktionen. Weitere Schwerpunkte sind die Simulation und Verfahrensentwicklung von grenzflächenbestimmten Prozessen in der Membran- und Bioverfahrenstechnik sowie deren chemische, physikalisch-chemische, biochemische und molekular- oder zellbiologische Grundlagen.

Die Schwerpunkte der Lehre des IGVT liegen bei den Themenfeldern Grenzflächenverfahrenstechnik, Nanotechnologie und industrielle Biotechnologie. Darüber hinaus bietet das IGVT qualifizierende Lehrveranstaltungen zu weiteren fachübergreifenden Themenfeldern an. Die Studierenden kommen insbesondere aus den Studiengängen Verfahrenstechnik, Technische Biologie, WASTE, Werkstoffwissenschaften, Chemie, Technische Kybernetik und Maschinenwesen.

Biologische Grenzflächenverfahrenstechnik

- Wirt-Pathogen-Interaktionen
- Wechselwirkung zwischen Mikroorganismen und Oberflächen
- Mikroarraytechnologie für Diagnostik und biomedizinische Forschung
- Enzym- und Mikroorganismen-Screening sowie Verfahrensentwicklung für die industrielle Biotechnologie



Chemische Grenzflächenverfahrenstechnik

- Molekulare Erkennung
- Nano- und mikrostrukturierte (bio)funktionale Oberflächen
- Kern-Schale-Nano- und Mikropartikel, insbesondere mit biomimetischer Schale
- Biomimetische Funktionsschichten für Medizin und Biotechnik
- Biomaterialien
- Radikalbildung und Reaktion von 2-Stoff-Gemischen im Energiefeld

Medizinische Grenzflächenverfahrenstechnik

- Organoide humane Testgewebe als Ersatz für Tierversuche
- Aufbau vaskularisierter Gewebe
- Toxizitätsstudien an organoiden Gewebemodellen
- Autologe Transplantate und Zelltherapien
- Gewebespezifische Bioreaktorentwicklung

Physikalische Grenzflächenverfahrenstechnik

- Plasmadiagnostik, Grenzflächencharakterisierung und physikalisch-chemische Modellbildung
- Oberflächenfunktionalisierung und Beschichtung für biologische und medizinische Anwendungen, die Verpackungstechnik und die Energietechnik
- Verfahrensentwicklung zur Dispersion von Nanotubes und Nanopartikeln in Flüssigkeiten und Polymeren
- Elektrochemisch stimulierte Kristallisation in Fällungsreaktionen
- Adsorptions-/Desorptionsprozesse zur Wärmespeicherung und Entfeuchtung
- Suspendierte Partikel und Emulsionen in elektrischen Feldern

Umwelt-Grenzflächenverfahrenstechnik

- Entwicklung neuer Membranen und Membranverfahren zur Wasseraufbereitung
- Entwicklung dynamischer Membranverfahren zur Zellrückhaltung und zur Hygienisierung von Wasser
- Spezifische Adsorber zur Elimination von Spurenkontaminationen aus Wasser und Abluftströmen
- Membranen für die Gastrennung und Brennstoffzellen
- Produktion von Wertstoffen aus Mikroalgen in Photobioreaktoren
- Rückgewinnung anorganischer Nährstoffe als Kristalle
- Charakterisierung von Produkten bei der Trocknung mit überhitztem Dampf

Kontakt

Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik IGVT
Universität Stuttgart
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
Fax +49 711 970-4006
www.uni-stuttgart.de/igvt/



Prof. Dr. rer. nat. Thomas Hirth
Institutsleiter
Telefon +49 711 970-4400
thomas.hirth@igvt.uni-stuttgart.de



Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Dipl.-Ing. Günter Tovar
Stv. Institutsleiter
Telefon +49 711 970-4109
guenter.tovar@igvt.uni-stuttgart.de



MEDIZIN

Prof. Dr. Heike Walles

Das Geschäftsfeld Medizin im Fraunhofer IGB steht auf den Säulen regenerative Medizin, Infektionsbiologie, Diagnostik und Optimierung etablierter Medizinprodukte.

Im Mittelpunkt regenerativer Therapien steht die Entwicklung körpereigener (autologer) Transplantate (Advanced Therapy Medical Products, ATMPs). Das Fraunhofer IGB bildet die gesamte Wertschöpfungskette bis hin zur GMP-konformen Herstellung von ATMPs ab und übernimmt speziell für KMUs die Rolle des Mediators – von den Grundlagen bis zur Präklinik. Um die Chancen der Regenerationsmedizin im Gesundheitswesen zu erhöhen, entwickeln wir in einem durch die Fraunhofer-Stiftung finanzierten Verbundprojekt eine GMP-konforme Anlage zur standardisierten, vollautomatisierten Herstellung von Haut *in vitro*.

Entgegen anfänglichen Erwartungen Infektionskrankheiten mit Hilfe von Antibiotika zunehmend besser behandeln zu können, stellen sie eine weltweit wachsende Bedrohung für die Gesundheit der Menschen dar. In den Industrienationen nehmen bakterielle und Pilz-Infektionserkrankungen wieder zu. Neue wissenschaftliche Strategien zur Bekämpfung von Infektionen oder zur Vermeidung von Sepsis sind daher dringend erforderlich. Das Fraunhofer IGB hat, basierend auf eigenen Patenten, verschiedene Array-Technologien und Transkriptom-Analyseverfahren entwickelt und ist dadurch in der Lage, Wirt-Pathogen-Interaktionen effektiv zu untersuchen. Auf dieser Grundlage wollen wir neue Diagnostika wie auch neue Wirkstoffe oder Behandlungsstrategien entwickeln.

Dank der interdisziplinären Ausrichtung des Fraunhofer IGB ist auch die Optimierung der Oberflächeneigenschaften etablierter Medizinprodukte wie Stents oder Kontaktlinsen ein Schwerpunkt. Hierbei nutzen wir besonders Plasmaverfahren. Neue Anwendungen ergeben sich durch den Einsatz biochemisch funktionalisierter Nanopartikel zur Markierung von Tumorgewebe für die Chirurgie.



PATHOGENOMICS – GRUNDLAGEN ZUR BEKÄMPFUNG INVASIVER PILZINFEKTIONEN

Dr. rer. nat. Ekkehard Hiller, Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Steffen Rupp

Systemische Mykosen, invasive Pilzinfektionen, sind insbesondere bei hämatologisch-onkologischen Erkrankungen, Neutropenie, AIDS, bei Patienten nach schweren chirurgischen Eingriffen oder während einer Chemotherapie wie auch bei Frühgeborenen schwerwiegende Komplikationen. Diese haben oftmals fatale Auswirkungen, da nur begrenzte diagnostische und therapeutische Möglichkeiten für eine effektive Behandlung existieren.

Zielstrukturen einer antimykotischen Therapie

Für die Entwicklung neuer fungizider Wirkstoffe ist das Verständnis der Zellwand des Pilzes von besonderer Bedeutung. Diese in menschlichen Zellen nicht vorkommende Struktur trägt essenzielle Funktionen für die Interaktionen des Pathogens mit dem Wirt und ist damit zentral für dessen Virulenz. Sowohl die Zellwand an sich wie auch die zu ihrem Aufbau und für ihre Anpassung an unterschiedliche Umgebungen notwendigen Faktoren (Adhäsine, Enzyme für den Auf- und Abbau der Zellwand u.v.m.) stellen damit bevorzugte Ziele für antimykotische Substanzen dar.

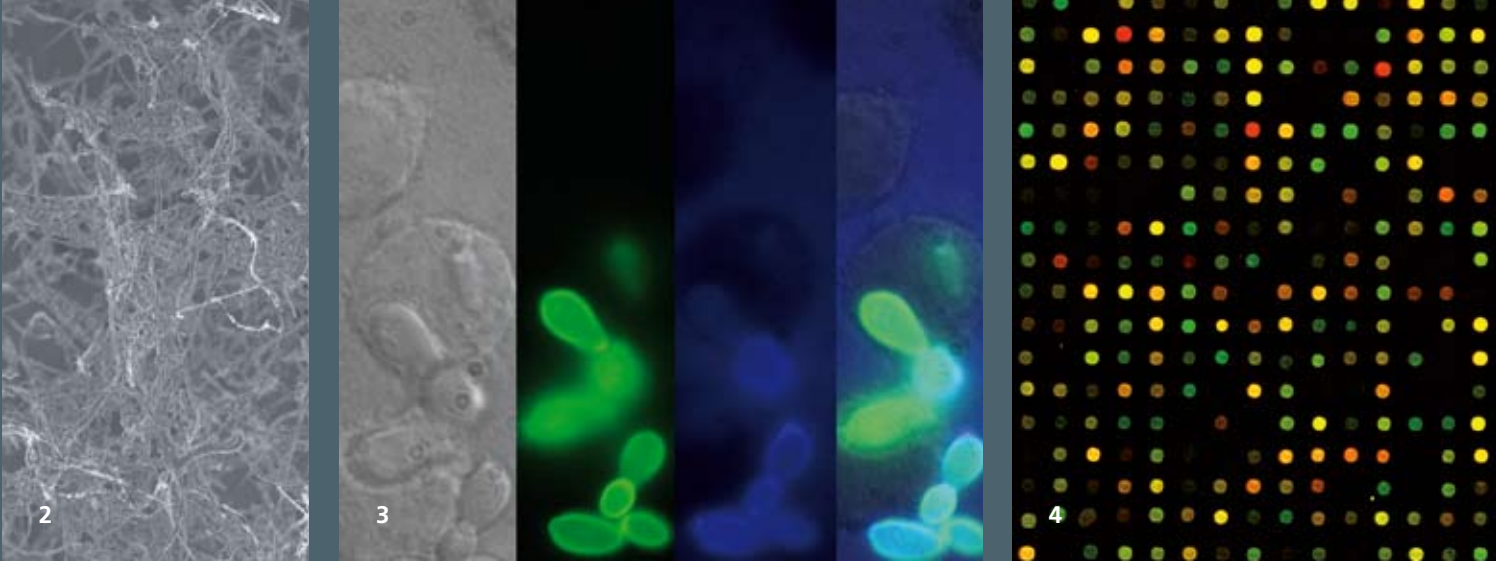
Projekte

Am Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik IGVT der Universität Stuttgart arbeiten wir in enger Kooperation mit dem Fraunhofer IGB im Rahmen mehrerer durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) und das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderter Projekte daran, die für die Virulenz verschiedener Pilze relevanten Prozesse weiter aufzuklären. Diese Untersuchungen erfolgen überwiegend mit den humanpathogenen Pilzen *Candida albicans* (Bild 1)

und *Candida glabrata*, welche als häufigste Erreger systemischer Mykosen auftreten. Dabei wird die für die Interaktion mit dem Wirt wichtige Zellwand einschließlich ihrer Proteine analysiert, um geeignete Zielstrukturen für die Bekämpfung der jeweiligen Organismen zu identifizieren. Zudem haben die Arbeiten zum Ziel, die zellulären Vorgänge während der Bildung von Biofilmen (Bild 2) und der Adhäsion an Wirtszellen zu erforschen. Die hier gewonnenen Ergebnisse werden direkt in Verbundprojekten mit Forschungspartnern verwertet und für Wirkstoff-Screening-Assays eingesetzt, welche im Rahmen weiterer Projekte durch das BMBF gefördert werden.

Einfluss der Zellwand auf die Immunogenität

Um den Einfluss von Zellwandstrukturen auf Infektionsprozesse zu untersuchen, verwenden wir Gewebemodelle, mit denen Adhäsions- und Invasionsvorgänge *in vitro* nachgebildet werden können. Gene bzw. Proteine, welche in *C. albicans* für den Infektionsprozess relevant sein können, wurden durch genomweite Transkriptionsprofile und Proteomics identifiziert [1, 2, 3]. Den Einfluss potenziell infektionsrelevanter, an der Zellwand-Organisation beteiligter Proteine analysieren wir nachfolgend durch Erzeugung entsprechender Deletionsmutanten in *C. albicans*. Sie werden ebenso in *In-vitro*-Versuchen mit Makrophagen eingesetzt, um die Interaktion mit dem Immunsystem des Wirts zu untersuchen (Bild 3). Unterschiede in der Menge der durch die Makrophagen phagozytierten *Candida*-Zellen verschiedener Deletionsmutanten können zur Identifizierung der Strukturen genutzt werden, die der Pilz nutzt, um sich vor dem Immunsystem zu verbergen. Untersuchungen an *In-vivo*-Modellen werden von Projektpartnern (siehe Infokasten) durchgeführt.



Deletionsstudie identifiziert Virulenzgene

Um Virulenzgene von *C. glabrata* zu identifizieren, setzen wir in einem umfassenden Ansatz Gendelektionsstudien ein. Dazu wurden mit Hilfe vergleichender Genomanalysen Gene, welche Proteine bekannter Signaltransduktionswege, membranständige Sensoren, Transporter und Transkriptionsfaktoren kodieren, identifiziert und nachfolgend deletiert. Auf diese Weise wurden ca. 700 Deletionsmutanten generiert. Die Funktion der deletierten Gene untersuchen wir mit Hilfe biologischer Assays auf Zellwandstabilität, Adhäsion und Stresstoleranz, um Rückschlüsse auf ihre Funktion bei der Infektion zu ziehen. Bisher wurden 39 Mutationen identifiziert, die zu veränderten Reaktionen gegenüber verschiedenen Stressfaktoren führen. Bei einem Gen, dessen Funktion bisher nur aufgrund seiner Sequenz mit der Zellwandbiogenese in Verbindung gebracht wurde, konnten wir durch diese Versuche eine Einflussnahme auf die Zellwandzusammensetzung und das Adhäsionsverhalten nachweisen.

Stämme mit verringerter Virulenz werden mittels genomweiter Transkriptionsprofile (Bild 4) weiter charakterisiert. Hierbei konnten wir unter anderem Unterschiede in den für die Übermittlung von Zellwandschädigungen genutzten Signalübertragungswegen in *C. glabrata* zu der sehr nahe verwandten, aber nicht pathogenen Hefe *Saccharomyces cerevisiae* aufdecken. Die daraus resultierenden Ergebnisse lassen Schlussfolgerungen über Pathogenitätsmechanismen und mögliche Targets zur Bekämpfung humanpathogener Pilze zu.

- 1 *Elektronenmikroskopische Aufnahme von Candida albicans.*
- 2 *Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines von C. albicans gebildeten Biofilms.*
- 3 *Fluoreszenzmikroskopie der Phagozytose von C. albicans durch Makrophagen.*
- 4 *Spotmuster eines Mikroarrays zur Transkriptomanalyse bei C. glabrata.*



Dr. Ekkehard Hiller

Institut für Grenzflächen-
verfahrenstechnik IGVT
Universität Stuttgart
Telefon +49 711 970-4171
ekkehard.hiller@igvt.uni-stuttgart.de



Priv.-Doz. Dr. Steffen Rupp

Fraunhofer IGB
Telefon +49 711 970-4045
steffen.rupp@igb.fraunhofer.de

Literatur

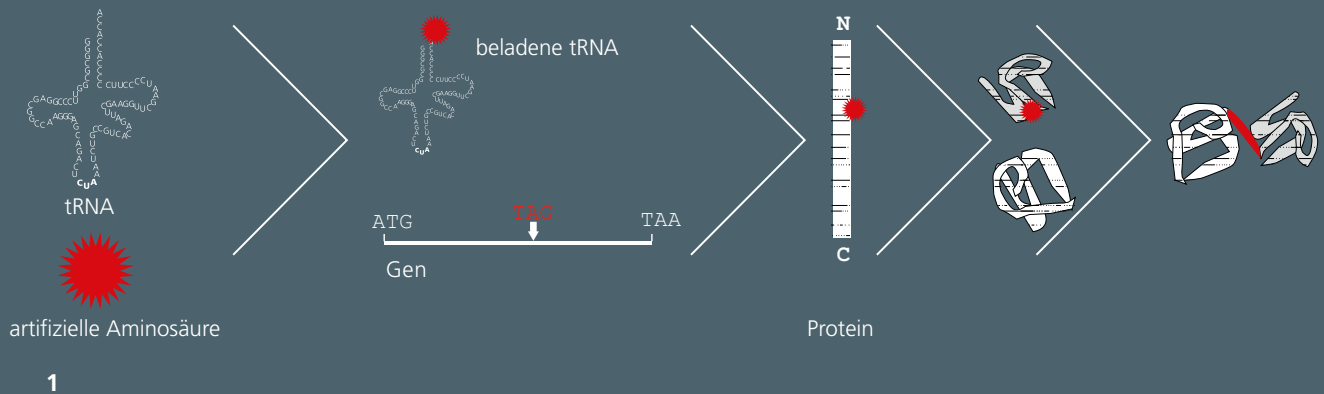
- [1] Urban, C. et al (2003) FEBS Lett 544(1-3): 228-35
- [2] Sohn, K. et al (2006) FEMS Yeast Res 6(7): 1085-93
- [3] Hiller, E. et al (2007) Eukaryot Cell 6(11): 2056-65

Projektpartner

www.spp1160.hki-jena.de
www.pathogenomics-era.net/1stJointCall

Förderung

Wir danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die Förderung der Arbeiten »Identification and characterisation of virulence associated genes during vaginal infections with *Candida albicans*, focusing on the cell wall« (GZ: RU 608/4) im Schwerpunktprogramm 1160 »Kolonisation und Infektion durch humanpathogene Pilze« und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) für die Förderung der Arbeiten »Fun-path« (FKZ 0313931A) und »Glycoshield« (FKZ 0313932B) im Rahmen des Programms ERA.NET PathoGenoMics sowie des Projekts »Entwicklung neuer Wirkstoffe« im Rahmen des Programms »Basisinnovationen in der genom-basierten Infektionsforschung« (FKZ 0315221D).



SYNTHETISCHE PROTEINE ZUR ANALYSE BIOMOLEKULARER INTERAKTIONEN *IN VIVO*

Dipl.-Biol. Michael Berg, Dr. rer. nat. Kai Sohn

Proteine sind Makromoleküle, die in der Zelle in der Regel aus 20 kanonischen Aminosäuren über Peptidbindungen aufgebaut werden. Die einzigartige Aminosäureabfolge jedes einzelnen Proteins definiert dabei dessen biologische Funktion und dessen physikalisch-chemische Eigenschaften. Wissenschaftlich und wirtschaftlich bedeutsam sind Proteine als hochspezifische Enzyme mit definierten, katalytischen Eigenschaften für die Synthese komplexer Verbindungen, aber auch als therapeutisch einsetzbare Wirkstoffe. Daher werden inzwischen Proteine standardmäßig rekombinant hergestellt.

Einen der aktuellsten und vielversprechendsten Ansätze zur Herstellung von Proteinen mit neuen physikalisch-chemischen Eigenschaften bietet das junge Forschungsfeld der synthetischen Biologie. Das zugrunde liegende Prinzip sieht dabei die Herstellung rekombinanter Organismen mit Hilfe standardisierter Bausteine und ingenieurwissenschaftlicher Prinzipien vor. Diese artifiziellen Organismen können neben den natürlichen Standard-Aminosäuren auch artifizielle Aminosäuren mit neuartigen Eigenschaften positionsspezifisch und *in vivo* in die Peptidsequenz einbauen. Diese neu dazukommenden funktionellen Gruppen können dann entweder die physiologische Funktion des Proteins verbessern oder dem Protein über das natürliche Spektrum hinausgehende, einzigartige Eigenschaften verleihen, wie zum Beispiel die Fähigkeit zur Kreuzvernetzung, Photoaktivierbarkeit oder die Möglichkeit einer selektiven, posttranslationalen Modifizierung.

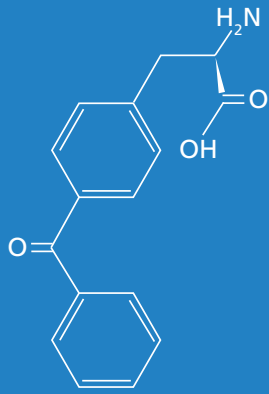
Aktuell können prinzipiell mehr als 200 artifizielle Aminosäuren chemisch hergestellt werden. Für mehr als 30 davon ist es bereits gelungen, sie in Proteine *in vivo* positionsspezifisch einzubauen. Ihre tatsächliche Anwendung und Nutzung muss aber noch erforscht werden.

Entwicklungsziel

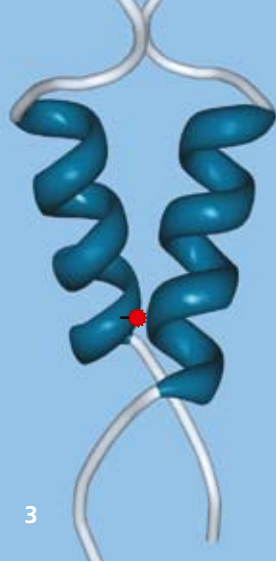
Das Ziel des Fraunhofer IGB ist es, synthetische Proteine basierend auf dem positionsspezifischen Einbau artifizieller Aminosäuren wie Azido- oder Benzoylphenylalanin *in vivo* herzustellen (Bilder 2 und 4). Mit diesen Proteinen soll es dann möglich sein, biomolekulare Interaktionen wie Protein-DNA- aber auch Protein-Protein-Interaktionen in Eukaryoten unter physiologischen Bedingungen *in vivo* zu studieren. Für die Etablierung dieser Technologie am Fraunhofer IGB verwenden wir den Transkriptionsfaktor Gal4p in *Saccharomyces cerevisiae* als Modellsystem, um sowohl genomweit DNA-Bindestellen zu lokalisieren als auch potenzielle Protein-Protein-Interaktionen zu identifizieren.

Prinzip

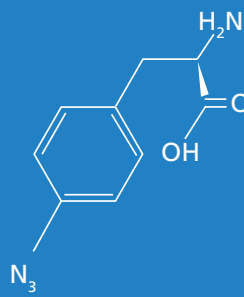
Häufig sind die Interaktionen eines Proteins mit seiner Umgebung nicht stabil, sondern nur temporär. Die Bindung zwischen den Interaktionspartnern kann beispielsweise dissoziieren, sobald die zu untersuchenden biologischen Systeme zur Analyse aufgeschlossen und zerstört werden. Aus diesem Grund ist es für die Untersuchung von Protein-Protein-Interaktionen essenziell, die entsprechenden biomolekularen Wechselwirkungen kovalent zu fixieren. Der Zeitpunkt der Fixierung soll dabei beliebig wählbar und spezifisch für die Interaktion sein.



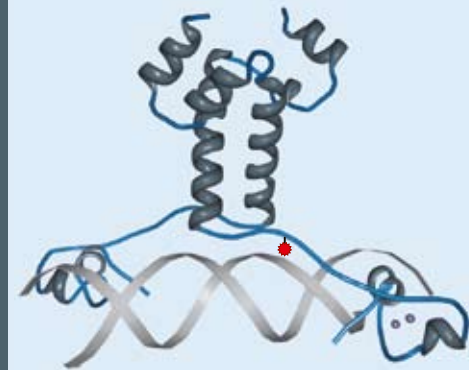
2



3



4



5

Um diesem Anspruch gerecht zu werden, wenden wir das Prinzip des erweiterten genetischen Codes an (Bild 1). Dabei wird während der Proteinsynthese statt einer natürlichen eine artifizelle Aminosäure an eine exakt definierte Position in die Interaktionsdomäne des Zielproteins, dem Transkriptionsfaktor Gal4p, *in vivo* eingebaut (Bilder 3 und 5). Als artifizelle Aminosäuren werden Azido- und Benzoylphenylalanin verwendet, die sich von der natürlichen Aminosäure Phenylalanin ableiten. Die zusätzlichen Seitengruppen dieser artifizellen Aminosäuren sind photoaktivierbar: In Abhängigkeit von UV-Licht werden die Seitengruppen aktiviert und bilden kovalente Bindungen zum Interaktionspartner aus. Die so fest aneinander gebundenen Proteine können dann aus den Zellen isoliert, anschließend angereichert und mittels Massenspektrometrie identifiziert werden.

Ausblick

Die Technologie zur Herstellung von »synthetischen« Proteinen zur Analyse von Protein-Protein-Interaktionen soll universell eingesetzt werden und so zu einem besseren Verständnis komplexer Regulationsnetzwerke bei der Entstehung von Krankheiten oder zur Aufklärung von Stoffwechselwegen beitragen.



Dipl.-Biol. Michael Berg

Telefon +49 711 970-4078
michael.berg@igb.fraunhofer.de



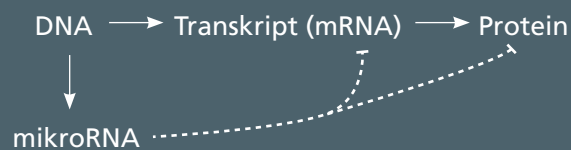
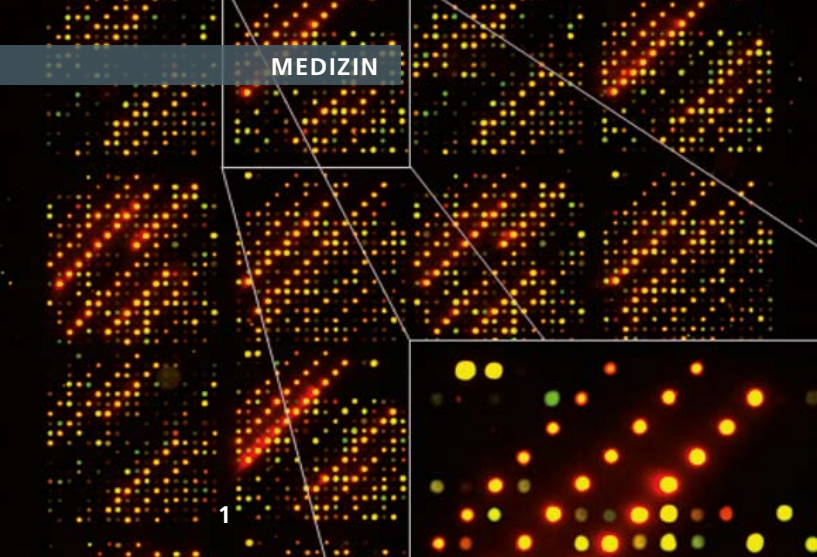
Dr. Kai Sohn

Telefon +49 711 970-4055
kai.sohn@igb.fraunhofer.de

Förderung

Wir danken der Fraunhofer-Gesellschaft für die Förderung der Arbeiten zur Etablierung synthetischer Proteine im Rahmen des Programms Mittelstandsorientierte Eigenforschung (MEF) unter dem Projekttitel »Verfahren zur genomweiten Identifizierung regulatorischer Protein-DNA-Interaktionen«.

- 1 *Prinzip des erweiterten genetischen Codes in S. cerevisiae.*
- 2 *Struktur der artifizellen Aminosäure Benzoylphenylalanin.*
- 3 *3-D-Kristallstruktur der Protein-Interaktionsdomäne des Transkriptionsfaktors Gal4p.*
- 4 *Struktur von Azidophenylalanin.*
- 5 *3-D-Kristallstruktur der DNA-Interaktionsdomäne von Gal4p.*



2

ENTWICKLUNG EINER UNIVERSELLEN MIKROARRAY-PLATTFORM ZUR VERBESSERTEN DIAGNOSTIK VON KREBSERKRANKUNGEN

Dipl.-Biol. (t.o.) Sonja Weishaupt, Dr. rer. nat. Nicole Hauser

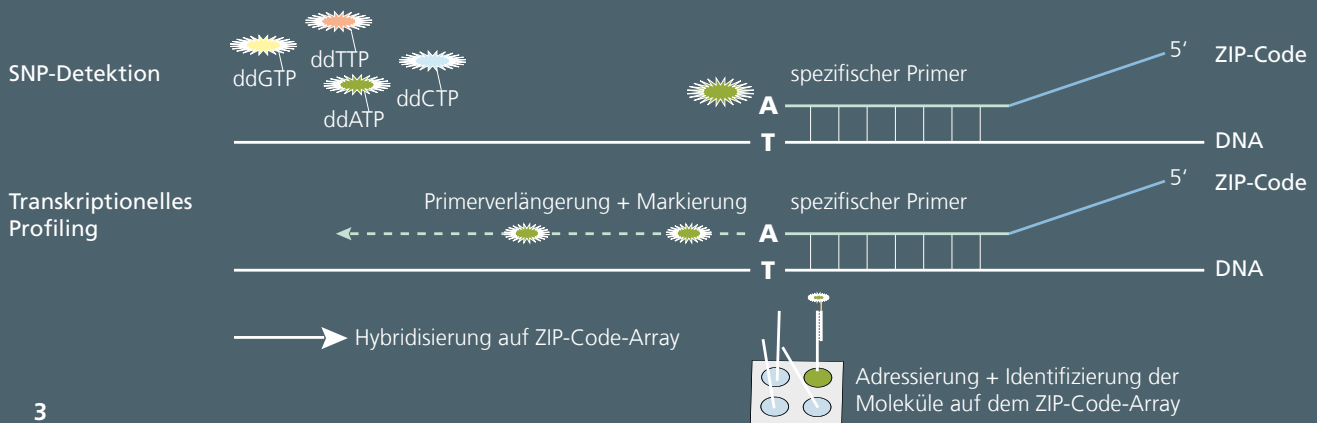
Krebserkrankungen sind die zweithäufigste Todesursache in den westlichen Industrieländern. Die Zahl der Neuerkrankungen steigt jährlich. Um bei einer vorliegenden Tumorerkrankung den Patienten möglichst schnell und erfolgreich therapieren zu können, ist eine präzise Diagnose von entscheidender Bedeutung. In der klinischen Routinediagnostik werden hierzu vor allem klassische immunphänotypische und histopathologische Methoden angewandt. Diese Standardmethoden sind jedoch meist zu ungenau für eine exakte Klassifizierung der entnommenen Gewebe. Um eine präzisere Diagnose zu erlangen, muss der Tumor auf molekularer Ebene klassifiziert werden. Ein geeignetes Verfahren hierzu stellt die Mikroarray-Technologie dar, welche die Möglichkeit einer hochparallelen molekularen Untersuchung bietet.

Diagnostik-Arrays am Fraunhofer IGB

Am Fraunhofer IGB entwickeln wir Diagnostik-Mikroarrays für unterschiedliche Krankheitsfelder wie Infektionen oder Krebserkrankungen. Hierbei kommen verschiedene molekularbiologische Methoden, beispielsweise Genexpressionsanalysen oder Genotypisierungen, zum Einsatz. Einer der Schwerpunkte liegt in der Entwicklung von Diagnostik-Arrays für extrem häufige oder heterogene Krebserkrankungen. In verschiedenen Projekten mit dem Robert-Bosch-Krankenhaus (RBK), Stuttgart, und der Firma NanoCinna Ltd. konnten wir für die Klassifizierung von Brustkrebs, der weltweit häufigsten Krebsart bei Frauen, Genexpressions-Mikroarrays etablieren, welche auf Basis ausgesuchter spezifischer Tumor-Markergene arbeiten (Bild 1).

Universelle Array-Plattform zur Analyse mehrerer Regulationsebenen

Eine präzise Klassifizierung ist insbesondere für sehr heterogene Krebserkrankungen essenziell. Die Komplexität solcher Krebsarten erfordert eine Erweiterung der bisherigen diagnostischen Werkzeuge, um die molekulare Ursache des Tumors tiefergehend bestimmen zu können. Mit Hilfe der Mikroarray-Technologie ist es möglich, Zellen auf unterschiedlichen Regulationsebenen, beispielsweise auf der genomischen (DNA) und der transkriptionellen (RNA) Ebene (Bild 2), gleichzeitig zu untersuchen. Diese parallele Analyse von DNA, mRNA und microRNA erlaubt beispielsweise eine spezifischere Klassifizierung des Tumors und kann so entscheidende Hinweise für einen Therapieerfolg geben. Am Fraunhofer IGB realisieren wir die parallele Detektion genomischer und transkriptioneller Nukleinsäuren mit Hilfe eines universellen ZIP-Code-basierten Mikroarrays. Der ZIP-Code ist eine künstlich generierte Nukleinsäuresequenz, die keine Homologie zur DNA in den untersuchten Krebszellen aufweist. Sie wird als eine Art Anker an spezifische Sequenzen, die für die Tumorklassifizierung relevante Bereiche enthalten, angehängt. Die spezifischen Sequenzen binden an die Zielzell-DNA bzw. -RNA in der Probe und erlauben deren Anreicherung und Markierung. Über den ZIP-Code-Teil kann die so markierte DNA bzw. RNA dann an komplementäre, an definierten Positionen immobilisierte Sequenzen (Gegen-ZIP-Codes) auf dem Array gebunden und identifiziert werden (Bild 3).



3

Tumorklassifizierung mittels ZIP-Code-Arrays

In einer Kooperation des Fraunhofer IGB mit dem Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ), Heidelberg, konnten wir die parallele Detektion mehrerer Parameter zur Brustkrebsklassifizierung auf einer universellen ZIP-Code-basierten Array-Plattform erfolgreich etablieren. Bei diesem Brustkrebs-ZIP-Code-Array liegt der Fokus auf der Erstellung von Genexpressionsprofilen und der SNP-Detektion (Single Nucleotide Polymorphism).

Derzeit entwickeln wir in Zusammenarbeit mit dem DKFZ und dem Institut für Pathologie der Universität Lübeck einen ZIP-Code-Array zur Klassifizierung aggressiver Non-Hodgkin-Lymphome. Aggressive Non-Hodgkin-Lymphome, umgangssprachlich als Lymphknotenkrebs bezeichnet, führen ohne Behandlung meist schnell zum Tod, sind bei richtiger Diagnose aber heilbar. Aufgrund der äußerst hohen Vielfalt an Erscheinungsformen gehören Non-Hodgkin-Lymphome zu den am schwierigsten zu klassifizierenden Krebsarten. Bis heute existiert für sie keine wissenschaftlich-medizinisch einheitliche Klassifizierung. Um die Komplexität dieser Krebsart besser analysieren zu können, integrieren wir bei unserem Array zusätzlich molekulare Parameter wie SNP-Status, microRNA und transkriptionelles Profiling. Diese erweiterte Kombination ermöglicht eine detaillierte molekulare Diagnostik von Non-Hodgkin-Lymphomen, welche als Basis für eine zielgerichtete individuelle Therapie des Patienten dient.



Dr. Nicole Hauser

Telefon +49 711 970-4044
nicole.hauser@igb.fraunhofer.de



Dr. Karin Lemuth

Telefon +49 711 970-4044
karin.lemuth@igb.fraunhofer.de

Forschungs- und Industriepartner

Universität Lübeck, Institut für Pathologie
Robert-Bosch-Krankenhaus, Stuttgart
Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ), Heidelberg
NanoCinna Ltd., Teheran

Förderung

Teile dieser Arbeiten wurden von der Landesstiftung Baden-Württemberg im Rahmen eines Graduiertenstipendiums für Frau Sonja Weishaupt gefördert.

- 1 Diagnostischer Brustkrebsarray zur Erstellung von Genexpressionsprofilen.
- 2 Informationsfluss in der Zelle.
- 3 Prinzip des universellen, ZIP-Code-basierten Mikroarrays am Beispiel der parallelen SNP-Detektion zur Genotypisierung und des transkriptionellen Profilings in der Genexpressionsanalyse (modifiziert nach Hauser et al. 2006).



1



2

BIOMATERIALENTWICKLUNGEN – HYDROGELE ZUM AUFBAU BIOMIMETISCHER WEICHGEWEBE

Dr. rer. nat. Daniela Pufky-Heinrich

Die demographische Entwicklung stellt weltweit enorme Herausforderungen an die Gesundheitsforschung in den Bereichen Diagnostik und Therapie. Deshalb fordert die medizinische Praxis heute den Einsatz bioverträglicher Hochleistungswerkstoffe als Biomaterialien. Die Palette ihrer Anwendungen reicht dabei von Injektionssystemen über Katheter, Wundauflagen und temporäre Implantate bis hin zu permanenten Implantaten und Organersatz. Biomaterialien für Applikationen im Weichgewebe wie Haut, Blutgefäße, Binde- oder Stützgewebe haben die Aufgabe, biegegewichte natürliche Strukturen nachzubilden oder zu substituieren. Hierbei kommen überwiegend hydrogelierende Polymere zur Anwendung. In diesen künstlich aufgebauten Hydrogelen werden reaktive Polymereinheiten zu einem dreidimensionalen Netzwerk verknüpft. Gegenwärtig verwendet man zur Herstellung künstlicher Matrices für *In-vitro*-Gewebersatz sowohl biobasierte als auch synthetische Polymere. Bedarf besteht dabei vornehmlich in der Entwicklung intelligenter Biomaterialien, welche die mechanischen und biologischen Eigenschaften natürlicher Systeme gleichermaßen imitieren.

Elastische Polymere für den Aufbau dreidimensionaler Schichten

In interdisziplinären Entwicklungsansätzen, die Arbeiten in den Bereichen Polymer- und Synthesechemie, Werkstoffwissenschaften und Biologie vereinen, werden am Fraunhofer IGB Biomaterialien für spezifische Anwendungen maßgeschneidert entwickelt.

Im Fokus verschiedener Forschungsprojekte steht die Entwicklung von Materialien mit hoher Elastizität und der Fähigkeit der elastischen Rückverformung. So werden zum Beispiel funktionalisierte Polymereinheiten basierend auf Polyethylenglykol hergestellt und daraus dreidimensionale Hydrogelschichten aufgebaut (Bild 1). Hierbei nutzen wir Photo-Polymerisationstechniken und Methoden der Klick-Chemie. Über die Einstellung der Hydrophilie und des Vernetzungsgrades können wir so gezielt maßgeschneiderte vernetzte Polymerschichten für entsprechende Anwendungen erzeugen. Neben der elastischen Funktionalität spielen Zelladhäsionseigenschaften der synthetischen Gelsysteme eine wichtige Rolle. So haben wir biofunktionale polymere Struktureinheiten basierend auf Gelatine (Bild 2) und Elastin derivatisiert, um entsprechende Hybridsysteme generieren zu können, die sowohl die mechanischen als auch biologischen Aspekte vereinen.

In situ gelierbare Gelsysteme

In situ gelierbare Hydrogelsysteme werden verwendet, um Zellen homogen in einer polymeren Matrix einzuschließen. Von besonderem Interesse ist diese Methodik, um Analoga für Weichgewebe zu erzeugen, z. B. künstliche Hautsysteme. Unsere Entwicklungen umfassen hierbei die Darstellung von pH- und temperaturinduzierten Gelsystemen, z. B. via N-Isopropylacryl- oder Sulfonamid oder zellverträgliche hochreaktive Polymerkomponenten, um irreversibel chemisch vernetzte Hydrogelstrukturen zu generieren. Bei der Anpassung der Polymermatrices orientieren wir uns sowohl an bioinerten als auch an bioabbaubaren Systemen.

3

A

Vitalität 94,0 %

B

Vitalität 91,7 %

C

Vitalität 90,1 %

Die von uns entwickelten bioabbaubaren Polymereinheiten wurden gezielt zur Darstellung rein synthetischer hydrogelierender Gelsysteme entwickelt. Die Bioverträglichkeit des etablierten reaktiven Thiol-En-Systems basierend auf Polyethylenglykol zur Verkapselung humaner Zellen konnte anhand von Vitalitätstests gegenüber primären Fibroblasten nachgewiesen werden (Bild 3).

Anwendungen und Ausblick

Innovative neuartige Biomaterialien werden vornehmlich für den Einsatz als medizintechnische Produkte entwickelt. Die Anwendungen der synthetischen dreidimensionalen Hydrogelsysteme reichen hierbei von *In-vitro*-Testsystemen bis hin zu künstlich aufgebauten Implantaten. Gezielte Untersuchungen der Zell-Material-Wechselwirkungen ermöglichen es zudem, zellspezifische Gerüststrukturen zum Aufbau von Trägerstrukturen für die Zellkultivierung zu etablieren.



Dr. Daniela Pufky-Heinrich

Telefon +49 711 970-4100
daniela.pufky-heinrich@igb.fraunhofer.de



Priv.-Doz. Dr. Günter Tovar

Telefon +49 711 970-4109
guenter.tovar@igb.fraunhofer.de

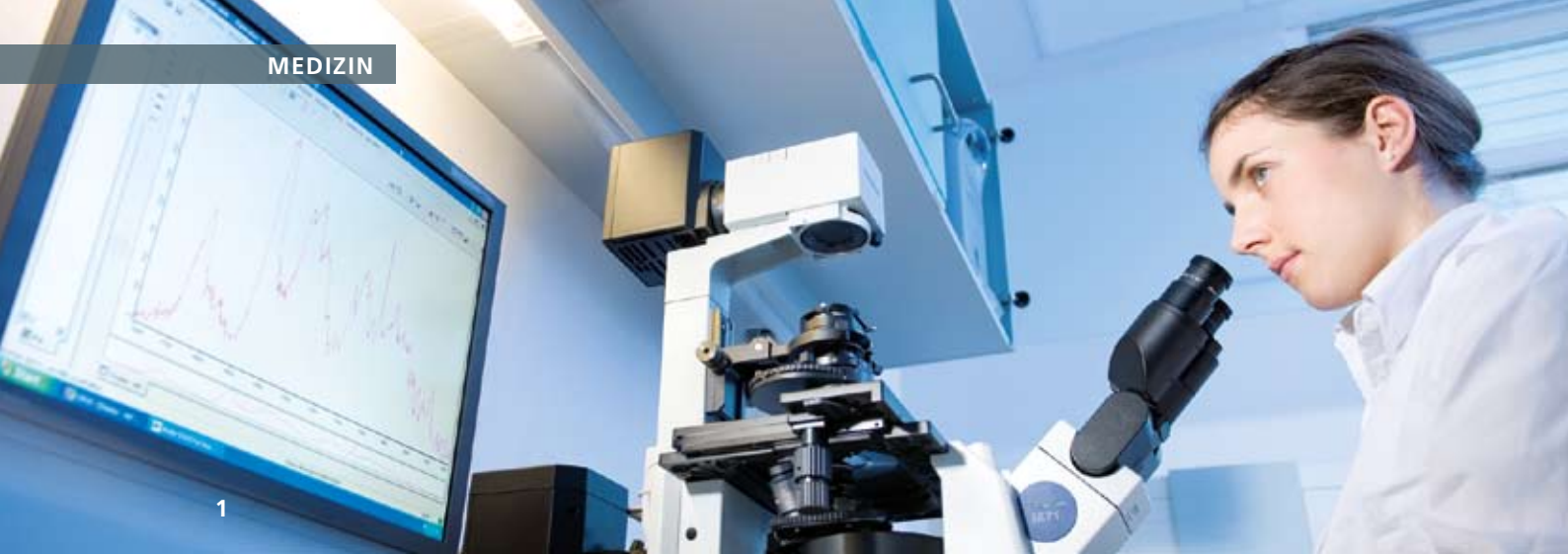
Partner

Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik IGVT,
Universität Stuttgart

Förderung

Wir danken der Fraunhofer-Gesellschaft (MAVO-Projekt »Herstellung bio-inspirierter Versorgungssysteme für Transplantate mittels Rapid Prototyping über Inkjet-Druck und Multiphotonenpolymerisation«), der Fraunhofer-Zukunftsstiftung (Projekt »Mass Customized Organ Replicates – Tissue Engineering on Demand«) sowie dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg (Projekt »Desmosin-Mimetika für die Entwicklung eines synthetischen Elastinersatzes; Förderkennzeichen: FKZ PT 720.830-5-10a«) für die Förderung unserer Arbeiten.

- 1 *Quervernetztes Poly-(Ethylenglykol-co-Pentaerythritol) zur Darstellung dreidimensionaler Hydrogelschichten.*
- 2 *Hydrogel aus gelatinebasiertem Hybridmaterial.*
- 3 *Zellbiologische Bewertung der Biokompatibilität etablierter Polymerkomponenten für in situ gelierbare Hydrogele: Lichtmikroskopische Aufnahmen primärer Fibroblasten nach Inkubation mit Lösungen aus A) reaktivem Thiol und B) reaktivem En-Macromer im Vergleich zur C) Positivkontrolle (Gelneutralisationslösung).*



1

BIORAMAN – RAMAN-SPEKTROSKOPIE FÜR DIE STERILITÄTSKONTROLLE UND QUALITÄTSKONTROLLE IM TISSUE ENGINEERING

Dr. rer. nat. Steffen Koch

Die Raman-Spektroskopie ist eine laserbasierte optische Technologie zur Charakterisierung der Zusammensetzung von synthetischen Materialien, aber auch von biologischen Proben aller Art. Vorteile dieser schwingungsspektroskopischen Methode bei der Analyse biologischer Proben liegen vor allem in der einfachen Probenvorbereitung, in der Möglichkeit, auch in Flüssigkeiten messen zu können und in der zerstörungs- und markerfreien Analyse.

Gemeinsam mit unseren Projektpartnern entwickeln wir am Fraunhofer IGB ein Verfahren, ein Gerät und eine Flusszelle, die zusammen die Möglichkeit bieten, auch kleinste biologische Partikel zu positionieren und automatisch ramanspektroskopisch auszuwerten. Das System eignet sich so beispielsweise zur berührungs- und zerstörungsfreien Kontrolle der Sterilität bei der Transplantatherstellung. Daneben ist das Verfahren auch für die Charakterisierung und Qualitätskontrolle verschiedener Zelltypen berührungsfrei und nicht-invasiv einsetzbar.

Raman-Spektroskopie

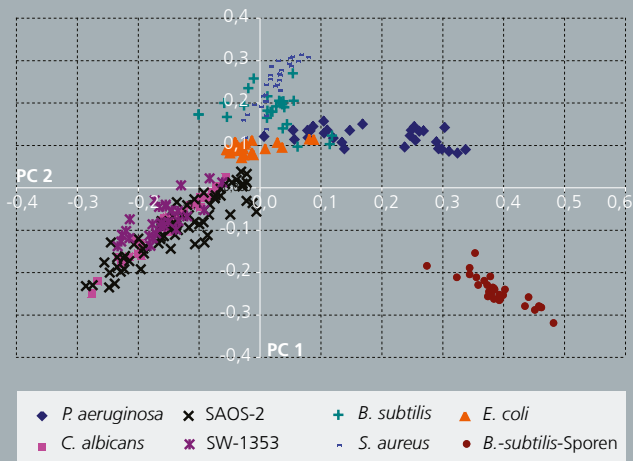
Der von C. V. Raman entdeckte Raman-Effekt, für den er 1930 den Nobelpreis erhielt, basiert auf der Beobachtung von inelastisch gestreutem Licht in einer Probe. Die Probe wird dazu mit monochromatischem Licht (Laser) bestrahlt und das inelastisch gestreute, rot verschobene Licht gegenüber der Anregung als Spektrum erfasst. Im Spektrum selbst sind verschiedene Banden erkennbar, welche der chemischen Zusammensetzung der Probe entsprechen und einen chemischen Fingerabdruck der Probe darstellen.

Datenauswertung bei biologischen Anwendungen

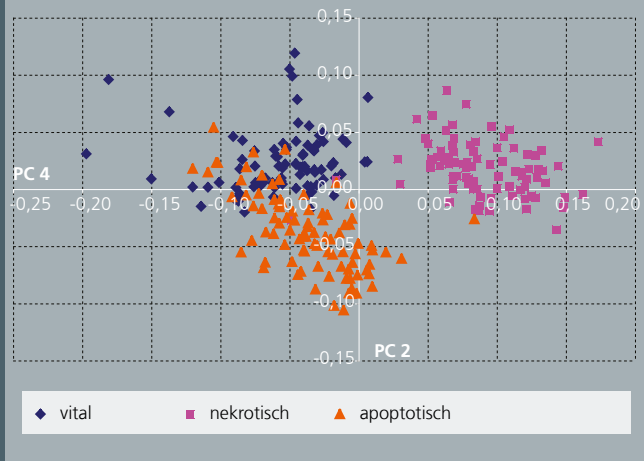
Für biologische Anwendungen sind aufgrund der hohen Variabilität der Zellen (Säugerzelllinien, Mikroorganismen und Sporen) eine hohe Anzahl von Messungen zur Geräteeinstellung und das Erstellen einer Referenzdatenbank zur Unterscheidung der Mikroorganismen sowohl untereinander als auch von den untersuchten Säugerzellen notwendig. Aus diesem Grund ist eine Datenauswertung sinnvoll, die größere Datenmengen darstellen kann. Am Fraunhofer IGB verwenden wir die Hauptkomponentenanalyse (Principal Component Analysis, PCA) zur Beurteilung der biologischen Daten – eine Methode, um systematische Unterschiede in großen Datenmengen aufzufinden und Datenmengen zu reduzieren. Diese Analyse zeigt Ähnlichkeiten der spektralen Daten durch Bildung von Clustern entlang der größten erklärten Varianz durch die Hauptkomponenten.

Sterilitätskontrolle

Eine Voraussetzung für die Sterilitätskontrolle einer Tissue-Engineering-Probe ist das Erkennen mikrobieller Kontaminationen direkt in den verwendeten Kulturmedien, beispielsweise in Überständen. Zur Untersuchung möglicher Kontaminationen haben wir sechs verschiedene Mikroorganismen ramanspektroskopisch untersucht und »kategorisiert«. Dazu gehörten vier Bakterienarten, eine Art bakterieller Sporen und eine Hefe. Die Untersuchung erfolgte zum einen zur Unterscheidung der Mikroorganismen von verschiedenen Säugerzellen. Zum anderen müssen die Mikroorganismen von anderen Partikeln in Zellkulturüberständen, beispielsweise Zelltrümmer-Partikel,



2



3

unterscheidbar sein. Diese Partikel lassen sich nicht allein anhand des mikroskopischen Bilds von den Bakterien unterscheiden. Wir konnten zeigen, dass sich Mikroorganismen durch Raman-Spektroskopie gut von den verwendeten Säugerzellen und ebenso von Partikeln in Zellkulturüberständen unterscheiden lassen. Darüber hinaus zeigt sich die Methode auch geeignet, die einzelnen Mikroorganismen zu identifizieren.

Zellanalyse und Vitalität

Wichtige Kriterien für die Qualitätskontrolle von Zellen im Tissue Engineering sind die Bestimmung der Zellvitalität und des Differenzierungszustands sowie die Unterscheidbarkeit der verwendeten Säugerzellen. Mit den im Rahmen dieses Projekts etablierten Methoden können wichtige Parameter für die Herstellung von Tissue-Engineering-Produkten abgeschätzt werden. Spektroskopisch bietet sich die Möglichkeit, verschiedenste Zelltypen zu kategorisieren. Diese Kategorisierung bietet einen Ansatzpunkt für die Überprüfung, wenn beispielsweise Reinkulturen von Zellen verwendet werden sollen. Daneben ist die Kontrolle der Zellvitalität ein wichtiger und immer wiederkehrender Parameter in der Qualitätskontrolle von Zellkulturen. Es ist uns gelungen, für diese Zellanalyse spektrale Regionen zu identifizieren, die eine Einteilung der Zellen in vital, nekrotisch und apoptotisch ermöglichen.

Ausblick

Aktuelle Arbeiten befassen sich mit der Automatisierung des Messablaufs, beispielsweise Bildanalyse, automatisches Anfahren und Vermessen relevanter Partikel. Daneben arbeiten wir auch intensiv an der Quantifizierung der spektroskopischen Daten. Erste Auswertungen mit einer *Support Vector Machine* (SVM), einem computergestützten mathematischen Verfahren der Mustererkennung, zeigen gute Klassifizierungen der verschiedenen Organismen.



Dr. Steffen Koch

Telefon +49 711 970-4152
 steffen.koch@igb.fraunhofer.de



Prof. Dr. Heike Walles

Telefon +49 711 970-4117
 heike.walles@igb.fraunhofer.de

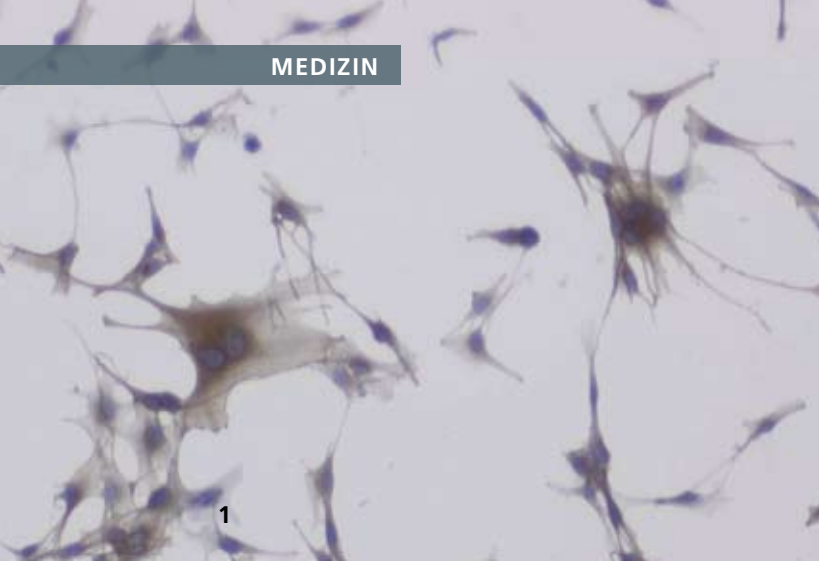
Projektpartner

Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM, Freiburg
 Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT, St. Ingbert

Förderung

Wir danken der Fraunhofer-Gesellschaft für die Förderung der Arbeiten im Rahmen des Programms Marktorientierte Vorlauforschung (MAVO) unter dem Projekttitle »Online-Qualitätskontrolle für die beschleunigte Medikamentenentwicklung und individualisierte Therapie mittels bildgebender Raman-Spektroskopie«.

- 1 *Bioraman am Fraunhofer IGB.*
- 2 *PCA zur Unterscheidung von Mikroorganismen und Zellen. Gemessen wurden jeweils 25-30 Spektren. Deutlich erkennbar sind Cluster der Bakterien, Sporen, Zelllinien und C. albicans-Zellen. Die erklärte Varianz liegt für PC 1 bei 28 % und für PC 2 bei 21 %.*
- 3 *PCA zur Unterscheidung von vitalen (blau), nekrotischen (pink) und apoptotischen (orange) SAOS-2-Zellen. Hier liegt die erklärte Varianz für PC 2 und PC 4 bei 17 % und 5 %.*



GMP-HERSTELLUNG EINES MELANOZYTENTRANSPLANTATS

Dr. rer. nat. Iz Anadere

Bei Vitiligo, der sogenannten Weißfleckenkrankheit, handelt es sich um eine teilweise Depigmentierung der Haut. Sie ist darauf zurückzuführen, dass die Melanozyten, die das Hautpigment Melanin produzierenden Zellen der Haut, degenerieren. Das Wissen über die Ursachen der Krankheit ist derzeit noch sehr lückenhaft. Zunächst kommt die normale Melaninsynthese zum Erliegen. Diese Phase ist möglicherweise reversibel. Im weiteren Krankheitsverlauf kommt es zum völligen Absterben und Verschwinden der Melanozyten. Bei einem Mangel an notwendigem Hautschutz gegen UV-Strahlung ist das Krebsrisiko der Vitiligo-Patienten in den Melanozyten-freien Arealen erhöht.

Therapie mit Melanozytentransplantat

Vitiligo gilt bisher als nicht heilbar. Das Melanozytentransplantat stellt einen neuen Therapieansatz zur Behandlung von Vitiligo dar. Davon ausgehend, dass die die Depigmentierung auslösenden Ursachen wie Sonnenbrand, akute Stresszustände oder andere ernste Erkrankungen bei vielen Patienten nicht mehr andauern, besteht bei den Patienten eine große Heilungschance, wenn autologe (patienteneigene) Melanozyten in das betroffene Hautareal implantiert werden.

Herstellung des Transplantats

Bei dem Melanozytentransplantat (Bild 1) handelt es sich um ein Zellimplantat, mit dem erkrankte, pigmentfreie Hautareale rebesiedelt werden sollen und dadurch eine Repigmentierung der Haut gefördert und die Melanozytenbildung angeregt wird. Die Melanozyten werden zunächst aus einer Hautbiopsie des Patienten isoliert und über mehrere Wochen in der GMP-Einheit am Fraunhofer IGB (Bild 2) expandiert. Abschließend werden die Zellen geerntet und in einer definierten Zellkonzentration als Suspension zum Patienten transportiert. Dort werden die Melanozyten in die pigmentfreien Hautareale appliziert. Eine Herstellungserlaubnis ist bei der zuständigen Behörde bereits beantragt. Anschließend kann das autologe Melanozytentransplantat in klinischen Studien eingesetzt werden.

GMP-Einheit am Fraunhofer IGB

Am Fraunhofer IGB entwickeln wir GMP-konforme Prozesse zur Herstellung von individuellem, autologem Gewebeersatz für die regenerative Medizin und den Einsatz in klinischen Studien, kümmern uns um die Beantragung der Herstellungserlaubnis und produzieren zellbasierte Therapeutika in unseren zertifizierten Räumen. Die GMP-Einheit des Fraunhofer IGB wurde 2008 von 150 qm auf 215 qm Fläche erweitert, komplett neu gestaltet und ausgestattet und vom Regierungspräsidium Tübingen zertifiziert. In den letzten vier Jahren haben wir drei neue firmeneigene Herstellungserlaubnisse erhalten. Zu unseren Kunden zählen Firmen und Krankenhäuser im In- und Ausland.



Leistungsangebot auf einen Blick

- Verfahrensentwicklung autologer Transplantate
- Herstellung zell- und/oder matrix-basierter Transplantate
- Herstellung und Prüfung von Zelltherapeutika im Lohnauftrag für klinische Studien der Phase I und II (AMWHV, AMG)
- Regularien/Dokumentation
- Qualitätssicherung



Dr. Michaela Kaufmann

Telefon +49 711 970-4049

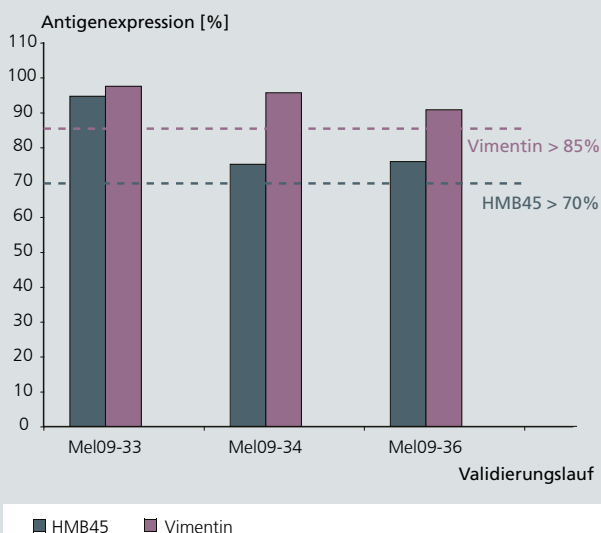
michaela.kaufmann@igb.fraunhofer.de

Dipl.-Biol. Markus Schandar

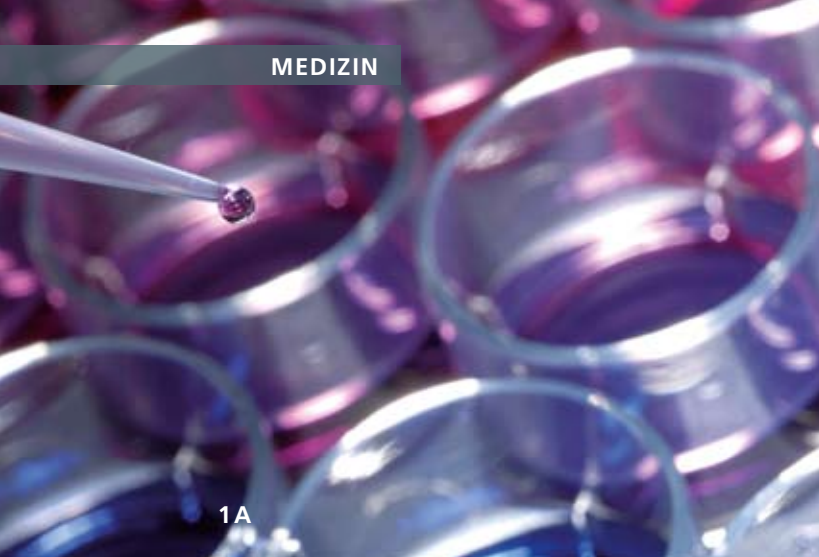
Telefon +49 711 970-4051

markus.schandar@igb.fraunhofer.de

Nachweis der Identität von Melanozyten: Expression von HMB45 und Vimentin (Intrazelluläre Messung mit Durchflusszytometer Guava)



- 1 *Histologische Färbung von Melanozyten (gefärbt mit HMB45).*
- 2 *GMP-gerechte Produktion – gleichbleibende Produktionsprozesse und modernste Reinräume gewährleisten die Sicherheit und Qualität der Produkte.*



ANGEBORENES IMMUNSYSTEM IN DER MIKROTITERPLATTE

Dr. rer. nat. Anke Burger-Kentischer, Dr. rer. nat. Ina Abele

Pyrogene, fieberauslösende Stoffe aus Bakterien, Viren oder Pilzen, können nach Eintritt in den Blutkreislauf Sepsis auslösen. Sepsis wird zu den schwersten Komplikationen bei Patienten insbesondere in der Intensivmedizin gezählt und durch eine Summe lebensbedrohlicher Symptome definiert, welche durch konservierte mikrobielle oder virale Rückstände, sogenannte *pathogen-associated molecular patterns* (PAMPs), ausgelöst werden. Diese Rückstände können isolierte chemische Strukturen, Zellwandbestandteile oder vollständige Mikroorganismen sein. PAMPs werden von Rezeptoren des angeborenen Immunsystems, den *Pattern Recognition Receptors* (PRRs) erkannt, welche anschließend die Produktion von fieberinduzierenden Botenstoffen einleiten. Für eine erfolgreiche Therapie von Sepsispatienten ist eine schnelle und eindeutige Klassifizierung des ursprünglichen Erregers notwendig. Beides ist zum heutigen Zeitpunkt nur eingeschränkt möglich.

PAMPs treten nicht nur in der Klinik, sondern auch als mögliche Verunreinigungen in der medizintechnischen Produktion auf. Um die Übertragung von pyrogenen Stoffen in den Blutkreislauf zu verhindern, muss bei medizinischen Ausrüstungen und Produkten ein Nachweis auf Pyrogen-Freiheit erbracht werden. Hierfür sind neue, effiziente Analysemethoden wichtig, die eine Vielzahl von PAMPs kostengünstig und schnell erkennen.

Zellbasiertes Testsystem zur Pyrogendetektion und Differenzierung von Keimspektren

Am Fraunhofer IGB wurde ein neues, zellbasiertes Testsystem entwickelt, welches die Detektion und Differenzierung von PAMPs mit Hilfe der angeborenen Immunrezeptoren ermöglicht. Zu diesen zählen sowohl die *Toll-like-* (TLRs),

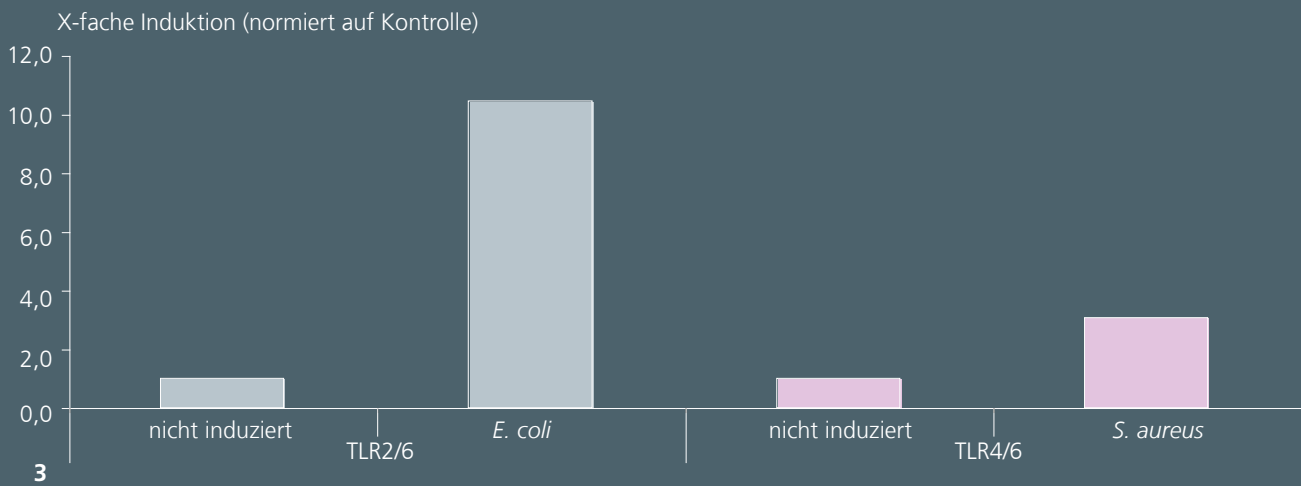
NOD-like- (NLRs) und *RIG-like-* (RLRs) Rezeptoren als auch Dectine und andere Rezeptoren. Das Testverfahren bildet das humane, angeborene Immunsystem ab und kann als Alleinstellungsmerkmal alle PAMPs selektiv erkennen und identifizieren.

In die NIH3T3-Zelllinie wurden unterschiedliche Rezeptoren oder Rezeptorkomplexe zusammen mit einem Reportergen stabil transfiziert. Die Aktivierung der Rezeptoren durch ein Pyrogen führt über eine Signalkaskade zur Aktivierung der Transkriptionsfaktoren (z. B. NF- κ B), welche die Expression des Reportergens (z. B. einer sekretierten, alkalischen Phosphatase, SEAP, oder eines fluoreszierenden Proteins wie *Green Fluorescent Protein*, GFP) induziert (Bild 1). Pyrogene können so durch die Expression des Reportergens direkt sowohl qualitativ als auch quantitativ in der Analyselösung nachgewiesen werden (Bild 2).

Durch den Einsatz unterschiedlicher, spezifischer Rezeptorkombinationen kann ein breites Spektrum an Keimen identifiziert werden. So können Gram-negative Bakterien wie beispielsweise *E. coli* mit der Rezeptorkombination TLR4/CD14 identifiziert werden. Gram-positive Bakterien wie *S. aureus* können durch die Rezeptorkombination TLR2/TLR6 nachgewiesen werden (Bild 3).

Anwendungen

Pyrogene können an medizinischen Geräten, injizierbaren Arzneimitteln und an Implantaten oder Instrumenten vorhanden sein. In der Medizintechnik kann das Testsystem zum Nachweis pygener Rückstände angewandt werden und damit bisherige



Tests wie LAL und IPT ergänzen oder ersetzen. In der Lebensmittelindustrie können pyrogene Substanzen und Keime in Nahrungsmitteln nachgewiesen und identifiziert werden. In der Pharmaindustrie werden Produkte auf pyrogene Substanzen untersucht, beispielsweise bei der Herstellung von Medikamenten oder Infusionslösungen.

Das Testsystem bildet das angeborene Immunsystem über individuelle Rezeptoren oder Rezeptorpaare (PRRs) in der Mikrotiterplatte direkt ab und kann damit zum Screening neuer TLR-Antagonisten oder Chemotherapeutika eingesetzt werden wie auch als Qualitätskontrollsystem in der Medizintechnik. Ebenso eignet sich der neue Assay für eine verbesserte Detektion und Klassifizierung von Sepsiserregern in der medizinischen Diagnostik (Bild 3). Durch Einsatz weiterer bekannter PRRs kann das Testsystem bis zur vollständigen Abbildung des angeborenen Immunsystems erweitert und auf unterschiedliche Fragestellungen angewandt werden.



Dr. Anke Burger-Kentischer
 Telefon +49 711 970-4023
 anke.burger-kentischer@igb.fraunhofer.de

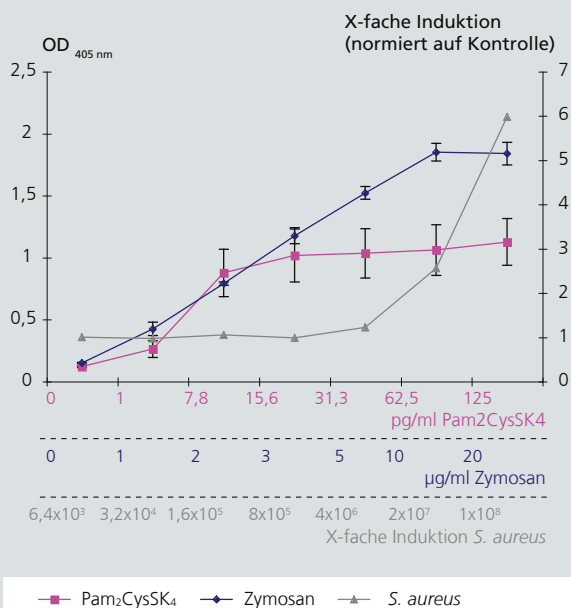


Priv.-Doz. Dr. Steffen Rupp
 Telefon +49 711 970-4045
 steffen.rupp@igb.fraunhofer.de

Förderung

Teile der Arbeiten wurden von der Fraunhofer-Gesellschaft im Rahmen des Programms Mittelstandsorientierte Eigenforschung (MEF) unter dem Titel »Zellbasiertes Testsystem zur Identifizierung und Differenzierung von Keimspektren« gefördert.

2 Nachweis von PAMPs mit dem TLR2/6 Testsystem



- 1 Zellbasiertes Testsystem für die Detektion von Pyrogenen (A und B).
- 2 Nachweis von PAMPs, z. B. chemischen Strukturen (synthetische Lipopeptid Pam₂CysSK₄), Zellwandbestandteilen (Zymosan aus *S. cerevisiae*) oder vollständigen Mikroorganismen (*S. aureus*) mit dem TLR2/6 Testsystem.
- 3 Differenzierung der häufigsten Sepsiserreger nach Hitzeinaktivierung. NIH3T3-SEAP-TLR4/MD2-Zelllinie nach Induktion mit dem Gram-negativen Bakterium *E. coli* und NIH3T3-SEAP-TLR2/6-Zelllinie nach Induktion mit dem Gram-positiven Bakterium *S. aureus* (2x10⁷/ml).



PHARMAZIE

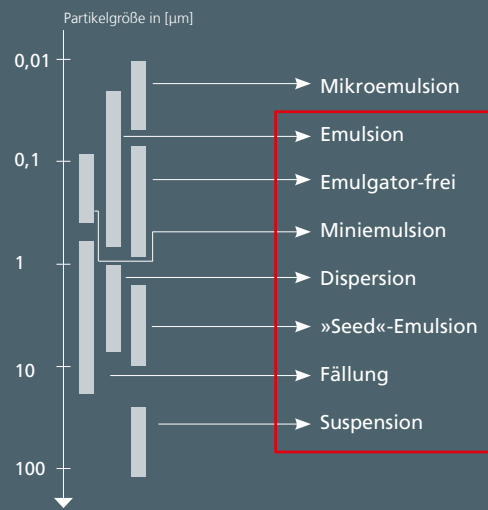
Priv.-Doz. Dr. Steffen Rupp

Aktuelle Herausforderungen für die pharmazeutische Industrie sind, die Diagnose von Erkrankungen und deren individuelle Therapie zu verbessern, neue Wirkstoffe zu entwickeln sowie durch Formulierungen die Wirksamkeit von Medikamenten zu erhöhen. Im Geschäftsfeld Pharmazie erarbeiten wir am Fraunhofer IGB Lösungen für das Wirkstoff-Screening, die pharmazeutische Biotechnologie, pharmazeutische Chemie sowie für *Drug Release* und Formulierung.

Neue Wirkstoffe identifizieren wir unter gezieltem Einsatz zellbasierter Assays, beispielsweise für immunmodulatorische Substanzen oder Antiinfektiva auf der Grundlage von Struktur-Wirkungsbeziehungen. Potenzielle Wirkstoffe charakterisieren wir *in vitro* unter Verwendung organtypischer komplexer 3-D-Primärzellmodelle (Haut, Darm, Lunge, Leber) auf Wirksamkeit, Absorption, Verteilung im Organmodell, Metabolisierung und Toxizität – analog zu Studien der klinischen Phase I. Diese Untersuchungen werden durch molekulare Methoden wie Gen-expressions- und Proteomanalysen sowie mittels Histologie und konfokaler Raman-Spektroskopie vervollständigt. Ziel hierbei ist es, schon in einem frühen, präklinischen Stadium toxische Nebenwirkungen potenzieller Wirkstoffe und ihrer Metabolite zu erkennen.

Im Bereich pharmazeutische Biotechnologie entwickeln wir Verfahren zur Herstellung von Pharmaproteinen von der Entwicklung der Expressionsvektoren über die Stammentwicklung in Mikroorganismen und Säugerzellen, der Optimierung von Fermentationsverfahren bis hin zur Aufreinigung der Pharmazeutika – auch über molekular geprägte Nanopartikel (Nano-MIPs). Die Herstellung klinischer Prüfware nach GMP (Good Manufacturing Practice) bieten wir über eine Fraunhofer-interne Kooperation ebenfalls »in-house« an. Für die Formulierung von Wirkstoffen arbeiten wir an nanopartikulären Strukturen, die Wirkstoffe gezielt zum Wirkort transportieren und hier kontrolliert abgeben (*Drug Delivery*, *Drug Release*).

Zudem entwickeln wir zellbasierte Therapeutika und stellen Mustermengen nach GMP-Richtlinien her. Die Qualitätskontrolle zum Nachweis potenzieller Kontaminationen (Mikroorganismen, Viren) erfolgt zerstörungsfrei mit spektroskopischen, zellbasierten oder molekularen Methoden nach Richtlinien der *Good Laboratory Practice* (GLP) bzw. *Good Manufacturing Practice* (GMP).



VERKAPSELUNG UND KONTROLLIERTE FREISETZUNG – PARTIKELBASIERTE FORMULIERUNG

Dr. rer. nat. Carmen Gruber-Traub, Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Günter Tovar

Polymere Kern-Schale-Nano- und Mikropartikel kontrollieren als Träger die Freigabe von verkapselten Effektstoffen oder Wirkstoffen (Controlled Release) und können für neue Formulierungskonzepte in der Pharmazie, bei Medizinprodukten, in der Kosmetik, im Pflanzenschutz und der Lebensmitteltechnik eingesetzt werden. Die Kombination von Partikeln mit Proteinwirkstoffen ermöglicht es beispielsweise, neue Wirkstoffkonzepte experimentell zu verfolgen. Neben der Möglichkeit, empfindliche Effektstoffe gegen Biodegradation zu schützen, können partikuläre Trägersysteme auch eine Freisetzung verkapselter Stoffe vermitteln. Verschiedene therapeutisch relevante Verbindungen wie Proteine (Zytokine, Wachstumsfaktoren etc.) haben wir am Fraunhofer IGB bereits erfolgreich in solche nano- bzw. mikropartikulären Träger eingekapselt. Mittels gängiger biologischer Assays konnten wir nachweisen, dass die so gebundenen Wirkstoffe nach der Freisetzung ihre ursprüngliche Bioaktivität zeigen.

Formulierungstechniken

Am Fraunhofer IGB werden kundenspezifisch Nano- und Mikropartikel im Bereich von 200 nm - 10 µm je nach Fragestellung aus kommerziell erhältlichen oder auch maßgeschneiderten Polymeren hergestellt. Hierbei kommen unterschiedliche Polymerisationstechniken wie beispielsweise die Miniemulsionspolymerisation oder die emulgatorfreie Emulsionspolymerisation zum Einsatz. Durch Variation der Partikelgröße, des Beladungsgrades, des Molekulargewichts und des Verhältnisses der hydrophilen und hydrophoben Monomereinheiten können wir – individuell angepasst – die Freisetzungskinetik der eingekapselten Stoffe beeinflussen. So können auch Freisetzung

über sehr lange Zeiträume (Ultralong Drug Release, ULDR) von drei bis vier Monaten realisiert werden. Von besonderem Interesse sind hierbei bioabbaubare Verbindungen, da diese nach ihrer Anwendung im Körper oder in der Umwelt vollständig metabolisiert oder zersetzt werden.

Ergänzt werden die am Institut etablierten Technologien zur Partikelherstellung seit neuestem durch den innovativen Nano-Sprühtrockner B-90 von Büchi. Mit dem Sprühtrockner können Partikel im Bereich von 300 nm - 5 µm hergestellt werden. Der elektrostatische Partikelabscheider sorgt bei Probenmengen im Milligrammbereich für Ausbeuten bis zu 90 %. Herkömmliche Methoden erreichen Ausbeuten von nur 60-70 %. Somit sind experimentelle Arbeiten mit kleinsten Substanzmengen für Machbarkeitsstudien möglich.

Maßgeschneiderte Polymere

Handelsübliche bioabbaubare, lineare Polyester bringen oft unzureichende Eigenschaften für eine kontrollierte Wirkstofffreisetzung mit. Deshalb werden am Fraunhofer IGB neue polymere Matrixsysteme – bioabbaubare und biokompatible Blockcopolymeren – mit verbesserten Eigenschaften und unterschiedlichen Molekulargewichten entwickelt. Diese Nanopartikel passen wir dann durch die Auswahl geeigneter Polymersysteme den individuellen Anwendungen nach Kundenwünschen und Kundenvorgaben an. Die funktionellen Gruppen, aus denen bioabbaubare Polymere zusammengesetzt sind, bestimmen hierbei physikalische und chemische Eigenschaften wie die Freisetzungs- und die Abbaugeschwindigkeit.



Oberflächenmodifizierung – Effiziente Formulierungskonzepte

Die polymeren Partikel können für komplexe Anwendungen zusätzlich an der Oberfläche funktionalisiert und somit effiziente Formulierungskonzepte realisiert werden. Am Fraunhofer IGB hergestellte Partikel modifizieren wir beispielsweise an ihrer Oberfläche über freie Carboxygruppen mittels gängiger Kupplungsmethoden für den gezielten Wirkstofftransport im Körper (Drug Targeting). Mittels Carbodiimid und Crosslinker werden Biomoleküle wie beispielsweise Antikörper – ohne Aktivitätsverlust – erfolgreich an die Oberfläche angebunden. Zusätzlich zu bioabbaubaren Nanopartikeln entwickeln wir biologisch-synthetische Nanopartikel, welche die Gegebenheiten an Zelloberflächen simulieren (NANOCYTES®).

Leistungsspektrum

- Durchführung von Machbarkeitsstudien
- Entwicklung von nano- und mikroverkapselten Effekt- oder Wirkstoffen
- Synthese von Polymeren und Blockcopolymeren
- Polymercharakterisierung
- Biokonjugation der Nanopartikel
- Bioanalytik



Dr. Achim Weber

Telefon +49 711 970-4022
achim.weber@igb.fraunhofer.de

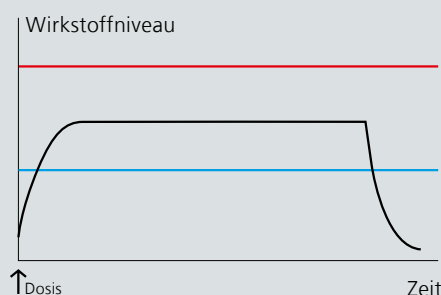
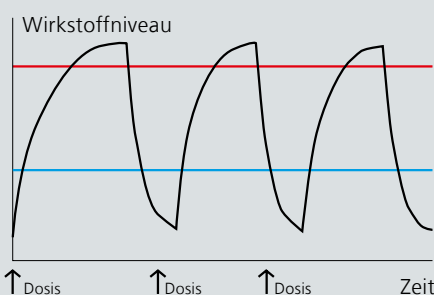


Dr. Carmen Gruber-Traub

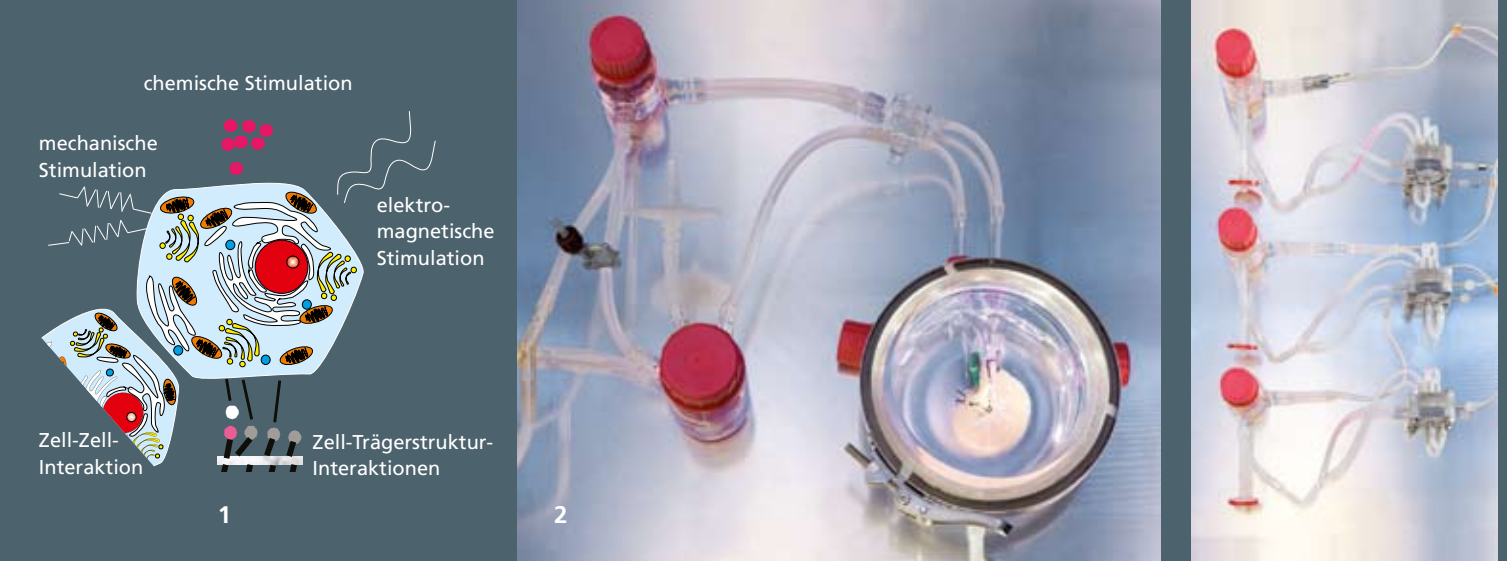
Telefon +49 711 970-4034
carmen.gruber@igb.fraunhofer.de

- 1 *Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme bioabbaubarer Nanopartikel. Mit diesen Partikeln können Wirkstoffe im Körper über lange Zeit reguliert freigesetzt werden.*
- 2 *Partikelherstellungstechniken und deren typische Partikelgrößen. Am Fraunhofer IGB sind die rot umrandeten Technologien etabliert.*
- 3 *Aufnahme der Partikelgrößenverteilung von Mikropartikeln mittels Lichtmikroskopie.*

Wirkstoffdosierung auf traditionelle Weise (links) und auf kontrollierte Weise (rechts) mit Drug-Delivery-Systemen.



— Maximal erwünschtes Niveau — Minimales effektives Niveau



ANWENDUNGSORIENTIERTE BIOREAKTOR-ENTWICKLUNG FÜR DAS TISSUE ENGINEERING

Dr.-Ing. Jan Hansmann

Der Zellzustand, gegeben durch physiologische Parameter wie beispielsweise den Ausprägungsgrad zellspezifischer Eigenschaften, wird bestimmt durch die Mikroumgebung, in der sich eine Zelle befindet, und durch die Stimulation der Zelle mittels zellspezifischer Reize. Somit ist auch die Aussagekraft von *In-vitro*-Testsystemen oder die Qualität eines autologen, *in vitro* hergestellten Transplantats von der Art der Kultivierung vor Verwendung bzw. vor Transplantation des Gewebes abhängig. Die Aufrechterhaltung physiologischer Kultivierungsbedingungen im Tissue Engineering wird durch den Einsatz von Bioreaktorsystemen realisiert.

Parameter für die Bioreaktorauslegung

Dabei kann das mögliche Reizspektrum je nach Zelltyp sehr breit sein (Bild 1) und die Intensität der Reize muss vor Auslegung eines Bioreaktorsystems identifiziert werden. Das Fraunhofer IGB verfügt über eine Vielzahl verschiedener Kultivierungssysteme (Bild 2) zur Herstellung von Geweben unterschiedlichen Ursprungs, die sowohl im FuE-Bereich als auch im Bereich der regenerativen Medizin eingesetzt werden.

Bessere Handhabung durch periphere Inkubatoren

Zur verbesserten Bedienbarkeit der Bioreaktorsysteme, die mit wachsenden Anforderungen an die Kultivierungsbedingungen stark in ihrer Komplexität zunehmen, werden parallel zur eigentlichen Bioreaktorentwicklung periphere Systeme entworfen, die den Umgang mit den Bioreaktoren erleichtern.

Bild 3 zeigt einen Inkubator für die Transplantatherstellung unter GMP-Bedingungen (Good Manufacturing Practice), der eine optimale Aufnahme von Bioreaktoren ermöglicht.

Reaktorauslegung mittels Systembiologie

Zur Reaktorauslegung können zudem systembiologische Methoden angewandt werden. Dies beinhaltet die systemtheoretische Untersuchung von Prozessen innerhalb der Zellen, die zu einer spezifischen Zellreaktion führen. Beispielsweise über die Beschreibung des Zusammenhangs zwischen einer gegebenen Stimulation und der Expression von Oberflächenmarkern, die wiederum auf einen definierten Zellzustand hindeuten. Die Analyse der dadurch abgebildeten Prozesse erlaubt die Vorgabe der Kultivierungsbedingungen, die zur Bioreaktorauslegung benötigt werden.

Als Beispiel sei der Aufbau eines Bioreaktors für Gewebe auf Basis mesenchymaler Stammzellen genannt. Mesenchymale Stammzellen können zu verschiedenen Zelltypen differenzieren und besitzen so das Potenzial zur Regeneration verschiedener Gewebe wie Knochen und Knorpel. Sie stellen daher eine wichtige Zellquelle für die regenerative Medizin dar. Jedoch müssen dazu die aus Biopsien entnommenen Zellen in ausreichender Zahl vermehrt und in den jeweilig gewünschten, gewebespezifischen Zelltyp differenziert werden.



3

Reaktor zur Expansion und Differenzierung mesenchymaler Stammzellen

In Zusammenarbeit mit Instituten des Zentrums für Systembiologie (Center Systems Biology CSB) an der Universität Stuttgart und dem Max-Planck-Institut für Metallforschung arbeiten wir an einer Methode, mit der die Zellzahl einer von einem Patienten gewonnenen Biopsie expandiert und anschließend die Differenzierung der Zellen in Osteoblasten eingeleitet werden kann. Dies wird ermöglicht durch die Zugabe biochemischer Signalstoffe einerseits und einer mechanischen Belastung der humanen mesenchymalen Stammzellen andererseits. Die mechanische Belastung wird beispielsweise durch das Erzeugen definierter Drücke über geregelte Pumpsysteme angelegt. Die Umsetzung der im Versuchsmaßstab gewonnenen Erkenntnisse erfolgt innerhalb eines Bioreaktorsystems, welches sowohl die Zellexpansion als auch die gezielte Differenzierung der Zellen erlaubt. Die Einsetzbarkeit des Systems zur Transplantatherstellung wird durch die Einhaltung der GMP-Richtlinien gewährleistet.



Dr.-Ing. Jan Hansmann

Telefon +49 711 970-4084
jan.hansmann@igb.fraunhofer.de



Prof. Dr. Heike Walles

Telefon +49 711 970-4117
heike.walles@igb.fraunhofer.de

Projektpartner

Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik IGVT,
Universität Stuttgart
Center Systems Biology CSB, Universität Stuttgart
Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart

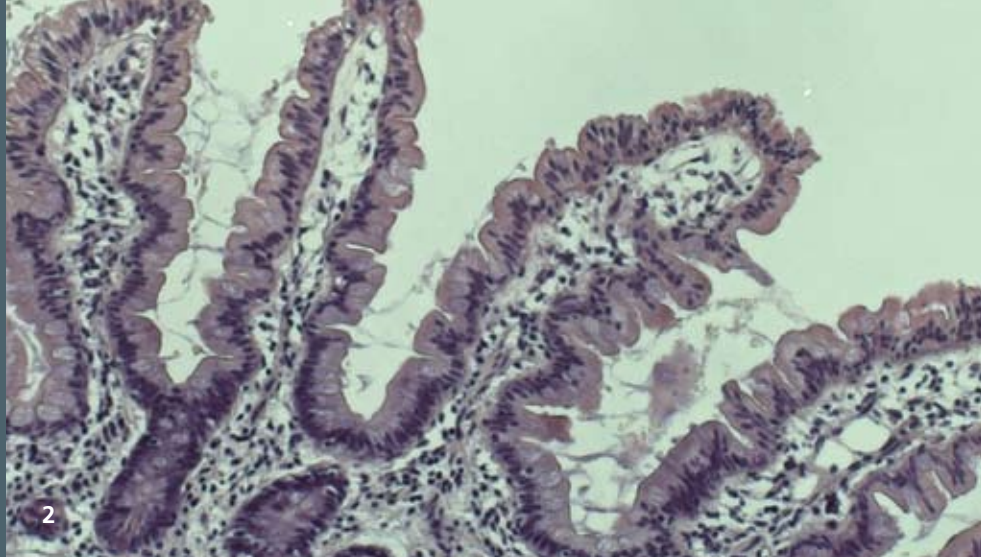
Förderung

Wir danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) für die Förderung des Projekts »Systembiologie für das Tissue Engineering mesenchymaler Stammzellen: Integration neuer experimenteller Methoden und mathematischer Modelle«, FKZ 0315506D.

- 1 Reizquellen zur Aufrechterhaltung des Zellzustands.
- 2 Verschiedene Bioreaktorsysteme am Fraunhofer IGB.
- 3 Inkubator für den Einsatz zur Transplantatherstellung.



1



2

ANALYSE VON RESORPTIONSMECHANISMEN AN DER INTESTINALEN BARRIERE *IN VITRO*

Dr. rer. nat. Jacqueline Pusch

Oral applizierte Arzneistoffe müssen zunächst das Darmepithel passieren, bevor sie über den Blutkreislauf an ihren Wirkort gelangen können. In der Wirkstoffentwicklung ist die Kenntnis der pharmakologischen Eigenschaften potenzieller Wirkstoffe bereits in präklinischen Studien notwendig. Die Resorption von Wirkstoffkandidaten an der »Darmbarriere« wird daher üblicherweise in Tierversuchen untersucht. Aufgrund speziesspezifischer Unterschiede können Daten aus Tierversuchen jedoch nicht immer eindeutig auf den humanen Organismus übertragen werden. Und nicht zuletzt ethische Aspekte machen geeignete Ersatz- und Ergänzungsmethoden zum Tierversuch wünschenswert. Am Fraunhofer IGB verfolgen wir daher das Ziel, *In-vitro*-Darmmodelle zu entwickeln, die zur Untersuchung von Resorptionsmechanismen und zur Bewertung möglicher Nebenwirkungen von Wirkstoffkandidaten eingesetzt werden können.

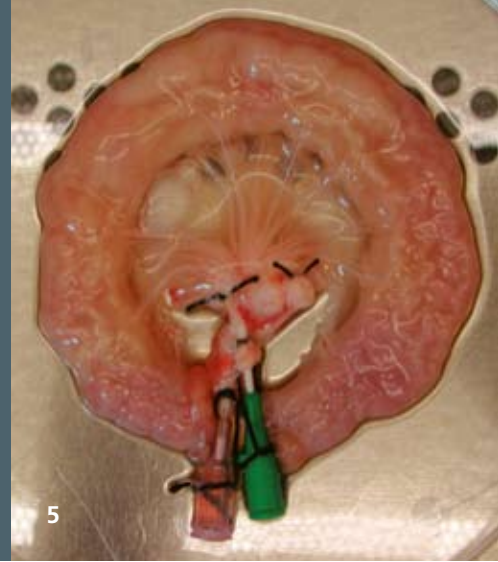
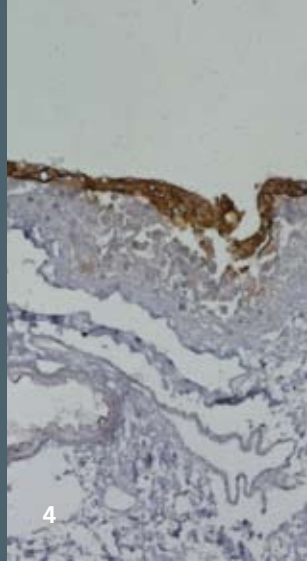
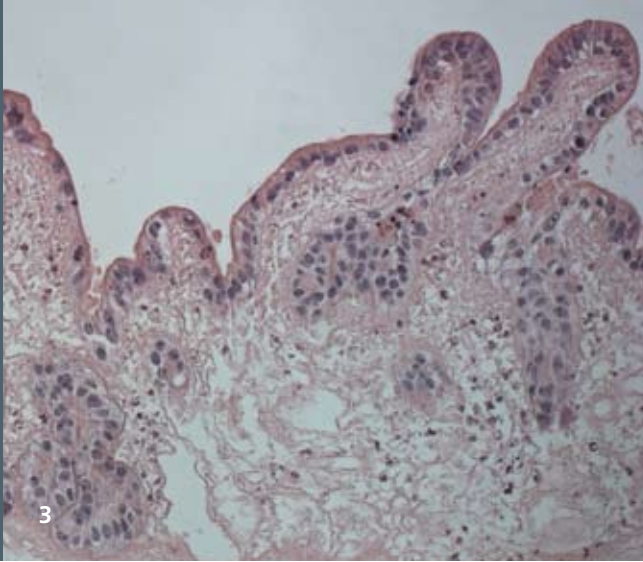
2D Caco-2-Testsystem

Das 2D Caco-2-Testsystem ist von der amerikanischen Arzneimittelbehörde (FDA) zur Testung der Permeabilität sich schnell freisetzender Wirkstoffkandidaten innerhalb präklinischer Studien als Ergänzungsmethode zum Tierversuch zugelassen. Es basiert auf der Besiedelung poröser Kunststoffmembranen mit der Kolonkarzinomzelllinie Caco-2 (Bild 1), die nach einer definierten Kultivierungszeit eine geschlossene Zellschicht ausbildet. Resorptionsstudien erfolgen durch Aufgabe der zu untersuchenden Substanzen auf diese Zellschicht. Der einfache Aufbau des Testsystems ermöglicht es, viele Versuche parallel durchzuführen und die Substanzen hinsichtlich Löslichkeit und Permeabilität zu klassifizieren.

Aufgrund seines standardisierbaren Aufbaus wurde das Caco-2-Testsystem durch die Deutsche Gesellschaft für Akkreditierung (DGA) in den akkreditierten Prüfbereich des IGB aufgenommen. Als Hausmethode zur Klassifizierung von Substanzen hinsichtlich ihres Transportverhaltens ermöglicht es nun, unsere Testergebnisse zu zertifizieren.

3D dynamisch kultiviertes Darmmodell

Einfache Monolayerkulturen spiegeln den komplexen Aufbau des Dünndarms oft nur unzureichend wider. Um eine vollständige Übertragbarkeit von *In-vitro*-Studien auf den humanen Organismus zu gewährleisten, sind komplexere Gewebemodelle notwendig, welche die physiologische Mikroumgebung des Dünndarms simulieren. Die Kokultivierung intestinaler Epithelzellen (Caco-2-Zellen oder primäres porcines Epithel) mit den blutgefäßauskleidenden Endothelzellen auf einer Kollagenmatrix simuliert die Darm-Blut-Schranke einer Darmzotte in vereinfachter Form (Bilder 2, 3, 4). Unter Perfusion in einem miniaturisierten Bioreaktormodul haben wir erfolgreich Resorptionsstudien durchgeführt, die eine gute Vergleichbarkeit mit *In-vivo*-Daten versprechen. Histologisch konnten wir ausschließlich unter diesen dynamischen Bedingungen ein für Epithelzellen typisches, hochprismatisches Zellwachstum nachweisen. Darüber hinaus zeichnet sich das Modell aufgrund seiner Zottennachbildung durch eine hohe Robustheit gegenüber partikulären Substanzen aus: Wirksubstanzen können innerhalb ihrer entwickelten Arzneiform appliziert werden, d. h. Partikelformulierungen müssen vor der Testung nicht aufgelöst werden. Auch dies erhöht die Vergleichbarkeit mit *In-vivo*-Studien.



Ex-vivo-Perfusionsstudien

Die Perfusion vollständiger Dünndarmsegmente ermöglicht es, die Resorption von Substanzen über das angrenzende Blutgefäßsystem zu analysieren. Mit Hilfe eines speziellen Kulturmediums und dem Aufbau eines anspruchsvollen Bio-reaktorsystems können wir am Fraunhofer IGB jejunale Dünndarmsegmente von Schweinen und Ratten über mehrere Tage kultivieren (Bild 5), da primäre Epithelzellen im Gewebeverband länger lebensfähig sind. Durch Kultivierung der Gewebesegmente können bis zu vier Darmabschnitte eines Tieres parallel untersucht werden. Dies reduziert die Anzahl der Spendertiere und erhöht die Aussagekraft pro Versuchstierreihe.

Einsatzgebiete der Darmmodelle

Während das 2D Caco-2-Testsystem vorwiegend für breite Screening-Analysen zur Klassifizierung unterschiedlichster Substanzen eingesetzt wird, sollen die komplexen Gewebemodelle für intestinale Bioverfügbarkeits- und Resorptionsstudien potenzieller Wirkstoffkandidaten eingesetzt werden. Über die Nachbildung von krankhaftem Darmgewebe sollen die 3-D-Modelle zukünftig auch zur Entwicklung von Therapieformen gegen verschiedene Darmentzündungen (z. B. Morbus Crohn), Enzymdefekte des Darms (z. B. Fruktoseintoleranz) oder Krebserkrankungen eingesetzt werden. Denkbar ist zudem, die Wirkung angereicherter Lebensmittel (»Functional Food«) mittels der 3-D-Modelle wissenschaftlich nachzuweisen.



Dr. Jacqueline Pusch

Telefon +49 711 970-4093
jacqueline.pusch@igb.fraunhofer.de



Prof. Dr. Heike Walles

Telefon +49 711 970-4117
heike.walles@igb.fraunhofer.de

Partner

Wir danken EVONIK Industries für die Förderung eines Projekts zur Etablierung von Darmtestsystemen.

- 1 2D Caco-2-Testsystem auf porösen Kunststoffmembranen (H.E.-Färbung, 400x).
- 2 Querschnitt von humanem Dünndarm (Jejunum, H.E.-Färbung, 200x).
- 3 3-D-Darmgewebemodell mit strukturierter Kollagenmatrix und Caco-2-Zellen (H.E.-Färbung, 200x).
- 4 3-D-Darmgewebemodell mit primären porcinen Epithelzellen (Färbung der Zell-Zell-Kontakte mit Anti-E-Cadherine, 200x).
- 5 Präpariertes porcines Dünndarmsegment zur Ex-vivo-Perfusion.



HUMANE *IN-VITRO*-LEBERMODELLE FÜR PHARMAKOLOGISCHE UND TOXIKOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

Dr. rer. nat. Johanna Schanz

Hepatotoxizität ist der häufigste Grund dafür, dass neue Medikamente nicht zugelassen oder bereits zugelassene Medikamente wieder vom Markt genommen werden müssen. Das macht die Leber zu einem interessanten Testsystem für pharmakologische Untersuchungen und die Risikobewertung neuer Wirkstoffe. Von besonderem Interesse sind hierbei humane Modelle, da sich die Ergebnisse, die im Tierversuch oder -modell generiert wurden, aufgrund von Interspeziesunterschieden im Stoffwechsel nicht immer direkt auf den menschlichen Organismus übertragen lassen.

Die Herausforderung bei der Entwicklung humaner Lebermodelle ist es, die Funktionalität der Hepatozyten (Leberzellen) *in vitro* über Tage oder Wochen aufrechtzuerhalten. Das Fraunhofer IGB forscht deshalb speziell an der Entwicklung von Kulturmethoden, die diesem zellulären Funktionsverlust durch die Bereitstellung einer möglichst körperähnlichen Mikroumgebung entgegenwirken. Die Mikroumgebung eines Hepatozyten im Körper beinhaltet eine geeignete Trägerstruktur (Matrix) für die Zellen, ebenso wie eine ausreichende Versorgung und den Kontakt bzw. die Kokultur mit anderen, nicht-parenchymalen Zelltypen der Leber.

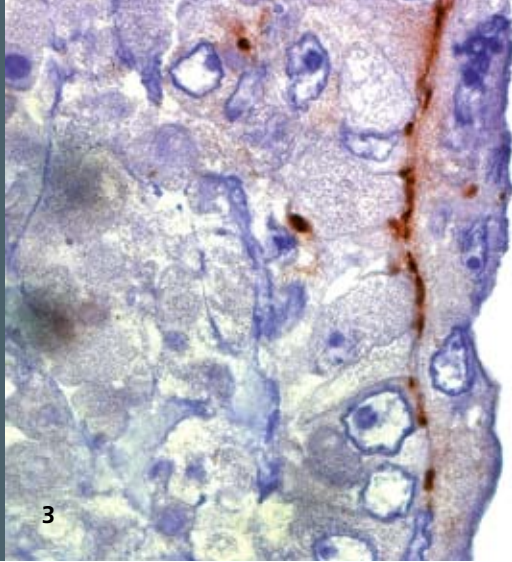
Kollagenhydrogel-Sandwichkultur

Für die Kultivierung der primären Leberzellen (Hepatozyten) in der dreidimensionalen Sandwichkultur verwenden wir eine am Institut etablierte GMP-konform hergestellte Kollagen-I-Matrix. Diese natürliche Bindegewebsstruktur erlaubt

den Hepatozyten, sich dreidimensional zu organisieren und die für sie lebenswichtigen Zell-Zell-Verbindungen auszubilden. So bleiben der differenzierte Phänotyp »Leberzelle« und die Funktionalität reifer Hepatozyten *in vitro* bis zu zwei Wochen erhalten. Als zusätzlicher Stimulus können für den Aufbau der Sandwichkulturen auch azellularisierte Darmstücke, die sogenannte SIS (Small Intestinal Submucosa) verwendet werden, die neben Kollagen I auch andere wichtige Bestandteile der extrazellulären Matrix sowie gebundene Wachstumsfaktoren enthalten.

Vaskularisiertes Lebermodell – Kokultur von Endothelzellen und Leberzellen

Das Modell basiert auf einer Matrix mit Blutgefäßsystem (BioVaSc – Biological Vascularized Scaffold), auf der Hepatozyten und Endothelzellen physiologisch unter ähnlichen Bedingungen wie in der Leber kultiviert werden. Die dynamische Kultur der Matrix in einem Bioreaktorsystem sorgt dabei für eine optimale Versorgung der Zellen sowie für den Abtransport von Toxinen und Abbauprodukten. Parameter wie Fließgeschwindigkeit, Durchflussmenge, Druck und Puls dieses Versorgungskreislaufs werden computertechnisch gesteuert und moduliert. Mit der dreidimensionalen, dynamischen Kultur können Wachstum und leberspezifische Funktionen der Hepatozyten (Albuminsynthese, Harnstoffsynthese, Galaktoseabbau sowie Phase-I- und Phase-II-Metabolismus) *in vitro* über mehrere Wochen erhalten und nachgewiesen werden. Vitalität und Stoffwechselaktivität



lassen sich dabei über AST-, ALT- und LDH-Freisetzung sowie Laktatbildung bestimmen. Das vaskularisierte Lebermodell wird im Fraunhofer IGB momentan mit verschiedenen Wirkstoffen intensiv geprüft.

Einsatzmöglichkeiten

Die am Fraunhofer IGB entwickelten Lebermodelle können im Kundenauftrag zur Untersuchung von neuen Wirkstoffen und deren möglicherweise zyto- bzw. hepatotoxischen Metaboliten eingesetzt werden.

Während das einfache Sandwichmodell die parallele Durchführung einer großen Anzahl an Experimenten erlaubt, ermöglicht das vaskularisierte Lebermodell die Testung von Wirkstoffen an einem komplexen, organähnlichen System sowie auch die Untersuchung von Mehrfachapplikationen und Langzeiteffekten. Weiterhin ist das vaskularisierte Lebermodell ein interessantes Grundlagenmodell zur Untersuchung von Stammzellendifferenzierung oder anderen wissenschaftlichen Fragestellungen.



Dipl.-Ing. (FH) Kirstin Linke

Telefon +49 711 970-4051
kirstin.linke@igb.fraunhofer.de



Dr. Johanna Schanz

Telefon +49 711 970-4073
johanna.schanz@igb.fraunhofer.de

Literatur

[1] Linke K., Schanz J., Hansmann J., Walles T., Brunner H., Mertsching H.: Engineered liver-like tissue on a capillarized matrix for applied research, Tissue Engineering 2007; 13, 1-9

Projektpartner

Prof. Dr. Andreas Nüssler, TU München

Förderung

Wir danken der Fraunhofer-Gesellschaft für die Förderung des Projekts »Vaskularisiertes Lebermodul zur beschleunigten Arzneimittelentwicklung« im Rahmen des Programms Mittelstandsorientierte Eigenforschung (MEF).

Auszeichnungen

Tierschutz-Forschungspreis 2009 des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
Fraunhofer-Technologiepreis »Technik für den Menschen« 2009

- 1 *Monolayerkultur von Hepatozyten.*
- 2 *Hepatozyten in der Sandwichkultur.*
- 3 *Gallenkanälchenbildung im vaskularisierten Lebermodell.*

VERBESSERTES HERSTELLUNGSVERFAHREN FÜR GERINNUNGSFAKTOR FVII

Dr. rer. nat. Hans Weber

Der Patentschutz für die ersten Biopharmazeutika läuft vielfach in den kommenden Jahren aus. Die Herstellung sogenannter *Biosimilars* oder Biogenerika gewinnt dadurch an Bedeutung. Ein erheblicher Anteil der Herstellungskosten eines pharmazeutischen Proteins geht auf eine aufwendige Aufreinigung zurück. Fortschritte im Bereich der analytischen Charakterisierung der Produkte bringen das Dogma »der Prozess bestimmt das Produkt« ins Wanken. Diese Fortschritte eröffnen neue Wege zur Herstellung sicherer und aufgrund alternativer Reinigungsverfahren preisgünstiger Biopharmazeutika, die so weltweit für mehr Patienten zugänglich werden.

Blutgerinnungsfaktor VIIa

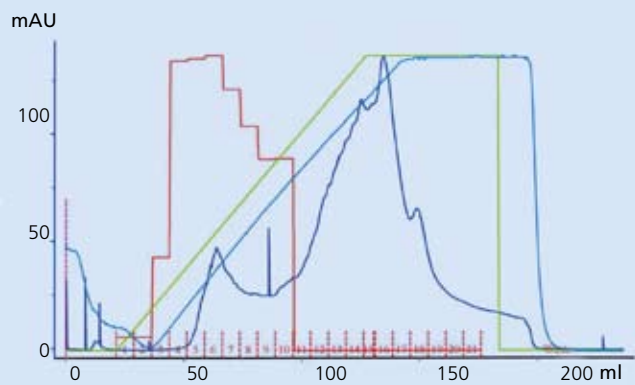
Für den Gerinnungsfaktor VIIa (FVIIa), einen der für die Blutgerinnungskaskade essenziellen Faktoren, hat das Fraunhofer IGB beispielhaft ein verbessertes Herstell- und Aufbereitungsverfahren entwickelt. Faktor VIIa ist ein Glycoprotein mit N- und O-Glycosylierungen, das als weitere Modifikation mehrere gamma-Carboxy-Glutaminsäurereste im N-terminalen Bereich enthält. Es zeichnet sich damit durch eine Ladungsheterogenität aus, die sich in der isoelektrischen Fokussierung zeigt. Die ursprünglichen Glutaminsäurereste werden posttranslational in einem komplexen, Vitamin-K-abhängigen Prozess modifiziert. Diese Modifikationen binden zweiwertige Kationen. Unter physiologischen Bedingungen sind dies Calciumionen.

Kostenintensive Aufarbeitung aufgrund komplexer Medien

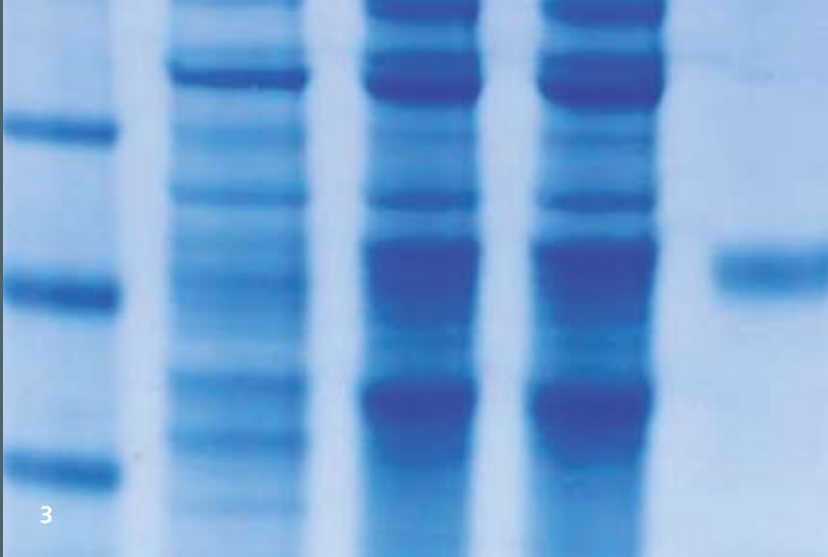
Das von der Herstellerfirma Novo zugelassene Produkt wird mit gentechnologisch veränderten tierischen Zellen in Medien, die fötale Kälberseren (Fetal Calf Serum, FCS) enthalten, exprimiert und exportiert. Die komplexe Zusammensetzung der Medien, in denen das Zielprotein nur als minore Komponente enthalten ist, erschwert die Aufarbeitung, das *Downstream Processing* (DSP). So müssen alle FCS-Mediumsbestandteile und Proteine aus lysierten Zellen mittels mehrstufiger Trennverfahren abgetrennt werden. Höchste Selektivitäten zeigen Verfahren der Affinitätschromatographie. In diesem Fall wird die Immun-Affinitätschromatographie eingesetzt, wobei immobilisierte, gegen das Zielprotein gerichtete Antikörper (AK) die Zielproteine mit hoher Selektivität binden. Die anschließende Spaltung des AK-Protein-Verbunds und damit die Elution des Zielproteins muss unter Bedingungen erfolgen, unter denen weder das Zielprotein noch der immobilisierte Antikörper geschädigt wird. Für das DSP des Zielproteins muss also kostenintensiv ein speziell geeigneter, proprietärer monoklonaler Antikörper entwickelt werden. Es wird mittels einer Zelllinie exprimiert, immobilisiert und aufgrund eines nicht sicher vermeidbaren Abbaus der Trägermaterialien in nachfolgenden Reinigungsstufen vom Zielprotein abgetrennt.

Vorteilhafte Aufreinigung bei definierten Medien

Fortschritte im Verständnis von Metabolismus und Physiologie tierischer Zellen machen neuartige Medien für die Zellkultur möglich, die ohne Zusatz komplexer, schlecht definierter Bestandteile wie FCS auskommen. Daraus resultiert eine verbesserte



2



3

Produktreinheit und -sicherheit. Zudem bieten definierte Medien Chancen für ein einfacheres und kostengünstigeres DSP, bei dem ausschließlich kommerziell verfügbare, vergleichsweise preisgünstige Standardtrennmedien wie Ionenaustauscher (IEX), hydrophobe Interaktionschromatographie (HIC) und Gelfiltration eingesetzt werden. Für solche Trennmedien sind die zulassungsrelevanten Unterlagen bereits hinterlegt, müssen also nicht vom Hersteller erstellt und eingereicht werden. Am Fraunhofer IGB verwenden wir für die rekombinante Herstellung von Faktor VII ein spezielles, serumfreies und gering proteinhaltiges Medium, in welches Faktor VII als Proenzym sekretiert wird.

Ergebnisse: Reinigung mit hoher Selektivität

Für die Reinigung von FVII und die Aktivierung zum FVIIa haben wir Anionenaustauschermaterialien eingesetzt. Hohe Selektivitäten konnten wir durch die speziellen Eigenschaften des Zielproteins erreichen, dessen Nettoladung über die Calciumkonzentration beeinflusst wird. Bei niedrigen Konzentrationen freier Calciumionen liegen die gamma-Carboxy-Glutaminsäurereste zweifach negativ geladen vor, mit gebundenem Calcium sind diese Ladungen neutralisiert. Die Nettoladung der Proteinmoleküle beeinflusst das Bindungs- und Elutionsverhalten am Ionenaustauscher. Mit einer Kombination von zwei Trennschritten an Anionenaustauschermaterialien, bei denen die Konzentration freier Calciumionen variiert wurde, konnten wir eine Reinigung mit hoher Selektivität erreichen. Derartige hochselektive Trennverfahren mit Standardtrennmedien werden auch als »Pseudoaffinitätschromatographie« bezeichnet.

Da Faktor VII an positiv geladenen Grenzflächen und damit auch an Anionenaustauschermaterialien unter geeigneten Bedingungen zum Zielprotein Faktor VIIa umgesetzt werden kann, wird ein Reinigungsschema, bei dem ausschließlich Anionenaustauscher und Membranverfahren eingesetzt werden, und damit eine kostengünstigere Herstellung dieses Biogenerikums möglich.



Dr. Hans Weber

Telefon +49 711 970-4245
hans.weber@igb.fraunhofer.de



Dr. Anke Burger-Kentischer

Telefon +49 711 970-4023
anke.burger-kentischer@igb.fraunhofer.de

Partner

CinnaGen, Teheran, Iran

- 1 Produktion von Faktor VII.
- 2 Pseudoaffinitätschromatographie von Faktor VII mit FVII-Bioaktivitätsverteilung.
- 3 SDS-Gelelektrophorese der Reinigungsstufen von Faktor VII.



CHEMIE

Dr. Christian Oehr

Die chemische Industrie gehört zu den bedeutendsten und forschungsintensivsten Branchen in Deutschland. Viele Innovationen in anderen Branchen wie Automobil, Elektro- und Elektronikindustrie, Bauwirtschaft oder Verpackungsbranche wären ohne den Beitrag der Chemie nicht möglich.

Die chemische Industrie ist gekennzeichnet durch rohstoff- und energieintensive Prozesse. Die Abhängigkeit vom Import der Grundstoffe, die Begrenztheit der fossilen Ressourcen weltweit – auch im Wettbewerb mit der energetischen Nutzung – und die Notwendigkeit, Auswirkungen auf das Klima und die Umwelt zu berücksichtigen, rücken deshalb Ansätze in den Vordergrund, vorhandene Ressourcen besser zu nutzen:

Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen

Dies ermöglicht eine freiere Wahl der Rohstoffstandorte und es lassen sich neue Konzepte der kombinierten stofflichen und energetischen Nutzung entwickeln, die zudem klimaneutral sind.

Prozessintensivierung zur effektiveren Nutzung von Rohstoffen und Energie

Hier stehen Verfahrensentwicklungen zum Upstream- und Downstream-Processing mit effektiver Separation von Stoffströmen mittels Membranen oder durch Kreislaufführung von Stoffströmen (Recycling, nachhaltiges Abfallmanagement) in unserem Fokus.

Entkopplung von Volumen- und Oberflächeneigenschaften von Materialien durch Grenzflächenverfahrenstechnik

Mit maßgeschneiderten Beschichtungen, die ihrerseits verfahrenstechnisch auf Ressourceneffizienz getrimmt sind, ergeben sich neue Wahlmöglichkeiten für die Basismaterialien von Werkstücken und damit für neue Produkte auf Basis einer nachhaltigen Rohstoffauswahl.

Bewertung und Ersatz kritischer Grundstoffe

Chemische Grundstoffe, sofern sie in größerem Maße am Markt vertreten sind, untersuchen wir systematisch nach Regularien der EU auf ihr Gefährdungspotenzial.

Beispiele unserer vielfältigen Forschungsarbeiten, in denen wir uns den Herausforderungen dieser neuen Ansätze stellen, finden Sie auf den folgenden Seiten.

SCHALTBARE BIOMATERIALOBERFLÄCHEN: NANO-STRUKTURIERTE ANATAS-IMPLANTATOBERFLÄCHEN MIT DYNAMISCHEN ANTIFOULING-EIGENSCHAFTEN

Dr. M. Haupt, Dr. C. Oehr, Dr. E. Decker, Prof. Dr. J. Geis-Gerstorfer, Dr. F. Rupp, Dr. L. Scheideler, Dipl.-Biol. S. Sinn, Dr. C. von Ohle, Dr. H. P. Wendel

Mit UV-Licht schaltbare, photokatalytische Oberflächen aus TiO_2 in der Anatas-Kristallkonfiguration (eine tetragonale Modifikation des Titandioxids) finden eine breite Anwendung in der Beschichtung von Oberflächen, beispielsweise als selbstreinigende Schicht oder als Antibeschlagbeschichtung. In Japan werden heute schon Straßen, Tunnelwände und Lampengläser mit TiO_2 beschichtet, um Luftverunreinigungen abzubauen. In Deutschland werden erste Wandfarben oder Dachziegel mit photokatalytischer Beschichtung angeboten. Daneben wird im Bereich der Energietechnologien der Einsatz photokatalytischer TiO_2 -Schichten in Solarzellen wie beispielsweise Grätzel-Zellen erprobt. Neuerdings werden auch Ansätze zur CO_2 -Zersetzung zur Minderung des Treibhauseffektes diskutiert.

Projektziel

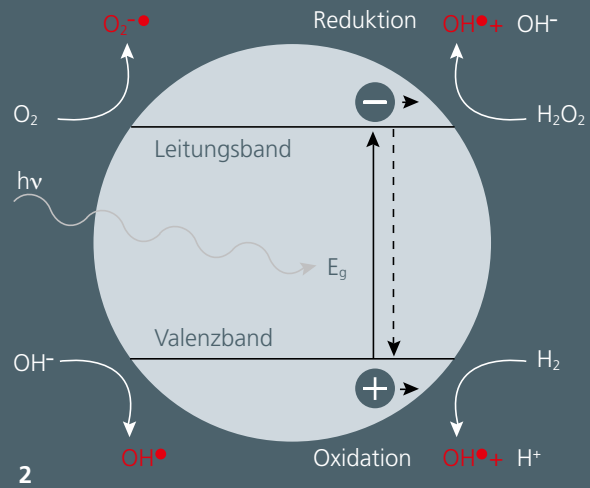
In einem von der Landesstiftung Baden-Württemberg finanzierten Forschungsprojekt entwickeln wir am Fraunhofer IGB in Kooperation mit Partnern der Universität Tübingen photokatalytische Beschichtungen auf Implantaten für die Zahnmedizin und untersuchen deren Eigenschaften. Im Idealfall werden in Anwesenheit des Photokatalysators und von UV-Strahlung infolge der Radikalbildung organische Substanzen von der Oberfläche abgelöst und zersetzt (Bild 1 aus [1]). Die photokatalytischen Schichten können daher auch als antibakterielle Schichten oder zur Desinfizierung in der Medizintechnik eingesetzt werden [2, 3].

Elektronen-Spin-Resonanz zur Radikaldetektion

Die Herausforderung dabei ist vor allem der quantitative Nachweis des photokatalytischen Effekts der TiO_2 -beschichteten Oberflächen. Dieser Nachweis ist essenziell, um den Beschichtungserfolg bzw. die photokatalytische Wirkung der Beschichtung zu messen und die Oberflächenbeschichtung zu optimieren. Eine Methode zur Untersuchung der quantitativen Radikalaktivität solcher Oberflächen stellt die Elektronen-Spin-Resonanz (ESR) dar: Mittels der ESR ist es möglich, Radikale zu detektieren. Im Fall UV-bestrahlter photokatalytischer Oberflächen können die erzeugten Radikale (beispielsweise Hydroxyl-Radikale, Bild 2) durch sogenannte Spin-Trap-Substanzen eingefangen und stabilisiert werden. Die Spin-Trap-Addukte werden dann sowohl qualitativ als auch quantitativ mittels ESR nachgewiesen.

Ergebnisse

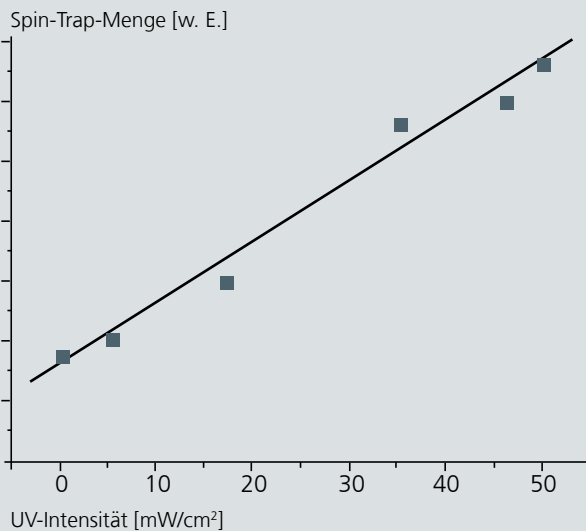
Nebenstehende Grafik zeigt die mittels ESR gemessene Hydroxyl-Radikalmenge in Abhängigkeit von der UV-A-Bestrahlungsdosis dargestellt [1]. In diesem Fall ist ein mit steigender UV-A-Dosis lineares Akkumulieren der Hydroxyl-Radikale zu beobachten. Ausgehend von diesen Experimenten bestimmen wir die Mengen auch weiterer unterschiedlicher Radikalspezies UV-dosisabhängig und vergleichen sie mit unterschiedlichen photokatalytischen Proben. Dadurch können wir die Beschichtung hinsichtlich der generierten Radikalmenge bei einer bestimmten Bestrahlungsdosis optimieren.



Ausblick

Das Fraunhofer IGB charakterisiert und entwickelt mit seinen Projektpartnern photokatalytische Beschichtungen für Kunden. Zudem analysiert das Fraunhofer IGB im Kundenauftrag die chemische Zusammensetzung von Kontaminationen oder die Benetzungseigenschaften von Oberflächen.

Mittels ESR gemessene Abhängigkeit der Hydroxyl-Radikalmenge von der UV-A-Bestrahlungsdosis [1].



- 1 *TiO₂-beschichteter Si-Wafer unter UV-A-Bestrahlung in wässriger Lösung [1]: Organische Oberflächenkontaminationen werden unter Gasentwicklung zersetzt.*
- 2 *Radikalerzeugung durch Photokatalyse bei Anwesenheit von Wasser und Sauerstoff an einer TiO₂-Oberfläche [1].*



Dr. Michael Haupt

Telefon +49 711 970-4028
michael.haupt@igb.fraunhofer.de



Dr. Christian Oehr

Telefon +49 711 970-4137
christian.oehr@igb.fraunhofer.de

Literatur

- [1] Haupt M. et al. (2009): Vakuüm in Forschung und Praxis 21: 22-29
- [2] Rupp F. et al. (2009): Periodontol 36 (Suppl. 9): 77
- [3] Scheideler L. et al. (2009): Biomaterialien 10, S1: 113

Projektpartner

Universität Tübingen, Universitätsklinikum Tübingen,
Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Tübingen
Universität Tübingen, Universitätsklinik für Thorax-,
Herz- und Gefäßchirurgie, Tübingen

Prof. Dr. Jürgen Geis-Gerstorfer

Universitätsklinikum Tübingen
Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
juergen.geis-gerstorfer@uni-tuebingen.de
www.mwt-tuebingen.de



Förderung

Das Projekt »Schaltbare Biomaterial-Oberfläche – Nanostrukturiertes Implantat mit photoaktivierbaren Eigenschaften« wird von der Landesstiftung Baden-Württemberg finanziert.



NANOCYTES®-ANWENDUNG – ENZYMIMMOBILISIERUNG FÜR INTELLIGENTE VERPACKUNGSMATERIALIEN

Dr. rer. nat. Achim Weber, Dr. rer. nat. Daniela Pufky-Heinrich

Enzyme sind vielseitige Biokatalysatoren, die zunehmend Einsatz in industriellen Bereichen finden. Allerdings ist die technische Anwendung eines Enzyms oft durch eine mangelhafte Langzeitstabilität unter realen Verfahrensbedingungen und durch Schwierigkeiten beim Recycling eingeschränkt. Diese Schwachstellen können durch eine Immobilisierung der Enzyme umgangen werden. Zudem bietet die Immobilisierung die Möglichkeit, sowohl die katalytischen Eigenschaften zu verbessern als auch Proteinkontaminationen im Produkt zu vermeiden.

Entwicklungsziel

Im Fokus des hier vorgestellten Projekts steht die Entwicklung aktiver und intelligenter Verpackungsmaterialien zur Überwachung der Qualität und Haltbarkeit von Lebensmitteln. Dies umfasst die Entwicklung einer aktiven Barrierschicht für den Nachweis von Fäulnisgasen aus den Lebensmitteln auf Papier und Kunststoffen in Lebensmittelverpackungen. Mit Hilfe enzymatisch modifizierter Nanoträgersysteme wollen wir die Ziele realisieren. Mit unserer NANOCYTES®-Technologie können wir Biomoleküle wie Peptide, Antikörper oder auch Enzyme an partikuläre Systeme im Nanometerbereich ankoppeln (Bild 1). Hierbei beruhen die grundlegenden Eigenschaften und Vorteile der Konjugate auf ihrer geringen Größe und dem daraus resultierenden Volumen/Oberflächen-Effekt. Für kundenspezifische Anwendungen erarbeiten wir angepasste Biokonjugationsstrategien: Durch maßgeschneiderte Partikeloberflächen und die Wahl geeigneter Kopplungsstrategien lassen sich Enzyme unter Erhalt ihrer vollen Aktivität auf der Partikeloberfläche immobilisieren.

Linkervermittelte Kopplung auf Silika-Nanopartikeloberflächen

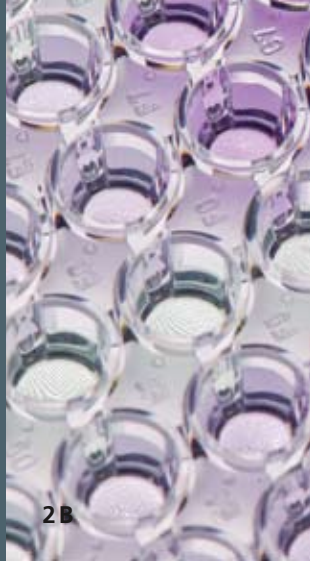
Amino- und carboxyfunctionalisierte Silika-Nanopartikel wurden an eine Reihe verschiedener Oxidoreduktasen wie Laccase, Glucoseoxidase und Katalase gekoppelt. Mittels linkervermittelter Synthesetechniken wurden hierzu kovalente Bindungen zwischen Partikeloberfläche und Enzym generiert. Molekulare Abstandhalter, sogenannte Spacer, können hierbei gezielt durch die Wahl der entsprechenden Linkermoleküle erzeugt werden, um die Aktivität des Enzyms zu gewährleisten und unspezifische Bindungen zu vermindern. Die Bestimmung der Konzentration der angekoppelten Enzyme und deren Aktivität erfolgten durch entsprechend abgestimmte Fluoreszenzassays (Bild 2).

Ein-Schritt-Enzymankopplung mit »Surfmeren«

Eine neue Methode zur Herstellung von Polymerpartikeln mit oberflächenaktiven funktionellen Ankerstellen ist eine Emulsionspolymerisation unter Verwendung polymerisierbarer Tenside, sogenannter Surfmerer (**Surfactant-Monomer**). Die maßgeschneiderten Ankerstellen dieser polymeren Aktivester-Surfmerpartikel eignen sich besonders für die Anbindung von Biomolekülen, da hier in nur einem Prozessschritt Stickstoff-nukleophile Struktureinheiten der Enzyme angebunden werden können. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass die eingesetzten polymerisierbaren Tenside bei der Copolymerisation mit einem Co-Monomer im Polymergerüst eingebaut werden. Bei einer weiteren Verwendung der so hergestellten Polymerpartikel kommt es deshalb nicht zur Abspaltung des Tensids



2A



2B



3

und einer damit einhergehenden Agglomeration (Bild 3). Die Aktivistereinheit als Ankergruppe bietet zudem optimale Reaktivität mit empfindlichen Biomolekülen und gewährleistet gleichzeitig maximale Stabilität während Herstellung, Lagerung und Transport.

Immobilisierte Enzyme

Auf beide Partikelsorten wurden die Enzyme Laccase, Glucose-Oxidase und Katalase immobilisiert und deren jeweilige Enzymaktivität miteinander verglichen. Sowohl auf Silika-Nanopartikeln als auch auf Surfmer-Partikeln immobilisierte Enzyme zeigten nach der Ankopplung enzymatische Aktivität. Beispielhaft ist in untenstehender Grafik die Aktivität von Glucose-Oxidase immobilisiert auf Surfmer-Partikeln und auf hydrolysierten Surfmer-Partikeln gezeigt. Auf den Surfmer-Partikeln koppelt das Enzym spezifisch an die dafür vorgesehene Bindungsstelle. Auf den hydrolysierten Surfmer-Partikeln bindet das Enzym unspezifisch, da durch die Hydrolyse der reaktiven Gruppen keine spezifische Bindung mehr möglich ist.

Vorteile für den Verbraucher

Motivation für die Verwendung intelligenter Verpackungsmaterialien ist, die Sicherheit für den Verbraucher zu erhöhen. Mit Hilfe der Verpackungen können Verbraucher zukünftig unmittelbar während des Einkaufs die Haltbarkeit sowie die Qualität der angebotenen Lebensmittel kontrollieren.

- 1 Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme von p(Styrol-co-AUP-DS-1%)-Nanopartikeln, 10 000-fache Vergrößerung.
- 2 Fluoreszenzassays zum Nachweis der Enzymaktivität.
 - A) durch die Farbreaktion (blau) kann eine erfolgreiche Kopplung von Glucose-Oxidase an Surfmer-Nanopartikel nachgewiesen werden;
 - B) Bicinchoninsäure-Assay: Nachweisreaktion zur quantitativen, photometrischen Bestimmung von Proteinen.
- 3 Ultraschalleintrag zur Resuspendierung der Surfmer-Nanopartikel nach Zentrifugation.



Dr. Achim Weber

Telefon +49 711 970-4022
 achim.weber@igb.fraunhofer.de



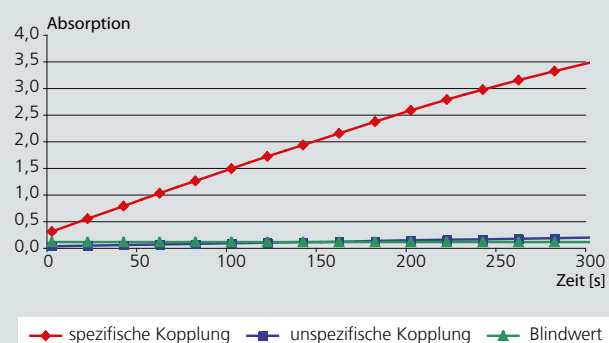
Dr. Daniela Pufky-Heinrich

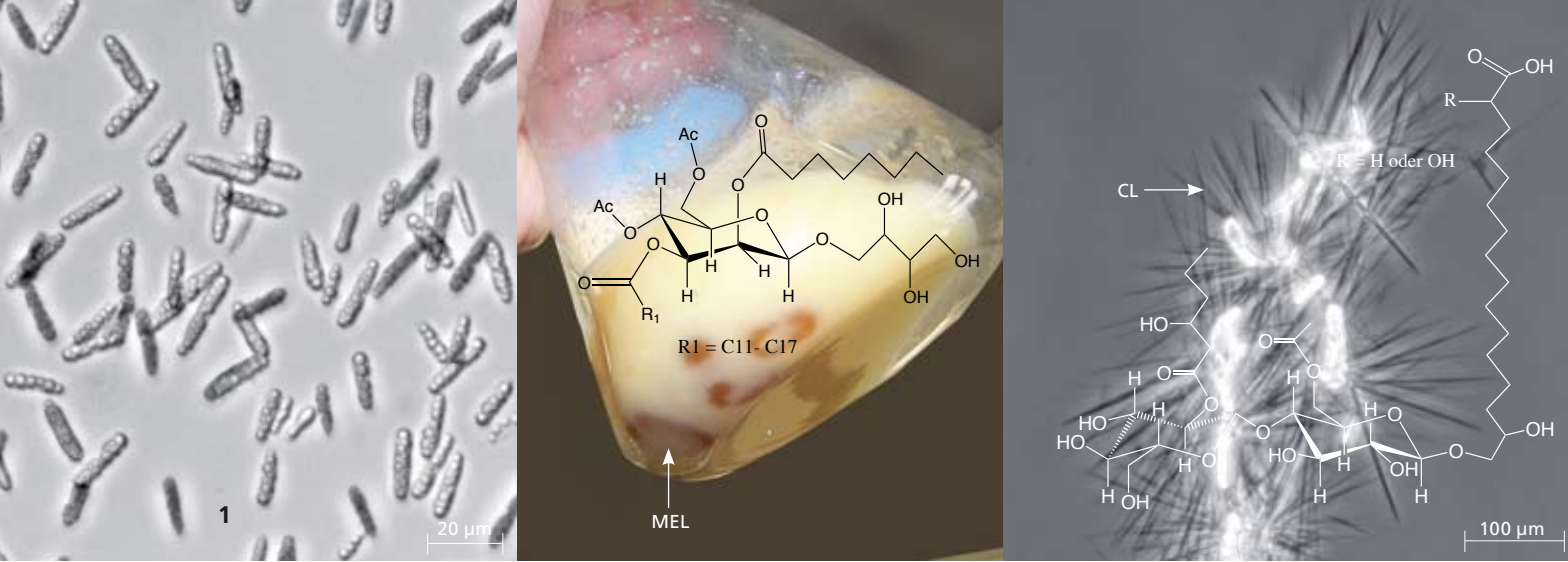
Telefon +49 711 970-4100
 daniela.pufky-heinrich@igb.fraunhofer.de

Förderung

Das Projekt »Enzymes embedded in barrier coatings for active and intelligent packaging – ENZYCOAT II« wird im Rahmen des Mikro- und Nanotechnologieprogramms MNT-ERA.NET vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 16SV3689 gefördert.

Enzymaktivität der Glucose-Oxidase bei spezifischer oder unspezifischer Kopplung an p(MMA-co-MUPDS-3%)-Nanopartikeln





BIOTENSIDE – HERSTELLUNG UND OPTIMIERUNG

Dipl.-Biol. (t.o.) Dipl.-Ing. (FH) Susanne Zibek, Dipl.-Biol. (t.o.) Michael Günther

Tenside werden weltweit in einer Größenordnung von 14 Mio Tonnen produziert und in den unterschiedlichsten Bereichen, von der Textilindustrie bis zum Bergbau, eingesetzt. Ein Großteil der Tenside wird dabei immer noch auf Basis fossiler Rohstoffe hergestellt. Inzwischen wird jedoch auch die Produktion von Tensiden immer mehr auf die Nutzung nachwachsender Rohstoffe umgestellt. Die Strukturvielfalt der aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellten Tenside ist jedoch begrenzt.

Biotenside, die nachhaltige Alternative

Mikroorganismen bilden unter natürlichen Bedingungen eine Vielzahl oberflächenaktiver Substanzen, sogenannte Biotenside, die ein breites Spektrum chemischer Strukturen abdecken. Dazu zählen u. a. Glykolipide, Lipopeptide, Lipoproteine und Heteropolysaccharide. Die Eigenschaften dieser Biotenside sind in Bezug auf Tensidwirkung, Abbaubarkeit und Nachhaltigkeit vielen synthetischen Tensiden ebenbürtig oder überlegen und daher für viele Anwendungsbereiche in der Industrie interessant. Verbesserte Herstellungs- und Aufreinigungsverfahren, leistungsfähigere Produktionsstämme und die gesteigerte Nachfrage nach »grünen« Produkten haben in den letzten Jahren einige Biotenside bis zur Marktreife gebracht. Ein Beispiel hierfür ist das Sophoroselipid aus *Candida bombicola*, das inzwischen von verschiedenen Tensidherstellern als Zusatz für Haushaltsreiniger und Geschirrspülmittel produziert wird.

Vielversprechende Glykolipide

Zwei Biotensidklassen, die sich ebenfalls als vielversprechend für den industriellen Einsatz herausgestellt haben, sind Cellobioselipide (CL) und Mannosylerythritollipide (MEL). Sie werden

besonders von Brandpilzen der Gattungen *Pseudozyma* und *Ustilago* in größeren Mengen gebildet (Bild 1). Zudem zeigen beide Biotenside antimikrobielle Eigenschaften, die sie auch für den Einsatz im klinischen und pharmazeutischen Bereich interessant machen. Für die industrielle Produktion dieser Biotenside sind jedoch noch Verbesserungen der Ausbeute bei der Fermentation sowie der Tensideigenschaften erforderlich.

Ziele und Strategien

Das Fraunhofer IGB beschäftigt sich mit der Optimierung der biotechnologischen Synthese der beiden Glykolipide Cellobioselipid (CL) und Mannosylerythritollipid (MEL) unter Verwendung verschiedener Pilze (Bild 1). So sollen maßgeschneiderte Tensidmischungen, das heißt gezielte Strukturmischungen sowohl von CL als auch von MEL, entstehen und gemeinsam mit der Cognis GmbH auf ihre anwendungsspezifische Eignung überprüft werden. Ziele des Projekts sind die Charakterisierung und Optimierung der Biotenside für den Einsatz in Reinigungsmitteln, Kosmetika oder Spezialanwendungen in der Industrie sowie eine effiziente fermentative Produktion der Biotenside.

Für die Optimierung der Biotenside und des Fermentationsverfahrens verfolgen wir verschiedene Ansätze:

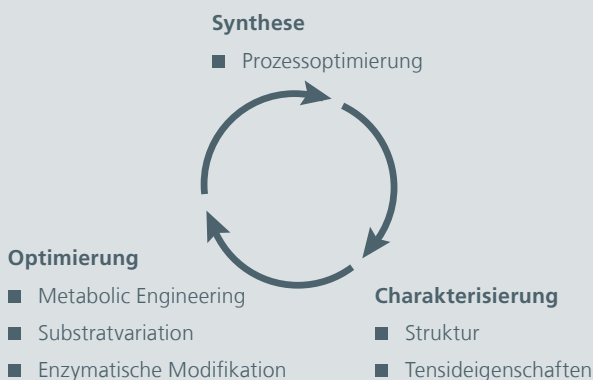
- Genetische Modifikation der spezifischen Stoffwechselwege der eingesetzten Mikroorganismen
- Enzymatische Modifikation der produzierten Biotenside und
- Optimierung der Bioprozessführungsstrategien.

Bisherige Ergebnisse und Ausblick

Durch Prozessoptimierung des Herstellungsverfahrens für die beiden Biotenside CL und MEL erreichen wir gegenwärtig Produktkonzentrationen von 16 g/L (Bild 2) für Cellobioselipide und 100 g/L für Mannosylerythritolipide. Dabei wurden zwei verschiedene Kultivierungsmethoden, die Synthese mit wachsenden Zellen unter Stickstofflimitierung und die Synthese mit ruhenden Zellen, untersucht. Die derzeitig erzeugten Mengen reichen für umfassende anwendungstechnische Untersuchungen der jeweiligen Biotenside.

Im Anschluss an die anwendungstechnischen Untersuchungen der Biotenside werden wir die Tensidstruktur und damit die Tensideigenschaften entsprechend der vorliegenden Ergebnisse mit gentechnischen, enzymatischen oder bioprozesstechnischen Methoden modifizieren. Der Fermentationsprozess wird weiter verbessert, um eine Produktion mit möglichst hoher Raum-Zeit-Ausbeute zu erreichen.

Darstellung des Projektvorgehens



Susanne Zibek

Dipl.-Biol. (t.o.) Dipl.-Ing. (FH)
Telefon +49 711 970-4167
susanne.zibek@igb.fraunhofer.de



Priv.-Doz. Dr. Steffen Rupp

Telefon +49 711 970-4045
steffen.rupp@igb.fraunhofer.de

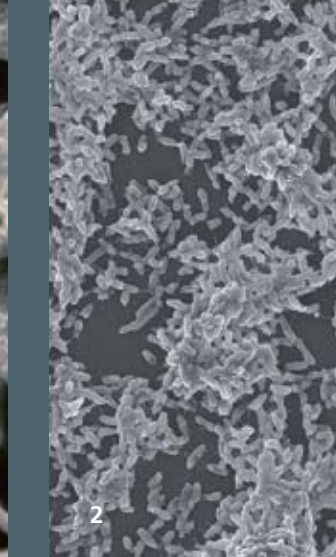
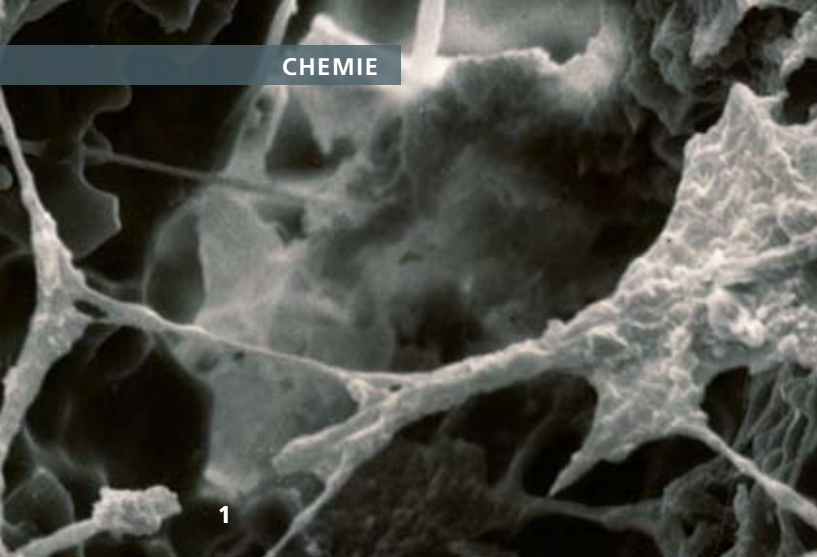
Partner

Cognis GmbH (Projektleiter Dr. Schörken), Düsseldorf

Förderung

Das Verbundprojekt »Polymere Tenside: Tenside aus nachwachsenden Rohstoffen mit optimierten Performance-Eigenschaften« wird durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), repräsentiert durch die Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR), unter dem Förderkennzeichen 22012608 gefördert.

- 1 Zellen des Brandpilzes *Ustilago maydis* im haploiden, vegetativen Einzellstadium (links). Mannosylerythritolipide (MEL) setzen sich bei hohen Produktkonzentrationen als ölartige Perlen ab (Mitte), Cellobioselipide (CL) als nadelförmige Kristalle (rechts).
- 2 Multifermentersystem zur Optimierung von Kultivierungsbedingungen.



STEUERUNG DER BIOFILMENTWICKLUNG ÜBER DIE BEEINFLUSSUNG DER MIKROBIELLEN KOMMUNIKATION

Dr. rer. nat. Iris Trick, Dipl.-Biol. Frauke Purschke

Biofilme sind natürliche, ubiquitär vorkommende Strukturen mikrobieller Gemeinschaften, die einen wesentlichen Einfluss auf eine Vielzahl von Prozessen haben. Durch die Bildung von Biofilmen verschaffen sich diese Gemeinschaften erhebliche Vorteile. Sie sind an essenziellen Abbauprozessen beteiligt, besiedeln Pflanzen, Tiere und den Menschen und gehören dort zur natürlichen Flora. Andererseits rufen sie schwerwiegende Erkrankungen hervor, verursachen erhebliche Nachteile und Kosten im Gesundheitswesen, in industriellen Prozessen und in technischen Ausrüstungen und Verbrauchsgütern.

Lange Zeit wurden solche mikrobiellen Populationen als Ansammlung einzelner, unabhängig voneinander organisierter Individuen betrachtet. Mit den Entdeckungen von Nealson et al. in den 1970er Jahren [1] zur Steuerung der Biolumineszenz bei *Vibrio fischerii* wurde deutlich, dass unter mikrobiellen Zellen die Kommunikation über biochemische Moleküle stattfindet. Inzwischen ist bekannt, dass neben der Biolumineszenz auch beispielsweise die Biofilmbildung, Toxinproduktion und Sporenbildung über sogenannte Signalmoleküle gesteuert wird.

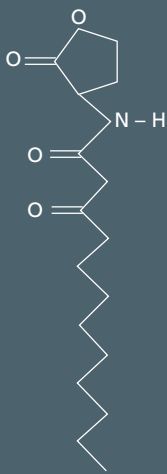
Signalmoleküle steuern Biofilmbildung

Bei Biofilmen handelt es sich um mikrobielle Gemeinschaften, die in eine auf unterschiedlichsten Oberflächen haftende extrazelluläre Matrix eingebettet sind (Bilder 1, 2). Eine wichtige Voraussetzung für die Bildung von Biofilmen ist die mikrobielle Kommunikation. Das Phänomen der speziesspezifischen und interspeziesspezifischen Kommunikation bei Mikroorganismen wird über Signalmoleküle, sogenannte Quorum-Sensing-Moleküle, gesteuert. Diese sind wesentlich für die Bildung oder

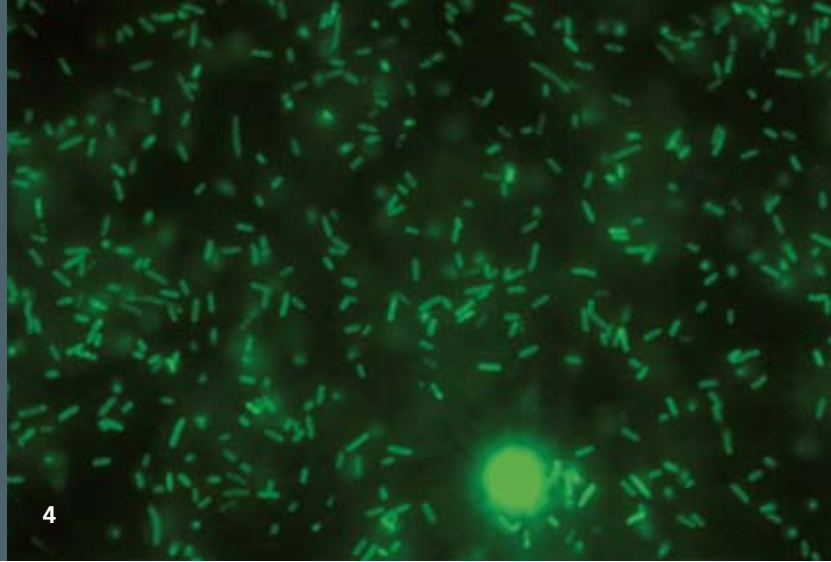
den Abbau von Biofilmen verantwortlich. Die Signalmoleküle werden von den Mikroorganismen produziert und diffundieren in die Flüssigkeit, die den Biofilm durchströmt. In diesem Prozess werden die biochemischen Moleküle von anderen Zellen aufgenommen und dienen somit dem Signalaustausch. Chemisch betrachtet handelt es sich oft um kleine Moleküle, z. B. Homoserin-Lactone (Bild 3). Es wird erwartet, dass durch gezielten Einsatz dieser Signalmoleküle die Biofilmbildung kontrolliert werden kann. Dazu liegen erste Ergebnisse aus eigenen Untersuchungen am Fraunhofer IGB vor [2]. Die nebenstehende Grafik zeigt den Einfluss von Signalmolekülen verschiedener Organismen (Farnesol und 3-Oxododecanoyl-Homoserinlacton (3OC12HSL)) auf die Biofilmbildung bei *Pseudomonas aeruginosa*. In Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium der Organismen können durch die Zugabe der Signalmoleküle Hemmeffekte ausgelöst oder die Biofilmbildung gefördert werden.

Reporterstämme machen Signalmoleküle sichtbar

Das Fraunhofer IGB arbeitet seit langem an der gezielten Nutzung mikrobieller Biofilme als auch an Strategien zur Vermeidung von Biofilmen. Es war daher naheliegend, im Rahmen eines Forschungsprojekts ein geeignetes methodisches Instrument zu schaffen, das anhand von Reporterstämmen verschiedener Spezies die Wirkung mikrobieller Signalmoleküle erkennbar macht. Am Beispiel eines biofilmbildenden *Escherichia-coli*-Stammes lässt sich die durch Signalmoleküle induzierte Fluoreszenz mikroskopisch nachweisen (Bild 4).



3



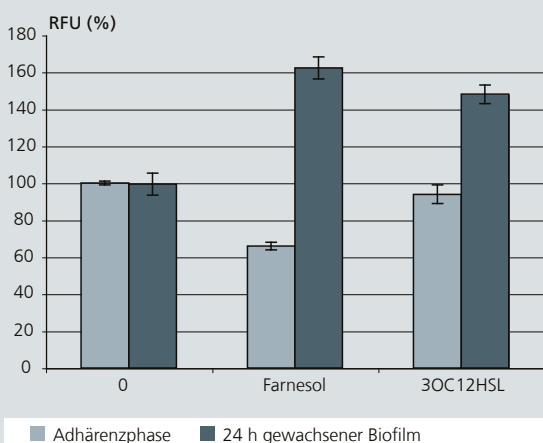
4

Der Einsatz dieser mikrobiellen Stämme in speziellen Fließzellen erweitert die bestehende Analytik von Biofilmen sowie die Bewertung der Adhärenz an Oberflächen, des Status der Biofilmmreife und des Abbaus bestehender Biofilme.

Ausblick

Durch Kombination unterschiedlicher Methoden zum Studium von Biofilmen sollen neue Techniken aufgebaut werden, mit denen zukünftig einfach und schnell neue Signalmoleküle in unterschiedlichen Organismen identifiziert und ihre Wirkungen auf die Biofilmbildung analysiert werden können. Darüber hinaus sollen die hier entwickelten biologischen Verfahren zur Steuerung biotechnischer Prozesse über die gezielte Nutzung oder Vermeidung von Biofilmen eingesetzt werden.

Einfluss von Signalmolekülen auf die Biofilmbildung von *P. aeruginosa*.



Farnesol oder 3OC12HSL wurden während der Adhärenzphase bzw. zu einem 24 h gewachsenen Biofilm dazugegeben. Die Auswirkungen auf die Biofilme wurde mit Hilfe von Fluoresceindiacetat bestimmt und die relative Fluoreszenzintensität (RFU) gemessen.



Dr. Iris Trick

Telefon +49 711 970-4217
iris.trick@igb.fraunhofer.de



Dipl.-Biol. Frauke Purschke

Telefon +49 711 970-4194
frauke.purschke@igb.fraunhofer.de

Literatur

- [1] K. H. Nealson, T. Platt and J. W. Hastings: Cellular control of the synthesis and activity of the bacterial luminescent system (1970) J. Bacteriol. 104(1), 313-322
- [2] F. G. Purschke, A. Burger-Kentischer, S. Rupp, I. Trick, T. Hirth: Communication in biofilms between different species: *Candida albicans* and *Pseudomonas aeruginosa* (2009) 2.-5.9., Eurobiofilms 2009, Rom

Förderung

Das Forschungsprojekt wurde im Rahmen des Fraunhofer-internen Förderprogramms »Challenge« gefördert und vom 1.1.2008 bis 31.12.2009 bearbeitet. Die Autoren danken der Fraunhofer-Gesellschaft für die Möglichkeit, diese spannende und aussichtsreiche Thematik bearbeiten zu können.

- 1 Natürlicher Biofilm auf einer porösen Glasoberfläche, extrazelluläre Matrix erkennbar.
- 2 Biofilm von *Pseudomonas aeruginosa*.
- 3 3-Oxododecanoyl-Homoserinlacton aus *Pseudomonas aeruginosa*.
- 4 Biofilm eines *Escherichia coli*-Reporterstamms, der auf Signalmoleküle mit der Produktion eines fluoreszierenden Proteins reagiert.



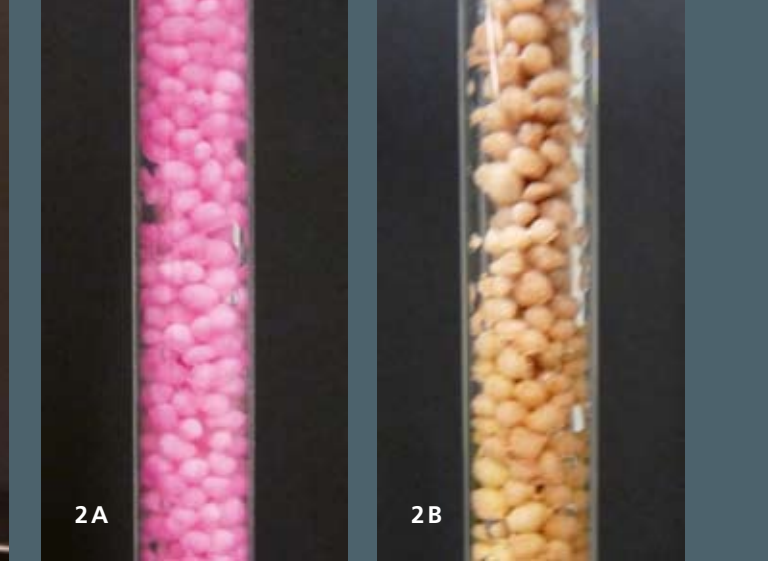
UMWELT

Dipl.-Ing. Siegfried Egner

Vor dem Hintergrund der weltweiten Diskussion über den Treibhauseffekt und die Ressourcenverknappung kommt dem ressourcenschonenden Wirtschaften und dem Umweltschutz eine immer größere Bedeutung zu. Moderne Industriegesellschaften stehen daher vor der Aufgabe, Ökonomie und Ökologie in Einklang zu bringen. Ressourcenschonendes Wirtschaften und Umweltschutz sind interdisziplinäre Aufgaben und erfordern einen hohen Aufwand an Forschung und Entwicklung, um einen ökologisch wie ökonomisch attraktiven Beitrag für eine nachhaltige Entwicklung zu leisten.

In diesem Sinne steht das Geschäftsfeld Umwelt im Fraunhofer IGB für verschiedene Technologieentwicklungen, die dazu beitragen, Umweltprobleme zu vermeiden und technologischen Fortschritt zu garantieren, indem wir ökologische und wirtschaftliche Nachhaltigkeit miteinander verbinden.

In verschiedenen europäischen und nationalen Verbundprojekten mit Partnern aus Forschung und Industrie entwickeln wir am Fraunhofer IGB Verfahren und Systemkomponenten, die helfen, Ressourcen wie Wasser und Energie sowie das Klima zu schonen, Materialien zu recyceln und erneuerbare Rohstoffe zu nutzen. Beispielhafte Aktivitäten hierzu sind die Fortentwicklung des innovativen Infrastrukturkonzepts DEUS 21 für eine dezentrale Bewirtschaftung von Energie und Wasser auch in der urbanen Sanierung, die Substitution chemischer Lösemittel durch trockene physikalische Prozesse, beispielsweise in der industriellen Bauteilreinigung, die Verlängerung der Standzeiten von Kühlschmierstoff-Emulsionen, die Rückgewinnung von Inhaltsstoffen aus Prozesswässern der Agro-Industrie als hochwertige Dünger oder die Erzeugung von Algenbiomasse für die stoffliche und energetische Nutzung.



BIOLOGISCHE SENSOREN FÜR DIE ONLINE-ÜBERWACHUNG VON TRINKWASSERLEITUNGEN

Dr. rer. nat. Iris Trick

Trinkwasser ist das für den Menschen wichtigste Lebensmittel. Wasserleitungen sind dabei durch mögliche Verunreinigungen einer ständigen Gefährdung ausgesetzt. Zudem stellt die Trinkwasserversorgung ein potenzielles Terror-Angriffsziel dar, so dass Gefahren für die öffentliche Gesundheit rechtzeitig erkannt werden müssen.

Die Trinkwasserverordnung sieht daher routinemäßige Untersuchungen auf bestimmte Krankheitserreger und chemische Stoffe vor. Hierzu werden Stichproben genommen und im Labor untersucht. Die hierbei eingesetzten Standard-Analyseverfahren sind jedoch langwierig und auf ausgewählte Parameter beschränkt: Unbekannte oder nicht erwartete toxische Stoffe werden nicht zeitnah detektiert. Diese Verfahren eignen sich somit nicht als Warnsysteme, die einen Eintrag chemischer oder biologischer Stoffe zeitnah anzeigen können.

Ziel: Online-Überwachung mit Biosensor

In dem vorliegenden Vorhaben »AquaBioTox« erarbeiten wir am Fraunhofer IGB daher gemeinsam mit den Projektpartnern Berliner Wasserbetriebe, bbe Moldaenke und dem Fraunhofer IOSB Lösungen für die kontinuierliche Online-Überwachung von Trinkwasserleitungen. Ziel ist es, einen biologischen Breitbandsensor zu etablieren, der auf Gefahrstoffe im Wasser unmittelbar und zuverlässig reagiert, und dies mittels einer automatischen Bildauswertung sichtbar macht.

Ergebnisse

Der Beitrag des Fraunhofer IGB im Projekt AquaBioTox ist die Bereitstellung mikrobiologischer und mammalischer Zellsysteme, die auf den Eintrag toxischer Verbindungen rasch durch Abnahme der Fluoreszenz reagieren und damit als biologischer Sensor eingesetzt werden können. Die Fluoreszenz wird derzeit mittels einer Messsonde der Firma bbe Moldaenke aufgenommen.

Ausgewählt wurden nach einem umfangreichen Screening zwei Bakterienstämme (*Caulobacter crescentus*, *Escherichia coli*) sowie zwei mammalische Zelllinien (HEK 293, CHO). Die Testorganismen werden in der Messzelle auf Trägermaterial immobilisiert in kleinen Bioreaktoren gehalten und mit Testfluid umströmt (Bild 1). Zusätzlich werden diese biologischen Sensoren in Kombination mit einem Daphnien-Toximeter der Firma bbe Moldaenke eingesetzt, um die Breitbandigkeit des Nachweissystems zu erhöhen. Tabelle 1 fasst die zum derzeitigen Projektstand nachgewiesenen Reaktionen der in AquaBioTox eingesetzten biologischen Systeme zusammen. Nebenstehende Grafik zeigt die Stabilität des Biosensors bei im Trinkwasser üblichen, beziehungsweise zulässigen Bedingungen und veranschaulicht den Einfluss einer toxischen Verbindung auf die Testorganismen. Bild 2 zeigt eine deutliche Farbänderung des mikrobiellen Systems bei Zugabe einer toxischen Substanz.

Testsubstanz	<i>Caulobacter crescentus</i>	<i>Escherichia coli</i>	HEK 293	CHO	Daphnien
Neurotoxin	+	-	-	-	+
Atemgift	+	-	+	-	+
Metallionen	-	-	-	-	n. u.
Alkohol	+	+	+	-	n. u.
Aldehyde	+	+	+	-	+

+ System reagiert | - System reagiert nicht | n. u. Substanz wurde nicht untersucht

Tabelle 1: Ergebnisse zur Breitbandigkeit des Sensorsystems.

Ausblick

Nach Abschluss des laufenden Forschungsprojekts ist vorgesehen, das Messprinzip auf andere Anwendungsbereiche zu übertragen und anzupassen. Im Umweltbereich ist das Fraunhofer IGB mit der Forschung an semidezentralen Infrastruktursystemen für die Wasserver- und -entsorgung befasst. Für die zu erwartende zunehmende Verbreitung derartiger Lösungen, beispielsweise der Nutzung von aufbereitetem Regenwasser, sind Techniken der Online-Überwachung mit ähnlichen Funktionsprinzipien, wie sie in AquaBioTox erarbeitet wurden, geeignet. Bei entsprechender Anpassung an den Einsatzbereich könnten sie die derzeit übliche aufwendige und sehr teure chemische Analytik ersetzen, die weitgehend nur summarische Kenngrößen liefert.



Dr. Iris Trick

Telefon +49 711 970-4217
iris.trick@igb.fraunhofer.de



Dr. Anke Burger-Kentischer

Telefon +49 711 970-4023
anke.burger-kentischer@igb.fraunhofer.de

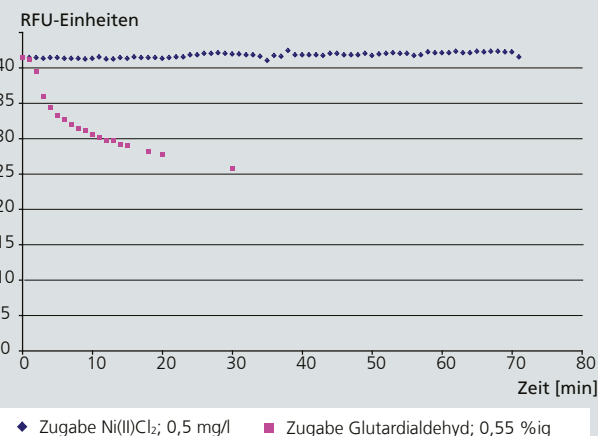
Projektpartner

Berliner Wasserbetriebe (Koordinator); bbe Moldaenke GmbH, Kiel-Kronshagen; Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB, Karlsruhe

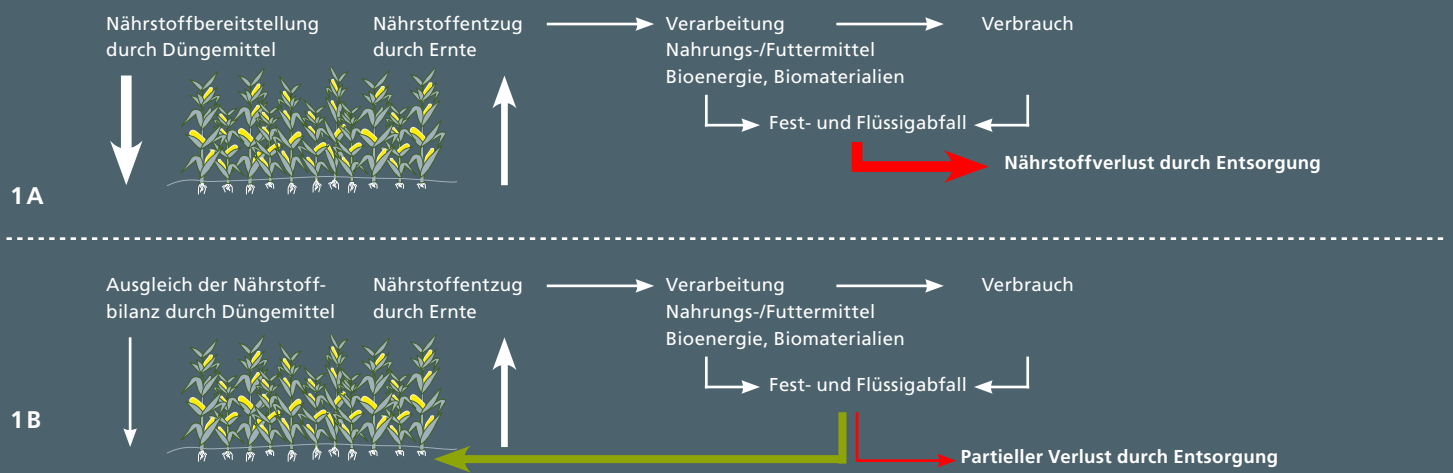
Förderung

Das Forschungsprojekt »AquaBioTox: Onlinefähige Trinkwasserüberwachung auf Grundlage eines biologischen Breitbandsensors mit automatischer Bildauswertung« wird innerhalb der Ausschreibung »Detektionssysteme für chemische, biologische, radiologische, nukleare und explosive Gefahrstoffe (CBRNE-Gefahren)« im Rahmen des Sicherheitsforschungsprogramms der Bundesregierung unter dem Förderkennzeichen 13N9537 durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Die beteiligten Arbeitsgruppen des Fraunhofer IGB danken dem BMBF für die Förderung des Verbundprojekts.

Verlust der Fluoreszenz bei Substanzzugabe.



- 1 Messzelle mit mikrobiellen Testorganismen und Messsonde für die Messung der Fluoreszenzintensität.
- 2 Festbettreaktor bewachen mit *E. coli* RFP vor (A) und nach Zugabe von Glutardialdehyd (B).



NÄHRSTOFF-RECYCLING ALS SCHRITT ZUR VOLLSTÄNDIGEN NUTZUNG VON KULTURPFLANZEN

Dr.-Ing. Maria-Soledad Stoll

Mineralische Nährstoffe wie Stickstoff, Phosphor, Kalium oder Calcium sind für das Wachstum aller Lebewesen in Flora und Fauna essenziell. Diese Nährstoffe werden heute in einem Stoffstrom geführt, der mit dem Entzug aus dem Boden beginnt und über die Ernte, die Verarbeitung als Nahrungsmittel bis zum Verbrauch und zu einer Entsorgung der Reststoffe führt (Bild 1A). Um den Nährstoffentzug durch die Ernte auszugleichen, werden dem Boden zusätzliche Nährstoffe in Form industriell über chemische Prozesse hergestellte Dünger oder organischer Dünger wie Gülle oder Kompost zugeführt.

Um den wachsenden Bedarf an Pflanzen für die Nahrungsmittelherstellung und für die Bereitstellung nachwachsender Rohstoffe zur Gewinnung von Bioenergie oder Basischemikalien zu decken, wird die Nachfrage nach Nährstoffen in Zukunft drastisch ansteigen. Schon jetzt sind die Preise für Kunstdünger gestiegen: Die Vorkommen an Rohphosphaten für die Herstellung von Phosphordünger werden knapper. Die Herstellung von Stickstoffdünger über das Haber-Bosch-Verfahren erfordert einen sehr hohen Energieeinsatz.

Nährstoffverluste

Gleichzeitig gehen große Mengen an Nährstoffen verloren. Stand der Technik in den meisten kommunalen Kläranlagen ist beispielsweise, dass Nährstoffe aus dem Abwasser über Nitrifikation/Denitrifikation oder Phosphatfällung mit Aluminium- oder Eisensalzen entfernt werden. Aluminium- und Eisenphosphatsalze sind selbst in geringer Konzentration für Pflanzen toxisch und somit für eine Anwendung als Dünger verloren. Eine weitere Nährstoffsенке ist die Überdüngung in der Landwirtschaft. Überschüssige Düngemittel werden aus

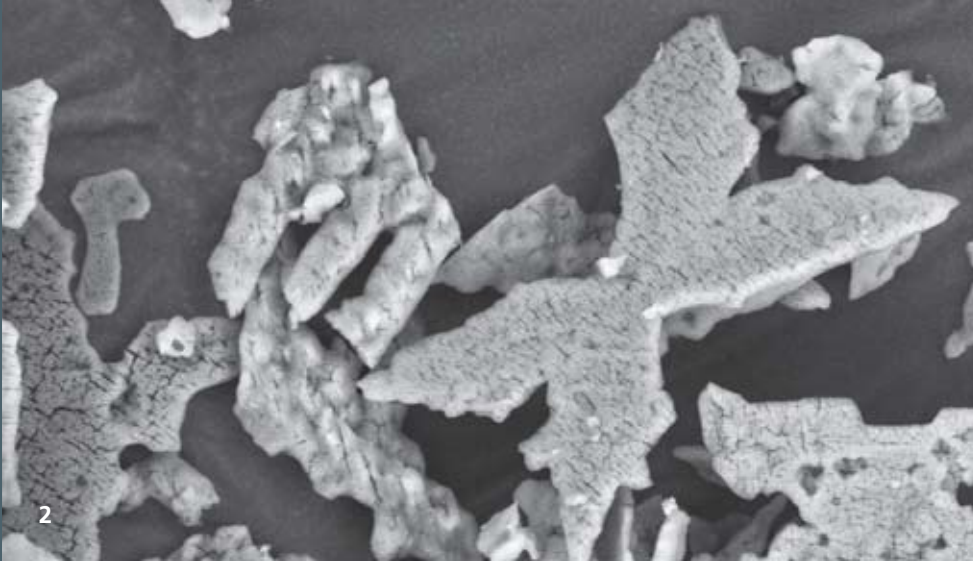
dem übersättigten Boden ausgewaschen und gelangen so in das Grundwasser oder in Gewässer, wo der Nährstoffeintrag zu einer unerwünschten Eutrophierung führt.

Nachhaltiges Nährstoff-Management am Fraunhofer IGB

Eine Rückgewinnung von Nährstoffen findet derzeit kaum statt. Das Fraunhofer IGB hat die ökologische und ökonomische Bedeutung der Nährstoff-Rückgewinnung erkannt und entwickelt nachhaltige, energie- und kosteneffiziente Strategien und Technologien zur »Schließung des Nährstoffkreislaufs« (Bild 1B) im Sinne eines ganzheitlichen Ressourcen-Managements.

Forschungsschwerpunkte sind:

- Rückgewinnung von Nährstoffen wie organischem und anorganischem Phosphor, Stickstoff, Kalium, Calcium als fertige Düngerprodukte aus verschiedenen Abfällen
- Charakterisierung des Nährstoffgehalts von Siedlungsabfällen und verschiedener Abfälle aus der Agrarindustrie sowie anderen Industriebereichen
- Bewertung der Abfälle in Bezug auf ihr Potenzial zur Nährstoffrückgewinnung
- Entwicklung spezifischer Strategien für die optimale Nährstoffrückgewinnung in Abhängigkeit der Eigenschaften des Abfalls



Aktuelle Projekte

Derzeitig entwickeln wir Methoden zur Rückgewinnung von Magnesium-Ammonium-Phosphat (MAP, Bild 2), Kalium-Ammonium-Phosphat (KMP), Ammonium-Sulfat und organischem Phosphor aus Abwasser. Die Nährstoffe können direkt als vollwertiges Produkt (Bild 3) vermarktet und je nach Eigenschaften der Böden und Anbaupflanzen wieder in verschiedenen landwirtschaftlichen Sektoren eingesetzt werden.

Zudem charakterisieren und bewerten wir verschiedene feste und flüssige Abfälle wie beispielsweise Rückstände aus der Olivenölherstellung und aus der Tierhaltung auf ihren Nährstoffgehalt und das Potenzial zur Rückgewinnung von Nährstoffen. Die Rückgewinnung von Nährstoffen aus Tierdung und deren Wiederverwendung als Düngemittel für den Anbau von Kohl wird derzeit in einem von der EU geförderten Projekt (EcoBug) untersucht.

Ausblick

Form und Struktur der zurückgewonnenen Nährstoffe haben unmittelbaren Einfluss auf die Effizienz der Nährstoffaufnahme durch die Pflanze. Einen weiteren Schwerpunkt legen wir daher zukünftig auf die Optimierung des Kristallwachstums der Düngesalze, um die Größe und Struktur der Kristalle zu beeinflussen, sowie auf eine pflanzengerechte Darreichungsform, z. B. als Pellets kombiniert mit Gärresten.



Dr.-Ing. Maria-Soledad Stoll

Telefon +49 711 970-3608
 maria-soledad.stoll@igb.fraunhofer.de



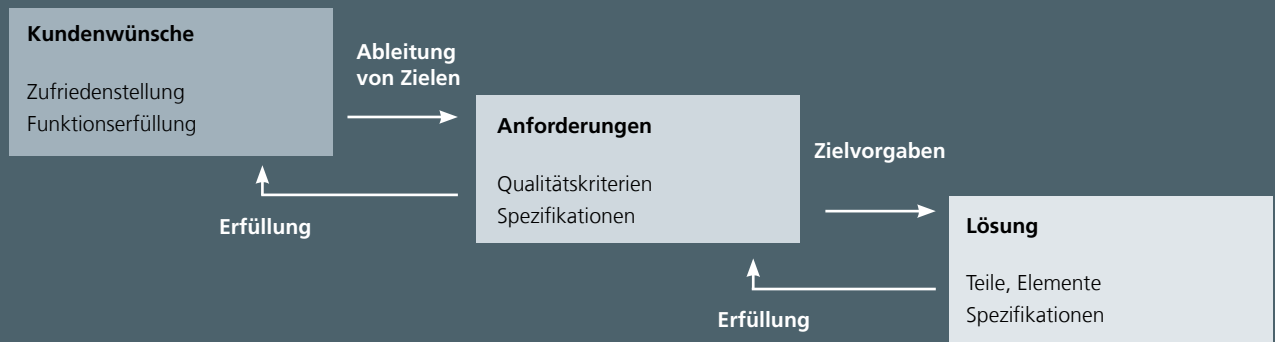
Dipl.-Ing. Siegfried Egner

Telefon +49 711 970-3643
 siegfried.egner@igb.fraunhofer.de

Förderung

Teile der Arbeiten werden über das Projekt »EcoBug: Development of an innovative industrial bioreacting and fermentation process producing an organic insect repellent-fertilizer for ecological farming« von der Europäischen Kommission (Förder-Nr. 218467-2) innerhalb des 7. Forschungsrahmenprogramms gefördert.

- 1 Nährstofffließbild für ein A) herkömmliches System B) nachhaltiges Kreislaufsystem.
- 2 Als MAP rückgewonnene Nährstoffe aus gefiltertem Abwasser nach anaerober Behandlung.
- 3 Rückgewonnene Nährstoffsalze (MAP) als Produkt, das direkt als Dünger eingesetzt werden kann.



1

ANWENDUNG VON KONSTRUKTIONSMETHODIK BEI DER ENTWICKLUNG VERFAHRENSTECHNISCHER ANLAGEN UND APPARATE

Dipl.-Ing. (FH) Alexander Lohner

In der Produktentwicklung des Maschinenbaus sowie in der Entwicklung von Konsumgütern ist die Anwendung von Konstruktionsmethodik zur Absicherung der Funktionalität und Qualität weit verbreitet. Im Rahmen eines durchgehenden Konstruktionsprozesses werden hierbei Methoden zur Klärung der Kundenanforderungen, Methoden zur systematischen Lösung technischer Probleme, Kreativitätstechniken zur Ideenfindung und Methoden zur Fehlervermeidung sowie zur Erhöhung der technischen Zuverlässigkeit angewandt. Bei der Umsetzung verfahrenstechnischer Aufgaben im Apparat- und Anlagenbau sind diese bei der Gestaltung von risikobehafteten Massenprodukten üblichen Arbeitstechniken bislang jedoch nur ansatzweise implementiert. Dies obgleich auch hier ein enormes Risiko für Fehlinvestitionen vorliegt. Die Konstruktion in der Verfahrenstechnik hat die Aufgabe, physikalische, chemische oder biologische Prozesse in Komponenten, Apparate und Anlagen umzusetzen. Spezifikationen, die aus Forschungsarbeiten vorgegeben sind, zeigen sehr oft komplexe Problemstellungen mit widersprüchlichen Anforderungen aus Teilprozessen auf, die häufig zu Zielkonflikten führen.

Ziel und Aufgabenstellung

Die Entwicklung neuer Technologien bzw. die Erschließung neuer Anwendungsgebiete für Prozesse erfordert neue konstruktive Lösungen oder zumindest Modifikationen. Ziel bei der Produktentwicklung im Apparat- und Anlagenbau ist es, technische Lösungen zu erarbeiten, welche wirtschaftlich

und auch sicherheitstechnisch akzeptabel sind. Durch die Übertragung von Prinzipien der methodischen Produktentwicklung auf den Apparat- und Anlagenbau in der Verfahrenstechnik können die Funktionalität abgesichert, der Kundennutzen optimiert, Entwicklungszeiten verkürzt und Herstellkosten gesenkt werden. Ein wesentlicher Nutzen liegt vor allem darin, dass diese Methodik es ermöglicht, eine optimierte Kompromisslösung auch bei Aufgabenstellungen mit diametral entgegengesetzten Einzelanforderungen aus Teilprozessen zu finden. Die Überwindung von Widersprüchen ermöglicht dann innovative Entwicklungen.

Vorgehensweise

Da die Konstruktionsmethodik prinzipiell unabhängig vom Fachgebiet der Anwendung ist, können die Arbeitsmethoden der systematischen Konstruktion auf verfahrenstechnische Problemstellungen angepasst werden. Die Konstruktion erfolgt dabei in folgenden Phasen: Klärung und Präzisierung der Aufgabenstellung, methodisches Konzipieren, methodisches Entwerfen und methodisches Ausarbeiten. In den einzelnen Phasen ist ein problemorientiertes Vorgehen erforderlich.

Dies erfordert zunächst, in Funktionsstrukturen, Wirk- und Systemzusammenhängen zu denken. Durch das lösungsneutrale Abstrahieren der Problemstellung wird die unerwünschte Einschränkung des Lösungsspektrums vermieden. Bei der systematischen Lösungssuche sollten Kreativitätstechniken eingesetzt werden, wobei keine Vorfestlegungen oder Einschränkungen zugelassen werden, sondern ein freies Spiel

Paarvergleich der Auswahlkriterien	Durchsatz	Kosten	Zuverlässigkeit	Wartung	Verschleiß	Machbarkeit	Sicherheit	Wichtigkeit absolut	Wichtigkeit relativ	Ranking
Durchsatz		2	1	2	2	1	1	8	19 %	3
Kosten	0		0	1	2	0	0	3	7 %	6
Zuverlässigkeit	1	2		1	1	0	0	5	12 %	4
Wartung	1	2	1		1	0	0	4	10 %	5
Verschleiß	0	0	1	1		0	0	2	5 %	7
Machbarkeit	1	2	2	2	2		0	9	21 %	2
Sicherheit	1	2	2	2	2	2		11	26 %	1
								42	100 %	

2

der Phantasie und aller möglichen Optionen erwünscht ist. Die Auswahl der Lösungsvarianten erfolgt dann durch eine systematische Bewertung. Die hierzu notwendigen Kriterien werden zuvor zusammen mit einem Kunden oder gemäß notwendiger Vorgaben zur Anwendung im Markt unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten festgelegt. Die Kriterien werden dann nochmals gegeneinander gewichtet. Unter den möglichen technischen Lösungsvarianten erfolgt dann die Auswahl und Ausgestaltung der optimalen Lösung. Gegebenenfalls sind innerhalb des Konstruktionsprozesses mehrere Iterationen aus Analyse und Synthese erforderlich. Entwurf und Ausarbeitung erfolgen rechnergestützt mittels 3-D-CAD-Systemen. Die Modellierung kann hierbei bottom-up oder top-down erfolgen, wichtig ist jedoch immer der Weg vom Abstrakten zum Konkreten. Eine Kombination der 3-D-Konstruktion mit der Simulation von Teilprozessen führt hierbei zu einer weiteren Absicherung des Ergebnisses. Das Mitwirken von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern verschiedener Disziplinen in interdisziplinären Teams unterstützt diese methodische Vorgehensweise optimal.

Kundennutzen und Vorteile

In Entwicklungsprojekten, an deren Ende ein marktnahes Ergebnis stehen soll, bietet die Anwendung der Konstruktionsmethodik in der Verfahrenstechnik die Möglichkeit für systematisch optimale Lösungen. Vor allem bietet sie die Möglichkeit Risiken zu minimieren, da besonders in der Verfahrenstechnik bereits Prozessdemonstrationen im Technikumsmaßstab enorme finanzielle Investitionen bedeuten. Durch die Steigerung des Innovationsgrads kann nicht nur auf die Anforderungen des Marktes nach immer effizienteren Lösungen reagiert werden, sondern die Entwicklung und Gestaltung neuer Märkte kann aktiv als Technologieführer betrieben werden. Dies erlaubt letztendlich, frühzeitig Chancen zu nutzen und Risiken zu begegnen.



Dipl.-Ing. (FH) Alexander Lohner

Telefon +49 711 970-3445
alexander.lohner@igb.fraunhofer.de



Dipl.-Ing. Siegfried Egner

Telefon +49 711 970-3643
siegfried.egner@igb.fraunhofer.de

Ziele bei der Anwendung von QFD

- Schnelle und effiziente Entscheidungsfindung
- Erhöhte Sicherheit, um eine hohe Qualität in der Anlagenkonzeption zu erreichen
- Entwicklung einer kostengünstigen Lösung entsprechend der Kundenanforderung
- Erhöhte Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Entscheidungen
- Überwachung und Dokumentation der gemachten Erfahrungen
- Effiziente Verwendung der Investitionsmittel

- 1 Vorgehensweise bei der Anwendung von QFD (Quality Function Deployment).
- 2 Gewichtung von Auswahlkriterien.



GRAUWASSERAUFBEREITUNG FÜR BOOTE UND KLEINE JACHTEN IN SENSIBLEN GEWÄSSERN

Dr.-Ing. Tosca Zech

Boot fahren gehört für immer mehr Menschen zur beliebten Freizeitbeschäftigung. Geschätzte Ausflugsziele sind häufig sensible Gewässer wie Seen, Buchten oder Küstenmeere. Um die natürlichen Ressourcen zu erhalten und gleichzeitig eine touristische Nutzung zu ermöglichen, müssen die auf den Booten anfallenden Abwässer gereinigt werden, bevor sie in die Gewässer abgeleitet werden. Technische Lösungen gibt es bisher jedoch nur für große Schiffe.

Das Ziel des hier vorgestellten Projekts ist es, gemeinsam mit unserem Industriepartner Wave International Ltd. ein Grauwasserfiltersystem zur Installation auf Booten und Jachten bis 24 m Länge zu entwickeln, mit dem das Grauwasser aufbereitet und danach ohne Bedenken in das Gewässer geleitet werden kann.

Anforderungen

Bei Grauwasser handelt es sich um das Abwasser aus Duschen, Handwaschbecken, Waschmaschine, Küchenspüle und Geschirrspüler, das an Bord der Boote entsteht. Für Abwässer aus Toiletten und Urinalen existieren bereits technische Lösungen.

Die International Maritime Organization (IMO), eine Unterorganisation der UNO, regelt seit 1973 den internationalen Schutz der Meeresumwelt im MARPOL-Übereinkommen. Um festgelegte Einleitbestimmungen sicherzustellen, werden in den MARPOL-Anlagen auch technische Einrichtungen an Bord vorgeschrieben. Diese weltweit gültigen Regelungen beziehen sich bisher jedoch nicht auf kleine Boote und Jachten. Allerdings gibt es zunehmend nationale Gesetzgebungen, die Regelungen für diesen Bereich vorsehen und es wird erwartet,

dass es in naher Zukunft auch auf europäischer und internationaler Ebene Regelungen für Küstengewässer geben wird. Daher liegt unser Fokus zunächst auf der Entwicklung eines marinen Filtersystems.

Die Herausforderung besteht darin, dass das marine Grauwasserfiltersystem

- zukünftig hohe Anforderungen an die Reinigungsleistung erfüllen,
- hohe Wasserdurchsätze aufweisen,
- sehr kompakt aufgebaut,
- einen geringen Energiebedarf aufweisen und
- robust sein muss.

Konzept und Ergebnisse

Das vorgeschlagene marine Grauwasserfiltersystem beinhaltet einen mehrstufigen Prozess. Dieser entfernt in der ersten Stufe grobe Verunreinigungen und große Partikel und schützt gleichzeitig die nachfolgenden Filtrationsstufen vor Verstopfung. In der zweiten Stufe erfolgt eine Fettabscheidung mittels Spezialfilter. Dieser Filter wurde für die Entfernung von Öl- und Fettverunreinigungen aus Bilgewasser (Wasser, das sich im Kielraum sammelt und meist mit Motoröl verunreinigt ist) entwickelt und langjährig erfolgreich eingesetzt. In der dritten und gegebenenfalls vierten Stufe erfolgt die Entfernung der gelösten Nährstoffe. Die Filtermedien sind in Filterkartuschen oder Filtertaschen konfiguriert und können nach Gebrauch einfach ausgetauscht und zur Entsorgung an Land gegeben werden.



2

Zur Entfernung der im Grauwasser enthaltenen gelösten Nährstoffe (Kohlenstoff-, Stickstoff-, und Phosphorverbindungen) wurde zunächst ein geeignetes Filtermedium gesucht. Dazu wurde eine Pilotanlage im Technikum mit synthetischem Grauwasser betrieben und verschiedene Filtermedien in einem Screening getestet.

Im Screening sollten möglichst schnell und dennoch unter realistischen Bedingungen Erkenntnisse gewonnen werden. Deshalb wurden die Filtermedien in den Kartuschen konfiguriert getestet und sehr hohe Filtergeschwindigkeiten eingestellt. Im Zeitraum von 60 Minuten konnten vergleichbare und aussagekräftige Ergebnisse erzielt werden. Die Grafik zeigt beispielhaft das Ergebnis eines Screenings für die Entfernung von Kohlenstoffverbindungen, gemessen als Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB). Wir konnten nachweisen, dass mit optimaler Filtermaterialkonfiguration in der gleichen Zeit und bei gleicher Kapazität eine doppelt bis dreimal so hohe Beladung und damit CSB-Elimination erzielt werden kann wie mit konventionellen Filterkartuschen (vgl. GWF04 in der Grafik).

Die Entfernung partikulärer und kolloidaler Stoffe durch das Filtersystem haben wir mit realem Grauwasser aus Duschen und Waschmaschinen getestet. Dazu wurden die besten Filtermedien aus dem Screening verwendet und wiederum die besten Medien sowie die am besten geeignete Systemkonfiguration ermittelt. Ausgewählt wurde ein speziell konfigurierter Aktivkohlefilter, der mit einem Ionenaustauscherharz kombiniert werden kann.

Ausblick

Mit den Ergebnissen zur Partikel- und Nährstoffrückhaltung wird nun ein Prototypsystem gebaut und unter realen Bedingungen auf einem Freizeit-Boot getestet.



Dr.-Ing. Tosca Zech

Telefon +49 711 970-4115
tosca.zech@igb.fraunhofer.de



Prof. Dr. Walter Trösch

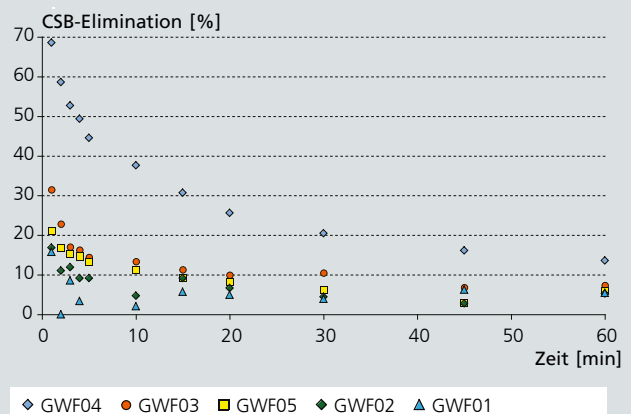
Telefon +49 711 970-4220
walter.troesch@igb.fraunhofer.de

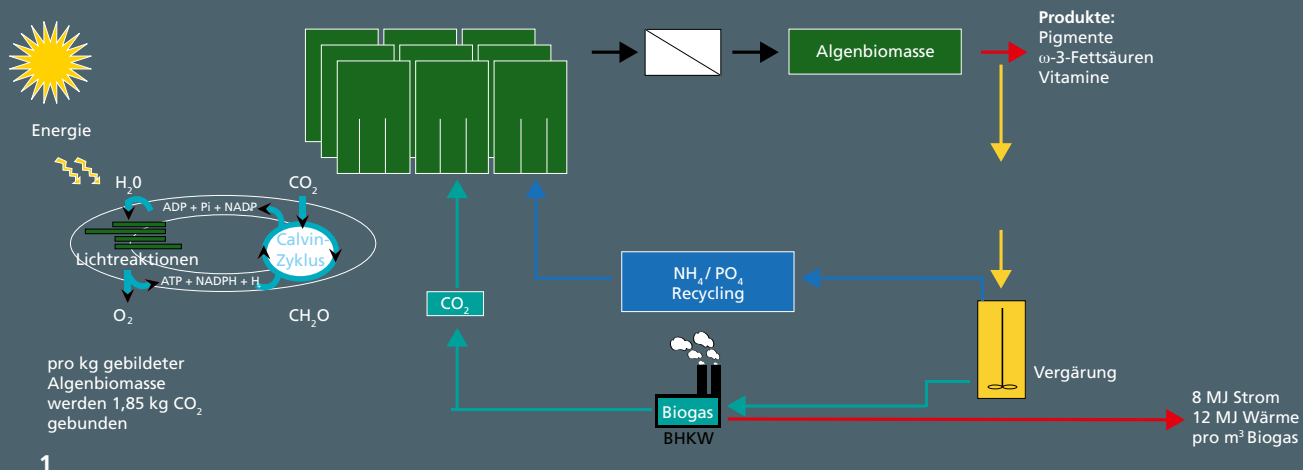
Projektpartner

Wave International Ltd., UK



Ergebnis eines Screenings nach geeigneten Filtermedien für die Entfernung von Kohlenstoffverbindungen, gemessen als Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB).





NUTZUNG VON FILTRATWASSER AUS DER VERGÄRUNG FÜR DIE KULTIVIERUNG VON MIKROALGEN

Dr. rer. nat. Ulrike Schmid-Staiger

Für eine wirtschaftliche und nachhaltige Produktion von Algenbiomasse für die stoffliche und energetische Verwertung sind die Schritte entlang der gesamten Prozesskette zu optimieren. Die Herausforderungen für eine nachhaltige Mikroalgenproduktion im Einzelnen sind:

Energieeffiziente Mikroalgenproduktion

Hierzu bedarf es eines Photobioreaktors, der eine hohe Photosyntheserate auch bei hohen Zellkonzentrationen gewährleistet und dessen Energiebedarf für die Algenproduktion niedriger ist als der Energiegehalt der produzierten Algenbiomasse.

Produktgewinnung

Lösemittel und Lösemittelqualität müssen auf die Produkte abgestimmt werden; die Extraktion sollte aus der nassen Biomasse erfolgen, um Energieeinträge durch Trocknungsprozesse zu vermeiden.

Restbiomassenutzung integrieren

Nach der Gewinnung der Wertstoffe steht die lignocellulosefreie Restbiomasse für die anaerobe Mineralisierung zu Biogas und damit zur energetischen Wertschöpfung zur Verfügung.

Recycling von Nährstoffen

Neben der Nutzung von Abgas-CO₂ trägt die Nutzung stark stickstoff- und phosphathaltiger Abwässer zur Kostenreduktion bei.

Wasserkreislaufführung

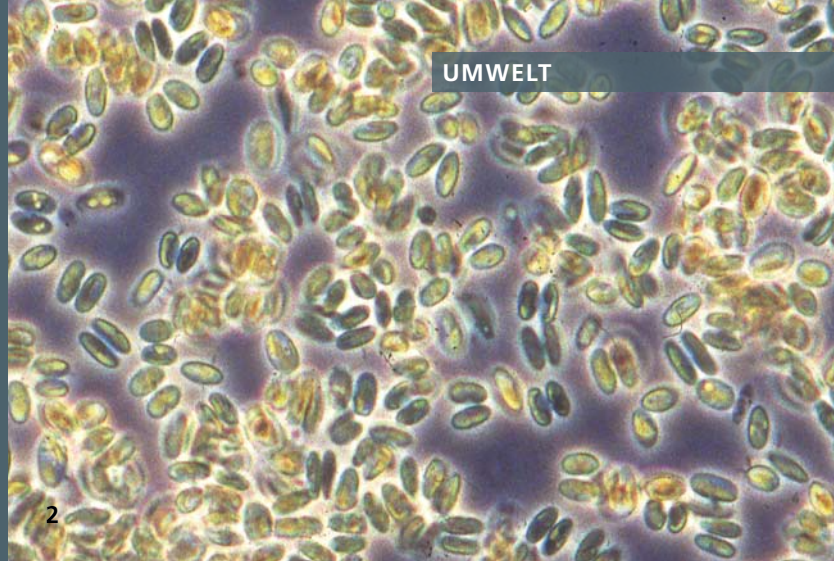
Die Kreislaufführung von Wasser kann sowohl über die erneute Nutzung der Kultivierungsmedien realisiert werden als auch durch die Nutzung von stickstoff- und phosphathaltigen Abwässern.

Nährstoffe aus Abwasser nutzen

Im Rahmen des Projekts »Mehr Biogas aus lignocellulosearmen Abfall- und Mikroalgenreststoffen durch kombinierte Bio-/Hydrothermalvergasung« (EtaMax, Seite 102) sollen die Nährstoffkreisläufe zwischen Algenbiomasserzeugung und Energieerzeugung durch anaerobe Vergärung geschlossen werden. Abwasserströme aus Biogasanlagen zur Klärschlammvergärung mit hohen Beladungsraten, sogenannte Hochlastfaulungen, zeichnen sich durch hohe Ammonium- und Phosphatkonzentrationen bis zu 1300 mg NH₄ pro Liter bzw. 200 mg Phosphat pro Liter aus. In diesen Hochlastfaulungen werden partikelfreie Abwasserströme durch Ultrafiltration mit Rotationscheibenfiltern gewonnen. Derzeit wird in diesen Abwasserströmen in energieintensiven Prozessschritten Ammonium zu Stickstoff umgesetzt oder zusammen mit Phosphat gefällt. Im EtaMax-Projekt sollen deshalb diese stark N- und P-haltigen Abwasserströme für die Algenproduktion eingesetzt werden (Bild 1).

Ergebnisse

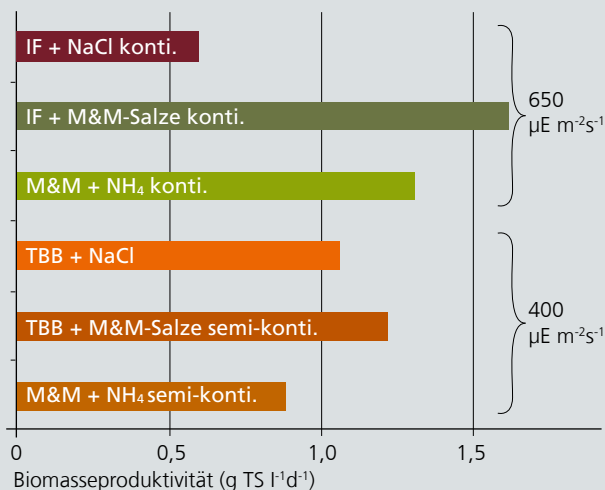
In ersten Versuchen mit *Phaeodactylum tricornutum*, einer Alge, welche die omega-3-Fettsäure EPA (Eicosapentaensäure) enthält, konnte erfolgreich Filtratwasser aus zwei verschiedenen kommunalen Biogasanlagen als Kulturmedium eingesetzt werden. Für die kontinuierliche Biomasseproduktion in Flachplatten-Airlift-Photobioreaktoren musste je nach Herkunft des Filtratwassers lediglich Phosphat bis zu einem optimalen N-zu-P-Verhältnis zugegeben werden. Die mit Filtratwasser erzielten Biomasseproduktivitäten waren sogar höher als die mit synthetischem Medium (siehe Grafik).



2

Somit können synthetische Medien vorteilhaft durch Abwasserströme der anaeroben Vergärung ersetzt werden. Dies ist ein weiterer Schritt, um Algenbiomasse für die energetische Verwertung (Öle, Biogas) mit einer nachhaltigen Kreislaufführung von Wasser und Nährstoffen herzustellen, die zudem deutlich die Kosten und den Energiebedarf reduziert.

Biomasseproduktivität von *Phaeodactylum tricornutum* mit Filtratwasser aus der anaeroben Klärschlammvergärung.



Das Filtratwasser stammt aus den Hochlastfaulungen in Tauberbischofsheim (TBB) und Ilsfeld (IF) mit jeweils hohen Ammonium- und Phosphatkonzentrationen. Bei der semikontinuierlichen Kultivierung erfolgte die Zellernte bzw. Filtratwasserzugabe nach Ammoniumverbrauch. Bei den kontinuierlichen Versuchen wurde eine Durchflussrate von $D = 0,2 \text{ d}^{-1}$ eingestellt. Als Kontrolle wurde synthetisches Medium nach Mann & Myers, 1968 (M&M) verwendet.



Dr. Ulrike Schmid-Staiger

Telefon +49 711 970-4111
ulrike.schmid-staiger@igb.fraunhofer.de



Prof. Dr. Walter Trösch

Telefon +49 711 970-4220
walter.troesch@igb.fraunhofer.de

Partner

Partner des EtaMax-Projekts für die Vergärung von Mikroalgenreststoffen sind insbesondere FairEnergie, Reutlingen, und Subitec GmbH, Stuttgart. Weitere Partner in diesem Projekt siehe S. 102.

Förderung

Teile des Projekts werden über das Verbundvorhaben EtaMax »Mehr Biogas aus lignocellulosearmen Abfall- und Mikroalgenreststoffen durch kombinierte Bio-/Hydrothermalvergasung« unter dem Förderkennzeichen 03SF0350A vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb des Programms »BioEnergie 2021« gefördert.

- 1 Kreislaufführung von Stickstoff und Phosphat durch Kopplung von anaerober Vergärung und Algenproduktion.
- 2 Mikroskopische Aufnahme von *Phaeodactylum tricornutum*.



ANAEROBE ABWASSERREINIGUNG MIT MEMBRANFILTRATION ZUR WASSERWIEDERVERWENDUNG

Dipl.-Ing. Marius Mohr

Seit 2006 erprobt das Fraunhofer IGB im Rahmen des Projekts DEUS 21 in einem Neubaugebiet in Knittlingen ein Verfahren zur Reinigung von Abwasser für die Wiederverwendung.

Eine von der Größe an die zunächst noch geringe Anzahl an Bewohnern angepasste Pilotanlage wurde im Jahr 2008 durch eine Anlage ersetzt, die in der Lage ist, das Abwasser von ca. 175 Einwohnern zu reinigen und einfach erweitert werden kann (Bild 1). Im März 2009 wurde diese Anlage zur anaeroben Abwasserreinigung mit Membranfiltration in Betrieb genommen. Parallel wurde eine Technologie zur Rückgewinnung des Stickstoffs durch Ionenaustausch aus dem Ablauf der Anlage untersucht.

Abtrennung der Feststoffe

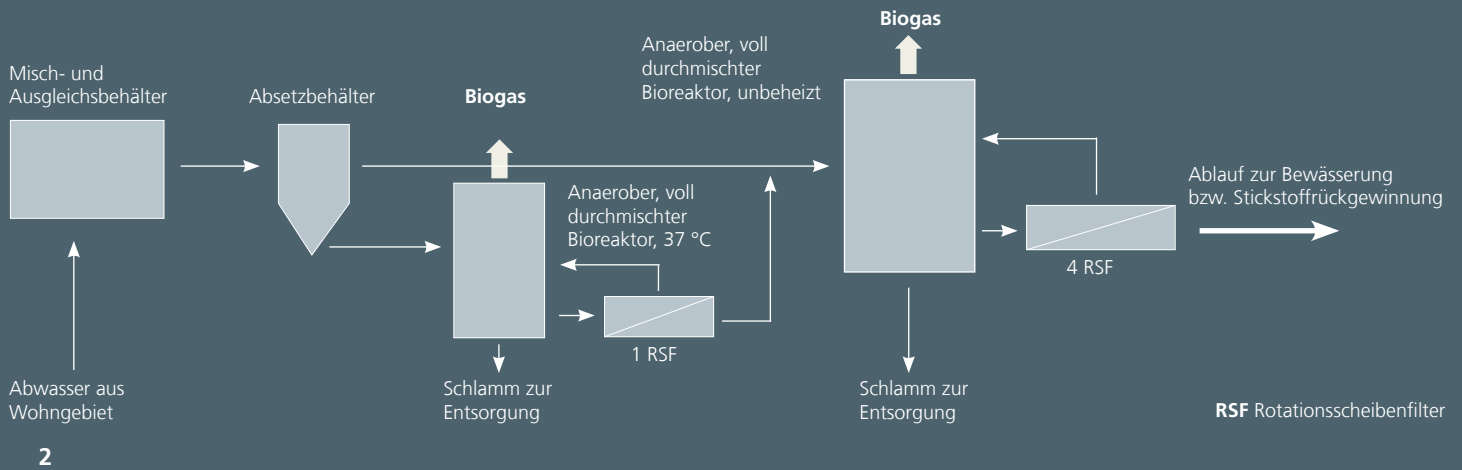
Versuche an der Pilotanlage sowie einer Technikumsanlage hatten gezeigt, dass die Abwasserreinigung besser funktioniert, wenn die Feststoffe vorher abgetrennt werden. Dies realisieren wir nun in einem Absetzbehälter, die Feststoffe werden dann separat bei 37 °C nach dem Verfahren der Hochlastfaulung mit integrierter Mikrofiltration behandelt (Schema Bild 2). Der Überlauf des Absetzbehälters (ca. 99 % des Zulaufs) wird in einem unbeheizten, vollaufmischtem Bioreaktor mit einem Volumen von 10 m³ behandelt. Der Ablauf erfolgt über vier parallele Rotationsscheibenfilter mit einem Porendurchmesser von 0,2 µm. Da es bisher in Deutschland keine Anlagen gibt, in denen kommunales Abwasser anaerob bei niedrigen Temperaturen behandelt wird, müssen die Mikroorganismen, die dies bewerkstelligen, zunächst herangezüchtet werden. Daher wurde die Belastung des Bioreaktors langsam gesteigert.

Gute Reinigungsleistung mit Biogasgewinn

Im Sommer (Reaktortemperaturen 22 bis 27 °C) konnte der Chemische Sauerstoffbedarf (CSB) des Ablaufs bereits über einen Zeitraum von zwei Monaten konstant unter 150 mg/l gehalten werden, für mehr als einen Monat sogar unter 120 mg/l. Im Herbst/Winter (Reaktortemperaturen 14 bis 19 °C) konnte bisher für einen Monat kontinuierlich ein Grenzwert von 150 mg CSB/l unterschritten werden. Die minimalen Verweilzeiten des Abwassers im Bioreaktor betragen im Sommer 50, im Herbst/Winter 36 Stunden. Die Zulaufkonzentrationen lagen zwischen 400 und 1100 mg CSB/l, der durchschnittliche Abbaugrad lag zu den genannten Zeiträumen um 85 %. Die maximale Biogasproduktion betrug knapp 2000 Liter pro Tag. Im Sommer betrug der Zuwachs der Biomasse in zwei Monaten knapp 5,5 kg (gemessen als Trockensubstanz), dies entspricht bei üblicher Entwässerung auf 25 % Trockensubstanz einem zu entsorgenden Schlammvolumen von 22 Litern. Die Membranfiltration ist seit Inbetriebnahme im März nur durch automatisches Rückspülen mit Filtrat gereinigt worden, eine erste chemische Reinigung ist für Anfang 2010 geplant.

Gereinigtes Abwasser zur Düngung

Eine mögliche Nutzung des Ablaufs der Anlage stellt die kombinierte Bewässerung und Düngung landwirtschaftlicher Nutzflächen dar. Im Bioreaktor werden die Nährstoffe Ammonium und Phosphat, die sich in relativ hohen Konzentrationen im Abwasser befinden, kaum abgebaut. Durch die Membranfiltration ist der Ablauf keimarm und kann daher gefahrlos für die Bewässerung verwendet werden. Bei stichprobenartigen Untersuchungen im Mai wurden im Ablauf der eingesetzten



Rotationsscheibenfilter keinerlei Bakterien der Art *Escherichia coli* nachgewiesen, obwohl diese im Reaktorschlamm in Größenordnungen von einer Million Keime pro Milliliter vorkommen.

Für Fälle, in denen eine Nutzung des Ablaufs zur Düngung nicht möglich ist, wird ein Verfahren zur Rückgewinnung des Ammoniaks aus dem Ablauf entwickelt. Dabei wird Zeolith, ein Silikat-Mineral, als Ionenaustauscher eingesetzt und anschließend mit einer konzentrierten Kochsalzlösung regeneriert [1].

Regenwasseraufbereitung

Das Regenwasser, das separat gesammelt wird, wird in unterirdischen Zisternen gespeichert und durch einen Aktivkohlefilter, eine Membranfiltration und eine UV-Lampe gereinigt. Ziel ist es, hier Trinkwasserqualität zu erreichen, um das Regenwasser in einem separaten Netz an die Bewohner des Wohngebiets zu verteilen und damit einen großen Teil des Trinkwassers einzusparen.

Ausblick

Im weiteren Verlauf der Untersuchungen wird die Verweilzeit des Abwassers im Bioreaktor kontinuierlich verringert und damit die Belastung erhöht, bis alles im Wohngebiet anfallende Abwasser gereinigt werden kann. Das entstehende Biogas wird in einem Blockheizkraftwerk verwertet, das im Frühjahr/Sommer 2010 installiert wird. Die Anlage zur Stickstoffrückgewinnung wird an einigen Stellen optimiert und soll daraufhin im Dauerbetrieb laufen. Die Phosphatrückgewinnung kann ebenfalls erfolgreich betrieben werden: Mittlerweile erreichen wir mit der MAP¹-Technik Ablaufwerte unter 2 mg/l PO₄-P. Eine Anwendung dieser Technologie ist insbesondere an Orten sinnvoll, an denen noch keine zentrale Abwasser-Infrastruktur existiert und an denen eine Verwertung des Wassers in der Landwirtschaft nicht möglich ist.

1 MAP Magnesium-Ammonium-Phosphat



Dipl.- Ing. Marius Mohr

Telefon +49 711 970-4216
marius.mohr@igb.fraunhofer.de



Prof. Dr. Walter Trösch

Telefon +49 711 970-4220
walter.troesch@igb.fraunhofer.de

Literatur

[1] Mohr, M.: Stickstoffrückgewinnung durch Ionentausch. 14. Kolloquium zur kommunalen Abwasser- und Abfallbehandlung »Technologie mit Zukunft«; Fraunhofer IGB, März 2009

Projektpartner

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe
Stadt Knittlingen
Eisenmann Maschinenbau KG, Holzgerlingen
EnBW Energie Baden-Württemberg AG, Karlsruhe
Kerafol GmbH, Eschenbach

Förderung

Wir danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) für die Förderung des Forschungsprojekts »Dezentrale Urbane Infrastruktursysteme DEUS 21«, Förderkennzeichen 02WD0850.

Weitere Informationen

www.deus21.de

1 Standort der Anlage in Knittlingen: Das Wasserhaus.

2 Schema der anaeroben Abwasserreinigung mit Membranfiltration.



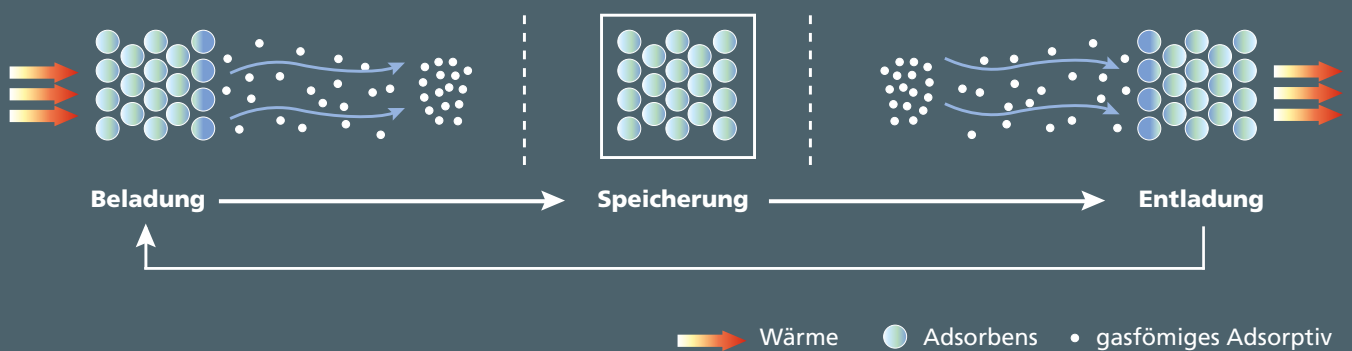
ENERGIE

Prof. Dr. Walter Trösch

Die fossilen Energieträger Kohle, Erdöl und Erdgas sind Rückstände von Biomassen, die im Wesentlichen in der erdgeschichtlichen Phase des Karbon eingelagert wurden, nachdem sie in der Vorkarbonphase durch Photosynthese entstanden. Der Nettoenergiegehalt der Erde hat in dieser Phase stetig zugenommen. Erst durch die anthropogen bedingte Nutzung dieser Fossilien und durch die Reduktion der Photosynthese-Kapazität nimmt heute der Nettoenergiegehalt der Erde stetig ab. Eine Zunahme des atmosphärischen CO₂ ist die Folge, die den Klimawandel nach sich zieht.

Der Übergang zu einer nachhaltigen Energieversorgung ist deshalb eine der zentralen Herausforderungen für das 21. Jahrhundert. Dieser Herausforderung stellt sich das Fraunhofer IGB in vielfältiger Weise: Wir leisten Beiträge zur Erhöhung der Photosynthesekapazität durch die Entwicklung eines Algenphotobioreaktors, zur Erschließung regenerativer Energiequellen mit Hilfe hochinnovativer Membrantechnik (Brennstoffzellen, Osmosekraftwerk), zur Verbesserung der Energieeffizienz durch die Erzeugung von Biogas aus organischen Abfällen, Nebenprodukten der Lebensmittelindustrie und der landwirtschaftlichen Primärproduktion, sowie zur Energieeinsparung durch Prozessoptimierungen in Klärtechnik, anaerober Abwasserreinigung sowie in industriellen Prozessen, beispielsweise der Trocknung von Biomasse und porösen Werkstoffen mit Dampf bei Atmosphärendruck. Darüber hinaus arbeitet das Fraunhofer IGB an Systemen zur stabilen Langzeitspeicherung von Wärmeenergie und zur Veredelung von Biogas für CNG-Fahrzeuge (Compressed Natural Gas).

Auch integrierte Stoffstrom- und Energiekonzepte für Kommunen und Regionen werden in Angriff genommen, um die bisherigen, historisch gewachsenen Lösungen durch Systemansätze mit neuesten Technologien zu ersetzen. Deshalb engagiert sich das Fraunhofer IGB auch in den Fraunhofer-Allianzen Energie, Bau und SysWasser.



1

STEIGERUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ DURCH SORPTIVE WÄRMESPEICHERUNG

Dipl.-Ing. Mike Blicher

Ein wichtiger Beitrag um die Klimaschutzziele zu erreichen, ist die Erhöhung des Nutzungsgrads für eingesetzte fossile wie regenerative Primärenergien, indem die in der ersten Anwendung nicht genutzte Energie sekundär eingesetzt wird. Ein Beispiel hierfür ist die Nutzung der Abwärme aus der Verbrennungsmaschine bei der Verstromung von Biogas, die typischerweise bei mehr als 50 % des Energieinhalts des eingesetzten Biogases liegt. Dies zeigt nicht nur die Potenziale der Erhöhung des Nutzungswirkungsgrades, sondern auch die Aufgabe, die weitere Nutzung der Energie zeitlich und räumlich zu entkoppeln. Daneben gibt es viele weitere energie-wirtschaftliche, gewerbliche und industrielle Prozesse, bei denen ebenfalls große Mengen Abwärme anfallen. Bedenkt man, dass 50-60 % des Energiebedarfs in der EU Wärme ist, wird offensichtlich, dass hier ein großes Potenzial zur Optimierung der Energienutzung besteht.

Zur Lösung dieser Aufgabe sind kompakte und flexible Speichersysteme notwendig, die in der Lage sind, durch Mobilität örtlich und durch Verlustminimierung zeitlich das Angebot und den Bedarf an Wärme zu entkoppeln bzw. auszugleichen. Derzeit industriell hergestellte und am Markt verfügbare Systeme speichern fast ausschließlich sensible (fühlbare) Wärme. In der Regel nutzen sie Wasser als Speichermedium, was allerdings die Speicherdichte limitiert und die Temperatur in vielen Fällen auf maximal 100 °C beschränkt.

Auch Latentwärmespeicher, die zwar eine etwas größere Speicherdichte erreichen können, sind aufgrund ihrer definierten Arbeitstemperatur nicht sehr flexibel. Der prinzipielle Nachteil beider Systeme besteht vor allem darin, dass sie durch den Temperaturunterschied zwischen Medium und Umgebung als treibendem Gradienten permanent Wärme verlieren. Dies kann durch eine Isolation nur gedämpft, nicht aber unterbunden werden.

Innovative Wärmespeicherverfahren

Chemische und sorptive Wärmespeicher, die zu den thermochemischen Speichern gezählt werden, sind relativ neue, vielversprechende Technologieansätze mit deutlichen Vorteilen gegenüber der sensiblen oder latenten Wärmespeicherung. Hier können die Speicherdichten theoretisch bis zu 10fach höher als die von Wasserspeichern sein; d. h. diese Systeme können bei gleichem Bauvolumen sehr viel mehr Energie speichern. Die gespeicherte Energie wiederum ist durch chemische und physikalisch-chemische Prozesse gebunden. Hierdurch entfallen im Wesentlichen thermische Verluste. Die Kombination dieser beiden Vorteile erlaubt nicht nur die effiziente zeitliche Speicherung, sondern auch den Transport der Wärmeenergie. Auch ist es bei sorptiven Systemen aufgrund der Analogien zu Wärmepumpen in Bezug auf die thermodynamischen Vorgänge möglich gleichzeitig Kälte zu erzeugen.



2



3



4

Aktueller Arbeitsschwerpunkt: Systeme mit hochporösen Adsorbentien

Das Fraunhofer IGB arbeitet derzeit mit Sorptionssystemen, bei denen speziell eine physisorptive Bindung zwischen einem Reaktionspaar Adsorbens (A) – Adsorptiv (B) mit möglichst hohem Energieumsatz genutzt wird. Dieses Prinzip ist reversibel: $A + B \leftrightarrow AB + \text{W\u00e4rme}$ (Bild 1). Bei der Ladung des Speichers wird der Substanz AB W\u00e4rme zugef\u00fchrt, die dann in die Komponenten A und B dissoziiert. Um die W\u00e4rme zur\u00fcckzugewinnen, l\u00e4sst man die Komponenten A und B wieder miteinander reagieren. Solange eine Reaktion zwischen A und B verhindert wird, kann die in Form von chemischer Energie gespeicherte W\u00e4rme nicht freigesetzt werden. Bevorzugtes Adsorptiv ist Wasser mit seiner hohen Phasen\u00fcbergangsenthalpie, da es kosteng\u00fcnstig und als Material unbedenklich ist. Aufgabe des Adsorbens (z. B. Zeolith) ist es, eine m\u00f6glichst hohe Wassermenge adsorptiv zu binden. F\u00fcr erste Untersuchungen wurde ein geschlossenes System mit der Adsorption von Wasserdampf in den Poren von Zeolithen (Bild 2) und anderen hochpor\u00f6sen Adsorbentien ausgew\u00e4hlt und in einer kleinen Versuchsanlage realisiert (Bilder 3 und 4).

Ausblick

Zur Realisierung solcher Technologien in industrieller Serienqualit\u00e4t sind noch zahlreiche Entwicklungsschritte n\u00f6tig. Die mit derzeit verf\u00fcgbaren konstruktiven L\u00f6sungen erreichbaren W\u00e4rmespeicherdichten und W\u00e4rmeleistungen sind, verglichen mit den theoretischen Potenzialen, bisher f\u00fcr eine Wirtschaftlichkeit in industriellen Systemen zu gering. Weiterer Forschungsbedarf besteht hier insbesondere f\u00fcr L\u00f6sungen zum W\u00e4rme- und Stofftransport und der Systemkonfiguration. Ziel ist es, industriell relevante L\u00f6sungen anzubieten, mit denen beispielsweise Anlagen zur Verstromung von Biogas als vollwertige Kraft-W\u00e4rme-Kopplungsanlagen betrieben werden k\u00f6nnen, indem die Abw\u00e4rme auch tats\u00e4chlich genutzt wird.



Dipl.-Ing. Mike Blicher

Telefon +49 711 970-3539
mike.blicker@igb.fraunhofer.de



Dipl.-Ing. Siegfried Egner

Telefon +49 711 970-3643
siegfried.egner@igb.fraunhofer.de

Partner

ZEOSYS GmbH, Berlin

- 1 *Verfahrensschema f\u00fcr die sorptive W\u00e4rmespeicherung.*
- 2 *Zeolith.*
- 3 *Zeolithsch\u00fcttung im Versuchsreaktor.*
- 4 *Reaktor zur Untersuchung von Sorptionsprozessen, Feststoffw\u00e4rmetauschern und Speichermaterialien.*



1A

ETAMAX: AUTO FAHREN MIT BIOGAS AUS BIOABFÄLLEN

Dipl.-Ing. Ursula Schließmann

Eine nachhaltige Alternative, die Abhängigkeit von knapper werdendem Erdöl und gleichzeitig den Ausstoß von Kohlenstoffdioxid zu verringern, ist die Nutzung erneuerbarer Energien. Hier spielt die Nutzung pflanzlicher Biomasse zur Gewinnung von Bioenergie – Strom, Wärme oder Kraftstoffen – eine herausragende Rolle. Aufgrund seiner Nettoenergieausbeute ist dabei Biogas der wichtigste Bioenergieträger. Biogas, eine Mischung aus energetisch nutzbarem Methan und Kohlenstoffdioxid, entsteht bei der anaeroben Vergärung organischer Masse. In Verbindung mit der Kraft-Wärme-Kopplung gilt die Biogasgewinnung als Technik mit sehr hohem CO₂-Vermeidungspotenzial. Das Potenzial von Biomasse zur Erzeugung von Biogas wird jedoch bislang zu wenig und zudem kaum für mobile Anwendungen in Fahrzeugen ausgeschöpft.

Ziele des Projekts

Koordiniert durch das Fraunhofer IGB hat sich das Projekt-konsortium daher zum Ziel gesetzt, mit Partnern aus Forschung, Energiewirtschaft und Industrie, leicht vergärbare, lignocellulosearme nasse Biomasse – insbesondere kostengünstig anfallende Bioabfälle und Algenrestbiomasse, die keine Konkurrenz zur Produktion von Nahrungsmitteln darstellen – mit einem kombinierten, modularen Verfahren unter maximaler Energiegewinnung vollständig zu Biogas umzusetzen und gleichzeitig alle Stoffkreisläufe zu schließen. Dabei steht die regionale Erzeugung und Nutzung des regenerativen Methans (Biogas) im Mittelpunkt. Ziel ist eine Nutzung des als Fahrzeugkraftstoff aufgereinigten Biomethans für den Antrieb von CNG-Fahrzeugen (Compressed Natural Gas).

Modulare Hochlastfaulung

Optimal zur Vergärung geeignet sind Abfallstoffe mit sehr hohem Wasseranteil und geringem Gehalt an Lignin und Lignocellulose aus der Lebensmittelindustrie, Küchenabfälle oder Großmarkt-Abfälle, die heute meist in Kompostierungsanlagen gebracht werden, wobei die enthaltene Energie als Wärme verloren geht. In einem Hochlastvergärungsverfahren, das vor Jahren am Fraunhofer IGB entwickelt und für Klärschlamm mehrfach technisch realisiert wurde, werden die Feststoffe dieser Biomüllfraktionen in nur wenigen Tagen nahezu vollständig zu Biogas umgesetzt. Damit eine Vergärungsanlage möglichst effektiv die in Wasser- und Feststoffgehalt unterschiedlichen Substrate zu Biogas umwandeln kann, wird die Prozesstechnik für die jeweiligen Substrate spezifisch angepasst durch Verwendung einer flexiblen Multisubstrat-Hochlastvergärungsanlage mit unterschiedlichen Vorvergärungsmodulen. Als zweite Stufe wird im Zentralreaktor mit maximalem Wirkungsgrad das Gärwasser gereinigt und auch zu Biogas umgesetzt.

Zusätzliche Biomasse durch Algen

Zusätzliche nasse, lignocellulosearme Biomasse für die Multisubstrat-Hochlastvergärung will das Fraunhofer IGB in Form von Algenrestbiomasse beisteuern. Die Gewinnung von Energie mit Algenbiomasse ist dank einer am Fraunhofer IGB entwickelten Photobioreaktor-Plattform heute schon sehr effizient möglich. In den Reaktoren wachsen Algen nur mit Sonnenlicht als Energie- und Kohlenstoffdioxid als Kohlenstoffquelle sowie anorganischem Stickstoff und Phosphat zu hohen Zelldichten heran.



EtaMax nutzt das Kohlenstoffdioxid, das bei der Vergärung als Koprodukt und bei der Verbrennung von Biogas entsteht, als Kohlenstoffdioxidquelle für die Algenkultivierung. Außerdem wird das Filtratwasser aus dem Vergärungsprozess, in dem Stickstoff und Phosphor als Nährstoffe enthalten sind, zur Algenzucht verwendet (Seite 94). Hier gilt es, robuste Algen zu finden, die mit diesem Rauchgas und zudem in Mitteleuropa jahreszeitlich schwankenden Licht- und Temperaturverhältnissen schnell wachsen.

Hydrothermale Vergasung von Gärreststoffen

Bei jeder Vergärung fallen zu einem geringen Anteil Gärreststoffe an, die nicht weiter anaerob abgebaut werden können. Für eine vollständige Verwertung auch dieser Gärückstände wird die katalysatorgestützte hydrothermale Vergasung bei hohem Druck und hoher Temperatur untersucht. Hierbei entstehen die gleichen Produkte wie bei der Vergärung: Kohlenstoffdioxid und Methan.

Ergebnisse und Ausblick

Derzeit werden in einer Technikumsanlage zur Vergärung der Großmarktabfälle (2 x 30 l-Reaktoren) am Fraunhofer IGB die Prozessparameter für die Übertragung in den Pilotmaßstab (2 x 3,5 m³) ermittelt. Die Technikumsanlage produziert bereits jetzt in der Einfahrphase etwa 1000 Liter Biogas pro Kilogramm organischer Trockensubstanz. Die in dieser Anlage ermittelten Parameter werden dann in der Demonstrationsanlage auf dem Gelände des EnBW-Heizkraftwerks in Stuttgart-Gaisburg realisiert und erprobt. In einer zukünftigen Großanlage könnten aus den kommunalen Bioabfällen der Stadt Stuttgart 300 000 Kubikmeter Methangas pro Jahr erzeugt werden. Als Fahrzeugkraftstoff aufgereinigt, kann dies für eine kleine Flotte von Müllfahrzeugen mit Erdgasantrieb genutzt werden. Davon profitiert sogar die Luftqualität.



Dipl.-Ing. Ursula Schließmann

Telefon +48 711 970-4122
ursula.schliessmann@igb.fraunhofer.de



Prof. Dr. Walter Trösch

Telefon +48 711 970-4220
walter.troesch@igb.fraunhofer.de

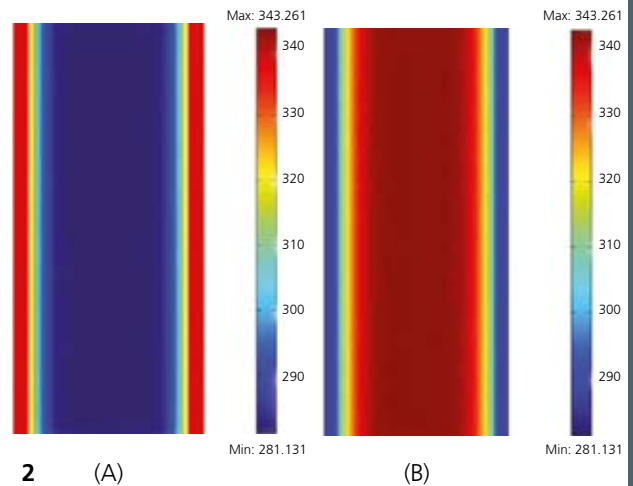
Partner

Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV; Karlsruher Institut für Technologie (KIT); Paul Scherrer Institut PSI; Daimler AG; EnBW Energie Baden-Württemberg AG; FairEnergie GmbH; Netzsch Mohnopumpen GmbH; Stulz Wasser- und Prozesstechnik GmbH; Subitec GmbH; Stadt Stuttgart

Förderung

Das Verbundvorhaben »EtaMax: Mehr Biogas aus lignocellulose-armen Abfall- und Mikroalgenreststoffen durch kombinierte Bio-/Hydrothermalvergasung« wird unter dem Förderkennzeichen 03SF0350A seit Juni 2009 für eine Dauer von 5 Jahren vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb des Programms »BioEnergie 2021« gefördert.

- 1 *Leicht vergärbare Großmarktabfälle wie Salat, Obst und Gemüse sollen mit einem neuen Verfahren Methan als Kraftstoff liefern (A und B).*
- 2 *In dieser Technikumsanlage (2 x 30 l) zur Vergärung der Großmarktabfälle werden die Prozessparameter für die Übertragung in den Pilotmaßstab (2 x 3,5 m³) ermittelt.*



SCHNELLER UND EFFIZIENTER ENERGIE-EINTRAG IN DER VERFAHRENSTECHNIK DURCH MIKROWELLEN-TECHNOLOGIE

Ali-Imran Javaid M. Sc., Dipl.-Ing. Siegfried Egner

Die Sicherung unseres Energiebedarfs in Zeiten des Klimawandels und knapper werdender fossiler Energieträger ist eine der großen Herausforderungen der heutigen Zeit und daher auch ein wichtiges Geschäftsfeld am Fraunhofer IGB. Eine der zentralen Aufgabenstellungen, der sich auch das Fraunhofer IGB annimmt, ist die Steigerung der Energieeffizienz, beispielsweise durch energiesparende Technologien. In der Industrie stellt die Erwärmung bzw. der Wärmeeintrag einen wesentlichen Energieverbrauch dar. Für die Übertragung der Wärme, beispielsweise für einen Pyrolyse-Prozess, stehen konventionell drei Möglichkeiten zur Verfügung: Wärmeleitung, Konvektion oder Wärmestrahlung.

Ziel: Mikrowellenenergie für energieeffiziente Prozesse

In der Verfahrenstechnik bieten sich für einen schnellen und effizienten Wärmeübertragungsprozess Mikrowellen aufgrund ihres direkten Einwirkens auf die Materialien besonders an. Im Zuge der energetischen Optimierung bestehender Prozesse identifizieren wir zunehmend weitere Anwendungsbereiche für Mikrowellen. Diese noch relativ junge Energiequelle bietet neue Möglichkeiten in weiten Bereichen der Verfahrenstechnik.

Direkter Energieeintrag mit Mikrowellen

Mikrowellen sind elektromagnetische Wellen, welche die Energie direkt auf ein Produkt übertragen können, während konventionelle Energiequellen über Wärmeleitung oder Konvektion die Energie indirekt übertragen. Mikrowellen durchdringen ein Produkt gleichmäßig über das gesamte Massenvolumen und aktivieren dort das dielektrische Material. Moleküle im Inneren

des Körpers können die durch die Schwingungen erzeugte Energie nicht abführen, was zu einem raschen Temperaturanstieg im Inneren führt. Moleküle, die sich näher an der Körperoberfläche befinden, können diese Energie nach außen abgeben. Daher ist bei einem solchen Heizprozess die Kerntemperatur eines Körpers höher als die Oberflächentemperatur. Dieser Effekt wird volumetrische Erwärmung genannt. Bild 2 zeigt eine Simulation dieses Effekts.

Vorteile von Mikrowellen in der Verfahrenstechnik

Mikrowellen weisen dadurch in der Verfahrenstechnik gegenüber konventionellen Energiequellen erhebliche Vorteile auf. Durch die direkte Energieübertragung ist das Verfahren sowohl aus energetischer als auch aus zeitlicher Sicht effizienter. Weiterhin ist das Verfahren sehr gut für eine Automatisierung geeignet, da bei der Überwachung der erreichten Produkttemperatur, z. B. mit einem berührungslosen Infrarotsystem, die Oberflächentemperatur gemessen wird, welche wegen des oben erwähnten Effekts der volumetrischen Erwärmung typischerweise etwas niedriger als die Kerntemperatur ist. Der erhaltene Messwert liefert daher für die Prozessführung ein konservatives Signal, welches ein gesichertes Prozessergebnis gewährleistet.

Bei geeigneter Auslegung der Mikrowellen-Reaktorräume ist es auch möglich, selektiv zu erwärmen. Durch die schnelle Energieübertragung sind geringe Reaktionszeiten erreichbar, die kleinere Reaktorgrößen ermöglichen. Zusammen mit der kompakten Bauweise eines Mikrowellengenerators ermöglicht



dies die Einsparung von Installationsraum. Vor allem jedoch ist das Verfahren umweltfreundlich, da der für die Energiebereitstellung benötigte Strom aus erneuerbaren Energien gewonnen werden kann.

Industrielle Anwendungen und Ergebnisse

Industrielle Anwendungen für Mikrowellentechnologien sind weit gefächert und umfassen u. a. die Versinterung, die Sterilisation und Pasteurisation von Lebensmitteln, die Sterilisation medizinischer Produkte sowie die Bestrahlung von Abfällen zur Schadstoffentfernung. Am Fraunhofer IGB haben wir mehrere Projekte durchgeführt, in denen eine Flash-Pyrolyse durch Mikrowellenstrahlung induziert wird. Am Beispiel verschiedener Materialien wie Reifen, Klärschlamm und Industrieschlämmen wurde auch die Fortführung des Prozesses als Vergasung mit Mikrowellen bis zur vollständigen Mineralisierung demonstriert. Die Flash-Pyrolyse durch Mikrowellen kann schneller durchgeführt werden als mit konventionellen Methoden des Energieeintrags. Auch die hierbei erreichbare Temperaturverteilung sowie die Wärme- und Stoffübertragung unterscheiden sich deutlich. Die Auslegung und Entwicklung eines elektromagnetisch kompatiblen Systems für die Verfahrenstechnik ist anspruchsvoll. Voraussetzung für eine korrekte Auslegung und Entwicklung ist ein fachübergreifender Ansatz, der am Fraunhofer IGB durch ein interdisziplinäres Team, bestehend aus Verfahrenstechnikern, Elektrotechnikern und Maschinenbauingenieuren entwickelt wird. Hierzu werden beispielsweise Software-Programme zur Simulation der elektromagnetischen Felder kombiniert mit 3-D-Konstruktionssoftware eingesetzt. Unser Labor verfügt über Demonstrationsanlagen, um die Wirkungsweise von Mikrowellen in der Verfahrenstechnik zu demonstrieren.



Ali-Imran Javaid M. Sc.

Telefon +49 711 970-3628
ali.imran.javaid@igb.fraunhofer.de



Dipl.-Ing. Siegfried Egner

Telefon +49 711 970-3643
siegfried.egner@igb.fraunhofer.de

- 1 *Typischer Mikrowellen-Generatorsatz, bestehend aus dem Magnetron und einem automatisierten Tuner in unserem Technikum.*
- 2 *Vergleich zwischen konventioneller Erwärmung, z. B. durch Konvektion (A) und volumetrischer Erwärmung durch Mikrowellen (B) am Beispiel eines flachen Materials.*
- 3 *Demonstrationsanlage mit durchlaufendem Band zur homogenen Temperierung von Materialien.*



ANHANG

Patenterteilungen 2009

Im Jahr 2009 wurden sieben Patente erteilt,
die wie folgt unseren Geschäftsfeldern zugeordnet sind:

Medizin

Verbessertes elektrophoretisches
Trennverfahren für die Genex-
pression
EP 1 797 198,
erteilt am 11. November 2009

Zellbasiertes Testsystem zur
Identifizierung und Differen-
zierung von Keimspektren
DE 10 2006 031 483,
erteilt am 24. Dezember 2009

Pharmazie

Dreidimensionales Hautmodell
US 7,553,664,
erteilt am 30. Juni 2009

Humanes rekombinantes
Interferon-beta mit verbesserter
Löslichkeit
CA 2,287,521,
erteilt am 11. August 2009
US 7,575,894 (Teilanmeldung),
erteilt am 18. August 2009

Chemie

Verbesserte Mikrogele und Filme
EP 1 299 426,
erteilt am 8. April 2009

Umwelt

Verfahren zur Herstellung
von Bauteilen mit passivierten
Endoberflächen
EP 1 544 320,
erteilt am 14. Oktober 2009

Energie

Metallische Lösungs-Diffusions-
Membran sowie Verfahren zur
Herstellung
JP 4250525,
erteilt am 23. Januar 2009

Messen und Veranstaltungen

**Messen und
Ausstellungskongresse**

Ecogerma
Trade Fair and Congress
on Sustainable Technologies
12.-15. März 2009, São Paulo,
Brasilien

Bayern Innovativ-Forum
Life Science
Pharma Development –
Food & Nutrition – Industrial
Biotechnology
18.-19. März 2009, Technische
Universität München, Garching

Hannover Messe Energy
Internationale Leitmesse
der erneuerbaren und kon-
ventionellen Energieerzeu-
gung, Energieversorgung,
-übertragung und -verteilung
Fraunhofer-Allianz Energie
20.-24. April 2009, Hannover

ACHEMA
29. Internationaler Ausstel-
lungskongress für Chemische
Technik, Umweltschutz und
Biotechnologie
11.-15. Mai 2009, Frankfurt am
Main

BIO
International Convention
Fraunhofer-Verbund Life
Sciences
18.-21. Mai 2009, Atlanta, USA

BIOTECHNICA
International Trade Fair,
Conferences, Partnering and
Award for Biotechnology
Fraunhofer-Verbund Life Sciences
6.-8. Oktober 2009, Hannover

WEFTEC
82nd Annual Water Environ-
ment Federation Technical
Exhibition and Conference
Fraunhofer-Allianz SysWasser
10.-14. Oktober 2009, Orlando,
USA

MATERIALICA
12th International Trade
Fair for Materials Applications,
Surface Technology and Pro-
duct Engineering
13.-15. Oktober 2009, München

parts2clean
Internationale Leitmesse
für Reinigung in Produktion
und Instandhaltung
Fraunhofer-Allianz Reinigungs-
technik
20.-22. Oktober 2009, Stuttgart

**Bayern Innovativ-Kooperati-
onsforum Drug Development**
Strategien – Technologien –
Therapien
3. Dezember 2009, Würzburg

Veranstaltungen

13. Klinischer Studientag
»Klinische Entwicklung und
Produktion biologischer Arz-
neimittel«, CenTrial GmbH
14. Januar 2009, Stuttgart

OTTI-International Conference
Water Efficiency in Urban
Areas
Concepts, Technologies,
Socio Economics
29.-30. Januar 2009, Würzburg

Materials Valley-Workshop
Grenzflächen- und Biover-
fahrenstechnologie – Applika-
tion in der Medizin
19. Februar 2009, Hanau

OTTI-Fachforum
Produktgestaltung mit
Funktionsschichten
23.-24. März 2009, Regensburg

**14. Kolloquium zur kommu-
nalen Abwasser- und Abfall-
behandlung**
»Technologie mit Zukunft«
26. März 2009, Fraunhofer-
Institutszentrum Stuttgart

Fraunhofer Talent School
Reise ins Genom
27.-29. März 2009, Fraunhofer-
Institutszentrum Stuttgart

OTTI-Fachforum
Carbon Nanotubes – Auf
dem Weg aus der Forschung
in die Anwendung
Eigenschaften – Herstellung –
Verarbeitung – Produkte –
Arbeitsschutz – Toxizität?
22.-23. April 2009, Regensburg

Girls' Day
Mädchen-Zukunftstag
23. April 2009, Fraunhofer-
Institutszentrum Stuttgart

Informationsforum
Chance Klimawandel für
die Chemieindustrie
29. April 2009, Stuttgart

3. FEBS Advanced Lecture
Course on Human Fungal
Pathogens
Molecular Mechanisms of
Host-Pathogen Interactions
and Virulence
2.-8. Mai 2009, La Colle sur
Loup, Frankreich

OTTI-Fachforum
Reinigen und Vorbehandeln
vor der Beschichtung
13.-14. Mai 2009, Neu-Ulm

Tag der Wissenschaft
»Zukunft entdecken«
27. Juni 2009,
Universität Stuttgart

Fraunhofer-Truck
30. Juni - 4. Juli 2009, Stuttgart

Wissenschaftszug 2009 –
»Expedition Zukunft«
5.-7. Juli 2009, Stuttgart

Unitag
Studieren an der Uni Stuttgart
19. November 2009,
Universität Stuttgart

Checkpoint Zukunft
Tag für Studierende bei
Fraunhofer
23. November 2009,
Fraunhofer-Institutszentrum
Stuttgart

Vorschau 2010

Industrieworkshop »Automated Tissue on Demand«
26. Februar 2010, Fraunhofer-Institutszentrum Stuttgart

Fraunhofer-Technologiezirkel Technologietrends – Perspektiven für die Märkte von Übermorgen
10.-11. März 2010, Fraunhofer-Institutszentrum Stuttgart

Fraunhofer Talent School Reise ins Genom
12.-14. März 2009, Fraunhofer-Institutszentrum Stuttgart

Analytica 22. Internationale Leitmesse für Instrumentelle Analytik, Labortechnik und Biotechnologie mit Analytica Conference
23.-26. März 2010, München

GLOBE 2010
24.-26. März 2010, Vancouver, Kanada

Hannover Messe Energy Internationale Leitmesse der erneuerbaren und konventionellen Energieerzeugung, Energieversorgung, -übertragung und -verteilung
Fraunhofer-Allianz Energie
19.-23. April 2010, Hannover

Girls' Day Mädchen-Zukunftstag
22. April 2010, Fraunhofer-Institutszentrum Stuttgart

BIO International Convention
Fraunhofer-Verbund Life Sciences
3.-5. Mai 2010, Chicago, IL, USA

OTTI-Fachforum Produktgestaltung mit Funktionsschichten
21.-22. Juni 2010, Regensburg

Tag der Wissenschaft »Entdecken – Forschen – Faszinieren«
26. Juni 2010, Universität Stuttgart

IFAT 2010 Environmental Solutions 16. Internationale Fachmesse für Wasser – Abwasser – Abfall – Recycling
Fraunhofer-Allianz SysWasser
13.-17. September 2010, München

BIOTECHNICA International Trade Fair, Conferences, Partnering and Award for Biotechnology
Fraunhofer-Verbund Life Sciences
5.-7. Oktober 2010, Hannover

parts2clean Internationale Leitmesse für Reinigung in Produktion und Instandhaltung
Fraunhofer-Allianz Reinigungstechnik
12.-14. Oktober 2010, Stuttgart

BioStar 2010 Science in Exchange 4th Congress on Regenerative Biology and Medicine
13.-15. Oktober 2010, Stuttgart

K 2010 Internationale Messe Nr. 1 für Kunststoff und Kautschuk weltweit
Fraunhofer-Gemeinschaftsstand
27. Oktober - 3. November 2010, Düsseldorf

Unitag Studieren an der Uni Stuttgart
17.-18. November 2010, Universität Stuttgart

Checkpoint Zukunft Tag für Studierende bei Fraunhofer
29. November 2010, Fraunhofer-Institutszentrum Stuttgart

Änderungen vorbehalten. Aktuelle Infos, auch über unsere Messebeteiligungen, unter:
www.igb.fraunhofer.de

Mitarbeit in Fachverbänden und Gremien

Bryniok, D.

Deutsche Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V. (DECHEMA), Fachsektionen »Biotechnologie« und »Chemische Biologie«, Mitglied

Fraunhofer-Allianz SysWasser, Geschäftsführer

Ingenieurtechnischer Verband Altlasten e. V. (ITVA), Mitglied

Verein Deutscher Ingenieure e. V. (VDI), Fachgesellschaften »Umwelttechnik« und »Reinhaltung der Luft«, Mitglied

Vereinigung für Allgemeine und Angewandte Mikrobiologie e. V. (VAAM), Fachgruppe »Umweltmikrobiologie«, Mitglied

Hirth, T.

Bio^MWB, Beirat

Deutsche Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V. (DECHEMA), AK »Industrielle Nutzung nachwachsender Rohstoffe«, Leiter Fachgemeinschaft »SuPER«, Mitglied Fachsektion »Reaktionstechnik«, Mitglied Fachsektion »Chemische Nanotechnologie«

Forschungs- und Technologie- rat Bioökonomie (BioÖkonomieRat) bei der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech), Mitglied

Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), Mitglied, AG Nachhaltige Chemie

Max-Planck-Institut für Metallforschung, Kuratorium, Mitglied

SusChem Deutschland, Koordinierungskreis

VDI-Gesellschaft für Energie und Umwelt (VDI-GEU), Beirat, Mitglied

Krieg, S.

Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. (VDE), Mitglied

Oehr, C.

BALTIC-NET, Mitglied

Bundesverband der pharmazeutischen Industrie e. V. (BPI), AG Medizinprodukte, Mitglied

Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächen- technik e. V., Mitglied

Europäischer Verein Dünne Schichten e. V. (EFDS), Mitglied

Fraunhofer-Allianz Polymere Oberflächen POLO, Direktorium

Gesellschaft für Verfahrenstechnik und Chemie-Ingenieurwesen (GVC), Ausschuss »Grenzflächen«

12th International Conference on Plasma Surface Engineering PSE 2010, Editorial Board

International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), Elected Member of the Board of Directors

Kompetenznetz Industrielle Plasma-Oberflächentechnik INPLAS, Plasmapolymere und biofunktionale Schichten, Arbeitsgruppenleiter

PLASMA Germany Vorsitz Koordinierungsausschuss Mitglied im Fachausschuss »Plasmabehandlung von Polymeren«

Plasma Processes and Polymers, WILEY-VCH, Weinheim, Editor in Chief

Vakuum in Forschung und Praxis, WILEY-VCH, Weinheim, Editorial Board

Verein Deutscher Ingenieure VDI, Mitglied des Richtlinien- ausschusses »Qualitätssicherung bei der Vakuumbeschichtung von Kunststoffen«

VDI-Fachausschuss »Nanotechnologie für die Medizintechnik«, Stellvertretender Vorsitzender

Rupp, S.

Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM), Fachgruppe »Eukaryontische Krankheitserreger«, Mitglied

Deutschsprachige Mykologische Gesellschaft e. V. (DMyKG),

Fachgruppe »Eukaryonte Krankheitserreger«, Mitglied Europäische Union EU, Gutachter im 7. Forschungsrahmenprogramm Gesellschaft für Biochemie und Molekularbiologie e. V. (GBM), Mitglied

Sieber, V.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Fachgutachter

Deutsche Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V. (DECHEMA), Mitglied

Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), Mitglied

Gesellschaft für Biochemie und Molekularbiologie e. V. (GBM), Mitglied

Sternad, W.

HACH LANGE GmbH, Kundenbeirat, Mitglied

Tovar, G. E. M.

Deutsche Bunsen-Gesellschaft für Physikalische Chemie (DBG), Mitglied

Deutsche Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V. (DECHEMA), Fachsektion Nanotechnologie

Deutsche Gesellschaft für Materialkunde DGM, Fachsektion Biomaterialien, Leiter Querschnittsarbeitskreis Biomimetische Biomaterialien

Kolloid-Gesellschaft,
Mitglied

Fraunhofer-Allianz
Nanotechnologie,
Zweiter Sprecher, Lenkungsreis

Fraunhofer-Zukunftsthema
Biofunktionale Oberflächen,
Koordinator

Gesellschaft Deutscher
Chemiker (GDCh),
Mitglied

Strategiekreis »Nanowelten«,
Forschungsunion Wirtschaft-
Wissenschaft,
Mitglied

Trösch, W.

Deutsche Gesellschaft für
Chemische Technik und Bio-
technologie e. V. (DECHEMA),
Fachsektion Biotechnologie

European Network
Architecture ENA,
Mitglied

Fachverband Biogas,
Mitglied

Fraunhofer-Allianz SysWasser,
Sprecher

German Water Partnership,
Vorstandsmitglied

Vohrer, U.

Deutsche Bunsengesellschaft
(DBG),
Mitglied

Gesellschaft Deutscher
Chemiker (GDCh),
Mitglied

Deutsche Physikalische
Gesellschaft (DPG),
Mitglied

Fachtagung »Reinigung
und Vorbehandlung vor der
Beschichtung« des Ostbayeri-
schen Technologie-Transfer-
Institut e. V. (OTTI),
Tagungsbeirat/Fachlicher Leiter

Forschungs-Allianz Kulturerbe
(FALKE),
Gründungsmitglied

Fraunhofer-Allianz
Reinigungstechnik,
Gründungsmitglied

Hauptkommission der
Fraunhofer-Gesellschaft,
Mitglied

Verein Deutscher
Ingenieure e. V. (VDI),
Mitglied

Wissenschaftlich-Technischer
Rat der Fraunhofer-Gesell-
schaft (WTR),
Mitglied

Walles, H.

Bundesministerium für Bil-
dung und Forschung (BMBF),
Fachgutachter

Bundesverband der Pharma-
zeutischen Industrie e. V. (BPI),
Mitglied Ausschuss Zulassung,
Arbeitskreis Tissue Engineering

Deutsche Forschungsgemein-
schaft DFG,
Fachgutachter für SFB (TransRe-
gio), Graduierten Kolleg, Einzel-
antragsverfahren

Deutsche Gesellschaft für
Chemische Technik und Bio-
technologie e. V. (DECHEMA),
Arbeitsausschuss »Medizinische
Biotechnologie«

Deutsche Gesellschaft für
Regenerative Medizin e. V.,
Arbeitskreis Regenerative
Medizin, Mitglied, Advisory Board

Deutscher Akademischer
Austausch Dienst (DAAD),
Fachgutachter im Sonderpro-
gramm: Moderne Anwendungen
in der Biotechnologie

Europäische Union EU,
Gutachter im 7. Forschungs-
rahmenprogramm

Gesundheitsforschungsrat,
BMBF,
Mitglied Medizintechnischer
Ausschuss

VDI-Fachausschuss
»Nanotechnologie für die
Medizintechnik«,
Mitglied

Lehrtätigkeiten

Universität Stuttgart

Hirth, T., Tovar, G. E. M.
»Grundlagen der Grenzflächenverfahrenstechnik«
 Fakultät Energie-, Verfahrens- und Biotechnik,
 Master Verfahrenstechnik,
 Vertiefungsfach

Hirth, T., Tovar, G. E. M.
»Grenzflächenverfahrenstechnik I«
 Fakultät Energie-, Verfahrens- und Biotechnik,
 Master Verfahrenstechnik,
 Vertiefungsfach

Hirth, T., Tovar, G. E. M.
»Grenzflächenverfahrenstechnik II – Technische Prozesse«
 Fakultät Energie-, Verfahrens- und Biotechnik,
 Master Verfahrenstechnik,
 Vertiefungsfach

Hirth, T.
»Nachhaltige Rohstoffversorgung – Von der Erdölraffinerie zur Bioraffinerie«
 Fachübergreifende Schlüsselqualifikation

Hirth, T.
»Sustainable Production Processes«
 Fakultät Bau- und Umweltingenieurwissenschaften,
 Master WASTE

Hirth, T., Walles, H., Rupp, S., Tovar, G. E. M.
»Medizinische Verfahrenstechnik I«
 Fakultät Energie-, Verfahrens- und Biotechnik und Fakultät Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik (Maschinenbau),
 Diplom und Master Verfahrenstechnik, Diplom Maschinenbau

Hirth, T., Walles, H., Rupp, S., Tovar, G. E. M.
»Medizinische Verfahrenstechnik II«
 Fakultät Energie-, Verfahrens- und Biotechnik und Fakultät Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik (Maschinenbau),
 Diplom und Master Verfahrenstechnik, Diplom Maschinenbau

Hirth, T., Walles, H., Rupp, S., Tovar, G. E. M.
»Praktikum zur Medizinischen Verfahrenstechnik«
 Fakultät Energie-, Verfahrens- und Biotechnik und Fakultät Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik (Maschinenbau),
 Diplom und Master Verfahrenstechnik, Diplom Maschinenbau

Hirth, T., Tovar, G. E. M.
»Exkursion Grenzflächenverfahrenstechnik«
 Fakultät Energie-, Verfahrens- und Biotechnik,
 Master Verfahrenstechnik,
 Vertiefungsfach

Hirth, T., Tovar, G. E. M.
»Praktikum Grenzflächenverfahrenstechnik«
 Fakultät Energie-, Verfahrens- und Biotechnik,
 Master Verfahrenstechnik,
 Vertiefungsfach

Hirth, T., Tovar, G. E. M.
»Grenzflächenverfahrenstechnisches Kolloquium«
 Fachübergreifende Veranstaltung

Hirth, T., Tovar, G. E. M.
»Anleitung zu wissenschaftlichem Arbeiten«
 Fachrichtung Verfahrenstechnik, Chemie, Technische Biologie

Oehr, C.
»Plasmaverfahren für die Dünnschicht-Technik«
 Fakultät Energie-, Verfahrens- und Biotechnik,
 Master Verfahrenstechnik

Rupp, S.
»Biochemisches Praktikum für Diplom-Chemiker und Biochemisches Praktikum für Technische Biologen«
 Fakultät Chemie,
 Fachrichtung Biochemie

Rupp, S.
»Biochemisches Forschungspraktikum für Diplom-Chemiker«
 Fakultät Chemie,
 Fachrichtung Biochemie

Rupp, S.
Beiträge zur Vorlesung »Moderne Methoden in der Biochemie«
 Fakultät Chemie,
 Fachrichtung Biochemie

Rupp, S.
Beiträge zur Vorlesung »Biochemie II und III«
 Fakultät Chemie,
 Fachrichtung Biochemie

Rupp, S.
»Ausgewählte Kapitel der modernen Biochemie«
 Fakultät Chemie,
 Fachrichtung Biochemie

Rupp, S.
»Medizinische und molekulare Diagnostik«
 Fakultät Energie-, Verfahrens- und Biotechnik,
 Fachrichtung Biochemie

Tovar, G. E. M., Hirth, T.
»Nanotechnologie I – Chemie und Physik der Nanomaterialien«
 Fakultät Energie-, Verfahrens- und Biotechnik,
 Master Verfahrenstechnik

Tovar, G. E. M., Hirth, T.
»Nanotechnologie II – Technische Prozesse und Anwendungen für Nanomaterialien«
 Fakultät Energie-, Verfahrens- und Biotechnik,
 Master Verfahrenstechnik

Tovar, G. E. M.
»Produktgestaltung mit Nanomaterialien«
 Fakultät Chemie,
 Diplom Chemie

Tovar, G. E. M.
»Biofunktionale Oberflächen – Chemie, Struktur und Funktionen«
 Fakultät Chemie,
 Diplom Chemie

Tovar, G. E. M., Hirth, T.
»Mitarbeiter-Seminar für DoktorandInnen und DiplomandInnen«
 Fachrichtung Verfahrenstechnik, Chemie, Technische Biologie

Technische Universität München

Sieber, V.
»Grundstoffe und Werkstoffe aus der Natur«
 Fachrichtung Nachwachsende Rohstoffe

Sieber, V.
»Bioraffinerie und Naturstofftechnologien«
 Fachrichtung Nachwachsende Rohstoffe

Sieber, V.
»Biokunststoffe und ihre Herstellung«
 Fachrichtung Nachwachsende Rohstoffe

Sieber, V.
»Grundlagen Chemie«
 Fachrichtung Nachwachsende Rohstoffe

Sieber, V.
»Spezielle Biotechnologie«
Fachrichtung Nachwachsende
Rohstoffe

Walles, H.
»Tissue Engineering«
Fachrichtung
Ernährungswissenschaften

Universität Heidelberg BZH

Universität Tübingen

Sohn, K.
Seminar und Praktikum
»Nervensystem: Biochemische
Analyse neuronaler Proteine
und Lipide«
Medizinische Fakultät,
Fachrichtung Biochemie

Walles, H.
Ringvorlesung »Aspekte
der Regenerationsbiologie
und -medizin«
Fachrichtung Medizin

Sohn, K.
Seminar und Praktikum
»Eisenstoffwechsel Blut«
Medizinische Fakultät,
Fachrichtung Biochemie

Universität Würzburg
Walles, H.
»Tissue Engineering«
Masterstudiengang Technologie
der Funktionswerkstoffe

Universität Hohenheim

Trösch, W.
Beiträge zur Vorlesung
»Wasser-, Abwasser- und
Abfallbehandlung«
Naturwissenschaftliche Fakultät,
Fachrichtung Lebensmittelwissen-
schaft und Biotechnologie

Trösch, W.
»Angewandte Bioverfahrens-
technik: Energie – Grundlagen
und technische Beispiele«
Naturwissenschaftliche Fakultät,
Fachrichtung Lebensmittelwissen-
schaft und Biotechnologie

Trösch, W.
Beiträge zur Vorlesung
»Water, wastewater and
waste management«
Naturwissenschaftliche Fakultät,
Fachrichtung Lebensmittelwissen-
schaft und Biotechnologie

Wissenschaftliche Kooperationen

Mit Hochschulen

	Trinity College Dublin, Irland	University of Manchester, UK	Institut für Textil- und Verfahrenstechnik ITV, Denkendorf
Aristotle University of Thessaloniki, Griechenland	Universidad Complutense de Madrid, Spanien	University of Novi Sad, Novi Sad, Serbien	Institut Pasteur, Paris, France
Charles University, Prag, Tschechien	Universidad de Sevilla, Spanien	University of West Hungary, Sopron, Ungarn	Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig
Comenius University, Bratislava, Slowakei	Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Brasilien	Univerza v Mariboru, Maribor, Slowenien	Johann Heinrich von Thünen-Institut, Hamburg
Escola de Engenharia de Piracicaba (EEP), Brasilien	Universita degli Studi di Bari, Italien	-----	
Escola Superior de Agricultura »Luiz de Queiroz« (ESALQ), Brasilien	Universita degli Studi di Milano, Italien	Mit anderen Forschungseinrichtungen	Leibniz-Institut für Katalyse e. V., (LIKAT), Rostock
Katholieke Universiteit Leuven, Belgien	Universita degli Studi di Milano-Bicocca, Italien	AIT – Austrian Institute of Technology, Wien, Österreich	Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e. V. (INP), Greifswald
Kyoto University, Japan	Universität Bremen	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin	NMI Naturwissenschaftlich-Medizinisches Institut an der Universität Tübingen, Reutlingen
Julius-Maximilians-Universität Würzburg	Universität Gießen	Centre de Recerca i Investigació de Catalunya CRIC, Barcelona, Spanien	Norwegian Institute of Food, Fisheries and Aquaculture Research Nofima, Oslo, Norwegen
Ludwig Institute for Cancer Research, Stockholm, Schweden	Universität Greifswald	Centre for Process Innovation CPI, Wilton, Redcar, UK	Max-Planck-Institut für Festkörperforschung, Stuttgart
Ludwig-Maximilians-Universität München	Universität Halle-Wittenberg	Centro tecnológica CARTIF, Valladolid, Spanien	Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Golm
Lund University, Lund, Schweden	Universität Hannover	Chemical Process Engineering Research Institute (CPERI), Thessaloniki, Griechenland	Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart
Medizinische Hochschule Hannover MHH	Universität Heidelberg	European Molecular Biology Laboratory EMBL, Heidelberg	Max-Planck-Institut für Polymerforschung, Mainz
National Institute of Laser, Plasma and Radiation Physics, Magurele-Bucharest, Rumänien	Universität Hohenheim	Dalian Institute of Chemical Physics, Dalian, China	Meurice Research & Development, Brüssel, Belgien
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule RWTH, Aachen	Universität Nürnberg-Erlangen	Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ), Heidelberg	Research & Development centre Re/genT, Helmond, Niederlande
Stanford University, USA	Universität Stuttgart	Deutsches Zentrum für Biomaterialien und Organersatz, Stuttgart-Tübingen	Nor-Tek Teknologisenter, Oslo, Norwegen
Technische Universität Darmstadt	Universität Tübingen	Flanders Institute for Biotechnology (VIB), Belgien	Robert-Koch-Institut, Berlin
Technische Universität München	Universität Wien, Österreich	Institut für Textilchemie und Fasertechnik ITCF, Denkendorf	Teknologisk Institutt (TI), Oslo, Norwegen
Technische Universiteit Eindhoven, Niederlande	Université de Toulouse, Frankreich		
Tierärztliche Hochschule Hannover	University College Dublin, Irland		
	University Hospital Lausanne, Schweiz		
	University of California at Los Angeles, UCLA Department of Surgery, USA		

Dissertationen, Diplom-, Master-, Bachelor- und Studienarbeiten

Doktorarbeiten

Hampel, M.

Aufbau humaner 3D *in vitro* Testsysteme zur Risikobewertung von Nanomaterialien, Universität Stuttgart

Kluger, P. J.

Induktion morphologischer und physiologischer Reaktionen primärer humaner Hautzellen durch bioinspirierte nano- und mikrostrukturierte Substrate, Universität Stuttgart

Pusch, J.

Etablierung einer 3D-Darmgewebekultur zur *in-vitro* Untersuchung der Resorption potentieller Wirkstoffe auf Basis einer natürlichen Kollagenmatrix, Universität Konstanz

Diplomarbeiten

Appelt, A.

Optimierung der Isolations- und Kultivierungsbedingungen von humanen Keratinozyten und Fibroblasten und Aufbau eines Hautäquivalents für eine automatisierte Herstellung, Fachhochschule Jena

Aubele, S.

Untersuchungen zum Aufbau eines humanen vaskularisierten Hautmodells, Hochschule Esslingen

Bohem, M.

Identification, purification and characterisation of wildtype and recombinant chitinases, Universität Stuttgart

Bühler, H.-R.

Auslegung, Bau und Inbetriebnahme eines Laborversuchsstandes zur Erprobung verschiedener Wärmespeichermaterialien und Wärme-tauschergeometrien, Hochschule Reutlingen

Dehling, M.

Erstellung von Reporterstämmen in *Escherichia coli* zur phänotypischen Untersuchung von Biofilmen, Georg-Simon-Ohm-Hochschule Nürnberg

Dörflinger, M.

Studies of potential virulence factors in the cell wall integrity pathway of the human pathogenic yeast *Candida glabrata*, Universität Stuttgart

Görner, S.

Betrieb und Optimierung einer Demonstrationsanlage zur anaeroben psychophilen Abwasserreinigung mit integrierter Mikrofiltration, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

Hoch, E.

Funktionalisierung von Oberflächen mit Galaktose und Amino- oder Carboxylgruppen zur selektiven Kultivierung von primären humanen Keratinozyten, Hochschule Mannheim

Hoenig, J.

Versuche zur Benetzung von Zellstoffen zwecks Fasergewinnung für die Papierherstellung durch ein innovatives mechanisches Verfahren, Hochschule Albstadt-Sigmaringen

Hogk, I.

Etablierung einer TLR2, 5 und 9 stabil defizienten Zelllinie und deren Integration in ein 3D Hautmodell: Zur Untersuchung der Rolle von TLRs bei einer HSV-1 Infektion, Universität Stuttgart

Huben, T.

Immobilisierung des RGDC-Peptids auf plasmamodifiziertem cycloolefinem Polymer, Fachhochschule Südwestfalen, Iserlohn

Kizilbay, Z.

Empirische Untersuchungen zur enzymatischen Degradation von Chitin, Universität Stuttgart

Knauer, L.

Modifizierung von formstabilen Kontaktlinsen zur Verringerung der Proteinanlagerung, Fachhochschule Südwestfalen, Iserlohn

Maierle, J.

Einfluss von plasmafunktionalisierten Substraten auf die Adhäsion, Proliferation und Genexpression von muskuloskelettalen Zellen, Hochschule Esslingen

Mathias, J.

Untersuchungen zur enzymatischen Gewinnung von Omega-3-Fettsäuren aus Mikroalgen, Hochschule Anhalt, Köthen

Neumann, M.

Entwicklung von molekular geprägten Polymernanopartikeln zur Gewinnung von bioaktiven Minorkomponenten am Beispiel von α -Tocopherol, Fachhochschule Gelsenkirchen

Novosel, E.

In vitro Korrosionstests: Vergleichende histologische und molekularbiologische Untersuchungen an humanen Vollhautäquivalenten und exzidiierter Humanhaut, Universität Stuttgart

Ott, J.

Experimentelle Untersuchungen zur Aufkonzentrierung von industriellen Prozess- und Abwässern, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Peetsch, A.

Elektronenspinresonanz-Untersuchungen zur photokatalytischen Aktivität nanoskaliger Titandioxid-Schichten der Anataskristallstruktur, Fachhochschule Südwestfalen, Iserlohn

Rank, A.

Herstellung von Fluorescein-isothiocyanat-markierten und TNF-beladenen Silica-Kern-Schale-Nanopartikeln für ein endoskopisches System zur Visualisierung von Tumorzellen, Fachhochschule Südwestfalen, Iserlohn

Rebel, M.

Systematische Untersuchungen zur Unterdrückung der unspezifischen Adsorption von Biomolekülen an Polymeroberflächen, Fachhochschule Gelsenkirchen

Rettenmaier, S.

Synthese und Charakterisierung von Nanopartikeln mit Aktivester-Oberfläche, Hochschule Aalen

Dissertationen, Diplom-, Master-, Bachelor- und Studienarbeiten

<p>Schneider, E. Untersuchung der Endothelzellmigration in biochemischen Gradientenfeldern, Hochschule Mannheim</p>	<p>Uebel, D. Entwicklung einer Screeningmethode für molekulares Prägen von Polymeren mit Peptiden, Fachhochschule Südwestfalen, Iserlohn</p>	<p>Campos, A. Study of the electrolytic precipitation behavior of magnesium-ammonium phosphate for generation of a high quality fertilizer from wastewater, Universität Stuttgart</p>	<p>Pusch, K. Entwicklung eines Bioreaktors zum Aufbau eines <i>in vitro</i> Fasziamodells, Hochschule Albstadt-Sigmaringen</p>
<p>Schober, L. Einfluss von amino- und carboxyfunktionalisierten nano- oder mikrostrukturieren Oberflächen auf primäre humane Fibroblasten, Hochschule Esslingen</p>	<p>Votteler, M. Vergleichende Resorptionsstudien zwischen einem erweiterten 3D Darmgewebemodell und einem 2D Zellsystem, Universität Hohenheim</p>	<p>Foshag, D. Expression und Aufreinigung einer rekombinanten Variante des humanen Interferon beta aus einem prokaryotischen Expressionssystem, Hochschule Furtwangen</p>	<p>Rahadi, K. D. Inhibitory effect of ammonia on the anaerobic treatment of high protein wastewater, Universität Stuttgart</p>
<p>Schulz, D. Etablierung einer universellen Plattform für globale Genexpressionsstudien in Pro- und Eukaryoten, Universität Stuttgart</p>	<p>Wegner, U. Steigerung der nassoxidativen Wirkung von Ozon zur Reduktion von organischer Belastung in wässrigen Medien durch die Kombination mit Ultraschall, Fachhochschule Gießen-Friedberg</p>	<p>Gfell, M. Entwicklung eines Diagnosechips für den Nachweis humanpathogener Pilze auf Spezies-Ebene, Universität Konstanz</p>	<p>Reutlinger, K. Methodischer Ansatz zur Untersuchung der Nanotoxikologie auf transkriptioneller Ebene anhand primärer Keratinozyten, Technische Fachhochschule Berlin</p>
<p>Schumacher, A. Entwicklung von Quervernetzern zur <i>in-situ</i> Polymerisation von Polyethylenglycol zum Aufbau synthetischer dreidimensionaler Gewebestrukturen, Hochschule Mannheim</p>	<p>Wilke, J. Optimierung von Wachstum und Lipidbildung von Mikroalgen im Flat Panel Airlift Reaktor für die Algenölproduktion, Fachhochschule Weihenstephan</p>	<p>Heyden, E. Einfluss von Plasmen auf Polymeroberflächen, Universität Stuttgart</p>	<p>Tubaon, M. Splitting of stable emulsions by electrolytic precipitation, Universität Stuttgart</p>
<p>Schwegler, S. Aufbau einer Subkutis mit humanen Adipozyten zur Erweiterung eines Vollhautäquivalents, Universität Stuttgart</p>	<p>Wursthorn, P. Entwicklung einer Membran-Elektroden-Einheit für die Direkt-Ethanol-Brennstoffzelle basierend auf sulfoniertem Polyetheretherketon, Hochschule Furtwangen</p>	<p>Khan, S. M. Design and realization of microwave slotted waveguide array antenna to determine radiation patterns & array efficiency for Industrial, Scientific and Medical (ISM) applications, Polytechnic University of Turin, Italy</p>	<p>Turgut, C. Preparation of functional polymer films by combined plasma glow discharge and UV polymerization, Universität Stuttgart</p>
<p>Sesé, J. L. C. Study of a thermal water desalination technology with a special focus on the vacuum generation by gravitation, TU Braunschweig</p>	<p>----- Masterarbeiten</p>	<p>Langhof, T. Elaboration of fundamentals for the conception of a modular thermo chemical heat storage system, Universität Stuttgart</p>	<p>----- Bachelorarbeiten</p>
<p>Thurow, I. Präparation und Charakterisierung ultradünner Protein-einschließender Funktionsschichten für den Proteinübertrag durch den LASER-Induced Forward Transfer-Prozess (LIFT), Universität Stuttgart</p>	<p>Aleman, C. Investigations on the effects of ultrasound processing on biological contamination in metal working fluids, Universität Stuttgart</p>	<p>Ott, J. Entwicklung einer LC-MALDI basierten Analyseverfahren für die Biomarkerforschung, Hochschule Reutlingen</p>	<p>Bieligmeyer, M. Herstellung und Charakterisierung von <i>in situ</i>-geliebaren Hydrogelen basierend auf Poly(Ethylenglykol) als synthetische extrazelluläre Matrix, Hochschule Reutlingen</p>
<p>-----</p>	<p>Arulnesan, R. (geschützt) Ruhr-Universität Bochum</p>	<p>-----</p>	<p>Bucher, M. Erzeugung nanostrukturierter Oberflächen auf Cycloolefin-Polymerfolien durch Sprühapplikation von Nanopartikeln, Fachhochschule Reutlingen</p>

Fieting, C.
(geschützt)
Fachhochschule Hannover

Fink, K.
Charakterisierung und Eig-
nung von Mikroorganismen
für den Gewässer- und Trink-
wasserschutz,
Fachhochschule Villingen-
Schwenningen

Henning, A.
Vorfraktionierung komplexer
Proteome mit Hilfe von ober-
flächenfunktionalisierten
Mikro- und Nanopartikeln für
die klinische Protein-Biomarker-
forschung,
Fachhochschule Südwestfalen,
Iserlohn

Kovacevic, A.
Plasmachemische Behandlung
von polymeren Vliesstoffen
für Anwendungen in der Zell-
analytik,
Hochschule Albstadt-Sigmaringen

Lang, R.
Plasmachemische Strukturie-
rung von Fluor-Polymerfolien
als Trägermaterial für Algen-
photobioreaktoren,
Hochschule Offenburg

Morawietz, T.
Enzym-Silika-Nanohybrid-
partikel Darstellung und Funk-
tionscharakterisierung für
nanostrukturierte Funktions-
materialien,
Fachhochschule Südwestfalen,
Iserlohn

Röhm, R.
Entwicklung eines Prozesses
zur selektiven Abtrennung
eines organischen Lösungsmit-
tels aus einem erdöhlhaltigen
Gemisch durch einen mikro-
wellenbasierten Verdamp-
fungsprozess,
Hochschule Offenburg

Taichrib, K.
Untersuchungen zum Aufbau
eines bovinen 3D-Hautmodells
und Einfluss von Gefrier-
schutzadditiven bei der Kry-
okonservierung,
Hochschule Furtwangen

Vojacek, S.
Untersuchungen zur Behand-
lung von Kantinenabwässern
mit hohen Anteilen an organi-
schen Belastungen insbeson-
dere Fetten und Reinigungs-
mitteln,
Universität Stuttgart

Studienarbeiten

Fessler, S.
Optimisation of a collagen
type I matrix for the cultiva-
tion of human microvascular
endothelial cells and dermal
fibroblasts,
Universität Stuttgart

Möller, Y.
Klonierung unterschiedlicher
Selektionsmarker in ein mam-
malisches Expressionsvektor-
System,
Universität Stuttgart

Praktikumsberichte

Aßmann, C.
Einfluss von strukturierten
Oberflächen auf primäre hu-
mane Endothelzellen,
Hochschule Esslingen

Hummel, V.
Klonierung von Activator
Protein 1 und Interferon stim-
ulated response element in
ein Reportergenplasmid,
Hochschule Esslingen

Jaaks, P.
Untersuchung verschiedener
Biomaterialien in Bezug auf
die Cytotoxizität sowie die Ad-
häsion, Proliferation und Se-
lektion verschiedener primärer
Zellen,
Universität Hamburg

Legner, S.
Entwicklung einer Screening-
methode zur Identifikation
neuer Stämme für die Dicar-
bonsäurebildung,
Hochschule Esslingen

Lipinski, N.
Fermentation von *Candida*
tropicalis zur Herstellung lang-
kettiger Dicarbonsäuren,
Hochschule Esslingen

Maierle, J.
Untersuchung primärer huma-
ner Fibroblasten,
Hochschule Esslingen

Rapp, S.
Enzymatische Degradation
von Lignocellulose zur Gewin-
nung von Monosacchariden,
Hochschule Esslingen

Schwinghammer, M.
Validierung eines automati-
sierbaren Bioreaktorsystems,
Universität Hohenheim

Veröffentlichungen

Beiträge in Büchern

Baier, M.

Ultrabarriereschichten.

In: Eugen G. Leuze Verlag, 2009: Jahrbuch der Oberflächentechnik, Band 65: 109-117
ISBN 978-3-87480-253-6

Borchers, K.; Genov, S.; Gruber-Traub, C.; Niedergall, K.; Plankalayil, J.; Pufky-Heinrich, D.; Riegler, J.; Schreiber, T.; Tovar, G. E. M.; Weber, A.; Wojciukiewicz, D.
Biomimetic nanoparticles providing molecularly defined binding sites – Protein-structuring structures versus molecularly imprinted polymers.

In: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2009: Cellular and Biomolecular Recognition: 31-57
ISBN 978-3-527-32265-7

Hernandez, R.; Rupp, S.

Human epithelial model systems for the study of *Candida* infections *in vitro*: Part II. Histologic methods for studying fungal invasion.

In: Humana Press, 2009: Host-Pathogen Interactions: Methods and Protocols, Series: Methods in Molecular Biology, Vol. 470: 105-123
ISBN 978-1-58829-886-7

Kluger, P. J.

Hautzellen reagieren auf bioinspirierte Substrate: Induktion morphologischer und physiologischer Reaktionen primärer humaner Hautzellen durch bioinspirierte nano- und mikrostrukturierte Substrate.

Südwestdeutscher Verlag für Hochschulschriften, 2009: Vol. 1: 1-128
ISBN 978-3838112428

Mertsching, H.; Hansmann, J.

Bioreactor technology in cardiovascular tissue engineering.

In: Springer Verlag, 2009: Bioreactor systems for tissue engineering, Series: Advances in Biochemical Engineering Biotechnology, Vol. 112: 29-37
ISBN 978-3-540-69356-7

Rupp, S.; Sohn, K. (Hrsg.)

Host-Pathogen Interactions: Methods and Protocols.

Humana Press, 2009: Series: Methods in Molecular Biology, Vol. 470
ISBN 978-1-58829-886-7

Rupp, S.

Introduction: fungal pathogens.

In: Humana Press, 2009: Host-Pathogen Interactions: Methods and Protocols, Series: Methods in Molecular Biology, Vol. 470: 69-70
ISBN 978-1-58829-886-7

Sohn, K.; Rupp, S.

Human epithelial model systems for the study of *Candida* infections *in vitro*: Part I. Adhesion to epithelial models.

In: Humana Press, 2009: Host-Pathogen Interactions: Methods and Protocols, Series: Methods in Molecular Biology, Vol. 470: 95-104
ISBN 978-1-58829-886-7

Beiträge in Fachzeitschriften

Czuprat, O.; Werth, S.;

Schiestel, T.; Caro, J. (2009)

Olefin production by a multistep oxidative dehydrogenation in a perovskite hollow-fiber membrane reactor
ChemCatChem 1 (3): 401-405

Czuprat, O.; Werth, S.; Schirre-

meister, S.; Schiestel, T.; Caro, J. (2009)

Oxidative Dehydrierung niederer Alkane in einem selektiven Membranreaktor mit gestufter Sauerstoffzugabe und *In-situ*-Wasserstoffoxidation
Chemie Ingenieur Technik 81 (10): 1591-1597

Hampel, M.; Dally, I.; Walles, T.; Steger, V.; Veit, S.; Kyriss, T.; Friedel, G. (2009)

Impact of neo-adjuvant radiochemotherapy on bronchial tissue viability
European Journal of Cardiothoracic Surgery 37 (2): 461-466

Hartmann, S. C.; Ohler, S.; Mai, M. K.; Weile, J.; Kumar, Y.; Lemuth, K.; Hauser, N.; Rupp, S. (2009)

Molecular sepsis diagnostics via DNA microarrays
Infection 37 (Supplement III): 28

Haupt, M.; Peetsch, A.; Oehr, C. (2009)

Elektronen-Spin-Resonanz – Eine Methode zur Bewertung der Radikalaktivität auf photokatalytischen Implantatoberflächen
Vakuum in Forschung und Praxis 21 (6): 22-29

Hauser, N. C.; Dukalska, M.; Fellenberg, K.; Rupp, S. (2009)

From experimental setup to data analysis in transcriptomics: copper metabolism in the human pathogen *Candida albicans*
Journal of Biophotonics 2 (4): 262-268

Heymer, A.; Jany, C.; Kaufmann, M. (2009)

Isolation of keratinocytes and fibroblasts from human foreskin by one-step enzyme incubation using liberase research grade products
Biochemica 2: 12-14

Hirth, T.; Rupp, S.; Trösch, W. (2009)

Bereitstellung von Energie und Rohstoffen für eine den biogenen Stoffkreisläufen nachempfundene, nachhaltige Stoffwirtschaft. – Eine neue Herausforderung für die Bioverfahrenstechnik?
Chemie Ingenieur Technik 81 (11): 1697-1709

Jiang, H.; Wang, H.; Liang, F.; Werth, S.; Schiestel, T.; Caro, J. (2009)

Direct decomposition of nitrous oxide to nitrogen by *in situ* oxygen removal with a perovskite membrane
Angewandte Chemie, International Edition 48 (16): 2983-2986

Kaufmann, M.; Mertsching, H.; Gehrmann, A.-L. (2009)

Haut aus der Maschine
Labor&More 4/2009: 6-8

Kempter-Regel, B.; Trösch, W. (2009)

Hochlastfäulung mit Mikrofiltration für kleinere Kläranlagen – ein Beitrag zur Energieeffizienz
BWGZ 2009 (11): 424

Knaupp, M.; Grzesiak, A.; Weber, A.; Hirth, T.; Tovar, G. E. M.; Borchers, K. (2009)

Ink-jet printing of proteins and functional nanoparticles for automated functionalization of surfaces
Tissue Engineering 15 (3): 675-737

- Luo, S.; Poltermann, S.; Kunert, A.; Rupp, S.; Zipfel, P. F. (2009) **Immune evasion of the human pathogenic yeast *Candida albicans*: Pra1 is a Factor H, FHL-1 and plasminogen binding surface protein** *Molecular Immunology* 47 (2-3): 541-550
- Mertsching, H.; Schanz, J.; Steger, V.; Schandar, M.; Schenk, M.; Hansmann, J.; Dally, I.; Friedel, G.; Walles, T. (2009) **Generation and transplantation of an autologous vascularized bioartificial human tissue** *Transplantation* 88 (2): 203-210
- Mertsching, H.; Walles, T. (2009) **Europe's advanced therapy medicinal products: chances and challenges** *Expert Review of Medical Devices* 6 (2): 109-110
- Mertsching, H.; Walles, T. (2009) **Regenerative Medizin in Deutschland: Großer Innovationssektor trifft auf hohe Hürden** *Regenerative Medizin* 2 (1): 1
- Pötschke, P.; Zschoerper, N. P.; Moller, B. P.; Vohrer, U. (2009) **Plasma functionalization of multiwalled carbon nanotube bucky papers and the effect on properties of melt-mixed composites with polycarbonate** *Macromolecular Rapid Communications* 30 (21): 1828-1833
- Roelofs, K. S.; Kampa, A.; Hirth, T.; Schiestel, T. (2009) **Behavior of sulfonated poly(ether ether ketone) in ethanol-water systems** *Journal of Applied Polymer Science* 111 (6): 2998-3009
- Rupp, F.; Stephan, I.; Eichler, M.; Scheideler, L.; Decker, E.; Haupt, M.; Oehr, C.; Sinn, S.; von Ohle, C.; Wendel, H.-P.; Geis-Gerstorfer, J. (2009) **Anatase-coated titanium: Photoinduced hydrophilicity and photocatalytic biodegradation** *Biomaterialien* 10 (S1): 108
- Schäfer, R.; Dominici, M.; Müller, I.; Horwitz, E.; Asahara, T.; Bulte, J.; Bieback, K.; Blanc, K. L.; Bühring, H. J.; Capogrossi, M. C.; Dazzi, F.; Gorodetsky, R.; Henschler, R.; Handgretinger, R.; Kajstura, J.; Kluger, P. J.; Lange, C.; Luettichau, I.; Mertsching, H.; Schrenzenmeier, H.; Sievert, K. D.; Strunk, D.; Verfaillie, C.; Northoff, H. (2009) **Basic research and clinical applications of non-hematopoietic stem cells** *Cytotherapy* 11 (2): 245-255
- Schanz, J.; Hampel, M.; Mertsching, H.; Walles, T. (2009) **Experimental tracheal patching using extracellular matrix scaffolds** *The Annals of Thoracic Surgery* 87 (4): 1321-1322
- Scheideler, L.; Füger, C.; Rupp, F.; Decker, E.; Haupt, M.; Oehr, C.; Sinn, S.; von Ohle, C.; Wendel, H.-P.; Geis-Gerstorfer, J. (2009) **Influence of anatase-coated titanium on metabolic activity and proliferation of human oral keratinocytes** *Biomaterialien* 10 (S1): 113
- Scheideler, L.; Füger, C.; Rupp, F.; Decker, E.; Haupt, M.; Oehr, C.; Sinn, S.; von Ohle, C.; Wendel, H.-P.; Geis-Gerstorfer, J. (2009) **Anatase coatings enhance cell adhesion and proliferation of human oral keratinocytes** *Biomaterialien* 10 (3/4): 142
- Schmid-Staiger, U.; Preisner, R.; Marek, P.; Trösch, W. (2009) **Kultivierung von Mikroalgen im Photobioreaktor zur stofflichen und energetischen Nutzung** *Chemie Ingenieur Technik* 81 (11): 1783-1789
- Seibert, A.; Schmid-Staiger, U.; Trösch, W.; Hirth, T. (2009) **CO₂-Killer und Rohstofflieferanten – Kultivierung und Nutzung von Mikroalgen** *CAV* 2/2009: 36-37
- Vohrer, U. (2009) **Zukunftsmarkt – Technische Textilien** *avr - Allgemeiner Vliesstoff-Report* 2: 4
- Wang, H.; Feldhoff, A.; Schiestel, T.; Werth, S.; Caro, J. (2009) **Oxygen selective ceramic hollow fiber membranes for POM** *AIChE Journal* 55 (10): 2657-2664
- Weber, A.; Herz, M.; Hirth, T.; Tovar, G.; Stallkamp, J.; Kaltenbacher, D. (2009) **C-VIS: Interoperative Tumorerkenkung mit Hilfe von Nanopartikeln** *Endoskopie heute* 22 (1): 36-39
- Xiong, X.; Ghosh, R.; Hiller, E.; Drepper, F.; Knapp, B.; Brunner, H.; Rupp, S. (2009) **A new procedure for rapid, high yield purification of type I collagen for tissue engineering** *Process Biochemistry* 44 (11): 1200-1212
- Zibek, S.; Huf, S.; Wagner, W.; Hirth, T.; Rupp, S. (2009) **Fermentative Herstellung der α,ω -Dicarbonsäure 1,18-Oktadecendisäure als Grundbaustein für bio-basierte Kunststoffe** *Chemie Ingenieur Technik* 81 (11): 1797-1808
- Zschoerper, N. P.; Katzenmaier, V.; Vohrer, U.; Haupt, M.; Oehr, C.; Hirth, T. (2009) **Analytical investigation of the composition of plasma-induced functional groups on carbon nanotube sheets** *Carbon* 47 (9): 2174-2185

Veröffentlichungen

Beiträge zu Konferenzen und Sammelwerken

- Barz, J.; Lunk, A.; Oehr, C.
Chemical and gas-phase kinetics in a CHF₃ + argon plasma
In: Proceedings ISPC 19, Bochum, 2009, ISPC-19, 26.-31. Juli 2009, Bochum, Germany
- Brachhold, M.; Arana, D. M.; Pla, J.; Rupp, S.
Localization studies of the moonlighting protein Tsa1p in *C. albicans*,
In: Abstract Book HFP 2009, S. 101,
3. FEBS Advanced Lecture Course on Human Fungal Pathogens, 2.-8. Mai 2009, La Colle sur Loup, France
- Brecher, C.; Wenzel, C.; Pretzsch, F.; Bueth, H.; Kluger, P. J.
Development and characterization of high volume producible micro structured surfaces for tissue engineering applications,
In: IFMBE Proceedings, Vol. 25, S. 136-139, World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, 7.-12. September 2009, München, Germany
- Cremers, C.; Jung, F.; Kintzel, B.; Roelofs, K. S.; Schiestel, T.; Tübke, J.
Development of direct ethanol fuel cell membrane electrode assemblies using sulfonated polyetheretherketone mixed matrix membranes
In: ECS Transactions 25 (1), S. 1685-1695, 216th ECS Meeting, 4.-9. Oktober 2009, Wien, Austria
- Genov, S.; Baier, M.; Riester, D.; Hirth, T.; Weber, A.
Native proteins in ultrathin dried trehalose films on titanium coated glass and cycloolefine polymer foils for the laser-induced-forward transfer process,
In: Conference-Book, S. 159-162, 8th European Coating Symposium, 7.-9. September 2009, Karlsruhe, Germany
- Herz, M.; Rank, A.; Tovar, G.; Hirth, T.; Kaltenbacher, D.; Stalkamp, J.; Weber, A.
In vitro study of mouse fibroblast tumor cells with TNF coated and Alexa488 marked silica nanoparticles with an endoscopic device for real time cancer visualization,
In: MRS Proceedings Volume 1190, Active Polymers, NN11-23, MRS Spring Meeting 2009, Symposium Active Polymers, 13.-17. April 2009, San Francisco, USA
- Heymer, A.; Aubele, S.; Kaufmann, M.; Oddos, T.; Mertsching, H.
Artificial vascularized human skin equivalent,
In: ALTEX 26, Special Issue, S. 117, 7th World Congress on Alternatives and Animal Use in Life Sciences, 30. August - 3. September 2009, Rom, Italy
- Heymer, A.; Kaufmann, M.; Pretzsch, F.; Bernhardt, F.; Traube, A.; Saxler, J.; Mertsching, H.
Tissue factory: automated production of tissues,
In: Regenerative Medicine Vol. 4 (6s), (Suppl2), S. 96-97, World conference on regenerative medicine, 29.-31. Oktober 2009, Leipzig, Germany
- Kluger, P. J.; Panas, M.; Schober, L.; Tovar, G. E. M.; Mertsching, H.; Borchers, K. A.
Amino- and carboxy-functionalized nano- and microstructured surfaces for evaluating the impact of non-biological stimuli on adhesion, proliferation and differentiation of primary skin-cells,
In: MRS Symposium Proceedings: Structure-Property Relationships in Biomineralized and Biomimetic Composites, Vol. 1187, S. 107-113, MRS Spring Meeting 2009, 13.-17. April 2009, San Francisco, USA
- Koch, S.; Dreiling, M.; Gutekunst, M.; Bolwien, C.; Thielecke, H.; Mertsching, H.
Discrimination of micro-organisms and cells in tissue engineering by Raman spectroscopy,
In: Proceedings of SPIE, Clinical and Biomedical Spectroscopy, Vol. 7368, S. 1-9, European Conferences on Biomedical Optics, 14.-18. Juni 2009, München, Germany
- Mai, M. K.; Gfell, M.; Hauser, N. C.; Bauser, C.; Rohde, B.; Ferrari, S.; Coste, A.; Sanglard, D.; Bader, O.; Weig, M.; Gross, U.; Mellado, E.; Rupp, S.
Development of a universal system for fungal species identification and SNP typing via on-chip minisequencing,
In: Abstract Book HFP 2009, S. 148, 3. FEBS Advanced Lecture Course Human Fungal Pathogens, 2.-8. Mai 2009, La Colle sur Loup, France
- Michaelis, J.; Engl, J.; Votteler, M.; Sawodny, B.; Mertsching, H.; Hirth, T.
Dynamic intestinal tissue model to evaluate the absorption behaviour of different substances,
In: ALTEX 26, Special Issue, S. 122-123, 7th World Congress on Alternatives and Animal Use in Life Sciences, 30. August - 3. September 2009, Rom, Italy
- Moß, K.; Zibek, S.; Hirth, T.; Rupp, S.
Process development for the production of N-Acetylglucosamin (NAG) with new chitinases
Prozessentwicklung zur Herstellung von NAG mit neuen Chitinasen,
In: Tagungsband, S. 59, Vortrags- und Diskussionstagung Biokatalyse: Neue Verfahren, neue Produkte, 18.-20. Mai 2009, Bad Schandau, Germany
- Moß, K.; Zibek, S.; Hirth, T.; Rupp, S.
New chitinases for the industrial biotechnology,
In: Biobased products and biorefineries Proceedings and Lectures, S. 13, Biorefinica 2009, 27.-28. Juni 2009, Osnabrück, Germany
- Novosel, E. C. E.; Kaufmann, M.; Mertsching, H.; Hirth, T.
Potential of predictive biomarkers for in vitro skin corrosion tests,
In: ALTEX 26, Special Issue, S. 280, 7th World Congress on Alternatives and Animal Use in Life Sciences, 30. August - 3. September 2009, Rom, Italy

Panowitz, S.; Mueller, M.; Franzke, J.; Oehr, C.
Microplasmas for functionalization inside small capillaries,
In: Proceedings ISPC 19, Bochum, 2009,
ISPC-19, 26.-31. Juli 2009,
Bochum, Germany

Pudlas, M.; Koch, S.; Bolwien, C.; Mertsching, H.
Raman spectroscopy as a non-invasive tool for quality and sterility analysis of tissue engineering products,
In: International Journal of Artificial Organs 32 (7), S. 395
XXXVI ESAO Congress,
2.-5. September 2009,
Compiègne, France

Pudlas, M.; Koch, S.; Bolwien, C.; Walles, H.
Raman spectroscopy: a non-invasive analysis tool for studies of living cells,
In: Regenerative Medicine Vol. 4 (6s), (Suppl2) S. 129
World Conference on Regenerative Medicine,
29.-31. Oktober 2009, Leipzig, Germany

Purschke, F.; Trick, I.; Burger-Kentischer, A.; Rupp, S.; Hirth, T.
Communication in biofilms between different species: *Candida albicans* and *Pseudomonas aeruginosa*,
In: Tagungsband, S. 90,
Eurobiofilms 2009,
2.-5. September 2009, Rom, Italy

Rupp, F.; Scheideler, L.; Haupt, M.; Decker, E.; Eichler, M.; Oehr, C.; von Ohle, C.; Sinn, S.; Wendel, H.-P.; Geis-Gerstorfer, J.
Anatase surface modification of titanium implants offers clinical potential,
In: Journal of Clinical Periodontology, Volume 36 Issue s9, S. 77,
Europerio 6, 4.-6. Juni 2009,
Stockholm, Sweden

Schanz, J.; Linke, K.; Mertsching, H.
A vascularised liver cell module as an alternative to animal experiments,
In: ALTEX 26, Special Issue,
S. 105,
7th World Congress on Alternatives and Animal Use in Life Sciences,
30. August - 3. September 2009,
Rom, Italy

Sedehizade, F.; Trick, I.; Burger-Kentischer, A.; Maucher, T.; Geiger, G.; Bernard, T.; Kuntze, H.-B.; Sawo, F.; Müller, T.; Moldaenke, C.
Onlinefähige Trinkwasserüberwachung auf Grundlage eines biologischen Breitband-sensors mit automatischer Bildauswertung (AquaBioTox),
In: Fraunhofer Symposium Future Security, 4th Security Research Conference 2009, S. 363-374,
29. September - 1. Oktober 2009, Karlsruhe, Germany

Stevens, R.; Hiller, E.; Dörflinger, M.; Gabaldon, T.; Schwarz Müller, T.; Kuchler, K.; Rupp, S.
Comprehensive gene deletion study to identify cell wall organisation and structure in *Candida glabrata*,
In: Abstract Book HFP 2009,
S. 174,
3. FEBS Advanced Lecture Course on Human Fungal Pathogens,
2.-8. Mai 2009,
La Colle sur Loup, France

Zavrel, M.; Hernandez, R.; Sohn, K.; Hauser, N.; Rupp, S.
Characterization of genes encoding for cell surface proteins induced during host-pathogen interaction,
In: Abstract Book HFP 2009,
S. 179,
3. FEBS Advanced Lecture Course on Human Fungal Pathogens,
2.-8. Mai 2009, La Colle sur Loup, France

Poster

Al Daroukh, M.; Caro, J.; Hoting, B.; Schiestel, T.; Schirrmeyer, S.
Multifunktionale Membranreaktoren zur Sauerstoffgewinnung und Synthesegasherstellung,
42. Jahrestreffen Deutscher Katalytiker,
11.-13. März 2009, Weimar, Germany

Al Daroukh, M.; Caro, J.; Hoting, B.; Schiestel, T.; Schirrmeyer, S.
Multifunktionale Membranreaktoren zur Sauerstoffgewinnung und Synthesegasherstellung,
Wing-Konferenz, 1.-3. April 2009, Ulm, Germany

Alshebani, A.; Nicolas, C.-H.; Pera-Titus, M.; Roumegoux, J.-P.; Schiestel, T.; Miachon, S.; Dalmon, J.-A.
A membrane-based process for CO₂ capture from internal combustion vehicles,
8th International Congress on Catalysis and Automotive Pollution Control (CAPOC 8),
15.-17. April 2009, Brüssel, Belgium

Borchers, K.; Kluger, P. J.; Grzesiak, A.; Hirth, T.; Mertsching, H.; Tovar, G. E. M.
Ink-jet printing of proteins and nanoparticles for the preparation of multifunctional surfaces for cell response studies,
22nd European Conference on Biomaterials,
7.-11. September 2009,
Lausanne, Switzerland

Christel, J.; Hirth, T.; Schiestel, T.
Supported ionic liquid ceramic membranes for gas separation,
Euromembrane 2009,
6.-10. September 2009,
Montpellier, France

Czuprat, O.; Schiestel, T.; Werth, S.; Caro, J.
Olefin production by a two-step oxidative dehydrogenation in a novel perovskite hollow fiber membrane reactor,
42. Jahrestreffen Deutscher Katalytiker,
11.-13. März 2009, Weimar, Germany

Gose, T.; Riegler, J.; Weber, A.; Tovar, G. E. M.; Hirth, T.
Versatile production system for functional nanoparticles,
Nanotech Europe 2009,
28.-30. September 2009, Berlin, Germany

Gross, T.; Pippig, F.; Merz, B.; Merz, R.; Vohrer, U.; Mix, R.; Steffen, H.; Bremser, W.; Unger, W. E. S.
Inter-laboratory comparison for chemical derivatization XPS: OH-groups at plasma oxidized polypropylene,
13th European Conference on Applications of Surface and Interface Analysis (ECASIA),
13.-23. Oktober 2009, Antalya, Turkey

Hänel, C.; Chaumette, C.; Roelofs, K. S.; Schaal, C.; Bisle, G.; Walitza, E.; Schiestel, T.
Generating power utilizing PRO-Membranes with a hierarchical structure,
Euromembrane 2009,
6.-10. September 2009,
Montpellier, France

Hänel, C.; Chaumette, C.; Roelofs, K. S.; Schaal, C.; Bisle, G.; Walitza, E.; Schiestel, T.
New high performance membranes for forward osmosis processes,
Euromembrane 2009,
6.-10. September 2009,
Montpellier, France

Veröffentlichungen | Poster

- Hartmann, S. C.; Mai, M. K.; Kumar, Y.; Kim, C. M.; Borchers, K.; Weber, A.; Tovar, G.; Rupp, S.; Hauser, N.
Rapid sepsis diagnostics with nanoparticle-biochips, 11th Status Seminar Chip Technologies, 5.-6. März 2009, Frankfurt am Main, Germany
- Hartmann, S. C.; Ohler, S.; Mai, M. K.; Weile, J.; Kumar, Y.; Lemuth, K.; Hauser, N.; Rupp, S.
Molecular sepsis diagnostics via DNA microarrays, 4th International Congress Sepsis and Multiorgan Dysfunction, 9.-12. September 2009, Weimar, Germany
- Haupt, M.; Peetsch, A.; Oehr, C.; Decker, E.; Geis-Gerstorf, J.; Rupp, F.; Scheideler, L.; Sinn, S.; von Ohle, C.; Wendel, H.-P.
Elektronen-Spin-Resonanz: Eine Methode zur Bewertung der Radikalaktivität auf photokatalytischen Implantatoberflächen, Thüringer Grenz- und Oberflächentage ThGOT 2009, 15.-17. Oktober 2009, Friedrichroda, Germany
- Jiang, H.; Liang, F.; Caro, J.; Wang, H. H.; Werth, S.; Schiestel, T.
Water splitting and catalytic N₂O decomposition by *in-situ* removing oxygen in the hollow fiber perovskite membrane reactor, 42. Jahrestreffen Deutscher Katalytiker, 11.-13. März 2009, Weimar, Germany
- Katzenmaier, V.; Barz, J.; Zschoerper, N. P.; Haupt, M.; Oehr, C.; Hirth, T.
Raman spectroscopic study of plasma functionalized carbon nanotubes, DPG Frühjahrstagung, 22.-27. März 2009, Dresden, Germany
- Katzenmaier, V.; Zschoerper, N. P.; Moller, B. P.; Haupt, M.; Vohrer, U.; Oehr, C.; Hirth, T.
Raman spectroscopic study of chemically modified carbon nanotube sheets, E-MRS 2009 Spring Meeting, 8.-12. Juni 2009, Strasbourg, France
- Kaufmann, M.; Burger-Kentischer, A.; Hogk, I.; Finkelmeier, D.; Aubele, S.; Heymer, A.; Oddos, T.; Mertsching, H.
3D skin model to stimulate herpes simplex virus infection, 7th World Congress on Alternatives & Animal Use in the Life Sciences, 30. August - 3. September 2009, Rom, Italy
- Keller, P.; Burger-Kentischer, A.; Finkelmeier, D.; Kleymann, G.; Wiesmüller, K.-H.; Lemuth, K.; Hiller, E.; Rupp, S.
Identification of novel anti-fungal compounds using a HTS activity-selectivity assay, 61. Jahrestagung der DGHM e. V., 20.-23. September 2009, Göttingen, Germany
- Kersen, S.; Weimer, M.; Thude, S.; Mertsching, H.; Brunner, H.
Skin model with human dermal microvascular cells, 7th World Congress on Alternatives and Animal Use in Life Sciences, 30. August - 3. September 2009, Rom, Italy
- Kluger, P. J.; Maierle, J.; Büth, H.; Pretzsch, F.; Novosel, E. C. E.; Wenzel, C.; Brecher, C.; Mertsching, H.
Development of high volume producible nano- and micro-structured surfaces for studying cell-substrate interaction, 3rd International Symposium on »Interface Biology of Implants«, 13.-15. Mai 2009, Rostock/Warnemünde, Germany
- Kluger, P. J.; Borchers, K. A.; Panas, M.; Schober, L.; Tovar, G. T. M.; Brunner H.; Mertsching, H.
Structural and functional preference of primary keratinocytes and fibroblasts, detected with new bio-inspired nano- or microstructured model-interfaces, 3rd International Symposium on »Interface Biology of Implants«, 13.-15. Mai 2009, Rostock/Warnemünde, Germany
- Kluger, P. J.; Borchers, K. A.; Panas, M.; Schober, L.; Tovar, G. T. M.; Brunner H.; Mertsching, H.
Induction of morphological and physiological reactions of primary human keratinocytes and fibroblasts by bio-inspired nano- or microstructured surfaces, ESF-EMBO Symposium of Biological Surfaces and Interfaces, 27. Juni - 2. Juli 2009, Sant Feliu de Guixols, Spain
- Lindemann, E.; Grumaz, C.; Küsel, J.; Rupp, S.; Sohn, K.
APSES proteins play a crucial role for nitrogen utilization in pathogenic *Candida* species, 3. FEBS Advanced Lecture Course Human Fungal Pathogens, 2.-8. Mai 2009, La Colle sur Loup, France
- Lindemann, E.; Grumaz, C.; Rohde, B.; Rupp, S.; Regenbogen, J.; Sohn, K.
Open platform technologies for unbiased analyses of gene expression in fungal pathogens, 3. FEBS Advanced Lecture Course Human Fungal Pathogens, 2.-8. Mai 2009, La Colle sur Loup, France
- Löffler, S.; Wagner, W.; Zibek, S.; Hirth, T.; Rupp, S.
Fermentative production of α,ω -dicarboxylic acids for synthesis of biobased plastics, Biorefinica 2009, 27.-28. Januar 2009, Osnabrück, Germany
- Löffler, S.; Wagner, W.; Zibek, S.; Hirth, T.; Rupp, S.
Fermentative production of α,ω -dicarboxylic acids for synthesis of biobased plastics, Life Science Forum, 18.-19. März 2009, Garching, Germany
- Ludwig, D.; Zibek, S.; Amann, M.; Rupp, S.; Hirth, T.
Biotechnological process development for the production of C5 and C6 sugars as bio-based building blocks from lignocellulosic materials, Green Talents Symposium, 31. August - 10. September 2009, Berlin, Germany
- Mai, M. K.; Hartmann, S. C.; Hauser, N. C.; Rupp, S.
***Candida albicans* SNP typing for resistance-associated mutations via microarray**, 11th Status Seminar Chip Technologies, 5.-6. März 2009, Frankfurt am Main, Germany

Moller, B. P.; Zschoerper, N. P.; Vohrer, U.; Oehr, C.; Hirth, T.
Carbon nanotubes for high tech membranes,
10th International Conference on the Science & Application of Nanotubes 2009, 21.-26. Juni 2009, Beijing, China

Moß, K.; Zibek, S.; Hirth, T.; Rupp, S.

New chitinases for the industrial biotechnology,
Life Science Forum, 18.-19. März 2009, Garching, Germany

Panowitz, S.; Barz, J.; Mueller, M.; Franzke, J.; Oehr, C.

Formation of microplasmas in small capillaries,
Fundamentals and Applications of Microplasmas, 1.-6. März 2009, San Diego, USA

Panowitz, S.; Mueller, M.; Franzke, J.; Oehr, C.

Microplasmas for functionalization of surfaces inside small capillaries,
14. Fachtagung Plasmatechnologie (PT14), 2.-4. März 2009, Wuppertal, Germany

Panowitz, S.; Barz, J.; Mueller, M.; Franzke, J.; Oehr, C.

Formation of microplasmas in small capillaries,
DPG Frühjahrstagung, 30. März - 2. April 2009, Greifswald, Germany

Plankalayil, J.; Herz, M.; Kaltenbacher, D.; Weber, A.; Tovar, G. E. M.; Hirth, T.; Stallkamp, J.; Grzesiak, A.; Borchers, K.
Generation of homogenous amino- and epoxy-modified nanoparticle coatings for biochip technology applying spraying technique and inkjet printing,
11th Status Seminar Chip Technologies, 5.-6. März 2009, Frankfurt am Main, Germany

Plankalayil, J.; Weber, A.; Grzesiak, A.; Tovar, G. E. M.; Hirth, T.; Borchers, K.
Ink-jet printing of functional proteins and core-shell nanoparticles for automated preparation of biochip substrates,
MRS Spring Meeting 2009, 13.-17. April 2009, San Francisco, USA

Plankalayil, J.; Weber, A.; Tovar, G. E. M.; Hirth, T.; Grzesiak, A.; Borchers, K.
Generation of homogenous nanoparticle substrates for biochip technology applied with ink-jet printing,
Nanotech Europe 2009, 28.-30. September 2009, Berlin, Germany

Pusch, J.; Votteler, M.; Sawodny, B.; Walles, H.
Establishment of an intestinal tissue model for absorption studies,
World Conference on Regenerative Medicine, 29.-31. Oktober 2009, Leipzig, Germany

Roelofs, K. S.; Wursthorn, P.; Hirth, T.; Schiestel, T.
Sulfonated poly(ether ether ketone) based MEA for fuel cell optimization,
Euromembrane 2009, 6.-10. September 2009, Montpellier, France

Schanz, J.
Engineering of a vascularized scaffold for artificial tissue and organ generation,
NC3Rs/BBSRC Symposium – Tissue Engineering: a new dimension to animal replacement, 2. April 2009, London, UK

Schmidt, M. C.; Loibl, F.; Müller, M.; Oehr, C.
Residue reduction in food packaging with plasma polymers,
IFT Annual Meeting & Food Expo 2009, 6.-10. Juni 2009, Anaheim, USA

Sedehizade, F.; Trick, I.; Burger-Kentischer, A.; Maucher, T.; Geiger, G.; Kuntze, H.-B.; Sawo, F.; Müller, T.; Moldaenke, C.
Online monitoring of drinking water based on a biological broad-spectrum sensor with automatic image evaluation,
BMBF-Statusseminar »Detektionssysteme für CBRNE-Gefahrstoffe« 19. November 2009, Berlin

Seibert, A.; Mathias, J.; Schmid-Staiger, U.; Hirth, T.; Trösch, W.
Process development for the production of omega-3-eicosapentaenoic acid (EPA) as dietary supplement out of microalgae,
Green Talents Symposium, 5. September 2009, Berlin

Weber, A.; Herz, M.; Hirth, T.; Tovar, G.; Stallkamp, J.; Kaltenbacher, D.
Intraoperative visualisation of tumor cells based on nanoparticles,
MRS Spring Meeting 2009, 14.-17. April 2009, San Francisco, USA

Weishaupt, S.; Martinez, R.; Hoheisel, J.; Thorns, C.; Merz, H.; Rupp, S.; Hauser, N.
Integrated genomic profiling based on a universal array platform for improved classification of aggressive B-cell lymphoma,
11th Status Seminar Chip Technologies, 5.-6. März 2009, Frankfurt am Main, Germany

Vorträge

Bryniok, D.
Solutions for global challenges – Made in Germany,
ECGERMA, 12. März 2009, São Paulo, Brazil

Bryniok, D.
Sustainable water infrastructure systems,
ECGERMA, 12. März 2009, São Paulo, Brazil

Bryniok, D.
Suggestions for future priorities for the German-Brazilian cooperation in science for sustainability,
13. März 2009, São Paulo, Brazil

Bryniok, D.
Anaerobic bio-treatment of highly polluted wastewaters in the food industry,
Innovation Forum Water Technology »Germany, France and Singapore: Together for Green Innovation«, 22. Juni 2009, Singapore

Bryniok, D.
Sustainable water infrastructure systems,
Fraunhofer Executive Seminar, 5. Oktober 2009, Porto Alegre, Brazil

Bryniok, D.
New biotech solutions,
Fraunhofer Executive Seminar, 6. Oktober 2009, Porto Alegre, Brazil

Bryniok, D.
Total utilization of crops,
Innovationsforum Deutschland-Brasilien, 7. Oktober 2009, Porto Alegre, Brazil

Veröffentlichungen | Vorträge

- Bryniok, D.
New biotech solutions,
Innovationsforum
Deutschland-Brasilien,
8. Oktober 2009, Porto Alegre,
Brazil
- Bryniok, D.
**Technical solutions for the
modernization of water and
wastewater treatment systems,**
23. Leipziger Weltwirtschafts-
seminar »Modernising Municipal
Infrastructure in Central and
Eastern Europe in the Context of
EU Environmental Policy«,
20. November 2009, Leipzig,
Germany
- Burger-Kentischer, A.; Abele, I.
**A cell based test system for
detection of TLR agonists and
antagonists,**
Endotoxin and Pyrogen Testing
Conference,
25.-26. Juni 2009, Berlin,
Germany
- Hampel, M.
**Etablierung neuer Me-
thoden im Bereich der
Nanotoxikologie,**
7. NanoVision,
7. Dezember 2009, Karlsruhe,
Germany
- Hansmann, J.; Koch, S.
**Label free cellular character-
ization by micro-Raman spec-
troscopy,**
MicroMountains Innovationsfo-
rum Medizintechnik,
23. Juni 2009, Tuttlingen,
Germany
- Haupt, M.
Plasmabeschichtung,
OTTI-Fachforum: Produktgestal-
tung mit Funktionsschichten,
23.-24. März 2009, Regensburg,
Germany
- Haupt, M.
**Plasmatechnik in der Kunst-
stoff-Oberflächenbeschich-
tung und -modifizierung,**
OTTI-Fachforum: Vorbehandeln
und Beschichten von Kunststoff-
oberflächen,
9.-10. September 2009,
Regensburg, Germany
- Haupt, M.
**Industrielle Anwendungen
der Plasmatechnologie,**
OTTI-Fachforum: Vorbehandeln
und Beschichten von Kunststoff-
oberflächen,
9.-10. September 2009,
Regensburg, Germany
- Haupt, M.
**Analytik von Schichten – Kon-
trolle von Abscheideprozessen,**
OTTI-Fachforum:
Nanoanalytik in der Praxis,
10.-11. November 2009,
Regensburg, Germany
- Haupt, M.
**Kraftmikroskopie (AFM):
topographische Information,**
OTTI-Fachforum:
Nanoanalytik in der Praxis,
10.-11. November 2009,
Regensburg, Germany
- Hiller, E.; Stevens, R.;
Dörflinger, M.; Gabaldon, T.;
Schwarz Müller, T.; Kuchler, K.;
Rupp, S.
**Comprehensive gene deletion
study to identify cell wall or-
ganisation and structure in
*Candida glabrata,***
61. Jahrestagung der DGHM e. V.,
20.-23. September 2009,
Göttingen, Germany
- Hirth, T.; Krischke, W.; Rupp, S.;
Zibek, S.; Fehrenbacher, U.;
Schmiedl, D.; Schweppe, R.;
Unkelbach, G.
**Catalytic conversion of
renewable raw materials by
combination of chemical and
biotechnological routes,**
UniCat-Kolloquium,
21. Januar 2009, Berlin, Germany
- Hirth, T.
Lignin als Aromatenquelle,
Fachgespräch »Stoffliche
Nutzung von Lignin«,
10. März 2009, Berlin, Germany
- Hirth, T.; Krischke, W.; Rupp, S.;
Zibek, S.; Schmid-Staiger, U.;
Troesch, W.; Fehrenbacher, U.;
Grosshardt, O.; Kowollik, K.;
Pohsner, U.; Schweppe, R.;
Unkelbach, G.
**Integration of biotechnologi-
cal and chemical processes for
the synthesis of biobased
products,**
5th International Conference on
Renewable Resources and Biore-
fineries (RRB5),
10. Juni 2009, Ghent, Belgium
- Hirth, T.
**Rohstoffe, Technologien und
Plattformchemikalien für bio-
basierte industrielle Produkte,**
TMFB-Seminar 2009 – Exzellenz-
cluster »Tailor-made fuels from
biomass«,
23. Juli 2009, Aachen, Germany
- Hirth, T.
**Rohstoffwandel –
Der Beitrag der Chemie bei
der stofflichen Nutzung nach-
wachsender Rohstoffe,**
GdCH-Wissenschaftsforum
2009,
31. August 2009,
Frankfurt am Main, Germany
- Hirth, T.; Krischke, W.; Rupp, S.;
Schmid-Staiger, U.; Troesch, W.;
Zibek, S.; Fehrenbacher, U.;
Grosshard, O.; Kowollik, K.;
Pohsner, U.; Schmiedl, D.;
Schweppe, R.; Unkelbach, G.
**Hydrothormaler Aufschluss
und Konversion von Lignocel-
lulose zu Synthesebausteinen/
Plattformchemikalien,**
Fachgespräch »Hydrothermale
Verfahren zur Nutzung von
nachwachsenden Rohstoffen«,
2. September 2009, Karlsruhe,
Germany
- Hirth, T.
Nachwachsende Rohstoffe,
Kepler-Seminar für Natur-
wissenschaften der Universität
Stuttgart,
16. Oktober 2009, Stuttgart,
Germany
- Kempter-Regel, B.
**Energieeffizienz kommunaler
Kläranlagen: Beispiel Hoch-
lastfaulung Wutöschingen,**
14. Kolloquium zur kommu-
nalen Abwasser- und Abfall-
behandlung,
26. März 2009, Stuttgart,
Germany
- Kluger, P. J.
Zellen und Oberflächen,
DGM Fachausschuss
Biomaterialien,
29.-30. April 2009, Jena,
Germany
- Kluger, P. J.; Borchers, K. A.;
Panas, M.; Schober, L.;
Tovar, G. E. M.; Mertsching, H.
**Different structural and
functional preference of pri-
mary keratinocytes and prima-
ry fibroblasts, detected with
new functionalizable nano- or
microstructured biomaterial
model-interfaces,**
22th European Conference
of Biomaterials,
7.-11. September 2009,
Lausanne, Switzerland

- Kluger, P. J.; Pretzsch, F.; Maierle, J.; Büth, H.; Walles, H.
Studying cell-substrate interaction with newly developed high volume producible nano- and microstructured surfaces, Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomaterialien, 8.-10. Oktober 2009, Tübingen, Germany
- Lindemann, E.; Grumaz, C.; Rohde, B.; Rupp, S.; Regenbogen, J.; Sohn, K.
Open platform technologies for unbiased analyses of gene expression in fungal pathogens, 3. FEBS Advanced Lecture Course Human Fungal Pathogens, 2.-8. Mai 2009, La Colle sur Loup, France
- Mertsching, H.
Einsatz von Materialien im Körper aus biologischer Sicht, Materials Valley-Workshop »Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnologie – Applikation in der Medizin« 19. Februar 2009, Hanau, Germany
- Mertsching, H.
Liver test systems: 3D liver cell model and vascularized liver cell module, NC3Rs/BBSRC Symposium – Tissue engineering: a new dimension to animal replacement, 1.-2. April 2009, London, UK
- Mertsching, H.
Three-dimensional human tissues: development of drugs or transplants, Regenerative Medicine Investors Conference 2009, 3. April 2009, Frankfurt am Main, Germany
- Mertsching, H.
Tissue engineering on demand, Bio International Convention 2009, 18.-21. Mai 2009, Atlanta, USA
- Mertsching, H.
3D human vascularised test system, DECHEMA-Symposium »Organotypic Tissue Culture for Substance Evaluation«, 22.-25. September 2009, Potsdam, Germany
- Mertsching, H.
From model tissues towards functional organs: bioengineers beyond the cell, ESF-EMBO Symposium »Biological Surfaces and Interfaces«, 27. Juni - 2. Juli 2009, Sant Feliu de Guixols, Spain
- Mohr, M.
Stickstoffrückgewinnung durch Ionentausch, 14. Kolloquium zur kommunalen Abwasser- und Abfallbehandlung, 26. März 2009, Stuttgart, Germany
- Moller, B. P.; Zschoerper, N. P.; Vohrer, U.; Oehr, C.; Hirth, T.
Membranes and films from carbon nanostructures – Carbon nanotubes for high tech membranes, E-MRS 2009 Spring Meeting, 8.-12. Juni 2009, Strasbourg, France
- Moß, K.; Lämmle, K.; Zibek, S.; Hirth, T.; Rupp, S.
New enzymes from well known habitats, 5th International Conference on Renewable Resources and Biorefineries (RRB5), 10.-12. Juni 2009, Ghent, Belgium
- Moß, K.; Zibek, S.; Hirth, T.; Rupp, S.
Novel chitinolytic enzymes for industrial biotechnology, Achema 2009, Industrial Biotechnology Partnering Conference, 11.-15. Mai 2009, Frankfurt am Main, Germany
- Müller, M.; Burger-Kentscher, A.; Trick, I.; Oehr, C.
Sterilization of thermo labile materials by low pressure plasma discharge, 2nd International Conference on Plasma Medicine (ICPM-2), 16.-20. März 2009, San Antonio, USA
- Novosel, E. C. E.; Mertsching, H.
In vitro optimization of medicinal products and medical devices using engineered 3-D tissues, MicroMountains Innovationsforum Medizintechnik, 23. Juni 2009, Tuttlingen, Germany
- Oehr, C.
Bedeutung und Herstellung von definierten Grenzflächen für biomedizinische Anwendungen, Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnologie – Applikation in der Medizin, 19. Februar 2009, Hanau, Germany
- Oehr, C.
Alternatives to some solvent-based processes provided by plasma technology – an overview, 14. Fachtagung Plasmatechnologie (PT 14), 2.-4. März 2009, Wuppertal, Germany
- Oehr, C.
Grenzflächendominierte Polymere mit technisch-funktioneller Ausrüstung für medizinische Anwendungen, Material Innovativ, 4. März 2009, Ansbach, Germany
- Oehr, C.
Einsatz von Niederdruckplasmen für biomedizinische Anwendungen, DPG Frühjahrstagung, 30. März - 2. April 2009, Greifswald, Germany
- Oehr, C.
Alternatives to solvent-based processes provided by plasma technology, Achema 2009, 13. Mai 2009, Frankfurt am Main, Germany
- Oehr, C.
Vuoto e Plasma – La Ricerca in Germania, XIX Congresso AIV, 19. Mai 2009, Senigallia, Italy
- Oehr, C.
Plasma for biomedical application, XIX Congresso AIV, 21. Mai 2009, Senigallia, Italy
- Oehr, C.
Thin plasma polymerized films for biomedical application, E-MRS 2009 Spring Meeting, 9. Juni 2009, Strasbourg, France
- Roelofs, K. S.
Influence of modified mixed membranes on the direct ethanol fuel cell performance, Euromembrane 2009, 6.-10. September 2009, Montpellier, France
- Rupp, S.
Proteomics to study fungal virulence mechanisms, FEBS course, 5. Februar 2009, Madrid, Spanien

Veröffentlichungen | Vorträge

- Rupp, S.
Industrial biotechnology at the Fraunhofer IGB: Screening for enzymes in the metagenome and production of dicarboxylic acids for bioplastics,
Vortrag an der Universität, 7. April 2009, Saarbrücken, Germany
- Rupp, S.
New enzymes form well known habitats,
5th International Conference on Renewable Resources and Biorefineries (RRB5), 10.-11. Juni 2009, Ghent, Belgium
- Rupp, S.
Comprehensive gene deletion study to identify cell wall organisation and structure in *Candida glabrata*,
43. Tagung der DMykG e.V., 3.-5. September 2009, Köln, Germany
- Rupp, S.
Tools and tricks for working with *Candida*,
FINSysB 2nd Research Skills Training Workshop, 9. Oktober 2009, Düsseldorf, Germany
- Rupp, S.
Cell surface modulation by *Tsa1p* in *Candida albicans* and variation in clinical isolates,
DGF SPP 1160 Zwischenkolloquium, 15. Oktober 2009, Jena, Germany
- Schanz, J.
Wie wird der Darm zur Leber? Biologische Trägerstrukturen für neue Organe,
Kongress »Medizin braucht Zukunft«, 26. Juni 2009, Stuttgart, Germany
- Schanz, J.
Künstliche Haut und Leber zur Testung von neuen Wirkstoffen und Materialien,
Erfolge und Chancen in der BioMedizintechnik, Biotechnica 2009, 6.-8. Oktober 2009, Hannover, Germany
- Schanz, J.
Entwicklung eines vaskularisierten Lebermodells,
Symposium 20th Anniversary of ZEBET at BfR and 50 Years of the 3Rs Principle, 26.-27. Oktober 2009, Berlin, Germany
- Schanz, J.
Artificial organs for compound and material testing,
ELRIG.de Forum 2010, 19. November 2009, Hamburg, Germany
- Schiestel, T.
High-temperature sealing of ceramic capillary membranes for oxygen separation,
Euromembrane 2009, 6.-10. September 2009, Montpellier, France
- Schließmann, U.
Filtration in der Wasser- und Abwasseraufbereitung,
14. Kolloquium zur kommunalen Abwasser- und Abfallbehandlung, 26. März 2009, Stuttgart, Germany
- Schmid-Staiger, U.
Microalgae – a sustainable renewable resource for fine chemicals, food components and energy,
Biorefinica 2009, 27.-28. Januar 2009, Osnabrück, Germany
- Schmid-Staiger, U.
Photobioreaktor – Was Mikroalgen alles können,
VDI/VDE-Seniorenkreis, 13. Juli 2009, Stuttgart, Germany
- Schmid-Staiger, U.
Algae biorefinery – concepts,
National German Workshop on Biorefineries, 15. September 2009, Worms, Germany
- Schmid-Staiger, U.
Future deficit of phosphate? – Potential of phosphate recovery with phototrophic organisms,
International Algae Congress, 1.-2. Dezember 2009, Hamburg, Germany
- Schmid-Staiger, U.
Nutzung von CO₂ durch Mikroalgen zur Herstellung von Chemikalien und Energieträgern,
Konferenz »Neue Kohlenstoffquellen für die Biotechnologie«, 8. Dezember 2009, Frankfurt am Main, Germany
- Sternad, W.
A sociedade Fraunhofer e o Instituto Fraunhofer IGB,
30. Januar 2009, Americana, Brazil
- Sternad, W.
Ações pelo robustecimento da ETE Carioba em Americana, SP,
30. Januar 2009, Americana, Brazil
- Sternad, W.
Utilização dos gases gerados por uma digestão anaeróbica em uma ETE municipal para transporte em Americana, SP, Brasil,
9. März 2009, Americana, Brazil
- Sternad, W.
Ações pelo robustecimento da ETE Carioba em Americana, SP,
9. März 2009, Americana, Brazil
- Sternad, W.
Utilização eficiente da energia dos lodos produzidos nas ETEs municipais,
ECGERMA, 12. März 2009, São Paulo, Brazil
- Sternad, W.
Brasilien – Entwicklungsland für Abwasserreinigung oder Chance für deutsche Technik?,
Kundenbeiratstreffen Hach-Lange, 24. April 2009, Düsseldorf, Germany
- Sternad, W.
Aktivitäten des Fraunhofer IGB in Brasilien,
Fraunhofer Brasilien-Nachlese, 7. Mai 2009, Benediktbeuern, Germany
- Sternad, W.
Melhoria e adequação às exigências futuras da ETE Carioba em Americana, SP,
29. Mai 2009, Americana, Brazil
- Sternad, W.; Waelkens, B.
Gestão semi-descentralizada de esgoto em Heidelberg-Neurott,
31. Juli 2009, São Paulo, Brazil
- Sternad, W.
Abwasserreinigung in Brasilien – Chancen für deutsche Technik?,
20. Magdeburger Abwassertage, 24. September 2009, Magdeburg, Germany

Tovar, G.
NANOCYTES®-Technologie – Biomimetische Nanopartikel für Applikationen von morgen,
Medizintechnisches Kolloquium,
19. Februar 2009, Hanau,
Germany

Tovar, G.
NANOCYTES®-Technologie – Sensoren in der Nanobio-technologie,
Nanotechnologie, Industrie- und Handelskammer,
24. April 2009, Stuttgart,
Germany

Tovar, G.
Nanotechnologie,
Foresight-Studie: Konvergenz von Technik und Dienstleistungen,
27. Mai 2009, Berlin, Germany

Tovar, G.
NANOCYTES®-technology – biomimetic nanoparticles for life sciences and industrial applications,
Materialwissenschaftliches Kolloquium,
24. Juni 2009, Saarbrücken,
Germany

Tovar, G.
Biofunktionale Oberflächen,
NanoMAT TREND-Seminar,
21. September 2009,
Hohenkammer, Germany

Tovar, G.
Biofunktionale Oberflächen – Nanostrukturierte Materialien für neue Anwendungen in Medizin, Pharma, Chemie und Umwelt,
MINTiFF – Mathematik, Informatik, Natur- und Technikwissenschaften und Chancengleichheit im Fiction-Format,
9. Oktober 2009, Berlin,
Germany

Tovar, G.
NANOCYTES®-technology: biomimetic nanoparticles for applications ranging from life sciences to environmental engineering,
Android & Eve – Bridging Biology, Medicine and Technology – VBC-Symposium,
12.-13. November 2009,
Wien, Austria

Trösch, W.
Mikroalgen und Kohlenstoffdioxid,
GCSFP-Workshop
»Biotkraftstoffe aus Algen«,
24. Juni 2009, Berlin, Germany

Trösch, W.
Pilotanlage: Feinchemikalien und Energie aus Mikroalgen,
Deutscher Bioraffinerie-Kongress 2009,
8. Juli 2009, Potsdam, Germany

Trösch, W.
Technical solutions for wastewater treatment – Semi-centralized concepts,
Symposium on Innovative Wastewater Treatment Solutions for Croatia,
4.-5. September 2009, Zagreb,
Croatia

Trösch, W.
Produktion von Mikroalgenmasse und deren stofflich-energetische Verwertung,
ProcessNet-Jahrstagung und Jahrestagung der Biotechnologen 2009,
8.-10. September 2009,
Mannheim, Germany

Trösch, W.
Älter, weniger, weiter w(W)eg,
17. Brezelgespräch der Stuttgarter Handwerkskammer,
9. Oktober 2009, Stuttgart,
Germany

Trösch, W.
Nachhaltiger Umgang mit Wasser: Ein Paradigmenwechsel ist angesagt!,
Innovative Technologien für Kläranlagen: Energie-Effizienzpotenziale und Lebenszykluskosten,
27. Oktober 2009,
Gladbeck, Germany

Trösch, W.
DEcentral Urban Infrastructure System – DEUS 21,
Delegation aus Masdar am Fraunhofer IGB,
28. Oktober 2009, Stuttgart,
Germany

Trösch, W.
Urban infrastructure and sustainable waste water treatment,
Informationstagung Umweltministerium Kroatien,
27. November 2009, Zagreb,
Croatia

Trösch, W.
Microalgae mass production: new raw material for value products and energy,
Vlaams Algenplatform,
8. Dezember 2009, Ghent,
Belgium

Vohrer, U.
Trends für den weltweiten Wachstumsmarkt Technische Textilien,
Zukunftskonferenz Textil 2009,
12.-13. März 2009, Chemnitz,
Germany

Vohrer, U.
Prinzipien und Mechanismen von Funktionsschichten,
OTTI-Fachforum: Produktgestaltung mit Funktionsschichten,
23.-24. März 2009, Regensburg,
Germany

Vohrer, U.
Produktdesign durch funktionale Beschichtungen,
OTTI-Fachforum: Produktgestaltung mit Funktionsschichten,
23.-24. März 2009, Regensburg,
Germany

Vohrer, U.
Superhydrophobie und Lotus-Effekt,
OTTI-Fachforum: Produktgestaltung mit Funktionsschichten,
23.-24. März 2009, Regensburg,
Germany

Vohrer, U.
Übersicht über physikalische Beschichtungsverfahren,
OTTI-Fachforum: Produktgestaltung mit Funktionsschichten,
23.-24. März 2009, Regensburg,
Germany

Vohrer, U.
Carbon Nanotubes – Ein Material mit außergewöhnlichen Eigenschaften,
OTTI-Fachforum:
Carbon Nanotubes,
22.-23. April 2009, Regensburg,
Germany

Vohrer, U.
Charakterisierung von Carbon Nanotubes,
OTTI-Fachforum:
Carbon Nanotubes,
22.-23. April 2009, Regensburg,
Germany

Vohrer, U.
Plasma-Funktionalisierung von CNTs und Bucky Paper,
OTTI-Fachforum:
Carbon Nanotubes,
22.-23. April 2009, Regensburg,
Germany

Veröffentlichungen | Vorträge

- Vohrer, U.
Analytische Bewertung des Reinigungserfolges, OTTI-Fachtagung: Reinigen und Vorbehandeln vor der Beschichtung, 13.-14. Mai 2009, Neu-Ulm, Germany
- Vohrer, U.
Prozess- und Schadensanalytik; Oberflächenanalytische Methoden für die Sauberheitskontrolle, Fraunhofer-Allianz Reinigungstechnik: Grundlagenseminar Reinigungstechnik, 17.-19. Juni 2009, Dresden, Germany
- Vohrer, U.
Was ist sauber? – Wie bewerte ich die Sauberkeit?, parts2clean Fachforum, 21. Oktober 2009, Stuttgart, Germany
- Vohrer, U.
Sicherer Umgang mit Kohlenstoff-Nanoröhren, Herbsttagung des Arbeitskreises Kohlenstoff, 5.-6. November 2009, Augsburg, Germany
- Vohrer, U.
Elektronenmikroskopie/ Röntgenmikroanalyse (REM, TEM, EDX, WDX), OTTI-Fachforum: Nanoanalytik in der Praxis, 10.-11. November 2009, Regensburg, Germany
- Vohrer, U.
Mikrobereichsanalyse mit optischen Techniken: Lichtmikroskopie, IR-Mikroskopie, Raman-Spektroskopie, OTTI-Fachforum: Nanoanalytik in der Praxis, 10.-11. November 2009, Regensburg, Germany
- Vohrer, U.
Photoelektronenspektroskopie (XPS und AES), OTTI-Fachforum: Nanoanalytik in der Praxis, 10.-11. November 2009, Regensburg, Germany
- Vohrer, U.
Einführung in technische Textilien, OTTI-Fachforum: Funktionale technische Textilien, 11.-12. November 2009, Regensburg, Germany
- Vohrer, U.
Plasmafunktionalisierung technischer Textilien, OTTI-Fachforum: Funktionale technische Textilien, 11.-12. November 2009, Regensburg, Germany
- Vohrer, U.
Trends der Nanofunktionalisierung technischer Textilien, OTTI-Fachforum: Funktionale technische Textilien, 11.-12. November 2009, Regensburg, Germany
- Vohrer, U.
Kohlenstoff-Nanoröhrchen – Material des 21. Jahrhunderts, Mikro- und Nanotechnik für die Gesellschaft, 26. November 2009, Braunschweig, Germany
- Waelkens, B.; Seckler Ferreira Filho, S.
Minimização da produção de lodo no tratamento de águas de abastecimento mediante o uso do cloreto de polialumínio e sua disposição em estações de tratamento de esgotos, 25° Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23. September 2009, Recife, Brazil
- Waelkens, B., Sternad, W.
Aproveitamento eficiente de biogás, IV Simpósio Brasil Alemanha de Desenvolvimento Sustentável, 6. Oktober 2009, Curitiba, Brasil
- Waelkens, B.; Seckler Ferreira Filho, S.
Aspectos químicos do cloreto de polialumínio como coagulante no tratamento de águas de abastecimento, 25° Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21. September 2009, Recife, Brazil
- Walles, H.
Vascularised scaffold for bone tissue engineering, bone-tec 2009 – International Bone-Tissue-Engineering Congress, 8.-10. Oktober 2009, Hannover, Germany
- Walles, H.
Vascularised human tissue models: a new approach for the refinement of biomedical research, Colipa, Alternative Methods to Systemic Toxicity. A Challenge for 2013, 30. November 2009, Düsseldorf, Germany
- Walles, H.
Auswirkungen der 15. AMG-Novelle auf die Forschung, Forum MedTech Pharma e.V. Seminar »15. AMG-Novelle: Auswirkungen in Forschung, Klinik und Praxis«, 1. Dezember 2009, Würzburg, Germany
- Weber, A.; Niedergall, K.; Schreiber, T.; Riegler, J.; Bryniok, D.; Hirth, T.; Tovar, G. E. M.
Molecular imprinted polymers by miniemulsion polymerization for selective hospital waste water treatment, MRS Spring Meeting 2009, 14.-17. April 2009, San Francisco, USA
- Zavrel, M.
Characterization of genes encoding for cell surface proteins induced during host-pathogen interaction, 22.-23. Januar 2009, Leuven, Belgium
- Zavrel, M.; Hernandez, R.; Sohn, K.; Hauser, N.; Rupp, S.
Characterization of genes encoding for cell surface proteins induced during host-pathogen interaction, 61. Jahrestagung der DGHM e. V., 20.-23. September 2009, Göttingen, Germany
- Zipperle, M.
Mixed ionic-electronic conductor capillary membranes for gas separation, Euromembrane 2009, 6.-10. September 2009, Montpellier, France

INFORMATIONSSERVICE

Wünschen Sie weitere Informationen? Wir informieren Sie gern!

Bitte markieren Sie auf diesem Blatt die entsprechenden Felder und senden Sie es per Fax oder Post an:

Fraunhofer-Institut für
Grenzflächen- und
Bioverfahrenstechnik IGB
Öffentlichkeitsarbeit
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon +49 711 970-3601
Fax +49 711 970-4200
info@igb.fraunhofer.de
www.igb.fraunhofer.de

Periodika

- Jahresbericht/Annual Report 2009/2010
- CD Jahresbericht/Annual Report 2009/2010

Broschüren zu den Geschäftsfeldern

- Medizin
- Pharmazie
- Chemie
- Umwelt
- Energie

Produktblätter zu den Geschäftsfeldern

- Medizin
- Pharmazie
- Chemie
- Umwelt
- Energie

Absender/in

Name, Vorname, Titel

Firma

Abteilung

Straße

PLZ, Ort

Telefon

Fax

E-Mail

IMPRESSUM

REDAKTION

Dipl.-Kom.-Des. Joanna Amor (Bild),
Ina Andrees M. A.,
Dipl.-Kfm. Michael Bangert,
Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Antje Hetebrüg,
Dipl.-Agr.-Biol. Sabine Krieg,
Katja Rösslein M. A.,
Dipl.-Kfm. Brigitte Steinmetz,
Dr. Claudia Vorbeck
und die jeweils als Ansprechpartner oder
Autoren genannten Wissenschaftler.

GESTALTUNG UND PRODUKTION

Dipl.-Kom.-Des. Joanna Amor

DRUCK

Fraunhofer Verlag, Mediendienstleistungen, Stuttgart

ANSCHRIFT DER REDAKTION

Fraunhofer-Institut für
Grenzflächen- und
Bioverfahrenstechnik IGB
Dr. Claudia Vorbeck
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.

© Fraunhofer IGB,
Stuttgart 2010

BILDQUELLEN

Matthias Heyde, Berlin:
Seite 8

Frank Kleinbach, Stuttgart:
Seiten 16, 17, 81, 96,

Rafael Kroetz, Stuttgart:
Seiten 16, 17, 54, 56, 65, 66, 67, 79

MEV:
Seiten 10, 11, 18, 92, 93, 106

Bernd Müller, Augsburg:
Seiten 6, 23, 26, 34, 36, 37, 39, 42, 43,
46, 60, 62, 72, 74, 84

Stefan Müller-Naumann, München:
Seite 25

Universität Würzburg:
Seite 26

Volker Steger, München:
Seiten 12, 35, 40, 41, 44, 98

Alle anderen Abbildungen
© Fraunhofer IGB/Fraunhofer-Gesellschaft

NANOCYTES® ist eine eingetragene Marke
der Fraunhofer-Gesellschaft.