

Wir verbinden Biologie und Technik

Jahresbericht 2022/23

Die Fraunhofer-Gesellschaft

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

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

Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 76 Institute und Forschungseinrichtungen. Unsere derzeit rund 30 800 Mitarbeitenden, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von rund 3,0 Mrd. €. Davon fallen 2,6 Mrd. € auf den Bereich Vertragsforschung. Rund zwei Drittel davon erwirtschaftet Fraunhofer mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Rund ein Drittel steuern Bund und Länder als Grundfinanzierung bei, damit die Institute schon heute Problemlösungen entwickeln können, die in einigen Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft entscheidend wichtig werden.

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

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

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

Stand der Zahlen: März 2023

► www.fraunhofer.de

Wir verbinden Biologie und Technik

Jahresbericht 2022/23

Inhalt

Die Fraunhofer-Gesellschaft	2
Vorwort	6
Profil	8
Kuratorium des Fraunhofer IGB	9
Das Institut in Zahlen	10
Personal	11
Organisation	12
70 Jahre Fraunhofer IGB	14
70 Jahre Forschung für eine bessere Zukunft	15
Ein Jubiläum, viel zu feiern	16
70 Jahre, 70 Stimmen	18
Gesundheit	32
Smart Health Engineering für die Präzisionsmedizin	32
Klinische Evaluierung NGS-basierter Diagnostik von Sepsis-Erregern	36
Molekulare Diagnostik für automatisiertes Insect Farming	38
WowWowSkin – In-vitro-Hunde-Hautäquivalente für die Testung von Veterinärtherapeutika	39
Zellstress der Haut: Neue In-vitro-Hautmodelle zum Nachweis von Stresssignalwegen – Reporterhaut	40
KinVOid – Kinetische Analyse der Virotherapie im 3D-Organoidmodell	42
BioProS – Biointelligenter Sensor zur Messung viraler Aktivität	43
Formulierungen für die intranasale Verabreichung von ZNS-aktiven Biopharmazeutika ..	44
Nanogel-Biosensoren für schnelle und sichere Pathogendiagnostik	46
Nachhaltige Chemie	48
Entwicklung, Skalierung und Optimierung von Verfahren zur Herstellung nachhaltiger Chemikalien, Kraftstoffe und Materialien aus biogenen Roh-/Reststoffen oder CO ₂ ...	48
Pflanzliche Proteine aus Raps	52
Holz als Rohstoff für pharmazeutische Produkte	54
Kombination der basenkatalysierten und oxidativen Depolymerisation von Lignin – KoBaOx	56
SynLink – Synthese von Kraftstoffen für mobile Anwendungen	57
Ökonomische und ökologische Betrachtung der Mikroalgenkultivierung – FuTuReS	58

InBiRa – Die Insektenbioraffinerie: Von der Verwertung von Rest- und Abfallstoffen bis zur Herstellung chemischer Produkte	59
Trends aus der Industrie in der Bioprozess-Skalierung	60
Umwandlung von CO ₂ aus Kohlekraftwerken mit grünem Ammoniak in Südafrika	61
Tape2Grape – Biobasiertes, biologisch abbaubares Veredelungsband für den Obst- und Landbau	62
Elektrochemische Herstellung von Wasserstoffperoxid –Weiterentwicklung in internationalem Großprojekt	64
Beschichtung und Strukturierung im Rolle-zu-Rolle-Verfahren	65
Umwelt und Klimaschutz	68
Nachhaltiges Wasser- und Ressourcenmanagement für Industrie, Kommunen und Landwirtschaft	68
SULFAMOS – Sulfatabreicherung aus dem Braunkohletagebau mittels Vorwärtsosmose	72
Phyt-O-mat – Entwicklung eines modularen, künstlich beleuchteten Photobioreaktorprototyps	73
Grüne Kläranlagen durch Spurenstoffentfernung mittels Photokatalyse	74
Biobasiertes Flockungsmittel zur Reinigung agroindustrieller Abwässer	76
Reallabor »urban BioÖkonomieLab« weist Städten den Weg zu nachhaltiger Bioökonomie	77
Wassermanagement in Indien	78
RiboZid – mRNA als biobasiertes Fungizid zur Bekämpfung phytopathogener Pilze	79
NexusHub – Ressourceneffiziente Systemlösung für Nahrungs- und Energiesicherheit in ländlichen Regionen	80
Publikationen	82
Dissertationen	83
Referenzen	84
Impressum	86
Information	87

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

für das Fraunhofer IGB ist 2023 ein besonderes Jahr: Wir feiern das 70-jährige Jubiläum unseres Instituts. Ein Blick in die Geschichte zeigt, dass das IGB mit visionären Ideen seiner Zeit oft voraus war – ein Vorreiter bei der Entwicklung nachhaltiger Technologien. Biogas beispielsweise war bereits zu Zeiten der Ölkrise der 1970-er Jahre Forschungsthema am IGB. Auch den Ansatz, wertvolle Inhaltsstoffe aus Abwasser und Abfällen im Sinne geschlossener Stoffkreisläufe zu verwerten, verfolgen wir seit langem erfolgreich. Mit unserer anwendungsfokussierten Forschung im Bereich nachhaltiger chemischer Produkte oder mit innovativen Konzepten im Bereich der Gesundheit, gehen wir immer wieder neue und richtungsweisende Wege.

Es sind diese Ansätze und neue Technologien, die uns das Rüstzeug geben, um zur Bewältigung der weltweiten Krisen beizutragen – mit Lösungen zur sicheren Bereitstellung von Rohstoffen, Nahrungsmitteln und sauberem Wasser sowie modernen Ansätzen für die Präzisionsdiagnostik und -medizin – zum Wohle von Mensch und Umwelt.

Unsere Jubiläumskampagne »70 Jahre, 70 Stimmen«, in der aktive und ehemalige Mitarbeitende des IGB, Wegbegleiter und Partner aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft zu Wort kommen, zeigt genau dies auf. In den Beiträgen erfahren Sie, an welchen Themen wir heute am IGB forschen und wie wir dazu beitragen, innovative Lösungen für die globalen Herausforderungen zu entwickeln und in die Umsetzung zu bringen.

Lernen Sie unsere engagierten Mitarbeitenden kennen – was sie bewegt und jeden Tag motiviert, am IGB exzellente Arbeit zu leisten. Lassen Sie sich inspirieren von der thematischen Vielfalt und den kreativen Ideen am Institut, die mich persönlich jeden Tag auf's Neue begeistern, und erfahren Sie, was unsere Geschäftspartner an der Zusammenarbeit mit dem IGB wertschätzen. Eine kleine Auswahl der 70 Stimmen stellen wir Ihnen im vorliegenden Jahresbericht vor. Weitere Beiträge finden Sie über den Jahresverlauf auf unserer Website sowie in unseren sozialen Netzwerken. Schauen Sie vorbei – zum Zuhören, Nachlesen und Ansehen!

Auch die Fachbeiträge des Jahresberichts zu innovativen Lösungen für Gesundheit, nachhaltige Chemie sowie Umwelt und Klimaschutz zeigen, dass wir unsere Mission, für gesunde Menschen in einer lebenswerten Umwelt zu forschen, konsequent verfolgen. So haben unsere neuen, agilen »Garagenprojekte« bereits in nur wenigen Monaten sehr gute Fortschritte erzielt. Mit diesen Projekten wollen wir völlig neue Testsysteme für die Entwicklung von Tierarzneimitteln bereitstellen und KI-basierte Algorithmen für den Gesundheitsbereich entwickeln. Verschiedene Ansätze der Pathogen-Diagnostik oder neuartige Verfahren für virusbasierte Therapien sind weitere wissenschaftliche Highlights im Bereich Gesundheit.

Mit der am IGB-Standort in Leuna aufgebauten Ölsaaten-Bioraffinerie, die wir anlässlich des 10-jährigen Jubiläums unseres CBP im Mai feierlich in Betrieb nehmen, eröffnen wir neue Potenziale zur Wertschöpfung aus Raps für die menschliche Ernährung. Um Ernährungssicherheit geht es auch in Projekten zur Erschließung alternativer Proteine, z. B. aus Mikroalgen. Die Nutzung erneuerbarer Energien, vor allem zur Wertschöpfung aus CO₂, hat sich dank der Aktivitäten am IGB-Standort in Straubing zu einem weithin sichtbaren Forschungsfeld entwickelt, bei dem als nächster Schritt nun die Umsetzung in einen größeren Maßstab folgt.



Unsere Vision, Biologie und Technik zu verbinden, verfolgen wir auch in fünf durch das Umweltministerium Baden-Württemberg und die EU geförderten Projekten zu Abwasser- und Abfallbioraffinerien. Im Sinne des Nachhaltigkeitsziels »Sauberes Wasser« der UN arbeiten wir an einer sonnenlichtgetriebenen Technologie zur Zerstörung von problematischen Spurenstoffen im Abwasser, ebenso wie an neuen Vorwärtsosmose-Membranen zur Entfernung schädlicher Sulfate im Grundwasser.

Besondere Aufmerksamkeit erzielte die Roadmap »Zirkuläre Bioökonomie für Deutschland«, welche durch das Strategische Forschungsfeld Bioökonomie der Fraunhofer-Gesellschaft, unter Mitwirkung des IGB, von zehn Instituten erarbeitet wurde. Die darin formulierten Handlungsempfehlungen wurden im November 2022 an die Bundesministerien für Bildung und Forschung (BMBF) und für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) übergeben.

Mein Dank geht an alle Mitarbeitenden des Instituts an den drei Standorten des IGB in Stuttgart, Straubing und Leuna, die durch ihre Motivation und ihren herausragenden Einsatz maßgeblich dazu beigetragen haben, dass wir auch aus wirtschaftlicher Sicht wieder auf ein erfolgreiches Jahr zurückblicken können.

Ebenso danken möchte ich unseren Kunden und Partnern, die trotz der herausfordernden internationalen Entwicklungen des letzten Jahres und den damit für alle verbundenen Einschränkungen, vertrauensvoll mit uns zusammengearbeitet und die Transformation der Wirtschaft vorangetrieben haben.

Ich freue mich auf ein ereignisreiches und vielfältiges Jubiläumsjahr und die weitere Zusammenarbeit mit Ihnen.

Markus Wolperdinger
Institutsleiter

Profil

Wir verbinden Biologie und Technik

Der Klimawandel und der verschwenderische Umgang mit globalen Ressourcen bedrohen unsere Lebensgrundlagen, gleichzeitig wächst die Weltbevölkerung weiter rasant. In den Industrieländern bestimmen eine alternde Gesellschaft und Zivilisationskrankheiten das Geschehen, während weltweit Infektionserkrankungen wieder auf dem Vormarsch sind – wie die Coronapandemie ganz aktuell gezeigt hat.

Mission: Nachhaltige Technologien für einen gesunden Menschen in einer gesunden Umwelt

Das Fraunhofer IGB entwickelt und optimiert Verfahren, Technologien und Produkte in den Geschäftsfeldern Gesundheit, nachhaltige Chemie sowie Umwelt und Klimaschutz. Dabei setzen wir auf eine einzigartige Kombination biologischer und verfahrenstechnischer Kompetenzen, um mit ressourceneffizienten und kreislauforientierten Prozessen, dem Systemansatz der Bioökonomie und bioinspirierten sowie biointelligenten Ansätzen zum Wohlergehen des Menschen, einer nachhaltigen Wirtschaft und einer intakten Umwelt beizutragen.

Vision: Wir verbinden Biologie und Technik

Innovative Verfahren und Produkte erfordern mehr denn je das konstruktive Zusammenspiel verschiedener Disziplinen in Systemansätzen. Durch die Verbindung von Biologie und Technik – in der Bioverfahrenstechnik, aber auch durch genetisches Engineering von Viren und Bakterien, die Kombination von Zellkultur und Grenzflächentechnik oder von DNA-Sequenzierung mit bioinformatischen Algorithmen, ebenso wie durch die Interaktion von biologischem System und technischem Material – eröffnen wir neue Ansätze und zukunftsweisende Lösungen für die industrielle Wertschöpfung.

Vom Labor- bis zum Pilotmaßstab – Partner für Industrie und öffentliche Hand

Unser Ziel ist es, Forschungsergebnisse in wirtschaftlich attraktive und gleichzeitig nachhaltige Verfahren und Produkte für die industrielle Praxis umzusetzen. Unseren Kunden bieten wir Forschung und Entwicklung (FuE) entlang der gesamten stofflichen Wertschöpfungskette, ergänzt durch ein breites Spektrum an Analyse- und Prüfleistungen. Komplettlösungen vom Labor- bis zum Pilotmaßstab und die Demonstration der entwickelten Verfahren gehören dabei zu den Stärken des Instituts.

Damit sind wir ein kompetenter Partner für industrielle Unternehmen, mittelständische oder kleine Firmen unterschiedlicher Branchen, für Kommunen und Zweckverbände sowie für die Vertragsforschung von EU, Bund und Ländern.

► www.igb.fraunhofer.de/biologie-und-technik

Kuratorium des Fraunhofer IGB

Die Kuratorien der 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

MinR Dr.

Hans-Jürgen Froese

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)

Prof. Dr. Elke Guenther

AIT Austrian Institute of Technology GmbH

MinR'in Dr.

Caroline Liepert

Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg

Dr. Lorenz Mayr

(Vorsitzender)

Vector BioPharma AG

MinR'in Andrea Noske

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Dr. Dr. h. c.

Christian Patermann

Direktor a. D. EU-Kommission, MinDirig. a. D.

Dr. Christian Renz

Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg

Dr. Elisabeth

Saken-Braunstein

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Prof. Dr.

Günter Scheffknecht

Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik, Universität Stuttgart

Dr. Joachim Schulze

JS BioConsulting GmbH

Prof. Dr.-Ing. Ralf Takors

Institut für Bioverfahrenstechnik, Universität Stuttgart

Prof. Dr.-Ing.

Wiltrud Treffenfeldt

LifeScience, BioTechnology, BioEconomy

Dr. Günter Wich

Industrielle Biotechnologie

Dr. Peter Wolfangel

Robert Bosch GmbH

Gäste

Prof. Dr. Herwig Brunner

(ständiger Gast)

Ehemaliger Institutsleiter

Thomas Gerke

Ministerium für Wissenschaft, Energie, Klimaschutz und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt

MR Dr. Stefan Wimbauer

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

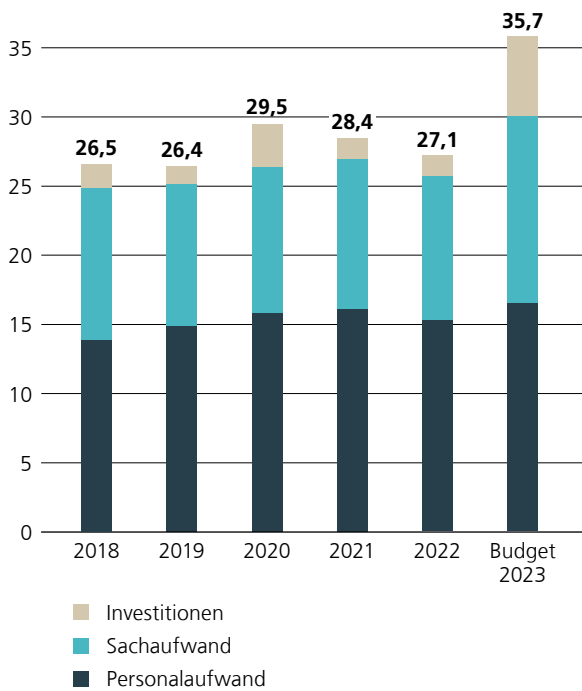
Das Institut in Zahlen

Haushalt

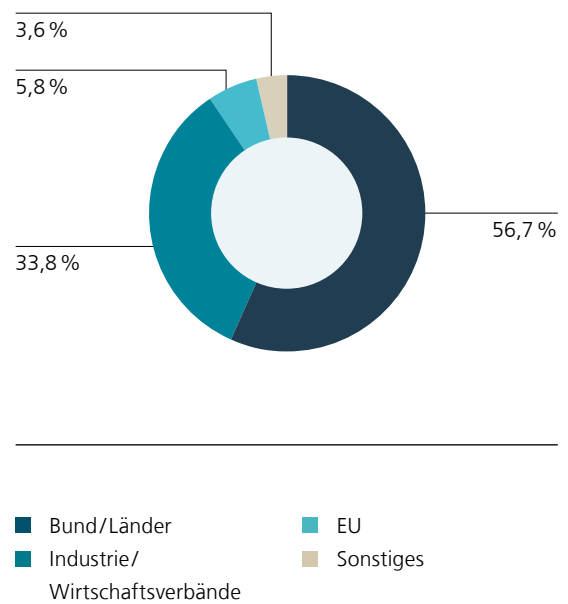
Der Gesamthaushalt umfasste im Berichtsjahr ein Volumen von 27,1 Millionen €. Auf den Betriebshaushalt entfielen 25,7 Millionen €, davon 15,2 Millionen € auf den Personalaufwand und 10,5 Millionen € auf den Sachaufwand. Investitionen wurden in Höhe von 1,4 Millionen € getätigt.

71,5 Prozent des Betriebshaushaltes waren eigene Erträge. 33,8 Prozent der Eigenerträge stammen aus Projekten, die unmittelbar für industrielle Auftraggeber abgewickelt wurden.

Entwicklung des Gesamthaushalts in Mio €



Herkunft der eigenen Erträge 2022



Personal

Personal

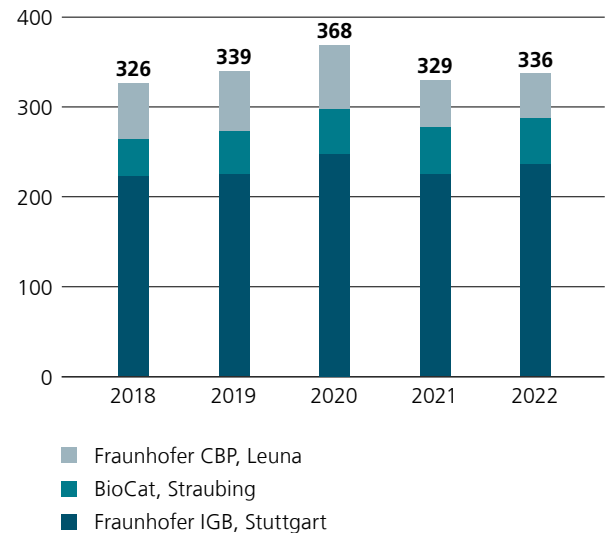
Am 31. Dezember 2022 waren am Fraunhofer IGB in Stuttgart und seinen Institutsteilen in Straubing und Leuna 336 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter tätig, davon 84 Prozent im wissenschaftlichen und technischen Bereich. Der Frauenanteil betrug 53 Prozent.

Die enge Zusammenarbeit mit dem Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik und Plasmatechnologie IGVP der Universität Stuttgart ermöglicht eine Durchgängigkeit der Projekte von der Grundlagenforschung bis zur Anwendung. 70 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zählte das IGVP zum 31. Dezember 2022, mit einem Frauenanteil von 39 Prozent.

Zusammenarbeit mit Universitäten

Darüber hinaus arbeiten wir u. a. mit den Universitäten Hohenheim und Tübingen sowie den Hochschulen Reutlingen und Esslingen zusammen. Durch die Verbindung unserer Institutsteile in Straubing und Leuna vor allem zur Technischen Universität München bzw. zu den Universitäten Leipzig und Halle-Wittenberg reicht unser wissenschaftliches Netzwerk weit über die Region hinaus.

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter
(Anzahl Personen am Jahresende)



Zahl der Mitarbeitenden zum 31.12.2022

	Fraunhofer IGB, gesamt	davon BioCat, Straubing	davon Fraunhofer CBP, Leuna
Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler	79	14	13
Technisches Personal	90	17	24
Doktorandinnen und Doktoranden	9	3	0
Stipendiatinnen und Stipendiaten	2	0	0
Verwaltung / Sekretariate	43	5	6
Auszubildende	12	1	1
Studierende mit Abschlussarbeiten (Master, Bachelor), Praktikanten	44	1	4
Studentische / wissenschaftliche Hilfskräfte	57	10	1
Summe	336	51	49

Organisation

Institutsleitung*



Dr. Markus Wolperdinger
Tel. +49 711 970-4410
markus.wolperdinger@
igb.fraunhofer.de

Stellvertretende Institutsleitung



Prof. Dr. Steffen Rupp
Tel. +49 711 970-4045
steffen.rupp@
igb.fraunhofer.de

Stellvertretende Institutsleitung



Dr.-Ing. Ursula Schließmann
Tel. +49 711 970-4222
ursula.schliessmann@
igb.fraunhofer.de

Innovationsfeldleitung

Bioinspirierte Chemie



Dr. Michael Richter
Tel. +49 9421 9380-1020
michael.richter@
igb.fraunhofer.de

Nachhaltige katalytische Prozesse



Dr. Arne Roth
Tel. +49 9421 9380-1030
arne.roth@igb.fraunhofer.de

Leitung der Servicebereiche

Technologie-Scale-up und -transfer



Dr.-Ing. Ursula Schließmann
Tel. +49 711 970-4222
ursula.schliessmann@
igb.fraunhofer.de

Funktionale Oberflächen und Materialien



Dr. Michaela Müller
Tel. +49 711 970-4140
michaela.mueller@
igb.fraunhofer.de

Regenerative Ressourcen



Dr. Ulrike Junghans
Tel. +49 3461 43-9128
ulrike.junghans@
igb.fraunhofer.de

Analytik – Stuttgart



Katharina Wasmer M. Sc.
Tel. +49 711 940-4037
katharina.wasmer@
igb.fraunhofer.de

Industrielle Biotechnologie



Dr. Grzegorz Kubik
Tel. +49 711 970-4102
grzegorz.kubik@
igb.fraunhofer.de

Virus-basierte Technologien



Prof. Dr. Susanne M. Bailer
Tel. +49 711 970-4180
susanne.bailer@
igb.fraunhofer.de

Analytik – Leuna



Anett Schlichter B. Sc.
Tel. +49 3461 43-9108
anett.schlichter@
igb.fraunhofer.de

In-vitro-Diagnostik



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

Wassertechnologien und Wertstoffrückgewinnung



Dr.-Ing. Marius Mohr
Tel. +49 711 970-4216
marius.mohr@
igb.fraunhofer.de

Arbeitssicherheit



Kai Pusch M. Sc.
Tel. +49 711 970-4175
kai.pusch@igb.fraunhofer.de

Membranen



Dr. Thomas Schiestel
Tel. +49 711 970-4164
thomas.schiestel@
igb.fraunhofer.de

Zell- und Gewebetechnologien



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

* Verwaltungsleitung (kommissarisch)

Geschäftsfeldkoordination

Gesundheit



Prof. Dr. Steffen Rupp
Tel. +49 711 970-4045
steffen.rupp@
igb.fraunhofer.de

Nachhaltige Chemie



Dr. Christine Rasche
Tel. +49 3461 43-9103
christine.rasche@
igb.fraunhofer.de

Umwelt und Klimaschutz



Dr.-Ing. Ursula Schließmann
Tel. +49 711 970-4222
ursula.schliessmann@
igb.fraunhofer.de

Standortleitung

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



Dipl.-Kfm. Holger Schilaske
Tel. +49 3461 43-9120
holger.schilaske@
igb.fraunhofer.de

Bio-, Elektro- und Chemokatalyse BioCat, Institutsteil Straubing



Dr. Michael Hofer
Tel. +49 9421 9380-1010
michael.hofer@
igb.fraunhofer.de

Universitäts- und Politikbeziehungen

Baden-Württemberg

Dr.-Ing. Ursula Schließmann
Tel. +49 711 970-4222
ursula.schliessmann@igb.fraunhofer.de

Universität Stuttgart

Prof. Dr. Günter Tovar
Tel. +49 711 970-4109
guenter.tovar@igb.fraunhofer.de

Bayern

Prof. Dr. Volker Sieber
Tel. +49 9421 9380-1050
volker.sieber@igb.fraunhofer.de

Sachsen-Anhalt

Dr. Christine Rasche
Tel. +49 3461 43-9103
christine.rasche@igb.fraunhofer.de

70 Jahre Fraunhofer IGB



70 Jahre Forschung für eine bessere Zukunft

Wie kein anderes Institut vereint das Fraunhofer IGB biologische und biotechnologische Kompetenzen mit Engineering-Know-how der Bio- und Grenzflächenverfahrenstechnik. Diese Konvergenz befähigt das Institut, in interdisziplinären Ansätzen Prinzipien aus der Biologie in technische Anwendungen zu überführen und biobasierte und bioinspirierte Wertschöpfungsketten für unterschiedlichste Branchen zu etablieren – vom Labor- bis zum Pilotmaßstab. Dieses Alleinstellungsmerkmal ist auch das Resultat der historischen Entwicklung des Instituts.

Ein Jubiläum, viel zu feiern

1953 wurde das IGB als Institut für Physik und Chemie der Grenzflächen gegründet und 1962 von der Fraunhofer-Gesellschaft übernommen. In diesem Jahr feiert das IGB sein 70-jähriges Bestehen.

Während dieser 70 Jahre haben zahlreiche weitere Kompetenzen und Technologien Einzug am Institut gehalten und machen das Forschungsspektrum bis heute aus: Seit gut 45 Jahren bereichern nicht nur Membranen, sondern auch Umwelt- und Bioverfahrenstechnik das Institut, vor fast 30 Jahren ziehen die molekulare Biotechnologie und Zelltechnologie ein, seit 15 Jahren wird die industrielle Biotechnologie gestärkt und ausgebaut.

Unser Institutsteil in Leuna, das Fraunhofer CBP mit seiner Skalierungskompetenz, wurde 2012 feierlich eröffnet. Ein Jubiläumssymposium zum 10-jährigen Bestehen holen wir nun 2023 nach. Zur selben Zeit wurde auch unser heutiger Straubinger Institutsteil »Bio-, Elektro- und Chemo-katalyse BioCat« mit seinem Fokus auf der Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen und CO₂ eingeweiht.

Die Leistungszentren »Mass Personalization« (Stuttgart) und »Chemie- und Biosystemtechnik« (Region Halle-Leipzig) festigen seit 5 Jahren die Kooperation mit Wissenschaft und Wirtschaft vor Ort. Der Diskurs um die biologische Transformation der Technik mit dem Ziel einer nachhaltigeren Wertschöpfung gipfelt in der Etablierung der Bioökonomie als Fraunhofer Strategisches Forschungsfeld und in der Gründung des Kompetenzzentrums Biointelligenz e. V. in Stuttgart.

International tragen mit Einrichtung der Fraunhofer Innovation Platforms (FIP) in Israel und Südafrika die Kooperationen mit der Hebrew University in Jerusalem und der Stellenbosch University Früchte.

Wir freuen uns auf unser Jubiläumsjahr 2023!



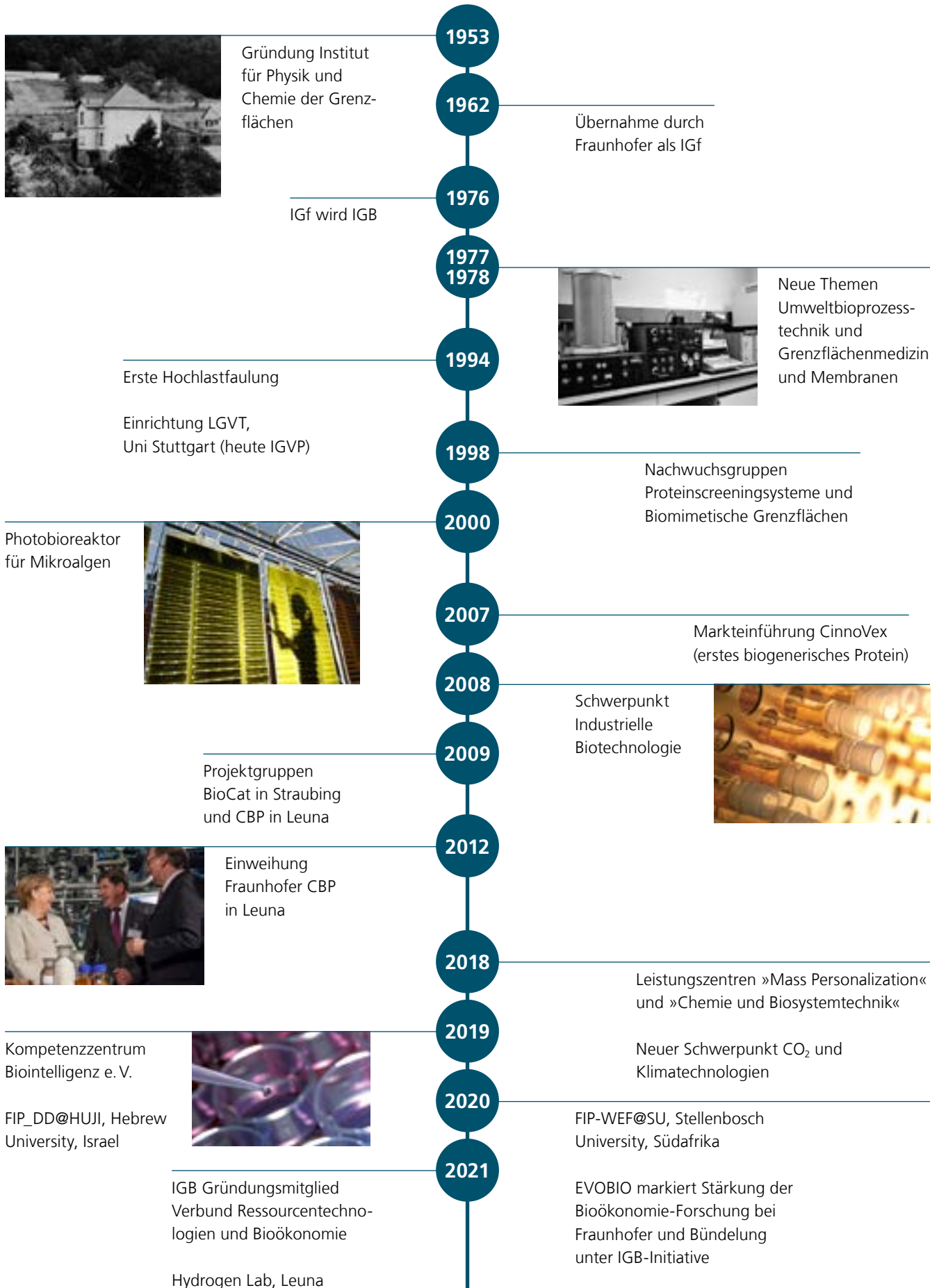
1976



1987



2010





70 Jahre, 70 Stimmen

70 Jahre Zukunft gestalten

Events im Jubiläumsjahr

- Jubiläumssymposium
10 Jahre Fraunhofer CBP
3. Mai 2023, Leuna
- Jubiläumssymposium
70 Jahre Fraunhofer IGB
10. Juli 2023, Stuttgart
- Einweihung des Kunstwerks
Look@BioEconomy
August, Stuttgart

Es waren und sind die Menschen, die zum wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Erfolg des IGB beigetragen haben. So prägten die Institutsleitungen das heutige Gesicht des Instituts durch ihre strategische Ausrichtung, die sich immer auch an den jeweils aktuellen wirtschaftlichen Herausforderungen und im Rahmen der entsprechenden forschungspolitischen Schwerpunkte bewegte.

Bis heute und auch in Zukunft gilt: Das wichtigste Kapital sind – vor allem an einem von Innovationen lebenden Forschungsinstitut – die Mitarbeitenden, die die Forschung am IGB gestalten und ihre Arbeiten mit Elan, Kreativität und vor allem aus eigener Überzeugung und Motivation vorantreiben. Mit ihren Ansätzen tragen sie dazu bei, Lösungen für die drängenden Herausforderungen unserer Zeit zu entwickeln.

So wollen wir Mitarbeitende, ehemalige Institutsleiter, Wegbegleitende sowie Partner und Partnerinnen aus Forschung, Politik und Wirtschaft im Jubiläumsjahr mit unserer Kampagne »70 Stimmen« zu Wort kommen lassen: für einen Blick zurück und nach vorn, für einen Blick von außen und nach innen. Im vorliegenden Jahresbericht haben wir einige Stimmen für Sie zusammengestellt, nicht nur auf den folgenden Seiten, sondern auch im Fachteil ab Seite 32.

Weitere Stimmen finden Sie auf unserer Jubiläums-Webseite.

► www.igb.fraunhofer.de/70-jahre



Grußwort des Kuratoriumsvorsitzenden

Sehr geehrte Damen und Herren,
Liebe Freunde, Interessenten und Gäste des Fraunhofer IGB,
Liebe Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen des Fraunhofer IGB,

ich wende mich heute im Namen des Kuratoriums an Sie und möchte ganz ausdrücklich meinen Dank aussprechen an alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Fraunhofer-Instituts für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB für ein weiteres erfolgreiches Jahr mit vielen technologischen, wissenschaftlichen und organisatorischen Highlights. Das Institut hat sich zielstrebig und erfolgreich weiterentwickelt gemäß seiner Zielsetzung »Wir verbinden Biologie und Technik«.

Wir sehen im Moment sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene eine Reihe von erheblichen politischen, ökonomischen und ökologischen Veränderungen und wir müssen die damit verbundenen Herausforderungen für unsere Industriegesellschaft zeitnah, zügig, erfolgreich und anhaltend adressieren, um auf Dauer unseren Wohlstand zu sichern, unsere Lebensqualität weiter zu steigern und die Nachhaltigkeit unserer Ressourcenwirtschaft langfristig für uns und unsere Nachkommen zu sichern. Dies erfordert ein konsequentes Umdenken in unseren Wirtschaftsprozessen und eine signifikante Investition in modernste Technologien, um die von der Gesellschaft gesetzten ökonomischen und ökologischen Ziele rasch und erfolgreich realisieren zu können. Wir alle spüren täglich, wie sehr Technik und Biologie/Natur ineinandergreifen, wie sie voneinander abhängig sind und wie sehr sie sich gegenseitig ergänzen und befruchten können. Es gibt meines Erachtens keinen besseren Ort in der Fraunhofer-Gesellschaft als das Fraunhofer IGB, welches für diese gewaltigen Herausforderungen so gut aufgestellt ist.

Gemeinsam mit meinen Kolleginnen und Kollegen aus Wirtschaft, Hochschule und Politik hatte ich über das gesamte Jahr hinweg das Vergnügen, das Fraunhofer IGB in seinen Aktivitäten begleiten zu dürfen. Das Kuratorium hat diese Aufgabe sehr gerne wahrgenommen. Wir haben mit großer Freude die zahlreichen Innovationsprojekte in den Bereichen Gesundheit, Nachhaltige Chemie und Umwelt begleiten dürfen, haben unsere externe Sichtweise einfließen lassen, haben versucht neue Gedanken einzubringen und neue Kontakte zur Wirtschaft zu knüpfen. Man spürt in den Diskussionen mit den diversen Innovationsfeldern die Begeisterung aller Beteiligten, am Fraunhofer IGB an relevanten Fragestellungen erfolgreich arbeiten zu können und zu einer besseren Zukunft beitragen zu dürfen.

Ich wünsche dem Fraunhofer IGB auch für die Zukunft weiterhin alles Gute und viel Erfolg in seinen Aktivitäten bei der Verbindung von Biologie und Technik.«

Mit freundlichen Grüßen,
Lorenz Mayr



Dr. Lorenz Mayr
Vector BioPharma AG,
Basel/Schweiz, CEO |
Vorsitzender des Kuratoriums
des Fraunhofer IGB



Prof. Dr. Herwig Brunner
Vorstandssprecher Peter und
Traudl Engelhorn Stiftung
Fraunhofer IGB | Institutsleiter
1994–2007



Kreativ und engagiert – Mitarbeitende sind Schlüsselfaktor

Bei einem Jubilar von 70 Jahren machen sich bei Menschen dieses Alters bisweilen schon Regressionen bemerkbar. Beim Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik ist dem in keiner Weise so! IGB könnte vielmehr auch als Marke mit Klartext »INNOVATIV, GANZHEITLICH, BIO-ORIENTIERT« wahrgenommen werden.

In all den Jahren, die ich das IGB zunächst als Mitglied des Kuratoriums, dann als Institutsleiter (1994–2007) und letztlich als Gast im Kuratorium erleben durfte, waren Kreativität und Engagement der Institutsmitglieder beispielgebend. Das IGB hat die Kondratjev'schen Zyklen vorahnend belebt und begeistert – nicht nur ideell, sondern auch mit neuen Konzepten und Technologien – bis in den Markt umgesetzt. Die ein oder andere technologische oder wirtschaftliche Delle wurde stets als Ansporn aufgenommen und auch gegen äußere Widerstände ausgebessert.

Die Aktivitäten in der zellulären und molekularen Biotechnologie wurden gemeinsam mit mehreren Instituten der Fakultäten Chemie, Biologie und Verfahrenstechnik der Universität Stuttgart im Rahmen des spurweisenden »Zentralen Schwerpunktprojekts Bioverfahrenstechnik« über acht Jahre, finanziert durch das Bundesforschungsministerium und das Land Baden-Württemberg – ab 1994 unter meinem Vorsitz, so gestaltet, dass die Kooperation zwischen den Instituten der Universität untereinander und mit dem Fraunhofer IGB einen wesentlichen Aspekt der Förderung darstellten. Das war ein Erfolgsgeheimnis für den interdisziplinären Dialog und gemeinsames Forschen und Entwickeln unter Einbindung von Unternehmen weit über Baden-Württemberg hinaus.

Zusätzlich gelang es, durch eine Initiative zwischen dem IGB und dem Regionalverband Stuttgart-Neckar-Alb den Zuschlag für den bundesweit ausgeschriebenen BioRegio-Wettbewerb zu bekommen. Daraus entstand in der Folge die BioRegion Neckar-Alb mit Gründung der Koordinationsstelle BioRegioSTERN. Damit war eine Vision verwirklicht, mit welcher die Universität Tübingen mit ihrem Potenzial in der medizinischen Forschung als Partner gewonnen werden konnte.

Für das IGB bedeutete das eine Blütezeit in forscherscher, aber auch wirtschaftlicher Hinsicht. Hochqualifizierte Gatekeeper wurden für das IGB gewonnen (Gründung von zwei Nachwuchsforschungsgruppen) und sodann Basis und fester Bestandteil der Zielausrichtung und Weiterentwicklung. Die Berufung in den Deutsch-Israelischen-Forschungsrat auf Bundesebene brachte auch international neue Vernetzungen und Sichtbarkeit.



Heute ist eine klare synergistische Entwicklung von Zellbiologie und Gentechnologie sowie der Mikrobiologie pathogener Bakterien und Pilze mit der Virologie zu einem Frontrunner in der molekularen Virologie am IGB/IGVP zu beobachten. Die oft auch synergistisch mit den aktiv vorangetriebenen und wirtschaftlich bedeutsamen Technologien der Grenzflächenwissenschaft sowie Umwelt- bzw. Ingenieurtechnik wurden zu Trendsettern. Und das IGB gemeinsam mit dem ab 1996 eng verbundenen Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik an der Universität Stuttgart oft beäugt bzw. versucht nachzuahmen.

Bei allem darf ein Schlüsselfaktor nicht aus den Augen verloren werden: Das sind die Mitarbeitenden auf allen Ebenen! Ihr Engagement, auch Führungswechsel kreativ anzunehmen, mitzugestalten, bzw. damit sogar neue Synergien zu wecken und sich für die Neuausrichtung einzubringen, war und ist eine besondere Stärke des IGB. Dies auch im personell und technologisch durchlässigen Schulterschluss mit dem heutigen Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik und Plasmatechnologie – beispielgebend!

So kann man getrost formulieren: **IGB ad multos annos!**«

Herwig Brunner



Prof. Dr. Thomas Hirth

Karlsruher Institut für Technologie (KIT) |
Vizepräsident für Transfer und Internationales
Fraunhofer IGB, Institutsleiter 2007–2015



Aufbruch in die industrielle Biotechnologie und Bioökonomie

Mit der Berufung und dem Wechsel nach Stuttgart zum Dezember 2007 hat sich für mich die einmalige Gelegenheit ergeben, an einem Standort Grundlagenforschung und angewandte Forschung zunächst auf dem Gebiet der industriellen Biotechnologie und später der Bioökonomie zu verbinden.

Die Voraussetzungen dafür waren sehr gut, da die Fraunhofer-Gesellschaft bereits 2005 die Bedeutung des Themas »Industrielle Weiße Biotechnologie« erkannt und in der Folge als Innovationsthema ausgebaut hat. Darüber hinaus gab es am Fraunhofer IGB bereits einige Projekte zur weißen Biotechnologie wie beispielsweise die Herstellung von Milchsäure aus Molke, die durch meinen Vorgänger Professor Herwig Brunner und seinen Stellvertreter Professor Walter Trösch initiiert wurden. An der Universität Stuttgart wurden seit den 80er Jahren grundlegende wissenschaftliche Arbeiten zur Bioprozesstechnik durchgeführt, zunächst unter der Leitung von Professor Horst Chmiel und seit 1994 unter der Leitung von Professor Herwig Brunner am neu eingerichteten Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik, das ich von 2008 bis 2015 in Personalunion leiten durfte und zum Jahreswechsel 2012/2013 in Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik und Plasmatechnologie umbenannt wurde.



Aufbauend auf dem 2008 gemeinsam mit allen Mitarbeitenden des Fraunhofer IGB durchgeführten Strategieprozess, dank der finanziellen Unterstützung durch die Fraunhofer-Gesellschaft und die Universität Stuttgart im Rahmen der Berufung sowie des großartigen Engagements der Mitarbeitenden an beiden Instituten, ist es uns gelungen, zunächst das Thema Industrielle Biotechnologie und eng damit verknüpfte Themen gemeinsam mit Partnern aus der Wirtschaft und anderen wissenschaftlichen Einrichtungen zu entwickeln und nachhaltig an beiden Instituten zu verankern. Darauf aufbauend haben wir dann gemeinsam das Thema Bioökonomie entwickelt.

Besonders dankbar bin ich dafür, dass ich Mitglied im ersten Bioökonomierat der Bundesregierung sein durfte und an der Entwicklung der ersten Bioökonomie-Strategie für Deutschland mitwirken konnte sowie später durch den Vorsitz des Lenkungsausschusses das Forschungsprogramm »Bioökonomie Baden-Württemberg« mitgestalten durfte. Dadurch entstanden wertvolle Impulse, die die Entwicklung des Fraunhofer IGB aber auch des IGVP entscheidend und nachhaltig beeinflusst haben. Ein wesentlicher Meilenstein war sicher auch die Einrichtung des Fraunhofer-Zentrums für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP am Chemiestandort Leuna, das 2012 von der damaligen Bundeskanzlerin Angela Merkel feierlich eröffnet wurde. Die Aktivitäten in Leuna und Stuttgart waren die Grundlage für den Erfolg im Spitzenclusterwettbewerb des Bundes und den Start des Spitzenclusters BioEconomy, der auch zur Ansiedlung von Unternehmen der Bioökonomie am Standort Leuna geführt hat.

Neben der Bioökonomie, die sicher der zentrale Baustein der strategischen Entwicklung des Fraunhofer IGB in den Jahren 2007–2015 war, haben wir aber auch andere Themen wie die Wasser- und Nährstoffaufbereitung, die Membranverfahren und Elektrochemie, die pharmazeutische Biotechnologie sowie die Plasmatechnologie entwickelt und ausgebaut. Dadurch wurde das Fraunhofer IGB zu einem Leuchtturm in der Wissenschaft mit internationaler Sichtbarkeit und nachhaltiger Finanzierung.

Wenn ich heute auf meine Zeit am Fraunhofer IGB zurückblicke, so tue ich das mit Dankbarkeit, da ich gemeinsam mit den Mitarbeitenden für die Wissenschaft und Wirtschaft wichtige Themen entwickeln und umsetzen konnte, das Institut gut für die Zukunft vorbereiten konnte und insbesondere vielen jungen Menschen etwas für ihre berufliche Zukunft mit auf den Weg geben konnte.

Ich gratuliere dem Fraunhofer IGB zu seinem 70. Geburtstag und wünsche ihm eine gute Entwicklung auf dem eingeschlagenen Weg in die Zukunft in der Verbindung von Biologie und Technik sowie der Entwicklung von Verfahren, Technologien und Produkten für Gesundheit, Nachhaltige Chemie sowie Umwelt und Klimaschutz.«

Thomas Hirth



Dr. Gerd Unkelbach
UPM-Kymmene Oyj,
Director Molecular
Bioproducts R&D



Bioökonomie-Pionier Fraunhofer IGB

Ich bin stolz darauf, dass ich über zehn Jahre lang die Initiierung und den Aufbau des Fraunhofer CBP sowie die strategische Ausrichtung des Instituts zu einem angesehenen Forschungs- und Entwicklungspartner im Bereich der industriellen Bioökonomie mitgestalten konnte. Im Team mit hochmotivierten Kolleginnen, Kollegen und externen Partnern ist, neben dem Institutsteil CBP, bereits zu Anfangszeiten der Bioökonomie-Initiative der Bundesregierung ein starkes Interessensnetzwerk entstanden. Aus diesem haben sich vor allem in Mitteldeutschland zahlreiche Projektaktivitäten ergeben. Neben den fachlichen Erfolgen, die sich im wachsenden industriellen Ausbau und in den politischen Schwerpunktthemen zeigen, haben sich zugleich stabile Bündnisse gebildet.

Die zwei leistungsfähigen Zentren zur Entwicklung und Skalierung von Verfahren und neuen Produkten auf Basis biogener Roh- und Reststoffe in Leuna und Straubing haben sich etabliert und ich bin fest davon überzeugt, dass sie in eine vielversprechende Zukunft blicken können. Mit dem Anspruch der Kopplung der Sektoren Chemie und Energie, dem sehr guten Wissen im Bereich Umwelt sowie dem Ausbau der Kompetenzen und der Infrastruktur zu Fragestellungen von »Power-to-X« und »Circular Economy« wird das Institut weiter einen großen Beitrag zur nachhaltigen Transformation der Wirtschaft leisten.

Ich wünsche dem Institut mit seinen zwei Institutsteilen weiterhin viel Erfolg und bin mir sicher, dass wir zukünftig noch mehr Resultate aus der IGB-Forschung in der Gesellschaft sehen werden.«

Gerd Unkelbach



Prof. Dr. Andrea Büttner

Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV, geschäftsführende Institutsleiterin | stellv. Sprecherin Fraunhofer Strategisches Forschungsfeld Bioökonomie | Sprecherin der Allianz Ernährungswirtschaft



Prof. Dr. Alexander Böker

Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP, Institutsleiter | Co-Sprecher Fraunhofer Strategisches Forschungsfeld Bioökonomie



Mehr Wert durch Kooperation – Gemeinsame Innovationen für eine zukunftsfähige Gesellschaft

Die Bioökonomie hat das Potenzial für nachhaltige Lösungen, die Ressourcen schonen und gleichzeitig den gesellschaftlichen Herausforderungen gerecht werden. Eines der ersten Fraunhofer-Institute, welches dies erkannt hat, war das Fraunhofer IGB. Die Forschenden an den drei Standorten in Stuttgart, Leuna und Straubing erarbeiten innovative Lösungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette in den verschiedensten Anwendungsfeldern – von der Erschließung neuer Rohstoffe über das Scale-up bis zum finalen Produkt.

Diesen Ansatz verfolgten wir auch im gemeinsamen Projekt »EVOBIO«, in welchem das Fraunhofer IGB gemeinsam mit den Fraunhofer-Instituten IAP und IVV die Federführung übernahm. Zusammen mit 15 weiteren Fraunhofer-Instituten wurden Konzepte für nachhaltige Wertschöpfungs- und Produktionsprozesse erarbeitet. Mit Expertise und Know-how trugen die IGB-Forschenden maßgeblich zur Entwicklung von Lösungen im Bereich der biobasierten Materialien und der Kläranlage der Zukunft bei. EVOBIO zeigte eindrucksvoll, dass wir durch die institutsübergreifende Zusammenarbeit einen wesentlichen Beitrag zur Bioökonomie leisten können. Etwa zeitgleich zu diesem Erfolg wurde im Jahr 2020 das Fraunhofer Strategische Forschungsfeld (FSF) Bioökonomie gegründet und

Dr. Markus Wolperdinger gemeinsam mit uns als Sprecherteam benannt. Hier ist es unser Anliegen, die Kompetenzen bei Fraunhofer zu bündeln und zu vertreten. Unsere Roadmap »Zirkuläre Bioökonomie für Deutschland«, die im Dezember letzten Jahres an die Bundesministerien für Bildung und Forschung (BMBF) und für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) übergeben wurde, stieß bereits auf nationaler und internationaler Ebene auf große Resonanz. Dies zeigt einmal mehr, dass die Fraunhofer-Gesellschaft mit ihren vereinten Kompetenzen ein starker Partner für Industrie und Politik bei der Transformation zu einer nachhaltigen Wirtschafts- und Lebensweise ist.

Im Namen aller Institute des FSF Bioökonomie wünschen wir dem Fraunhofer IGB alles Gute zum 70-jährigen Jubiläum und bedanken uns für die vertrauensvolle und gute Zusammenarbeit der letzten Jahre. Gemeinsam blicken wir in eine Zukunft, die getrieben durch gemeinsame Projekte und Initiativen die nachhaltige und zirkuläre Bioökonomie weiter voranbringen wird.«

Andrea Büttner und Alexander Böker



Dr. Dr. h.c. Christian Patermann

Direktor a. D. EU-Kommission |
MinDirig. a. D. BMBF



Die Rolle des IGB in der Entwicklung der Bioökonomie

Meine ersten Kontakte mit dem IGB stammen aus den Jahre 2005/2006, im zeitlichen Umfeld des Beginns der europäischen Bioökonomie als Teil der Vorbereitungen für das 7. Rahmenprogramm für Forschung und Technologie der Europäischen Union, das 2007 begann. Wenige Monate nach dem offiziellen Start und der Veröffentlichung des Konzepts der Knowledge Based Bioeconomy (KBBE) im September 2005 in Brüssel im Charlemagne-Gebäude meldeten sich nach Vermittlung des rührigen Fraunhofer-Büros vor Ort eine ganze Reihe von Institutsleitern und Mitarbeitern von Fraunhofer-Instituten bei mir im Büro in Brüssel an, die alle seit einigen Jahren im sogenannten Life-Science-Verbund von Fraunhofer zusammengefasst waren, darunter Prof. Rainer Fischer vom IME und Prof. Thomas Hirth, damals noch am ICT in Pfinztal. Fraunhofer war als Großforschungseinrichtung seinerzeit übrigens die einzige Forschungseinrichtung in Deutschland, die als Gesamtinstitution Interesse zeigte, thematisch die Inhalte des KBBE-Programms für die ersten Ausschreibungen im 7. Rahmenprogramm mitzugestalten. Das änderte sich dann schlagartig 12–15 Monate später, als das KBBE-Programm, mit ca. zwei Milliarden Euro dotiert, im 7. Rahmenprogramm 2007 unter der deutschen Präsidentschaft begann und während dieser Zeit der deutschen Präsidentschaft das mittlerweile fast schon legendäre »Cologne Paper« über die Zukunft der Bioökonomie für Europa erarbeitet wurde. Hieran waren dann alle deutschen Großforschungseinrichtungen sehr aktiv beteiligt.



Die Zusammenarbeit mit dem IGB verstärkte sich dann ab 2007, als Thomas Hirth die Nachfolge von Herwig Brunner als Leiter des IGB antrat. 2009, nach meiner Pensionierung, war ich erfolgreich, Thomas Hirth als Mitglied im ersten deutschen Bioökonomierat, damals »Forschungs- und Technologierat Bioökonomie« genannt, zu gewinnen, sozusagen als den Vertreter von Fraunhofer. In den folgenden Jahren erfolgte dann ein rasanter Aufstieg der Bioökonomie in Deutschland, zumindest im Bereich der Forschung und Technologie: mit der Gründung von BioCat in Straubing und vor allem aber der Gründung des CBP in Leuna, eingeweiht 2012 von der Bundeskanzlerin, quasi als Embryo der ersten deutschen kommerziellen Bioraffinerie, leistete das IGB hierbei einen einzigartigen Beitrag. Die Benennung der Bioregion Halle als erstem deutschen Bioökonomie-Exzellenz-Cluster folgte da fast schon logisch.

Doch dann kamen schwierigere Zeiten, die nun vorüber sind. Unter Markus Wolperdinger hat das IGB wieder eine technologisch-wissenschaftliche Schlüsselstellung für die Entwicklung der Bioökonomie erlangt: sowohl innerhalb von Fraunhofer (der Verbund Life Science ist teilweise durch den Verbund Ressourcentechnologien und Bioökonomie abgelöst worden, in dem das IGB eine tragende Rolle spielt), als auch außerhalb. Markus Wolperdinger ist stellvertretender Vorsitzender des dritten deutschen Bioökonomierates geworden, der die Bundesregierung berät, wie auch Sprecher des Bioökonomiebeirats des Landes Baden-Württemberg.

Neben all diesen sehr erwähnenswerten Details sind es zwei Dinge, die mir einfallen, wenn ich vom IGB spreche:

- Die starke und erfolgreiche Rolle, die das IGB in den europäischen Förderprogrammen der EU spielte und spielt, was keine Selbstverständlichkeit ist.
- Im Hinblick auf die Dynamik der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Herausforderungen und der technologischen Beantwortung den anderen immer eine ganze Länge voraus zu sein:
 - Mangel an Phosphor als Rohstoff, mögliche Rückgewinnung aus Schlamm und Abwässern? Machen wir schon!
 - Potenziale von Chitin, Chitosan aus Seafood-Abfällen nutzen? Dazu bearbeiten wir bereits drei Vorhaben.
 - Upscaling? Wird schon seit Jahren im CBP praktiziert.

Das IGB begleitet auf diese Weise engagiert und vorausschauend seit fast zwei Jahrzehnten den notwendigen Rohstoffwandel in der Wirtschaft und auf unserem Planeten in der Kombination von Biologie und Technik. Der Ukrainekrieg und die davor währende Covid-Pandemie haben uns die essenzielle Bedeutung eines solchen Rohstoffwandels noch schärfer vor Augen geführt als es schon die Klimaherausforderungen taten. Mein Wunsch zum 70. Geburtstag von einem 80-jährigen Begleiter des Instituts: Weiter so, und einen Tick mehr Bekanntwerden in Europa!

Herzlichen Glückwunsch!«

Christian Patermann



**Prof. Dr.
Oliver F. R. A. Damm**
Fraunhofer-Gesellschaft,
Senior Advisor South Africa,
Director FIP-WEF@SU



Fruitful partnership on water, energy and food safety in South Africa

South Africa is the most industrialized country in Africa with sophisticated economic sectors such as mining, manufacturing, information and communication technology, and financial services. However, the country is also facing increasing challenges in the key areas of water and energy supply security, due to the combined influence of climate change, a young and growing population, and ageing infrastructure. To contribute to solving these challenges, the Fraunhofer-Gesellschaft has continuously strengthened its collaboration with Stellenbosch University (SU) in South Africa. In February 2020, the two institutions jointly established the Fraunhofer Innovation Platform for the Water-Energy-Food Nexus

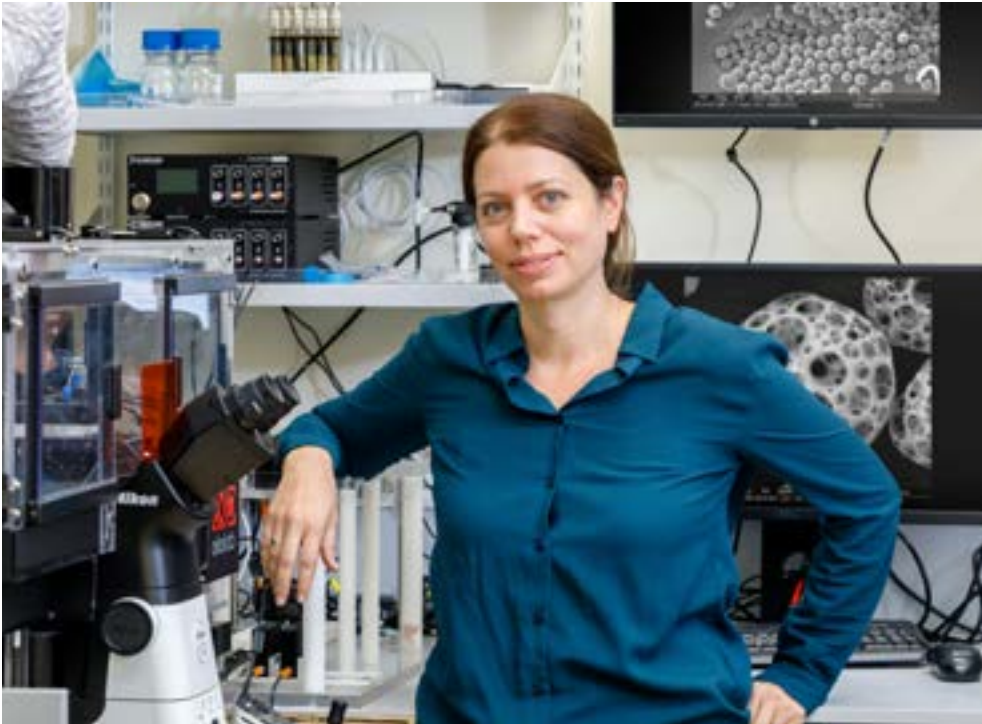
at SU (FIP-WEF@SU) where research experts from both institutions jointly develop needs-based technological and cross-sectoral solutions for water, energy and food security. Fraunhofer IGB is a key driver in the FIP, together with three other Fraunhofer institutes (IST, ISE and IOSB).

This unequalled mix of local and international expertise has caught the eye of some of the leading South African utilities and institutions. The largest bulk water utility in Africa, Rand Water, has signed a Memorandum of Understanding with the IGB and FIP-WEF@SU to establish a collaborative relationship in areas of research development and innovation, focusing on key topics like digitalization of the water economy and water security modelling. Similarly, the Ekurhuleni Water Care Company (ERWAT) has worked with Fraunhofer for years and is exploring the reuse of wastewater with the IGB. The IGB is also developing key technologies in the CoalCO₂-X Program, an industry-led 10-year flagship program in South Africa that aims to capture CO₂ and other emissions from industrial flue gases and convert these into saleable commodities.

These notable contributions would not be possible without the energy and passion of our Fraunhofer colleagues. Many congratulations on the 70th anniversary; we look forward to many more years of fruitful partnership.«

Oliver F. R. A. Damm





Prof. Dr. Ofra Benny

The Hebrew University of Jerusalem, Institute for Drug Research, The School of Pharmacy | Director FIP-DD@HUJI



Establishing cutting-edge solutions for drug discovery and delivery

The Fraunhofer Innovation Platform for Drug Discovery and Delivery at the Hebrew University in Jerusalem, Israel, (FIP_DD@HUJI) is a joint research institution of Fraunhofer IGB and the Institute for Drug Research of the Hebrew University. The focus of the Innovation Platform is on discovery and validation of new drug candidates compounds for infectious and inflammatory diseases as well as on development of targeted nanoparticle delivery systems. To contribute to solving these challenges, the Fraunhofer-Gesellschaft has continuously strengthened its collaboration with the Hebrew University of Jerusalem in Israel. The current FIP_DD@HUJI is the continuation of the Fraunhofer Project Center for Drug Discovery and Delivery, which started in October 2018. Initial first bilateral projects were started in 2012, showing the long history of our collaboration.

Our collaboration resulted in several joint publications, patents and industry cooperations, enabling significant progress in the basic understanding of mechanisms in infectious disease and immunity as well as its application with several companies, from the pharmaceutical sector to cosmetics. Our ongoing projects involve the development of cutting-edge ex-vivo skin models and novel drug delivery systems.

This would not have been possible without the enthusiasm of our IGB colleagues. Warm greetings on the occasion of the IGB's 70th anniversary; we are very much looking forward to another many years of successful collaboration.«

Ofra Benny



Anandi Iyer
Director Fraunhofer Office India



Successful international cooperation: Fraunhofer IGB provides water technology for India

Sustainability has never been more relevant and yet challenging than in today's times. An extremely volatile world is panning out, and the ever-dwindling resources such as water, minerals and fossil fuels are creating an alarming situation. Responsible earth citizens are called upon to play their part in developing innovative solutions for reuse, recycling and restoring the delicate balance between need and greed. The Fraunhofer office in India has been partnering with Fraunhofer IGB in developing exciting initiatives around the topics of the Sustainable Development Goals such as Water, Energy, Mobility, Sustainable Building Technologies and other interventions around circular economy. Whether it's the sustainable neighborhood in Kochi, the Water Innovation Hubs in Coimbatore and Solapur or working with leading industry players to develop waste management and circularity, our colleagues from the IGB have been right at the front of working in multistakeholder formats, identifying the exact problems, developing out-of-the-box solutions and creating models for replication and large scale deployment. It is exactly this solution-driven attitude tempered with scientific acumen that has been the hallmark of our association in India.

We are delighted to continue this journey under the dynamic leadership of Dr. Markus Wolperdinger, supported so excellently by Dr. Marius Mohr and Marc Beckett, and we are excited to work on larger projects such as the world's most sustainable airport or the first Water Technology Center driven by industry in India. Our deep appreciation to our colleagues for their time, energy and passion! Congratulations for the 70 years' anniversary and look forward to an exciting future of innovation and partnership!!«

»There is enough on Mother Earth for every man's need but not for even one man's greed«

Mahatma Gandhi

Anandi Iyer



Dr. Matthias Stier
Variolytics GmbH, CEO



Vom Doktoranden zum Gründer

Als ich im Jahr 2015 als Doktorand am Stuttgarter Fraunhofer IGB begonnen habe zu forschen, hatte ich keine Vorstellung davon, was acht Jahre später daraus entstehen würde. Aus der wissenschaftlichen Projektarbeit heraus entstand erst ein Patent und dann meine Idee, mittels Messtechnik »das Unsichtbare sichtbar zu machen« und Prozesse auf diese Weise zu optimieren. Auf diesem Weg hat mich das IGB von Anfang an unterstützt. Mit Unterstützung des Fraunhofer Venture Programms sowie einer Förderung über das EXIST-Programm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie habe ich im Jahr 2020 die Variolytics GmbH gegründet. Während dieser Zeit und auch noch darüber hinaus konnten wir Räume und die technische Infrastruktur am IGB nutzen, ohne die wir unsere ersten Prototypen weder entwickeln noch für unsere anvisierten Anwendungen hätten prüfen können.

Mittlerweile arbeiten meine beiden Mitgründer und ich in einem zehnköpfigen Team an unserer Vision, mit unserer Messtechnik zu einer klimaneutralen Zukunft beizutragen. Unser patentiertes EmiCo-System verhilft Kläranlagenbetreibern, ihre Prozesse besser zu verstehen und dadurch energetisch zu optimieren und umweltschädliche direkte Emissionen einzusparen.

Variolytics ist ein gutes Beispiel dafür, wie aus der Forschung echte Produkte entwickelt und an den Markt gebracht werden können.

Heutige Nachwuchstalente am IGB kann ich nur dazu ermutigen, den Schritt zu einer Ausgründung zu wagen. Ich hoffe, dass mein Weg zum eigenständigen Unternehmer als Beispiel dafür dient, wie man seine Ideen erfolgreich umsetzen und damit dem Traum der Selbstständigkeit erfüllen kann. Allen zukünftigen Gründern wünsche ich viel Erfolg!«

Matthias Stier



Gesundheit



Smart Health Engineering für
die Präzisionsmedizin

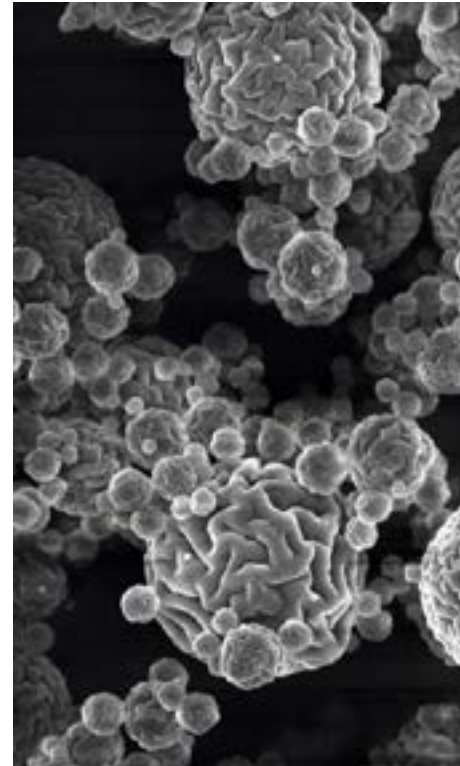


Die rasante Entwicklung bei der Erfassung und Analyse genomweiter Daten und die umfassenden Möglichkeiten zur Manipulation von Zellen haben im letzten Jahrzehnt zu einer datengetriebenen Diagnostik und zu grundsätzlich neuen Therapeutika geführt, die eine Präzisionsmedizin für den einzelnen Patienten ermöglichen. Unser Fokus am Fraunhofer IGB ist es dabei, die notwendigen Befähiger-Technologien (Enabling Technologies) für eine Präzisionsmedizin zu schaffen und weiterzuentwickeln, mit dem Ziel, die medizinische Versorgung von Patienten zu verbessern und gleichzeitig die Kosten im Gesundheitswesen zu senken. Präventive Maßnahmen, beispielsweise die Eindämmung der Resistenzbildung bei Krankheitserregern und von Zoonosen in der Umwelt, sehen wir als wesentlich für die Entlastung des Gesundheitssystems an. Gemeinsam mit dem Fraunhofer-Verbund Ressourcentechnologien und Bioökonomie sind wir hier unter dem Label Circular Health aktiv.

Das Fraunhofer IGB ist aktiv in der Entwicklung von

- innovativen nukleinsäurebasierten Diagnostikverfahren, insbesondere im Bereich der Hochdurchsatzsequenzierung und Datenauswertung,
- humanen Testsystemen für die Medikamentenentwicklung und Personal Care,
- Viren, viralen Vektoren und therapeutischen Viren sowie Verfahren zu ihrer Produktion,
- Materialien für die Medizintechnik,
- Qualitätskontrollsystemen für Medizintechnik und Medikamentenentwicklung.

Zielmärkte



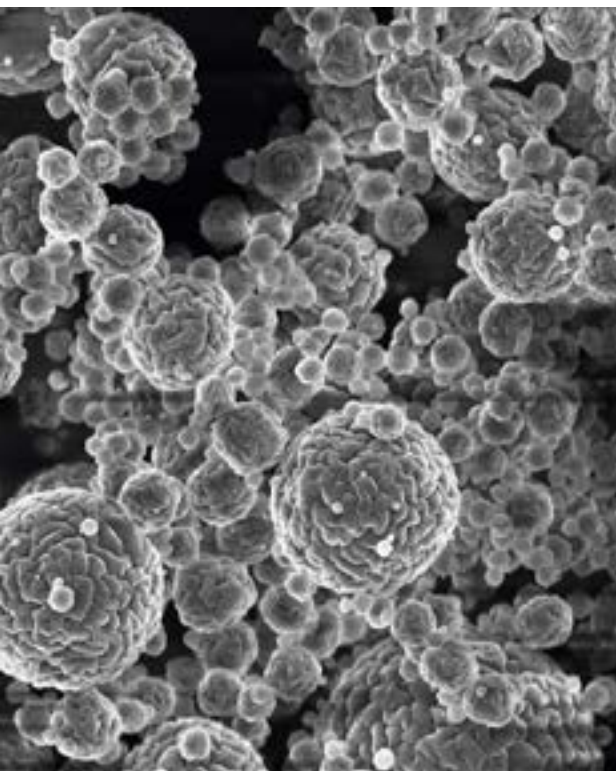
Das Institut sieht sich als Partner für Unternehmen im Bereich Life Sciences, insbesondere in den Gebieten Diagnostik, Medizintechnik, Arzneimittelentwicklung und Personal-Care-Produkte.

Diagnostik

In der Diagnostik mittels Hochdurchsatzsequenzierung besitzt das Institut umfassende Erfahrungen in den Indikationen Sepsis, Endokarditis, Fruchtwasserinfektionen, Pankreatitis und Pankreas-Karzinome, aber auch bei Mikrobiomstudien. In multizentrischen klinischen Studien wurden die Verfahren zur Sepsis-Diagnostik bereits validiert und werden über unsere Ausgründung, die Noscendo GmbH, vertrieben.

Arzneimittelentwicklung und Personal-Care-Produkte

In der Arzneimittelentwicklung schaffen wir humane Testsysteme, die bereits in der präklinischen Forschung Aussagen über Wirkung und Nebenwirkung potenzieller hochspezifischer Wirkstoffkandidaten erlauben, die im Tiermodell nicht erbracht werden können. Dies erreichen wir durch die Entwicklung organoide In-vitro-Modelle und von dreidimensionalen In-vitro-Modellen aus menschlichen Geweben. Unsere langjährige Erfahrung in molekularer Zelltechnologie ermöglicht dabei die präzise Entwicklung von rezeptor-basierten Assays für die Wirkstoff-Validierung wie auch für die Evaluierung von Personal-Care-Produkten. In der Kosmetikindustrie ist der Bedarf für humanbasierte Testsysteme besonders hoch, da in der EU ein Tierversuchsverbot für die Testung neuer Inhaltsstoffe in Personal-Care-Produkten besteht.



Medizintechnik

Unsere Expertise im Bereich Medizintechnik zur Herstellung funktionaler Oberflächen, zur Materialentwicklung und Oberflächenanalytik rundet das Leistungsspektrum des IGB ab. Der Fokus liegt hierbei auf Beschichtungstechnologien und Materialentwicklungen bis hin zu biologischen Tinten für medizintechnische Unternehmen. Darüber hinaus etablieren wir Plasma- und UV-Sterilisationsverfahren zur Entkeimung und Entfernung pyrogener Rückstände im Hinblick auf größtmögliche Effektivität und Materialschonung.

GLP-Einrichtung und Reinräume

In unserer GLP-Einrichtung führen wir nicht-klinische Sicherheitsprüfungen der Prüfkategorie 9 (»Zellbasierte Testsysteme zur Bestimmung biologischer Parameter«) wie Bioaktivitäts-, Zytotoxizitäts- und Immunogenitätsprüfungen für alle oben genannten Branchen durch.

Reinräume (ISO5) ermöglichen das Arbeiten nach GMP-Richtlinien am IGB.



Technologien für neue innovative Therapieansätze werden am IGB auf der Basis von Viren entwickelt. Unsere langjährige Erfahrung im Virus-Engineering ermöglicht das maßgeschneiderte Design von Viren zur gezielten Prävention (Vakzine) und Therapie (onkolytische Viren). Onkolytische Viren wurden auf Basis von Herpes-simplex-Virus Typ 1 (HSV-1) entwickelt. Darüber hinaus entwickeln wir Virus-like Particles (Virus-ähnliche Partikel) als Vakzine und zum zielgenauen Drug Delivery.

Für den gezielten Transport und die kontrollierte Abgabe von Wirkstoffen (Drug Delivery und Release) formulieren wir Wirkstoffe beispielsweise in eine Matrix, die aus biobasierten, polymeren oder silikatischen Materialien besteht.

Kontakt

Prof. Dr. Steffen Rupp
Tel. +49 711 970-4045
steffen.rupp@
igb.fraunhofer.de

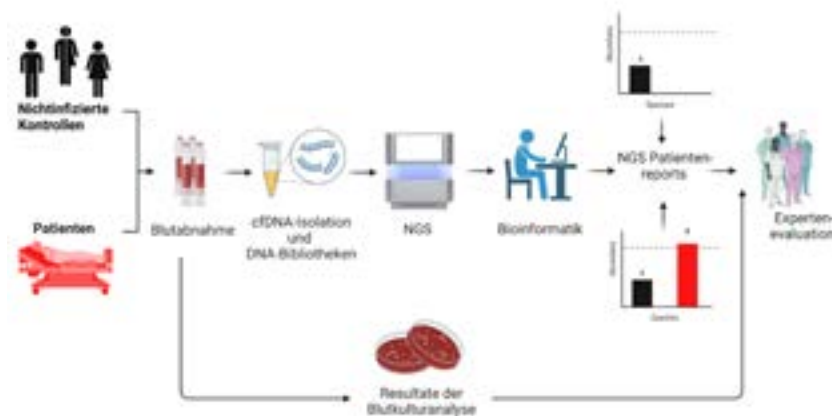
► www.igb.fraunhofer.de/gesundheit



Automatisierte Aufarbeitung klinischer Proben für die Next-Generation-Sequencing-Diagnostik

Klinische Evaluierung NGS-basierter Diagnostik von Sepsis-Erregern

Die Sepsis zählt immer noch zu den Haupttodesursachen auf Intensivstationen. Auslöser sind Infektionen, bei denen sich Erreger – Bakterien, Viren, Pilze oder Parasiten – von einem lokalen Infektionsherd über Lymph- und Blutbahnen im Körper ausgebreitet und eine unkontrollierte, überschießende Antwort des Immunsystems in Gang gesetzt haben. Eine schnelle Behandlung mit dem richtigen Antibiotikum ist entscheidend für das Überleben des Patienten. Doch oft dauert es zu lange, bis der Sepsis-Erreger identifiziert ist. Zudem wird mit der standardmäßigen Blutkulturanalyse, bei der Keime über mikrobiologische Methoden nachgewiesen werden, der ursächliche Erreger nur in weniger als 30 Prozent der Fälle überhaupt diagnostiziert.



Überblick über die NGS-getriebene Sequenzierung von cfDNA zur Sepsis-Diagnostik (erstellt mit BioRender.com)

Am Fraunhofer IGB haben wir in den letzten Jahren ein neuartiges, molekular-diagnostisches und bioinformatisches Verfahren entwickelt, mit dem DNA-Fragmente von Krankheitserregern im Blut der Patienten mittels Hochdurchsatzsequenzierung (Next-Generation Sequencing, NGS) und bioinformatischen Algorithmen nachgewiesen und die Erreger dadurch hochspezifisch und sensitiv identifiziert werden können [1–3].

Erregeridentifizierung mittels mikrobieller, zellfreier DNA

Das Verfahren nutzt die Tatsache, dass DNA-Sequenzen eines jeden Erregers einzigartig sind und Zellen DNA in Form zirkulierender, zellfreier Nukleinsäuren (cfDNA) freisetzen – gesunde Zellen, inaktivierte körpereigene Zellen, Krebszellen und eben auch Mikroorganismen, – die zur Erregeridentifizierung analysiert werden können. Ähnlich wie bei einer Liquid Biopsy wird hierzu die cfDNA vollautomatisiert aus dem Blut isoliert und anschließend im Hochdurchsatz sequenziert (Abb. unten).

Zur Erregeridentifikation werden die Sequenzen aller in einer Blutprobe befindlichen DNA-Fragmente – bis zu 30 Millionen – bioinformatisch mit bekannten Sequenzen aus Datenbanken verglichen. Dieser Abgleich zeigt, dass weniger als ein Prozent der cfDNA nicht vom Patienten selbst, sondern von mikrobiellen Keimen stammen. In einem nächsten Schritt vergleichen wir genau diese »Reads« mit den Sequenzen in einer spezifisch dafür entwickelten Datenbank, welche die Genome von Bakterien, Viren, Pilzen und anderen Erregern enthält.

Für jedes identifizierte Pathogen wird über eine bioinformatische Analyse ein sogenannter SIQ-Score (sepsis indicating quantifier) ermittelt und mit nicht infizierten Kontrollpersonen verglichen, um Kontaminationen zu erkennen. Sofern der ermittelte SIQ-Score einen Schwellenwert überschreitet, werden die betreffenden Patienten als SIQ-positiv für dieses Pathogen diagnostiziert [1].

Monozentrische klinische Studie

In einer monozentrischen klinischen Studie mit 48 Sepsis-Patienten und in Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum Heidelberg wurde der neue Ansatz mit dem diagnostischen Standard der Blutkulturanalyse verglichen und evaluiert. Es konnte gezeigt werden, dass die NGS-Sequenzierung von cfDNA zur Sepsis-Diagnostik der Blutkulturanalyse deutlich überlegen ist: So wurde bei nur 11 Prozent der Patienten ein verursachendes Pathogen mittels Blutkulturanalyse nachgewiesen, wohingegen durch NGS-Diagnostik bei 71 Prozent der Patienten ein oder mehrere Pathogene identifiziert wurden. Darüber hinaus schätzte eine Jury aus unabhängigen

Kontakt

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

Intensivmedizinern in 96 Prozent der SIQ-positiven Ergebnisse diese auch als plausibel ein, was in 53 Prozent der Fälle zu einer veränderten und adäquateren Therapie geführt hätte [3].

Multizentrische klinische Studie

Um diese vielversprechenden Ergebnisse weiter zu validieren, startete 2019 mit »Next GeneSiS« eine 500 Sepsis-Patienten und 50 gesunde Testpersonen an 17 Kliniken umfassende, multizentrische klinische Studie [4]. Der klinische Wert des NGS-basierten Ansatzes wird von einem Gremium unabhängiger klinischer Fachleute eingeschätzt, die retrospektiv mögliche Änderungen in der Behandlung der Patienten auf der Grundlage der NGS-Ergebnisse ermitteln.

Die Daten der Studie sind noch nicht veröffentlicht, aber es zeigt sich in Zwischenauswertungen, dass die vorherigen Ergebnisse des NGS-Ansatzes in Bezug auf Sensitivität, Spezifität und Plausibilität in einem großen, unabhängigen Patientenkollektiv bestätigt werden.

Die multizentrische Studie wird von der Dietmar Hopp Stiftung gefördert, ebenso wie ein Forschungsprojekt an den Unikliniken Essen und Heidelberg. Dort überprüfen wir die NGS-basierte Diagnostik an schwer erkrankten Neugeborenen, Frühchen und Kleinkindern [5].



Univ.-Prof. Dr. med. Thorsten Brenner, MHBA
Universitätsklinikum Essen, Klinikdirektor,
Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin



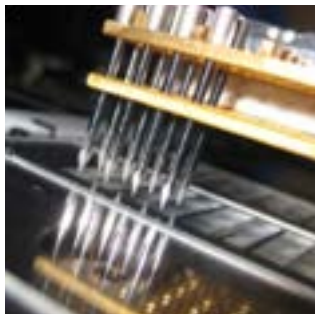
Erfolgreiche Translation in die Klinik

Vor mehr als acht Jahren haben wir uns gemeinsam mit dem Innovationsfeld In-vitro-Diagnostik des Fraunhofer IGB unter der Leitung von Dr. Kai Sohn auf die Reise gemacht, um die Erregerdiagnostik bei Patienten mit einer sogenannten Sepsis, die man umgangssprachlich auch gerne als Blutvergiftung bezeichnet, maßgeblich zu optimieren.

Hierfür wurde in einem mehrstufigen Bench-to-Bedside-Ansatz eine Next-Generation Sequencing (NGS)-basierte Technologie vom initialen Proof-of-Concept bis hin zu einem kommerziell verfügbaren diagnostischen Produkt weiterentwickelt, welches mittlerweile in der klinischen Routine angekommen ist.

Diese Erfolgsgeschichte war nur dadurch möglich, dass sich Wissenschaftler aus der Klinik und Forscher des Fraunhofer IGB auf Augenhöhe begegnet sind und gemeinsam das Ziel verfolgt haben, die Versorgung von Patienten mit Sepsis verbessern zu wollen.«

Molekulare Diagnostik für automatisiertes Insect Farming



oben:
Inhouse-Herstellung eines Prototyps zum molekularen Nachweis von Insektenpathogenen

unten:
Detektion der Erreger durch Fluoreszenzsignale

Angesichts der Auswirkungen des Klimawandels, der Verknappung von Anbauflächen und einer stetig wachsenden Weltbevölkerung steht die konventionelle Landwirtschaft vor erheblichen Herausforderungen. Um den zunehmenden Bedarf an Nahrung zu decken, werden neuartige Agrarsysteme mit flächeneffizienteren Produktionsformen benötigt; gleichzeitig gilt es, Zielkonflikte mit bereits etablierten Herstellungsmethoden zu vermeiden. Zudem sind der Erhalt der Umweltressourcen Luft, Wasser, Boden und Biodiversität sowie die Erfüllung von relevanten Umwelt- oder Klimaschutzziele von zentraler Bedeutung.

Insekten als alternative Proteinquelle

Die nachhaltige Produktion von Insektenproteinen als Futter für Nutztiere und Nahrung für den Menschen stellt eine weltweit prosperierende Alternative zu konventionellen Eiweißquellen wie beispielsweise Fleisch- und Milchprodukten für die Gewinnung von Proteinen dar. Mit der Novel-Food-Regulierung der EU können seit Januar 2018 Nahrungsmittel aus Insekten in Europa für den Markt zugelassen werden. Seit 2019 wird die erste Lebensmittelinsektenfarm in Deutschland betrieben.

Die Produktion von Insekten im industriellen Maßstab begünstigt allerdings auch die Ausbreitung von Krankheiten, die zum Zusammenbruch der Insektenzucht, zu Produktionsausfällen und damit zu empfindlichen finanziellen Einbußen führen können. Darüber hinaus müssen die insektenbasierten Lebensmittel frei von Human- und Tierpathogenen sein. Ein spezifisches und effizientes Nachweissystem für pathogene Keime in Insektenfarmen, das automatisiert, digital und hochdurchsatzfähig ist sowie zeitnah und vor Ort Ergebnisse liefern kann, fehlt bisher. Aktuell erfolgt die Identifizierung von Mikroorganismen im Darm und in den Aufzuchtbehältern von Insekten mit klassischen kulturabhängigen Verfahren oder über metagenomische Ansätze. Beide Methoden sind teuer, aufwendig sowie langwierig und für die tägliche Routineinspektion in Insektenfarmen nicht geeignet.

DNA-basierter Nachweis von Insektenpathogenen

Im Rahmen des Fraunhofer-Leitprojekts FutureProteins entwickelt das IGB gemeinsam mit den Fraunhofer-Instituten IME und IVV ein automatisiertes Überwachungssystem für das Insektenfarming: Hierzu wird am IGB ein molekulares Nachweissystem für die elf wichtigsten insektenassoziierten Pathogene entwickelt. Auf Basis einer isothermalen Amplifikationstechnik werden DNA-Signaturen der Erreger aus dem Probenmaterial vervielfältigt, dabei fluoreszenzmarkiert und im Anschluss über eine spezifische, immobilisierte Sonde gebunden. Das dabei erzeugte Signal wird optisch ausgelesen und anhand einer einfachen Matrix ausgewertet. Diese Technik erlaubt eine deutlich einfachere Handhabung als die bisher gängigen PCR-Anwendungen. Zukünftig wird das entwickelte Nachweissystem zur Routineuntersuchung an Produktionsstätten in ein teil- oder vollautomatisiertes Inline-System integriert und kann letztlich dazu beitragen, den Einsatz von Antibiotika zu minimieren sowie die ressourcenschonende Produktion von Proteinen zu fördern.

Kontakt

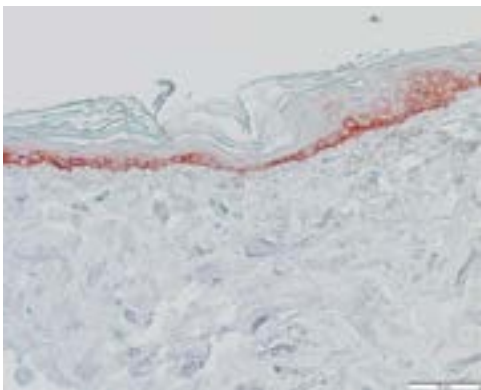
Prof. Dr. Susanne M. Bailer
Tel. +49 711 970-4180
susanne.bailer@
igb.fraunhofer.de

Jens Wetschky M. Sc.
Tel. +49 711 970-4215
jens.wetschky@
igb.fraunhofer.de

► www.igb.fraunhofer.de/futureproteins

WowWowSkin – In-vitro-Hunde-Hautäquivalente für die Testung von Veterinärtherapeutika

Der globale Tierarzneimittelmarkt ist mit geschätzten 18,5 Milliarden US\$ für das Jahr 2021 ein stetig wachsender Markt [1], da im Haustierbereich hohe Summen für Behandlungen ausgegeben werden. Im Vergleich zur Humanmedizin ist der Markt für Tierarzneimittel jedoch nur wenig reguliert. Therapeutika werden dabei auch ohne vorherige Testung auf Wirksamkeit eingesetzt, mit oft minimalem oder ohne evaluiertem Nutzen. Zudem werden oftmals humane Therapeutika für Tiere angewandt, obwohl sich die Pharmakodynamik und toxikologische Wirkungen speziesspezifisch zum Teil stark unterscheiden. Deshalb werden zur Wirksamkeits- und Risikobewertung von Veterinärtherapeutika verstärkt speziesspezifische Testungen eingefordert. Um gleichzeitig umstrittene Tierversuche zu vermeiden, bieten sich hierfür In-vitro-Testmethoden an.



Hundehaut, immunhistologischer Nachweis von CK14

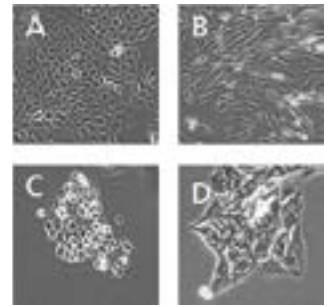
Standardisierte Testung von Therapeutika und Pflegeprodukten für Hunde

Dermatologische Probleme von Haustieren, insbesondere von Hunden, gehören zu den am häufigsten auftretenden Erkrankungen



Arbeitsablauf von WowWowSkin: Isolierung primärer Zellen aus Hundehaut-Biopsaten, Immortalisierung und Etablierung caniner 3D-In-vitro-Hautäquivalente (erstellt mit BioRender.com)

in Tierkliniken. Im Projekt WowWowSkin entwickelt das IGB daher ein In-vitro-Modell für Hundehaut (Abb. links), um Therapeutika und Pflegeprodukte für den Hund standardisiert testen zu können. Dazu werden (1) primäre Zellen aus Hundehaut-Biopsien isoliert, (2) gentechnisch immortalisiert und (3) daraus Hunde-Vollhautäquivalente aufgebaut (Abb. rechts). Die Isolierung primärer Zellen und ihre Immortalisierung sowie die Etablierung von In-vitro-Hautmodellen wird seit Jahrzehnten im Innovationsfeld Zell- und Gewebetechnologie erfolgreich mit humanem Material durchgeführt. Basierend auf dieser Expertise wurden wesentliche Arbeitsschritte auf die Isolierung primärer Zellen aus Hundebiopsaten adaptiert und optimiert. Dabei wurden erfolgreich primäre Keratinozyten, Fibroblasten, Endothelzellen und Melanozyten isoliert und expandiert. Diese werden mittels stabiler Transfektion mit geeigneten Plasmiden immortalisiert, um mit diesen schließlich In-vitro-Epidermis-, -Dermis-, und -Vollhaut-Modelle zu etablieren.



Isolierte, primäre Zellen caniner Haut: A) Keratinozyten, B) Fibroblasten, C) Endothelzellen, D) Melanozyten

Reproduzierbares, komplexes Hunde-Hautmodell

Das finale canine Vollhautmodell, bestehend aus verschiedenen immortalisierten Zellarten, wird sich zum einen durch eine hohe spenderunabhängige Reproduzierbarkeit und zum anderen durch seine zelluläre Komplexität auszeichnen. Das IGB-intern geförderte Garagenprojekt WowWowSkin ermöglicht dem IGB mit der Entwicklung eines caninen In-vitro-Hautmodells den Einstieg in ein neues strategisches Feld animaler In-vitro-Hautmodelle, mit dem die Testung von Veterinärtherapeutika insbesondere auch zur Behandlung zoonotischer Hauterkrankungen, von Pflegemitteln sowie von Mitteln zur Floh- und Zeckenprävention adressiert werden.

► www.igb.fraunhofer.de/wowwowskin

Kontakt

Dr.-Ing. Christina Kohl
Tel. +49 711 970-4183
christina.kohl@
igb.fraunhofer.de

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

Epidermismodell



Querschnitt durch ein 3D-In-vitro-Reporterhautmodell. Die Epidermis mit Hornschicht (pink) wird auf einer Trägermembran (grün) kultiviert.

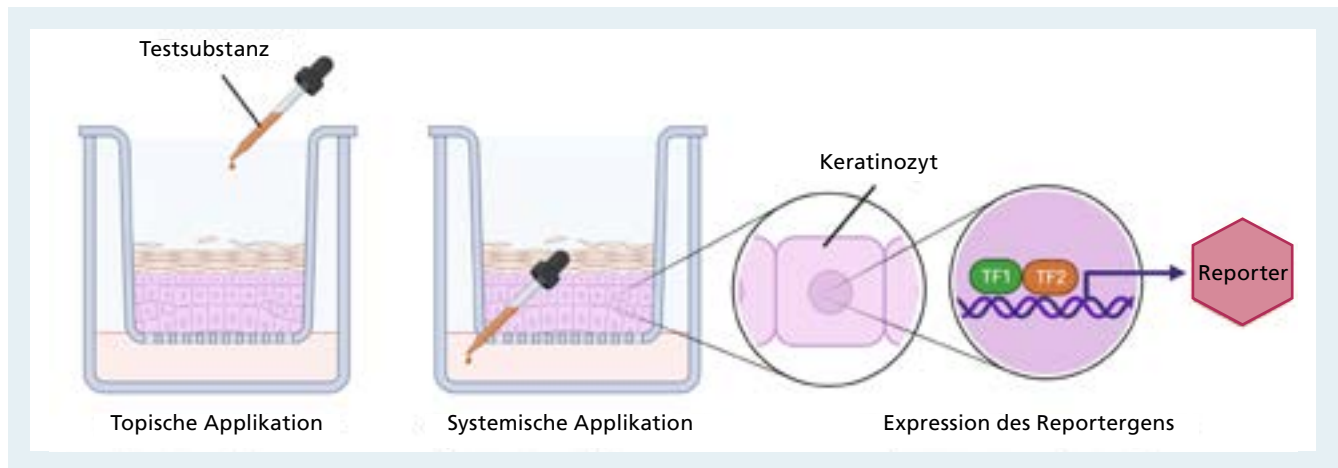
Zellstress der Haut: Neue In-vitro-Hautmodelle zum Nachweis von Stresssignalwegen – Reporterhaut

Standardisierte Testung von Substanzen zur Sicherheitsbewertung

Um die Verbrauchersicherheit von Präparaten zu garantieren, werden kosmetische und medizinische Inhaltsstoffe vor ihrer Zulassung einer Risikobewertung unterzogen. Ethische, regulatorische und wissenschaftliche Gründe haben zur Entstehung des Next-Generation Risk Assessment (NGRA) geführt, einer hypothesengesteuerten, modernen und vor allem tierversuchsfreien Risikobewertung. Daher besteht ein dringender Bedarf an in-vivo-nahen In-vitro-Alternativen, um bisherige Tests für die Sicherheitsbewertung von Substanzen zu ersetzen.

Reproduzierbare, in-vivo-nahe In-vitro-Reporterhautmodelle

Die organotypischen Reporterhautmodelle basieren auf primären, immortalisierten Keratinozyten, deren Einsatz eine hohe spenderunabhängige Reproduzierbarkeit garantiert. Die Aktivierung eines spezifischen zellulären Stresssignalwegs in diesen primären immortalisierten Keratinozyten kann über ein Reporterprotein, das stabil über ein Reporter-konstrukt in das Genom integriert wurde, schnell und einfach ausgelesen werden. Diese Reporter-Keratinozyten bilden in vitro eine mehrschichtige Epidermis aus. Die Analyse der Epidermis demonstrierte eine vollwertige physiologische Hautbarrierefunktion sowie eine einzigartige Übereinstimmung charakteristischer Differenzierungsmarker der Modelle mit nativer humaner Haut.



Schematische Darstellung der Funktionsweise der 3D-In-vitro-Reporterhautmodelle, TF = Transkriptionsfaktor (erstellt mit BioRender.com)

Am Fraunhofer IGB haben wir ein Set von in-vivo-nahen 3D-Reporterhautmodellen etabliert, welche die komplexe Physiologie der Haut einschließlich der intakten Hautbarriere abbilden. Mit diesen »Reporterhautmodellen« können sowohl Aussagen über das toxikologische Potenzial einer Substanz getroffen als auch spezifisch und schnell die Aktivierung verschiedener zellulärer Stresssignalwege durch die Substanz in demselben Modell ausgelesen werden. Damit übertreffen diese Modelle die am Markt vorhandenen Testsysteme erheblich hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit und Aussagekraft.

Bisher stehen verschiedene Reporterhautmodelle für die Testung von Hautstress zur Verfügung, die Parameter wie z. B. Entzündungsreaktionen in der Haut erfassen.

Testsubstanzen können sowohl systemisch als auch topisch auf die Reporterhautmodelle appliziert werden. Dadurch kann zusätzlich zum Hautstresspotenzial und zur Zytotoxizität auch die Hautpenetration einer Substanz untersucht werden.

Kontakt

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

Angebot und Einsatzgebiete

Mit unseren patentierten Reporterhautmodellen (Burger-Kentischer et al., in-vitro 3D reporter skin model, EP 2 041 172) bieten wir eine moderne Perspektive, um Inhaltsstoffe von Präparaten, die potenziell mit der Haut in Kontakt kommen, spezifisch und in-vivo-nah auf ihr Hautstresspotenzial zu testen. Mit dem Reporterhautmodell-Set können potenziell inflammatorische Allergie- und ER-Stress auslösende Faktoren untersucht werden. Auf Kundenwunsch kann das Reporter-Testsystem auf weitere zelluläre Signalwege ergänzt und darüber hinaus auch auf andere Organe übertragen werden.



Dr. Anke Burger-Kentischer
Leiterin Innovationsfeld Zell- und Gewebetechnologien



Reporterhaut macht Zellstress im lebenden Modell optisch messbar

Damit neue chemische Stoffe – als Inhaltsstoff von Kosmetika, Reinigungsmitteln, Kleidung oder als Industriechemikalie – auf den Markt kommen können, muss ihre Unbedenklichkeit für den Menschen nachgewiesen werden. In-vitro-Gewebemodelle, beispielsweise der Haut, können hierbei Tierversuche ersetzen. Die Substanztestung mit Hautmodellen ist bisher aber langwierig, unspezifisch und nicht standardisiert: Um zu erkennen, ob eine Substanz die Hautzellen schädigt, müssen die verschiedenen Zellen gefärbt, Schnitte des Gewebemodells angefertigt und unter dem Mikroskop mit Kontrollen verglichen werden.

Ich wollte ein Modell etablieren, mit dem ich sofort und am lebenden Gewebe ein präzises Ergebnis bei der Testung unterschiedlicher Chemikalien erhalte. Die Lösung ist unsere patentierte Reporterhaut, die wir in jahrelanger Forschung aufgebaut und optimiert haben. Über genetische Modifikation der Hautzellen können wir nun mit unterschiedlichen Reporterhaut-Modellen zwischen den wichtigsten Zellstressantworten wie Inflammation, oxidativer Stress oder ER-Stress unterscheiden. Ob eine Substanz für Kosmetika oder neue Chemikalien menschliche Hautzellen schädigt, wird mittels eines über die jeweilige zelluläre Signalkaskade aktivierten Reportergens sichtbar gemacht und kann so schnell und einfach ausgelesen werden. Hierzu muss nur etwas Kultivierungsmedium entnommen werden und das Ergebnis kann sogar quantitativ bestimmt werden.

Im Sinne von Next-Generation Risk Assessment ist mein nächstes Ziel die Zulassung unseres Modells!«

KinVOid – Kinetische Analyse der Virotherapie im 3D-Organoidmodell

Virotherapien erleben derzeit einen enormen Aufschwung und werden zukünftig von zentraler Bedeutung sein. Bereits jetzt werden Viren und virale Vektoren in der Zell- und Gentherapie sowie onkolytische Viren in der Krebstherapie eingesetzt, jedoch sind die vielfältigen Anwendungen der Virotherapie noch lange nicht ausgeschöpft. Allerdings sind die Daten der präklinischen Studien der Virotherapien derzeit nur bedingt aussagekräftig, da bisher vor allem 2D-Zellsysteme zu ihrer Analyse eingesetzt werden. Diese spiegeln die komplexe In-vivo-Situation in Bezug auf Wirksamkeit, Sicherheit und Dosis jedoch nur unzureichend wider [1]. Bei der Virotherapie gilt zudem noch immer das »One size fits all«-Prinzip, was einer effektiven personalisierten Anwendung entgegensteht.

Aussagekräftige Tests mit Organoiden

Organoiden stellen innovative präklinische 3D-Testsysteme für die Virotherapie dar, die durch Verwendung von Patientenmaterial (patient-derived organoids) in Zukunft sogar eine personalisierte Testung erlauben. Mit KinVOid wurden erste Schritte hin zur Entwicklung eines einfachen, kostengünstigen und massentauglichen Plattformverfahrens zur Testung therapeutischer Viren gemacht. Basierend auf einer herpesviralen Infektion von neuronalen Organoiden als Modell soll die Kinetik der Virusinfektion von (Tumor-)Organoiden mithilfe einer Inline-Proteomanalyse in Kombination mit viralen Nachweisverfahren abgebildet werden.

Virusanalytik im Infektionsmodell

Im Rahmen dieses Projekts ist es in Kooperation mit dem Fraunhofer IPA gelungen, die Kultivierung von neuronalen Organoiden und ein daran angepasstes Infektionsmodell zu etablieren. Dieses beinhaltet die Bestimmung einer geeigneten Virusmenge für die Infektion sowie die Infektionsdauer. Die Organoiden konnten mikroskopisch auf morphologische Veränderungen untersucht und die Viabilität mehrere Tage nach Infektion verfolgt werden. Die Untersuchung des Organoid-basierten Infektionsmodells wurde zudem um eine neuartige Virusanalytik mittels Massenspektroskopie erweitert. Dadurch konnten richtungsweisende Untersuchungen zur kinetischen Durchdringung von Organoiden mit therapeutischen Viren durchgeführt werden.

Als Ergebnis wurde ein Workflow für weiterführende Studien auf Basis des Organoidmodells für personalisierte onkolytische Virotherapien etabliert, der für weitere Bereiche der Theragnostik, das heißt einer an der zielgenauen Diagnose ausgerichteten Therapie, anwendbar ist. Die automatisierte massenspektrometrische Analytik der Virusinfektion im Modell ermöglicht zudem eine patientenindividuelle Therapie, bei der die Wirkstoffmenge und die therapeutische Strategie mit nur geringem Aufwand angepasst werden kann.

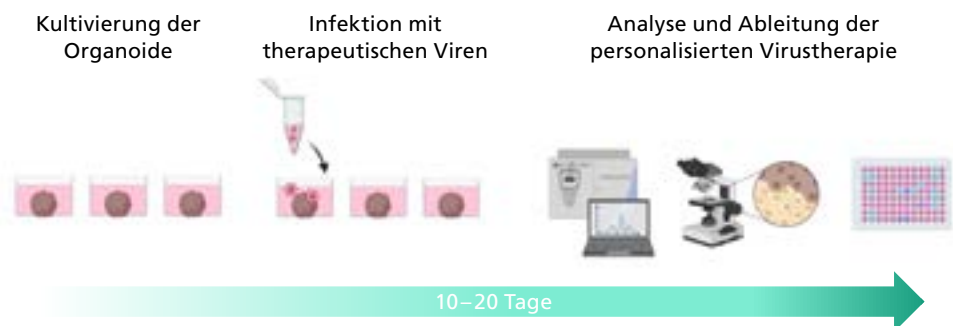
► www.igb.fraunhofer.de/kinvoid

Kontakt

Prof. Dr. Susanne M. Bailer
Tel. +49 711 970-4180
susanne.bailer@igb.fraunhofer.de

Gabriele Vacun M. Sc.
Tel. +49 711 970-4193
gabriele.vacun@igb.fraunhofer.de

Karina Epting M. Sc.
Tel. +49 711 970-4180
karina.epting@igb.fraunhofer.de



Zeitverlauf des Infektionsmodells mit anschließender Virusanalytik (Massenspektrometrie, Viabilität, Titerbestimmung)

BioProS – Biointelligenter Sensor zur Messung viraler Aktivität

Viren und virale Vektoren stellen eine neue Therapiekategorie dar, die enormes Potenzial besitzt, bisher nur unzureichend oder nicht behandelbare Erkrankungen wie Gendefekte oder Krebs zu therapieren oder sogar zu heilen. Viren sind komplexe Biopharmazeutika, die sich in ihren Eigenschaften grundsätzlich von herkömmlichen Medikamenten unterscheiden. Um sie in stärkerem Maße klinisch verfügbar zu machen, sind Entwicklungen zu ihrer effizienten biotechnologischen Produktion erforderlich.

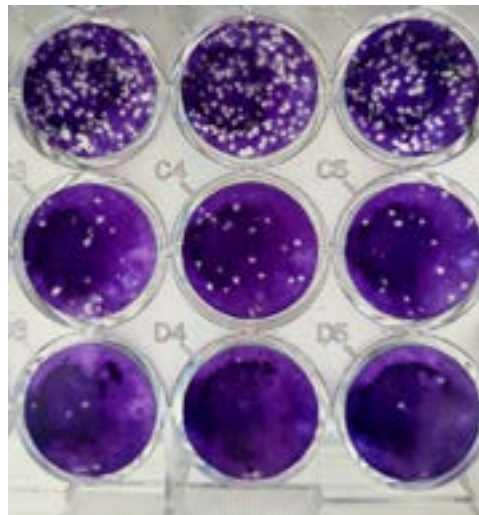
Plattformtechnologie onkolytische Viren

Ein solches therapeutisches Virus wurde im Innovationsfeld Virus-basierte Technologien am Fraunhofer IGB durch gentechnisches Engineering zu einer Plattformtechnologie für die onkolytische Virotherapie etabliert. Diese zum Patent angemeldete Technologie steht nun zur modularen Funktionalisierung für die kombinierte Virus-Immuntherapie von Tumoren bereit. In dem von Prof. Bailer koordinierten TheraVision-Projekt, an dem neben dem IGB die Fraunhofer-Institute IZI, ITEM, ISC und ITWM beteiligt waren, wurden auf Basis dieser Plattformtechnologie funktionalisierte Viren entwickelt, die nachweislich sicher sind, Tumorzellen des nicht-kleinzelligen Lungenkarzinoms (NSCLC) zielgerichtet erkennen und zerstören können und gleichzeitig eine wirksame therapeutische Fracht in Tumorzellen einbringen.

Virusaktivität in Echtzeit bestimmen

Weltweit ist ein starker Trend in der Entwicklung und Anwendung von virusbasierten Therapien für die Zell-, Gen- und Virotherapie zu beobachten. Erste angewandte Virusprodukte überzeugen mit hoher Wirksamkeit und Verträglichkeit, die steigende Zahl an klinischen Studien lässt die Zulassung weiterer viraler Therapien erwarten. Um den zukünftigen Bedarf an viralen Therapeutika zu decken und damit ihre Translation in die klinische Anwendung zu beschleunigen, werden digitalisierte und automatisierte Verfahren benötigt. Nur so kann die Ausbeute von Virusprodukten bei hoher Qualität gesteigert und damit die Kosten pro Dosis reduziert werden.

Das Ziel des 2022 gestarteten EU-Projekts BioProS unter Koordination des Fraunhofer IPA ist es daher, eine kontinuierliche und echtzeitfähige Sensortechnologie zur Detektion der Virusaktivität zu entwickeln und diese als Plattformtechnologie mit weiteren Analyten zu kombinieren. Hierbei bündeln mehrere Disziplinen (Virologie, Ingenieurwissenschaften, Data Science, Fertigungsexperten) ihre Kompetenzen, um den Produktionsprozess von Viren zu transformieren und Virusprodukte bereitzustellen, die den höchsten Qualitätsanforderungen genügen.



Virus-Aktivitätstest zur Bestimmung der Anzahl an infektiösen Viruspartikeln

Ziel: Personalisierte Herstellung

Die Kombination aus optischer Sensortechnologie und zell- sowie affinitätsbasierten Messtechniken ermöglicht eine biohybride Überwachung der viralen Infektionszyklen in Echtzeit während der Produktion. Durch die biointelligente Herstellung der Viren kann eine personalisierte Produktion ermöglicht werden, die in Form einer Plattformtechnologie von verschiedenen Partnern genutzt und durch neue Qualitätskontrollstrategien einen nachhaltigen und robusten Herstellungsprozess gewährleistet.

► www.igb.fraunhofer.de/biopros

Kontakt

Prof. Dr. Susanne M. Bailer
Tel. +49 711 970-4180
susanne.bailer@
igb.fraunhofer.de

Nathalie Metzler M. Sc.
Tel. +49 711 970-4221
nathalie.metzler@
igb.fraunhofer.de

Formulierungen für die intranasale Verabreichung von ZNS-aktiven Biopharmazeutika

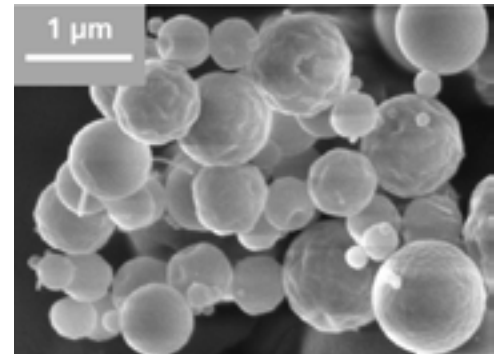
Wirksame Arzneimittel zur Behandlung von Erkrankungen des zentralen Nervensystems (ZNS) – neben Multipler Sklerose (MS) können dies die Folgen eines Schlaganfalls sein, neurodegenerative Erkrankungen oder Tumore – gibt es. Doch die Blut-Hirn-Schranke (BHS), die das Gehirn als Schaltzentrale des Körpers schützt, lässt vor allem therapeutische Biomoleküle nur schwer passieren. Abhilfe schaffen kann hier der Nose-to-Brain-Transport über den Riechnerv, welcher die direkte Passage therapeutischer Antikörper ins ZNS ermöglicht [1].

Für Patienten könnte mit dieser neuartigen Therapieform eine weniger belastende Behandlung zur Verfügung stehen, da mit geringeren Nebenwirkungen zu rechnen ist und das Medikament in zeitlich größeren Abständen und ohne Krankenhausaufenthalt verabreicht werden kann.

Neuartiges Gelpflaster für den Nose-to-Brain-Transport

Eine neue, im EU-Projekt N2B-Patch entwickelte Therapieform besteht aus verschiedenen Komponenten: dem Wirkstoff selbst, einer den Wirkstoff enthaltenden Formulierung, einem Hydrogel als Trägermaterial

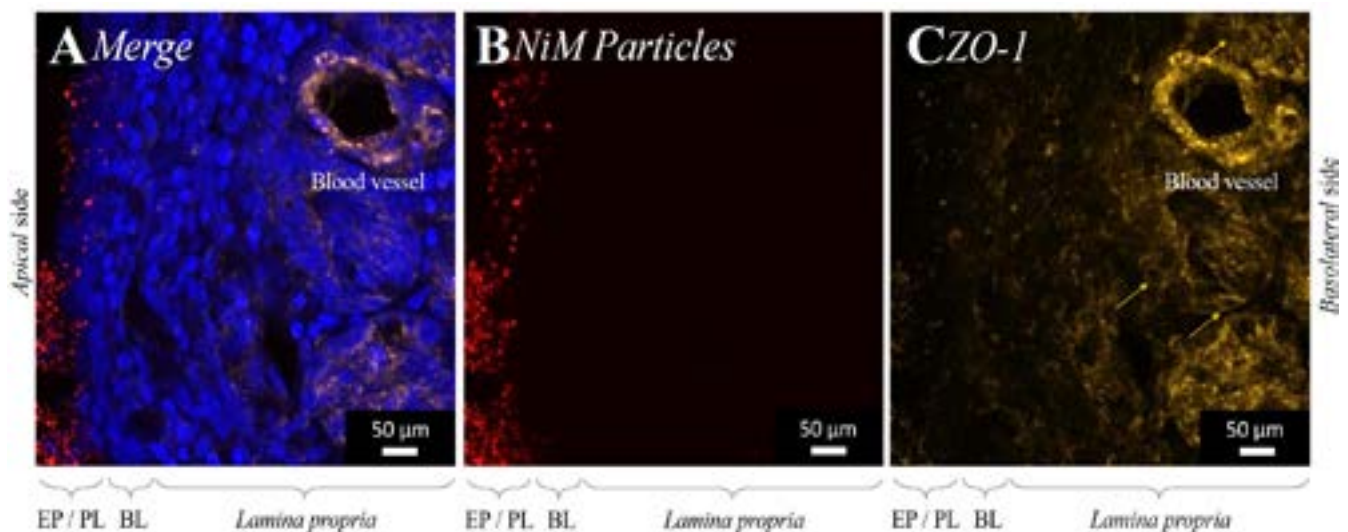
und einem passenden Applikator zum Einbringen des Gelpflasters (Patch). Die Freisetzung des im Gel-Patch enthaltenen Wirkstoffs erfolgt über einen längeren Zeitraum hinweg; der Patch löst sich schließlich auf und muss nicht wieder entfernt werden. Für eine langfristige Behandlung wird ein neuer Patch eingeführt.



Rasterelektronenmikroskopische (REM) Aufnahme von sprühtrockneten Chitosan-Partikeln, Vergrößerung 25 000 X

Formulierung des Wirkstoffs

Das Fraunhofer IGB entwickelte die finale Formulierung des klinischen Antikörpers und war an der Prozessentwicklung zum Einbringen in das Gel beteiligt. Die Wirkstoffe, monoklonale Antikörper (mAbs), wurden mittels Sprühtrocknung in Chitosan als Matrixmaterial verkapselt. Hierbei konnten wir eine hohe



Die Applikation von Chitosanpartikeln (NiM) bewirkt eine Öffnung der Tight Junctions in der Riechschleimhaut und ermöglicht einen parazellulären Transport.

Verkapselungseffizienz von bis zu 90 Prozent erreichen – unter Beibehaltung der Bioaktivität und der strukturellen Integrität des Wirkstoffs. Die Lagerstabilität der Formulierung bei Raumtemperatur beträgt bis zu vier Wochen. In Versuchen mit Schweine-Epithel konnte gezeigt werden, dass es durch den Einsatz von Chitosan als Kapselmaterial 15 Minuten nach der Ex-vivo-Applikation der Formulierung an der Riechschleimhaut von Schweinen zu einer Öffnung der Tight Junctions kommt [2]. Präklinische Proof-of-Concept-Studien in Mini-Schweinen zeigten ein kontrolliertes Freisetzungsprofil des Patches und wiesen die Bioverfügbarkeit im ZNS nach.

Ausblick

Grundlegende Forschungsarbeiten gehen, auch über dieses konkrete Projekt hinaus, im Rahmen des vom Fraunhofer IGB koordinierten Marie-Sklodowska-Curie-Netzwerks Bio2Brain weiter. An diesem Netzwerk sind Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler aus aller Welt beteiligt.

Das Fraunhofer IGB hat hier eine Formulierung mit hoher Verkapselungseffizienz entwickelt, die lagerstabil bei Raumtemperatur ist und deren Produktion in den industriellen Maßstab übertragen werden kann. Diese stellt ein vielversprechendes neues System zur Verbesserung der Formulierung von Biologika und der damit verbundenen therapeutischen Herausforderungen dar und könnte in Zukunft (mit und ohne Gel-Patch) als potenzielle Plattformtechnologie für andere Erkrankungen des ZNS eingesetzt werden – etwa zur Therapie von Schlaganfällen und Alzheimer – oder auch spezifischen Krebserkrankungen.



Kontakt

Dr. Carmen Gruber-Traub
Tel. +49 711 970-4034
carmen.gruber-traub@
igb.fraunhofer.de

► www.igb.fraunhofer.de/n2b-patch



Zusammenarbeit mit Innovationspartner eröffnet neue Horizonte



Dr. Nazende Günday-Türel
MyBiotech GmbH, CTO

Meine erste Begegnung mit dem Fraunhofer IGB war im Rahmen des Forschungsprojekts N2B-Patch. Unser Ziel war die Entwicklung einer intranasalen Applikationsplattform für Biopharmazeutika als innovative galenische Formulierung zur Therapie von Multipler Sklerose. Jetzt sind wir gemeinsame Partner im Bio2Brain-Netzwerk, das junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler über ein Forschungs- und Ausbildungsprogramm in der Entwicklung neuartiger Technologien ausbildet, um Biopharmazeutika effizient intranasal zum Gehirn zu transportieren.

Die Kooperation mit dem Fraunhofer IGB bedeutet für mich, mit sehr netten Kolleginnen und Kollegen vertrauensvoll und unkompliziert zusammenzuarbeiten – in einem zugleich sehr professionellen Umfeld. Das Fraunhofer IGB ist damit für uns ein verlässlicher Partner für anwendungsorientierte Innovationskooperationen. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit ermöglicht es uns, auch bei weiteren FuE- und Innovationsthemen, die man nicht als Solist bewältigen kann, gemeinsame Kooperationen anzupeilen. Damit bietet die Zusammenarbeit auch Möglichkeiten für weitere Aufträge, die zu neuen Horizonten führen können.«

Nanogel-Biosensoren für schnelle und sichere Pathogendiagnostik

Wer kennt es nicht? Der Hals kratzt, Schlappheitsgefühl macht sich breit. Hat man sich mit Corona infiziert? Über Antigen-Schnelltests kann man dies zuhause schnell überprüfen – die Genauigkeit dieser Tests lässt jedoch zu wünschen übrig. Viele Infektionen bleiben unerkannt, auch kann es zu fehlerhaften Positiv-Ergebnissen kommen. Für einen sicheren Nachweis ist ein PCR-Test unerlässlich, allerdings ist dieser sowohl deutlich teurer als auch langwieriger.

Schnelle und sichere Ergebnisse

Ein Verbund aus Forscherinnen und Forschern des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie IPT, des Fraunhofer-Instituts für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB sowie des Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation CMI in Boston (USA) möchte das nun ändern. Die drei Institute entwickeln zusammen den Pathogen Analyzer SECURIGEL (Abb. unten links) und verbinden damit die Vorteile von Antigen- und PCR-Tests: Schnelligkeit und Genauigkeit.

Amplifikation bei konstanter Temperatur

Um das Erbgut zu vervielfältigen, nutzen die Institute ein anderes Verfahren als beim PCR-Test. So liegt das Ergebnis nun bereits

nach ca. 30 Minuten vor. Das Herzstück der Technologie ist die Verkapselung und On-Chip-Speicherung einer erregerspezifischen Diagnostik mittels RT-LAMP (reverse transcription loop-mediated isothermal amplification) in einem patentierten, druckbaren Hydrogel (Abb. unten rechts und oben rechts). Die Reaktion zur Amplifikation der Virus-RNA findet bei einer konstanten Temperatur von 62 °C statt – das in der PCR nötige Aufheizen und Abkühlen der Probenflüssigkeit entfällt.

Multiplexing durch Hydrogel

Dazu haben wir am Fraunhofer IGB und am Fraunhofer CMI auf einem Testchip, der ähnlich groß ist wie ein Antigen-Schnelltest, zahlreiche kleine Hydrogel-Tropfen aufgedruckt (Abb. unten Mitte). Diese Biogel-Nanosensoren sind in 1500 einzelnen 500 pL-Spots angeordnet, mit jeweils 500 zusätzlichen Spots für gleichzeitige Positiv- und Negativkontrollen, was die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Ergebnisse erhöht. Das Hydrogel wurde am Fraunhofer IGB für die Haftung der Tropfen auf der Chipoberfläche und die Reaktion für ein korrektes Testergebnis optimiert. Unser Hydrogel (Abb. unten rechts und oben rechts) zeichnet sich demnach durch fünf Merkmale aus: Möglichkeit zum räumlichen Multiplexing, niedrigere Nachweisgrenzen, On-Chip-Speicherung der Reagenzien, längere Haltbarkeit und Skalierbarkeit.

links:

Teststation zum Auslesen der Chips, © Fraunhofer IPT

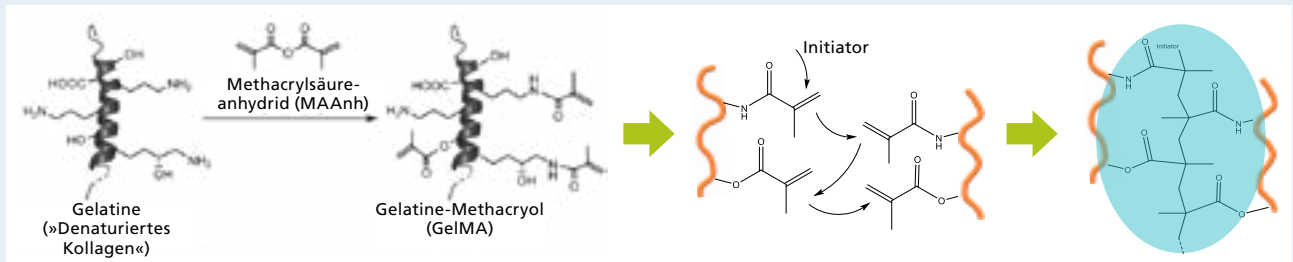
Mitte:

CAD-Zeichnung eines Testchips, © Fraunhofer IPT

rechts:

Hydrogel





Schematische Zeichnung des Hydrogels

Der entscheidende Vorteil unseres Ansatzes ist eine vereinfachte Probenvorbereitung und Diskretisierung – also die Gewinnung von endlich vielen (»diskreten«) Daten aus einem kontinuierlichen Informationsfluss – von RT-LAMP, um falsch-positive Ergebnisse deutlich zu reduzieren.

Paralleler Nachweis mehrerer Pathogene

Ein solcher Multiplexing-Ansatz erhöht zum einen die Verlässlichkeit, zum anderen ermöglicht er es, bis zu zwölf verschiedene Virenarten gleichzeitig mit einer Probennahme und einem Chip nachzuweisen. Da wir das System als Baukastensystem entwickelt haben, lässt es sich schnell an neue Pathogene und damit neue Situationen anpassen.

► www.igb.fraunhofer.de/omnitest



Kontakt

Dr. Achim Weber
Tel. +49 711 970-4022
achim.weber@
igb.fraunhofer.de

Nachhaltige Chemie

Entwicklung, Skalierung und Optimierung von Verfahren zur Herstellung nachhaltiger Chemikalien, Kraftstoffe und Materialien aus biogenen Roh-/Reststoffen oder CO₂



Steigende Umweltauflagen, internationale Wettbewerbsfähigkeit oder politische Entscheidungen sind Faktoren, die die chemische Industrie und ihre nachgelagerten Industriezweige zur ständigen Verbesserung ihrer Produktionsprozesse treiben. Das Geschäftsfeld Nachhaltige Chemie bietet Lösungen für eine ökonomische und gleichzeitig ökologischere Wirtschaftsweise nach dem Modell der Circular Economy. Kernziel sind energie- und stoffeffiziente Synthesen, ausgehend von nachwachsenden Rohstoffen, biogenen Reststoffen oder Kohlenstoffdioxid, gekoppelt mit intelligenten Lösungen zur Aufarbeitung der Produkte. Ergänzt um die bioinspirierte Herstellung neuer polymerer Materialien, der Funktionalisierung mittels unterschiedlicher Technologien und der werkstofflichen und biologischen Charakterisierung lassen sich komplette Wertschöpfungskreisläufe bis in den Pilotmaßstab demonstrieren.

Das Fraunhofer IGB ist aktiv in der Entwicklung von

- Verfahren zur Vorbehandlung und Fraktionierung von Rohstoffen,
- Verfahren der industriellen Biotechnologie zur selektiven Stoffumwandlung mit enzymatischen oder fermentativen Prozessen,
- chemokatalytischen, elektrochemischen und elektrobiokatalytischen Prozessen und deren Kopplung mit biotechnologischen Prozessen,
- Power-to-X-to-Y-Kaskadenprozessen zur Nutzung regenerativ erzeugter Redoxäquivalente für Syntheseprozesse,
- bioinspirierten Syntheserouten zur Herstellung von Fein- und Spezialchemikalien, Polymeren sowie Funktionsmaterialien,
- Membranen zur effizienten Gastrennung, z. B. zur CO₂-Abscheidung und -speicherung oder für Membranreaktoren (z. B. Syngas-Produktion) sowie
- maßgeschneiderten dünnen Schichten oder definierten Funktionen an Oberflächen.

Das Fraunhofer IGB begleitet die Transformation der Prozessindustrie, gerade im Industriezweig Chemie, und liefert Beiträge zu allen vier Bereichen der Bioökonomie: Lebensmittel, Futtermittel, nachhaltige chemische Produkte und Bioenergie (siehe Geschäftsfeld Umwelt und Klimaschutz).

Zielmärkte

Das Institut ist Partner für alle Industriezweige, die chemische Stoffe oder Polymere herstellen, verarbeiten oder anwenden sowie für Planungsbüros und den Maschinen- und Anlagenbau. Der Schwerpunkt liegt auf:

Fein- und Spezialchemikalien

Generell bietet die industrielle Biotechnologie in diesem Segment Zugang zu vielen unterschiedlichen Stoffgruppen. Im Institut besteht eine seit Jahrzehnten aufgebaute Expertise zur Identifikation, Modifikation und Kultivierung von Mikroorganismen oder dem Einsatz von Enzymen, welche – gekoppelt mit dem Know-how und Technologien aus der Grenzflächenverfahrenstechnik – neue Produkte und Anwendungen ermöglichen. Beispiele hierfür sind oberflächenaktive Substanzen wie Tenside oder biobasierte Beschichtungssysteme. Spezielles Wissen ist ebenfalls für die Synthese, das Downstream Processing und die Charakterisierung von Stoffen und Materialien vorhanden, für die eine Wechselwirkung mit biologischen Systemen essenziell ist. Additive für die Landwirtschaft, etwa Pflanzenstärkungsmittel aus Mikroalgen, die das Zellwachstum von Agrarkulturen beeinflussen, sind hier ein gutes Beispiel.



Biopolymere und biobasierte Polymere

Weitere Beispiele sind Biopolymere als Verpackungsmaterial für Lebensmittel oder im Bereich der Medizinprodukte (siehe Geschäftsfeld Gesundheit). Durch Beschichtungen oder besondere Funktionalitäten der biobasierten Monomere werden neue Eigenschaften erreicht. Dies zeigen vom Fraunhofer IGB entwickelte transparente Caramide aus Terpenen eindrucksvoll. Ausgehend von nachwachsenden Rohstoffen wie Zuckern, pflanzlichen und tierischen Lipiden oder Chitin haben wir Synthesewege von Monomeren für die Kunststoffherstellung aufgezeigt, etwa von kurz- und langkettigen Dicarbonsäuren und Fettsäureepoxiden. Die fraktionierte Aufbereitung von pflanzlichen Roh- und Reststoffen ist eine weitere Möglichkeit, das Synthesepotenzial der Natur zu nutzen. Am Fraunhofer IGB werden diese Methoden (weiter-)entwickelt und im Bedarfsfall mit nachgeschalteten Konditionierungs- und Funktionalisierungsprozessen kombiniert.

Inhaltsstoffe für Lebens- und Futtermittel

Neue Extraktions- und Fermentationsverfahren bieten Zugang zu einer Vielzahl von Produkten für die Lebensmittel- und Futtermittelindustrie aus bisher ungenügend erschlossenen Ressourcen. Hierzu zählen beispielsweise alternative Proteine aus Pflanzen, Insekten oder Mikroalgen, aber auch (modifizierte) Kohlenhydrate. Ebenso können funktionelle Inhaltsstoffe aus Mikroorganismen, Mikroalgen oder über neue Aufarbeitungstechnologien aus (Koppel-)Produkten der Agrar- und Lebensmittelproduktion gewonnen werden. Aufgrund ihrer antioxidativen, immunstimulierenden oder antimikrobiellen Eigenschaften eignen sie sich für den Einsatz in Futtermitteln oder als Nahrungsergänzungsmittel. Hierzu entwickeln wir Kultivierungsverfahren sowie produktschonende Trennverfahren, beispielsweise zur Extraktion und Aufreinigung.

Technologien zur stofflichen Nutzung von CO₂

Durch die Verfügbarkeit regenerativer Elektroenergie verschmelzen zukünftig die Sektoren Chemie und Energie immer stärker, da die für Syntheseprozesse auf Basis von CO₂ benötigten Redoxäquivalente in Power-to-X-Verfahren genutzt werden können. Entwicklungen zu elektrochemischen Katalysatoren, Elektrodenmaterialien, Ionermembranen und letztendlich ganzen Systemen finden am Institut ebenso statt wie die Kopplung dieser Technologien mit nachgeschalteten Syntheseverfahren. So lassen sich elegant komplexe Molekülstrukturen über biotechnologische Verfahren aus den elektrochemisch erzeugten C1-Derivaten Methanol, Ameisensäure oder Formaldehyd erzeugen. Im erfolgreich durchgeführten EU-Projekt Celbicon und dem laufenden Fraunhofer-Leitprojekt ShaPID konnten diese Ansätze zu dem am Institut definierten Power-to-X-to-Y-Konzept bereits erfolgreich demonstriert werden.

► www.igb.fraunhofer.de/nachhaltige-chemie



Kontakt

Dr. Christine Rasche
Tel. +49 3461 43-9103
christine.rasche@
igb.fraunhofer.de

Pflanzliche Proteine aus Raps

Raps ist ein begehrter Rohstoff: Das hochwertige Rapsöl gilt als das beliebteste Öl der Deutschen und die bei der Ölgewinnung verbleibenden proteinreichen Rückstände werden teilweise als Futtermittel eingesetzt. Das Verfahren zur Aufbereitung von Raps nutzt jedoch hohe Drücke und Temperaturen, welche zu einer Denaturierung der Proteine führen, als auch umweltbelastende und teilweise toxische Chemikalien, wie Hexan und Siedegrenzbenzine, für die Extraktion des Rapsöls. Daher ist das Wertschöpfungspotenzial dieses Verfahrens nahezu erschöpft.



Schälanlage

Pilotanlage für mildes EthaNu-Verfahren

Als alternativer Ansatz gilt das milde EthaNu-Verfahren, das bei Umgebungsdruck und maximalen Temperaturen von 70°C betrieben wird, Ethanol anstelle von Hexan oder Benzinen verwendet und geschälte Rapssaat

verarbeitet. In dem vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) geförderten Projekt EthaNu haben insgesamt elf Partner unter der gemeinsamen Koordination durch das Fraunhofer CBP und die B+B Engineering GmbH an dem neuartigen Prozess gearbeitet. Weiter waren am Projekt das Fraunhofer-Institut für Grenzflächen und Bioverfahrenstechnik, das Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung, das Forschungsinstitut Futtermitteltechnik der IFF, das Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion des Karlsruher Instituts für Technologie, die C. Thywissen GmbH, die AVA Anhaltinische Verfahrens- und Anlagentechnik GmbH, die MICCRA GmbH, die VetterTec GmbH und die tti Magdeburg GmbH beteiligt. Zum Abschluss des Projekts 2022 wurde für dieses Verfahren am Fraunhofer CBP in Leuna eine Pilotanlage, bestehend aus einer Schäl- und einer Extraktionsanlage, errichtet und in Betrieb genommen.

EthaNu: Verbesserte Ölqualität, wertvolle Nebenprodukte

Es konnte gezeigt werden, dass das Öl im EthaNu-Verfahren aus der Rapssaat verdrängt wird, anstatt, wie eigentlich üblich, extrahiert zu werden. Folglich weist das so gewonnene Rapsöl eine höhere Qualität als konventionell gewonnenes auf. Zudem ist das Rapskernkonzentrat reich an nährstoffreichen Proteinen und beinhaltet signifikant weniger Schalen. Die Schalenfraktion ist ein zusätzliches Produkt, das zum Beispiel für die Herstellung von Dämmstoffen genutzt werden kann. Des Weiteren werden in Ethanol wertvolle Moleküle wie Sinapinsäure oder Phospholipide gelöst, die in der Kosmetik oder Pharmazie eingesetzt werden. Strategien, diese zu trennen und aufzuarbeiten, sind Gegenstand aktueller Forschungsarbeiten.

Rapskernkonzentrat mit nativen Proteinen

Durch die milden Prozessbedingungen des EthaNu-Verfahrens entsteht ein Rapskernkonzentrat, das reich an hochwertigen, nicht-denaturierten Proteinen ist. Wie dieses als Proteinquelle zur Herstellung von Nahrungsmitteln nutzbar gemacht werden kann, erforschen wir mit Partnern in dem jüngst gestarteten und von der EU geförderten Projekt Like-A-Pro.



Dispergier- und Vorlagetanks für Rapsaufschluss und Konditionierung



Dekanter für die Abtrennung der Feinst- und Schwebstoffe

Im Zuge des Projekts soll die EthaN^a-Anlage bezüglich der Ölseparation weiter optimiert, die Größe der Rapsamen mit der Menge freigesetzten Öls korreliert und ein Gegenstromverfahren für die Ethanolextraktion etabliert werden.

Zudem führen wir derzeit Gespräche mit möglichen Kooperationspartnern aus Wissenschaft und Industrie, um vor allem die Verarbeitung

neuer Rohstoffe in der EthaN^a-Anlage zu erforschen. Als vielversprechende Kandidaten zählen hier Sonnenblumenkerne, Bucheckern oder Reststoffe wie Kaffeesatz oder Hanfsamen.

- ▶ www.cbp.fraunhofer.de/ethana
- ▶ www.cbp.fraunhofer.de/like-a-pro

Kontakt

Dr. Robert Hartmann
Tel. +49 3461 43-9111
robert.hartmann@
igb.fraunhofer.de



CBP als Forschungspartner für den Transfer neuer Verfahren in die Industrie

Der Transfer neuer, innovativer Verfahren in die Industrie, wie die Raffination pflanzlicher Öle und Fette, ist eine Herausforderung. Daher ist es für Kleinunternehmen wie B+B Engineering besonders produktiv, mit Forschungspartnern wie dem Fraunhofer IGB zu kooperieren. Wir arbeiten bereits seit 2013 mit dem IGB in Stuttgart zusammen an der Gewinnung von bioaktiven Minorkomponenten aus Pflanzenöl. Aus dieser lösungsorientierten Kooperation entsprang ein weiteres gemeinsames Projekt. Wenn kreative, engagierte Menschen zusammenarbeiten, entstehen fortschrittliche Ansätze für bereits etablierte Prozesse. So reifte vor einigen Jahren beim gemeinsamen Abendessen während des Tutzing-Symposiums die Idee der EthaN^a-Anlage auf einer Serviette. Mittlerweile wurde die Idee zur milden ethanolschen Extraktion von Ölsaaten dank der guten Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer CBP weiterentwickelt und eine Pilotanlage aufgebaut. So können die pflanzenbasierte Bio Raffinerie vorangetrieben, bisherige Grenzen hinsichtlich Nachhaltigkeit überwunden und Innovationen etabliert werden.«



Dr. Jeannette Hollien
B+B Engineering GmbH, Geschäftsführerin

Holz als Rohstoff für pharmazeutische Produkte

Ein vom Projektpartner HV-Polysaccharides GmbH & Co.KG entwickeltes hydrothermales Verfahren zur wässrigen Extraktion von Buchenholz ermöglicht durch spezielle Prozessführung die Gewinnung des Polysaccharids Xylan in einer bisher nicht verfügbaren Qualität, sodass es sich als Grundstoff für pharmazeutische Wirkstoffe eignet.

Vom Gramm zum Kilogramm

Um Buchenholz ganzheitlich stofflich zu nutzen, wurde im Projekt XyloSolv die wässrige Xylan-Extraktion mit dem ethanolischen Organosolv-Aufschluss gekoppelt, der neben Faserstoff ein hochreines Lignin liefert.

In den Pilotanlagen des Fraunhofer CBP wurde die sequenzielle Extraktion erstmals umgesetzt. Einzelne Verfahrensschritte wurden optimiert, sodass die Produkte ohne Qualitätsschwankungen und mit hohen Ausbeuten hergestellt werden können. Das in Zusammenarbeit von allen Partnern entwickelte und optimierte Extraktionsverfahren ist ressourceneffizient und umweltfreundlich. Analysen zeigten, dass neben dem Produkt Xylan auch das Organosolv-Lignin in hochreiner Form

vorliegt und somit für den Einsatz in pharmazeutischen, kosmetischen oder Lebensmittelprodukten geeignet ist.

Vom Kilogramm zur Tonne

Begleitend wurde das Gesamtverfahren vom Projektpartner Glatt Ingenieurtechnik GmbH hinsichtlich seiner technischen Umsetzbarkeit evaluiert und ausgehend von dieser Evaluation ein Konzept für eine Produktionsanlage erstellt. Die anschließende techno-ökonomische Bewertung zeigte, dass die Produktionskosten für Xylan im Bereich der aktuellen Marktpreise für pharmazeutisches Xylan liegen.

Für Organosolv-Lignin sind die Produktionskosten im geplanten Tonnen-Maßstab relativ hoch, sodass dieses nicht für Materialanwendungen in Frage kommt. Eine Möglichkeit ist der Einsatz in hochwertigen pharmazeutischen oder kosmetischen Produkten, in denen die hohe Reinheit des Lignins auch den hohen Preis rechtfertigt. Da Lignin bisher noch nicht in großen Mengen in pharmazeutischen oder kosmetischen Anwendungen eingesetzt wird, soll in zukünftigen Projekten diese Verwertungsoption in Zusammenarbeit mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie untersucht werden.

links:

Gewinnung von Xylan im Labor

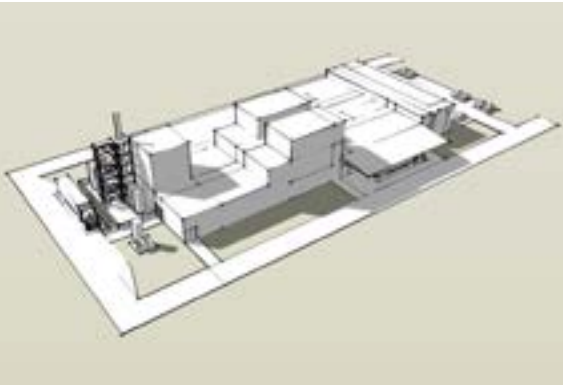
rechts:

In der Pilotanlage des Fraunhofer CBP können pro Charge bis zu 90 Kilogramm Holz verarbeitet und mehrere Kilogramm Xylan gewonnen werden.



Kontakt

Dr. Ireen Gebauer
Tel. +49 3461 43-9133
ireen.gebauer@
igb.fraunhofer.de



So könnte die Produktionsanlage aussehen.

Ungeachtet dessen strebt die HV-Polysaccharides GmbH & Co. KG die Umsetzung wesentlicher Ergebnisse der Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer CBP in einer kommerziellen Xylan-Produktionsanlage an, welche 2025 den Betrieb aufnehmen soll.

► www.cbp.fraunhofer.de/xylosolv



Dr. Holger Wondraczek
HV-Polysaccharides GmbH &
Co. KG, Geschäftsführer



Prozessentwicklung auf solidem Fundament – mit dem Fraunhofer CBP

HV-Polysaccharides vertreibt maßgeschneiderte Polysaccharide für pharmazeutische Anwendungen und hat u. a. ein Extraktionsverfahren für Xylan aus Buchenholz konzipiert, das die präzise Eistellung der für Pharmanwendungen notwendigen Eigenschaften ermöglicht und gleichzeitig auf den Einsatz von sonst üblichen Chemikalien verzichtet. Wir haben von Beginn an nach Partnern gesucht, die uns bei der Entwicklung unseres Verfahrens hin zu einer größeren techno-ökonomischen Reife unterstützen können. Hierzu sind wir mit Dr. Christine Rasche und Dr. Moritz Leschinsky (jetzt bei UPM Biochemicals) vom Fraunhofer CBP in Kontakt gekommen und haben unser Verfahren an den Anlagen des CBP pilotiert, um eine über den Labormaßstab hinaus gehende Produktmenge zu erzeugen und Erfahrungen zur Maßstabsvergrößerung zu gewinnen.

Aus der vertrauensvollen und unkomplizierten Zusammenarbeit ergab sich relativ schnell die Idee, unser Verfahren zur Xylan-Extraktion mit dem am CBP entwickelten Organosolv-Aufschluss zu koppeln. Um die gesamte Komplexität einer solchen Prozessentwicklung abzubilden, wurde die Firma Glatt Ingenieurtechnik aus Weimar/Dresden einbezogen. Dieses Konsortium hat mit Förderung durch die Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe erfolgreich das XyloSolv-Verfahren entwickelt, welches eine ganzheitliche Nutzung der Hauptbestandteile von Buchenholz ermöglicht.

Aufbauend auf den Ergebnissen unserer Kooperation planen wir nun die Verwirklichung unserer eigenen Anlagen zum Biomasseaufschluss und hoffen, 2025 die Produktion aufnehmen zu können. Sollten sich in Zukunft neue Ideen für eine Entwicklung in diesem oder einem ähnlichen Bereich ergeben, wäre das CBP definitiv mein erster Anlaufpunkt, um ein solches Projekt auszugestalten.«

Kombination der basenkatalysierten und oxidativen Depolymerisation von Lignin – KoBaOx



Spaltlösung nach basenkatalytischer Depolymerisation

Lignin ist die einzige nachwachsende Rohstoffquelle, aus welcher große Mengen an aromatischen Molekülen gewonnen werden könnten, die beispielsweise für die Herstellung vieler Plattformchemikalien und Werkstoffe essenziell sind. Grundsätzlich gelten die Heterogenität, die hohe Molmasse und die geringe Funktionalität des Lignins aus dem Kraft-Prozess, welcher zur Herstellung von Papierzellstoff genutzt wird, als wesentliches Hindernis für viele Anwendungen. Die Spaltung des Ligninmoleküls mittels basenkatalytischer (BCD) oder oxidativer Depolymerisation stellt eine Möglichkeit dar, diese Einschränkungen zu überwinden: Je nach Prozessführung können dadurch die Molmasse und Heterogenität reduziert sowie neue Funktionalitäten generiert werden.

Basenkatalytische Depolymerisation senkt Heterogenität, Oxidation erhöht Funktionalität

Bei der BCD wird das Lignin zu phenolischen Monomeren, Oligomeren und Nebenprodukten depolymerisiert. Mit einer kontinuierlichen BCD, wie sie am Fraunhofer CBP verfügbar ist, lassen sich beispielsweise Gewichts- und Zahlenmittel von kommerziellem Kraftlignin um ca. 70 Prozent bzw. 50 Prozent reduzieren. Im Gegensatz dazu lassen sich Gewichts- und Zahlenmittel von Kraftlignin mit einer Oxidation nur geringfügig herabsenken, da hier oftmals nur die Seitenketten des Lignins oxidiert werden. Dafür ermöglicht die Oxidation jedoch die Einführung hochreaktiver Carboxylgruppen.

Vorteile beider Verfahren vereinen

Das Ziel von KoBaOx ist daher, die basenkatalytische Lignindepolymerisation (BCD) sequenziell mit der alkalischen Oxidation mit Wasserstoffperoxid zu kombinieren. So lassen sich neuartige carboxylierte Ligninderivate herstellen, die in verschiedenen Applikationen – wie beispielsweise in thermoplastischen Kunststoffen – Anwendung finden können. Dabei werden zwei Syntheserouten verfolgt: i) Oxidation des Lignins und anschließende basenkatalysierte Depolymerisation. ii) Als Alternative erfolgt die Umsetzung vice versa. Beide Möglichkeiten bringen prozess-technische Vor- und Nachteile mit sich, die in der Studie miteinander verglichen werden sollen.

Die Kopplung beider Prozesse (oxidative sowie basenkatalysierte Depolymerisation von Lignin) führt beispielsweise zur Einsparung sonst notwendiger Aufarbeitungsschritte der erhaltenen Spaltlösungen. Weiterhin sollen mittels Membrantechnik ebenfalls Aufarbeitungsschritte sowie Chemikalien eingespart werden. Die neuartigen carboxylierten Ligninderivate mit geringer Molmasse könnten eine Verbesserung der Wasserlöslichkeit aufweisen, wodurch die Applikation in Filmen begünstigt werden kann. Werden diese Ziele erreicht, steht der Bioökonomie ein neuer Weg für hochwertige Produkte offen.

Kontakt

Dr. Kerstin Thiele
Tel. +49 3461 43-9127
kerstin.thiele@
igb.fraunhofer.de

► www.cbp.fraunhofer.de/kobaox

SynLink – Synthese von Kraftstoffen für mobile Anwendungen

Gegenstand des Verbundprojekts SynLink ist die Herstellung erneuerbarer Kraftstoffe wie Methanol oder langkettiger Kohlenwasserstoffe. Hierbei wird technisch sowie ökonomisch die gesamte Wertschöpfungskette betrachtet – von der Synthesegasherstellung mittels erneuerbarer Elektroenergie und Kohlenstoffdioxid und der anschließenden chemokatalytischen Umwandlung zu Kraftstoffen bis zu Anwendungstests in Pkw und Lkw – und im Technologie-Reifegrad (TRL) 5–6 demonstriert. Aufgabe des Fraunhofer CBP im Projekt war die Durchführung von Langzeitversuchen zur Herstellung von Methanol im Pilotmaßstab mit TRL 5–6.

Methanolherstellung aus Synthesegas

Nach dem Engineering und Aufbau einer Methanolanlage im Labormaßstab am CBP wurde unter Verwendung eines industriellen Katalysators die Temperatur (250–270 °C), der Druck (50–90 barü) und die Raumgeschwindigkeit (gas hourly space velocity, GHSV; 8000–30 000 h⁻¹) variiert, um die optimalen Prozessparameter zu ermitteln.

Hierbei wurde das Synthesegas über einen Strömungsrohrreaktor mit einem industriellen Katalysator zu einem Methanol-Wasser-Gemisch umgesetzt. Nicht umgesetztes Synthesegas wurde in einem Abscheider separiert und dem Eduktstrom wieder zugeführt. Unter Variation der Prozessparameter wurden deren Einfluss auf den Umsatz betrachtet, Langzeittests hinsichtlich der Katalysatorstabilität durchgeführt sowie die experimentellen Ergebnisse mit den prozessbegleitenden Simulationen verglichen.

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass durch eine Erhöhung des Drucks der Umsatz um bis zu 44 Prozent gesteigert werden konnte. Ein Anstieg der GHSV dagegen führte zu einer Verringerung des Umsatzes. Dies lässt sich mit einer kürzeren Kontaktzeit am Katalysator begründen. Ein Einfluss der Temperatur auf den Umsatz konnte im untersuchten Temperaturbereich nicht festgestellt werden. Die Ergebnisse aus den Simulationen waren mit denen der Experimente im Labormaßstab vergleichbar.



Upstream-Rack der Pilotanlage zur Methanolsynthese aus Synthesegas

Pilotierung des Methanolprozesses

Nach der Etablierung der Methanolsynthese im Labormaßstab wurde eine Pilotanlage im Technikumsmaßstab auf den Methanolprozess umgerüstet und in Betrieb genommen. Es erfolgte die Skalierung des Betriebspunkts mit dem höchsten Umsatz und ein Langzeitbetrieb mit anschließender Rektifikation des Methanol-Wasser-Gemisches. Umsatz und Reinheit des in der Pilotanlage hergestellten Methanols entsprachen denen im Laborversuch.

Für die anschließenden Pkw- und Lkw-Applikationstests kam das aus Synthesegas hergestellte Methanol sowohl als Blend als auch in Reinform als Kraftstoff zum Einsatz. Da bislang keine Norm für die Verwendung von Methanol als Kraftstoff vorliegt, wurden mögliche Anforderungen an das Produkt in Anlehnung an die DIN 51625 »Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge – Ethanolkraftstoff – Anforderungen und Prüfverfahren« definiert.

Methanolsynthese im Kundenauftrag

Mit dem erfolgreichen Abschluss des Projekts hat das Fraunhofer CBP die Kompetenzen, Methanolsynthesen für interessierte Unternehmen und Organisationen im Labor- als auch im Pilotmaßstab durchzuführen.

► www.cbp.fraunhofer.de/synlink

Kontakt

Robert Röver M. Eng.
Tel. +49 3461 43-9125
robert.roever@
igb.fraunhofer.de

Dr. Ulrike Junghans
Tel. +49 3461 43-9128
ulrike.junghans@
igb.fraunhofer.de



oben:
Im Projekt FuTuReS wurde untersucht, unter welchen Bedingungen und für welche Zwecke sich die Algenkultivierung in Photobioreaktoren lohnt.

unten:
Für die Herstellung des Carotinoids Fucoxanthin mit der Kieselalge *Phaeodactylum tricornerutum* rechnet sich die Algenkultivierung mit künstlicher LED-Beleuchtung.



Kontakt

Konstantin Frick M. Sc.
Tel. +49 711 970-4074
konstantin.frick@
igb.fraunhofer.de

Ökonomische und ökologische Betrachtung der Mikroalgenkultivierung – FuTuReS

Mikroalgen können in geschlossenen Kultivierungssystemen gezüchtet werden, sogenannten Photobioreaktoren. Für ihr Wachstum benötigen die Einzeller neben Licht und Kohlenstoffdioxid (CO₂) nur Nährstoffe wie Stickstoff und Phosphor. Die Biomasse von Mikroalgen kann verschiedene Wertstoffe enthalten. Welche gebildet und in welchen Konzentrationen diese hergestellt werden, hängt von den Kultivierungsbedingungen, z. B. der Nährstoffversorgung, und vor allem der Auswahl der kultivierten Mikroalgenart ab. So produzieren verschiedene Algenspezies etwa Farbstoffe, Omega-3-Fettsäuren oder Proteine, die beispielsweise für den Einsatz in der Lebensmittel- oder Kosmetikindustrie geeignet sind.

In dem vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) geförderten Verbundprojekt FuTuReS haben Forschende des Fraunhofer IGB, der Universität Hohenheim und des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) untersucht, unter welchen Bedingungen und für welche Zwecke sich die Kultivierung von Mikroalgen in Deutschland derzeit bereits lohnt.

Prozessdaten aus Mikroalgenproduktion und Wertstoffextraktion

Hierzu wurden erstmals verschiedene Kultivierungsszenarien im Pilotmaßstab miteinander verglichen: Die Algenzucht in Photobioreaktoren einerseits bei Sonnenlicht in Freilandanlagen oder Gewächshäusern und andererseits mit künstlicher Beleuchtung in geschlossenen Indoor-Anlagen. Für den Vergleich wurde die einzellige Kieselalge *Phaeodactylum tricornerutum* eingesetzt, welche sich auch unter den Bedingungen des mitteleuropäischen Klimas gut züchten lässt. Der Fokus der Untersuchungen richtete sich auf die Produktion des Farbstoffs Fucoxanthin, von Eicosapentaensäure (eine Omega-3-Fettsäure, kurz EPA) und von Proteinen sowie die hierbei generierte Wertschöpfung.

Höherer Biomasse-Ertrag bei künstlicher Beleuchtung

Die generierten Prozessdaten der Kultivierungsprozesse flossen in eine technoökonomische und eine Lebenszyklusanalyse ein, durchgeführt an der Universität Hohenheim. Die Bilanzierungen zeigten auf, dass am Standort Deutschland die durchgehende Beleuchtung mit künstlichem Licht aus energiesparenden LEDs Vorteile gegenüber der (natürlicherweise nicht durchgehenden) Nutzung von Sonnen- bzw. Tageslicht im Freilandbetrieb hat.

Mit Blick auf die Ausbeute der dabei produzierten Wertstoffe bietet sich dagegen ein differenzierteres Bild. Es konnte gezeigt werden, dass sich die Kultivierung von Mikroalgen zur Gewinnung von hochpreisigen Produkten, wie Fucoxanthin und EPA, wirtschaftlich lohnen kann. Die darüber hinausgehende Gewinnung von Proteinen erhöht die Profitabilität allerdings nicht mehr, da Proteine global aktuell zu relativ günstigen Preisen erhältlich sind.

Kostensenkung durch Automatisierung

Die Ergebnisse aus dem Projekt flossen direkt in die weitere Arbeit der Arbeitsgruppe am Fraunhofer IGB ein: So steht weiterhin im Fokus, die Kosten der Mikroalgenkultivierung zu senken, z. B. durch Automatisierung der Prozesse oder neue Beleuchtungs- und Reaktorkonzepte. Des Weiteren suchen wir Partner, welche sich für die praktische Umsetzung der Forschungsergebnisse außerhalb des Forschungskontexts interessieren.

► www.igb.fraunhofer.de/futures

InBiRa – Die Insektenbioraffinerie: Von der Verwertung von Rest- und Abfallstoffen bis zur Herstellung chemischer Produkte

Im Projekt InBiRa wird erstmals eine Insektenbioraffinerie als Pilotanlage aufgebaut, in welcher organische Reststoffe und Abfälle in neue, technisch nutzbare Produkte umgewandelt werden. Das Projekt wird vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg und der Europäischen Union gefördert und vom Fraunhofer IGB koordiniert.

Ermöglicht wird der Ansatz der Insektenbioraffinerie durch die Larven der Schwarzen Soldatenfliege. Die Larven dieser Fliege ernähren sich von überlagerten Lebensmitteln, Bioabfällen aus Gastronomie und Biotonne und bauen diese während ihrer Entwicklung in Biomasse um. Die Insektenbiomasse ist reich an Fetten, Proteinen und Chitin, woraus neue Folgeprodukte hergestellt werden können.

Insektenbioraffinerie-Pilotanlage zur technischen Nutzung aller Fraktionen

Zunächst werden die Abfall- und Restströme so aufbereitet, dass diese von den Insektenlarven effizient verwertet werden können. Die auf den Abfall- und Reststoffen gewachsenen Insektenlarven werden im Zuge der Primärraffination in eine Fett- und Proteinfraktion aufgetrennt, wobei eine Restfraktion übrig bleibt. Für die Umwandlung der drei Fraktionen in höherwertige Produkte, die Sekundärraffination, erarbeiten die Projektpartner jeweils spezifische Verfahrensschritte.

Das Ziel ist es, eine komplette großtechnische Anlage am Fraunhofer IGB in Stuttgart zu planen und aufzubauen. In dieser sollen die jeweiligen Prozessschritte, angefangen bei der Mast der Larven über die Trennung der Fett- und Proteinfraktion und deren Raffination bis zum jeweiligen fertigen Endprodukt im Pilotmaßstab durchgeführt und evaluiert werden können.

Sekundärraffination zu Kraftstoffen, Kosmetika, Reinigungsmitteln, Kunststoffen und Pflanzendüngern

Die Fettfraktion kann nach chemischer oder enzymatischer Konversion (Sekundärraffination) zu Schmierstoffen, Kraftstoffen, Biotensiden oder Seifen für Reinigungs- und Pflegeprodukte umgesetzt werden. Der besondere Vorteil dabei ist, dass das Rohfett der Schwarzen Soldatenfliege durch seinen hohen Anteil an Laurinsäure eine ähnliche Fettsäurezusammensetzung wie Kokos- oder Palmkernöl besitzt und somit eine lokale Alternative zu tropischen Ölen bietet.

Die Proteinfraktion kann zur Herstellung von Holzklebstoffen, Bindemitteln, Papierbeschichtungen oder Verpackungsfolien verwendet werden. Hydrolysiertes Protein findet zudem in Kosmetik- oder Pflegeprodukten Anwendung.

Auch die Reststoffe, welche bei der Zucht und Aufbereitung der Insektenlarven entstehen, sollen verwertet werden. Das Restsubstrat enthält vor allem Cellulose, Insektenexkremate oder Larvenhäutungsprodukte. Es wird hinsichtlich der Vergärung zu Biogas, der Rückgewinnung von Nährstoffen zur Düngemittelherstellung und der Isolierung von Chitin bzw. Chitosan untersucht.

Marktfähigkeit und ganzheitliche Bewertung

Das Projekt InBiRa untersucht die Machbarkeit der Herstellung sowie die Marktfähigkeit verschiedener Produkte aus den raffinierten Insektenlarven der Schwarzen Soldatenfliege in enger Kooperation mit möglichen Nutzergruppen. Zudem wird der gesamte Herstellungsprozess einer umfassenden Nachhaltigkeitsbewertung und Ökobilanzierung unterzogen.



oben:
Die Schwarze Soldatenfliege, deren Larven die organische Reststoffe in Biomasse umsetzen

unten:
Extrahiertes Insektenfett



Kontakt

Dr.-Ing. Susanne Zibek
Tel. +49 711 970-4167
susanne.zibek@
igb.fraunhofer.de

► www.igb.fraunhofer.de/inbira

Trends aus der Industrie in der Bioprozess-Skalierung

Die Arbeitsgruppe Bioprozess-Skalierung am Fraunhofer CBP in Leuna leistet seit zehn Jahren wesentliche Beiträge zur Einführung neuer biotechnologischer Verfahren in der Industrie. Sie unterstützt insbesondere Start-ups sowie kleine und mittelständische Unternehmen bei der Umsetzung ihrer Projekte durch die Bereitstellung von Equipment und Know-how für die Skalierung und Optimierung von Fermentationsprozessen und den dazugehörigen Downstream-Prozessen. In diesem Rahmen wurden im Jahr 2022 insgesamt 23 Fermentationen im Auftrag von Industriekunden durchgeführt, davon vier im 1000-Liter-Maßstab und dreizehn im 10 000-Liter-Maßstab.



Pilotierungsanlage für die industrielle Biotechnologie am CBP in Leuna



Kontakt

Dr. Grzegorz Kubik
Tel. +49 711 970-4102
grzegorz.kubik@
igb.fraunhofer.de

Fraunhofer CBP – Ein international geschätzter Partner für die Optimierung und Skalierung biotechnologischer Prozesse

Wie im vergangenen Jahr lag ein besonderer Schwerpunkt der Forschungsleistung auf der Unterstützung von Start-ups, die 2022 mit rund 90 Prozent der Industrieaufträge besonders stark ausgeprägt war. Die Gruppe genießt eine breite internationale Sichtbarkeit und einen ausgezeichneten Ruf, sodass wir auch 2022 wieder insbesondere junge und hochinnovative Unternehmen aus aller Welt mit unseren Dienstleistungen unterstützen konnten. Insgesamt erbrachten wir 20 Prozent unserer Auftragsforschungsleistungen für deutsche Unternehmen, 30 Prozent für Unternehmen aus dem europäischen Ausland und 50 Prozent aus dem außereuropäischen Ausland.

Breites Produktportfolio bei Bulk- und Feinchemikalien sowie bei Proteinen

Die Projekte wurden von verschiedenen Industrien in Auftrag gegeben, wobei ein besonders großer Anteil der Auftragsforschung auf den Bereich der Feinchemikalien, insbesondere auf die fermentative Herstellung von Farbstoffen, ausgerichtet war (48 Prozent). Aber auch das Interesse an der Entwicklung fermentativer Verfahren zur Herstellung alternativer Proteine ist ungebrochen, und so haben wir auch 2022 wieder zwei Forschungsprojekte im Bereich der fermentativen Milchproteinherstellung bearbeitet. Die dritte große Säule der Projekte im Jahr 2022 war die Entwicklung und Skalierung von Verfahren zur Herstellung von Werkstoffen bzw. Monomeren für die Kunststoffindustrie.

Alles in allem blicken wir auf ein erfolgreiches und vielseitiges Jahr 2022 zurück und freuen uns einerseits auf die Fortsetzung einiger spannender Projekte, aber auch auf neue spannende Themen. Wir bedanken uns herzlich für die tolle Arbeit, die das Team geleistet hat, ohne jeden Einzelnen wäre der Beitrag, welchen wir für die biotechnologische Industrie leisten, nicht möglich.

► www.cbp.fraunhofer.de/biotechnologie

Umwandlung von CO₂ aus Kohlekraftwerken mit grünem Ammoniak in Südafrika

Als Unterzeichner des Pariser Klimaabkommens COP21 hat sich auch Südafrika verpflichtet, seine CO₂-Treibhausgasemissionen zu reduzieren. So hat das südafrikanische Ministerium für Bodenschätze und Energie in seinem »Integrierten Ressourcenplan 2019« den Ausbau erneuerbarer Energien und die Stilllegung mehrerer Kraftwerke für fossile Brennstoffe angekündigt [1].

Herausforderungen in Südafrika

Um den hohen Energiebedarf decken zu können, werden einige der Kohlekraftwerke auch nach 2030 noch eine Rolle bei der Energieversorgung spielen. Die kohlebefeuernden Anlagen der Energie-, Zement- und Papierherstellung stoßen große Mengen des Treibhausgases CO₂ aus, zugleich setzen sie gesundheitsschädliche Stickoxide (NO_x), Schwefeloxide (SO_x) und Feinstaub frei. Die Intensivierung der Landwirtschaft in den letzten zwei Jahrzehnten hat die Nachfrage nach Düngemitteln in die Höhe getrieben. Da die heimische Produktion aufgrund der veralteten Infrastruktur hinterherhinkt, importiert Südafrika aktuell über 60 Prozent der benötigten Stickstoffdünger [2].

Südafrikanisch-deutsches Programm für Klimaschutz

Mit dem Programm CoalCO₂-X™ des südafrikanischen Ministeriums für Wissenschaft und Innovation (Department of Science and Innovation, DSI), das vom deutschen Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) kofinanziert wird, will Südafrika den ökologischen Fußabdruck von Sektoren mit nur schwer reduzierbaren Emissionen vermindern. Ziel ist es, die problematischen Komponenten des Abgases aus der Kohleverbrennung als Ausgangsmaterial für eine kreislauforientierte und wertschöpfende Herstellung von Produkten zu nutzen und dadurch das Abgas zu reinigen. Hierzu wird grünes Ammoniak benötigt, das somit eine Schlüsselrolle bei der Dekarbonisierung der (Agro-)Chemie- und Energiewirtschaft einnimmt.

Rauchgas nutzbar machen

Ein erstes CoalCO₂-X™-Projekt in Südafrika, gefördert vom DSI und koordiniert von EPCM

Global Engineering, verfolgt das Ziel, die Abscheidung von CO₂, NO_x und Partikeln aus Rauchgas an einem Produktionsstandort des Zementherstellers PPC Cement im Maßstab 300 m³/h zu demonstrieren. Hierzu kommt die patentierte CPPE-Multischadstoff-CO₂-Abscheidungs- und Umwandlungstechnologie zum Einsatz. Die Prozessentwicklung zielt darauf ab, die aufgefangenen Gase in vielfältige Produkte umzuwandeln, z. B. in synthetischen Dieselkraftstoff und marktfähige Chemikalien wie Ammoniumbicarbonat, Kaliumcarbonat und Schwefelsäure. Omnia Holdings entwickelt die Formulierung der gewonnenen anorganischen Salze zu marktfähigen Düngemitteln.

Synthese von grünem Ammoniak

Auf deutscher Seite wird ein vom Fraunhofer IGB koordiniertes CoalCO₂-X™-Teilprojekt durch das BMBF gefördert. Hier liegt der Schwerpunkt auf der Pilotierung der Synthese von grünem Ammoniak mittels des Haber-Bosch-Verfahrens im Maßstab von 1 kg/h. Der hierzu benötigte grüne Wasserstoff wird elektrolytisch in den Anlagen von HySA (Hydrogen South Africa) erzeugt. Neben der technischen Entwicklung und der Optimierung des Prozesses für den intermittierenden Betrieb soll eine Wirtschaftlichkeitsbewertung die Skalierung der Ammoniaksynthese unterstützen. Ammoniak wird mit der aus dem Rauchgas gewonnenen Schwefelsäure zu Ammoniumsulfat weiterverarbeitet, einer marktfähigen Basischemikalie und wertvollem Düngemittel. Grüner Wasserstoff und grünes Ammoniak stellen somit wichtige Bindeglieder zwischen den im Rahmen des Programms entwickelten Technologien dar.

Industriepartner für Skalierung gesucht

Weitere Phasen des CoalCO₂-X™-Programms dienen der Skalierung dieser Technologien, für die sowohl in Südafrika als auch in Deutschland interessierte Industriepartner gesucht werden. Auf diese Weise soll es der stark von der Kohle abhängigen südafrikanischen Wirtschaft ermöglicht werden, den Energieträger Kohle als Brückentechnologie bis zum vollständigen Umstieg auf eine erneuerbare Energie- und Rohstoffbasis auf möglichst umweltverträgliche Weise zu nutzen.

► www.igb.fraunhofer.de/coalco2x



oben:
An der Screeningstation wird die Synthese von grünem Ammoniak unter verschiedenen Parametern getestet und optimiert.

unten:
Pilotanlage der luxemburgischen Firma Carbon Process Plant and Engineering zur kombinierten Abgasreinigung, Kohlenstoffabscheidung und -konversion beim PPC Dwaalboom Zementwerk in Südafrika

Kontakt

Dr. Lénárd-István Csepei
Tel. +49 9421 9380-1003
lenard-istvan.csepei@
igb.fraunhofer.de

Tape2Grape – Biobasiertes, biologisch abbaubares Veredelungsband für den Obst- und Landbau

Im kommerziellen Obst- und Landbau spielt die Veredelung von Gehölzen eine wichtige Rolle. Für den Veredelungsprozess werden häufig Veredelungsbänder verwendet, um die »offene Wunde« am Baum zu verschließen und das Verwachsen zu fördern. Verfügbare Veredelungsbänder sind als Verbrauchsmaterialien überwiegend aus petrochemischen Rohstoffen hergestellt, landen als Plastik im Boden und sind nicht oder nur sehr langsam bioabbaubar. Tape2Grape stellt hier eine umweltfreundliche Alternative dar. Es ist zum einen biobasiert und zum anderen biologisch abbaubar und verschmutzt somit die Umwelt nicht.

Funktionale Alternative zu kommerziellen Veredelungsbändern

Durch gezielte Auswahl der eingesetzten Basispolymere und Inhaltsstoffe erzeugen wir am Fraunhofer IGB in einem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekt ein multifunktionales,

biobasiertes und biologisch abbaubares Veredelungsband. Ziel ist es, die mechanischen und pflanzenheilenden Eigenschaften des Bands über die Funktionalitäten der Ausgangsstoffe zu steuern. Durch Einsatz von antibakteriellen, antiviralen und antimykotischen Bestandteilen, die in das Material integriert werden und eine »bioinspirierte künstliche Rinde« bilden, soll das Gehölz im Heilungsprozess aktiv unterstützt werden, indem es einem Befall mit pathogenen Erregern an der offenen Baumwunde vorbeugt. Untersucht wird außerdem eine individuelle, an den Standort und die Pflanze angepasste düngende Ausrüstung des Veredelungsbands.

Vorteile: Abbaubar, bioaktiv, anpassbar

Tape2Grape stellt einen wirtschaftlichen und ökologischen Mehrwert im kommerziellen als auch im ökologischen Obstbau dar. Das Veredelungsband wird aus biobasierten Polymeren hergestellt und kann mit bioaktiven Stoffen ausgestattet werden. Durch die Bioabbaubarkeit kann das Band nach dem Veredeln im Anbaubereich verbleiben und verrotten, da es für die Umwelt im Vergleich zu den Mikroplastik-Rückständen bei

Kontakt

Manuela Kaiser
Tel. +49 9421 9380-1009
manuela.kaiser@
igb.fraunhofer.de

Claudia Falcke M. Eng.
Tel. +49 9421 9380-1011
claudia.falcke@
igb.fraunhofer.de



Gezielte Auswahl der Ausgangsstoffe, um die Eigenschaften zu steuern

Konkurrenzprodukten nicht schädlich ist. Das neuartige Veredelungsband Tape2Grape kann darüber hinaus auch für spezielle Anforderungen maßgeschneidert, z. B. mit Düngerbestandteilen ausgerüstet, werden. So können weitere erhebliche Vorteile wie eine Bodenverbesserung als Nebeneffekt erreicht werden, wenn es vor Ort verrottet.



Manuela Kaiser
Chemielaborantin
Fraunhofer IGB,
Institutsteil BioCat Straubing

► www.igb.fraunhofer.de/tape2grape



Biobasiertes Veredelungsband: schützt das veredelte Gehölz und verrottet im Laufe der Zeit



Von der Inspiration im Garten zum Projekt

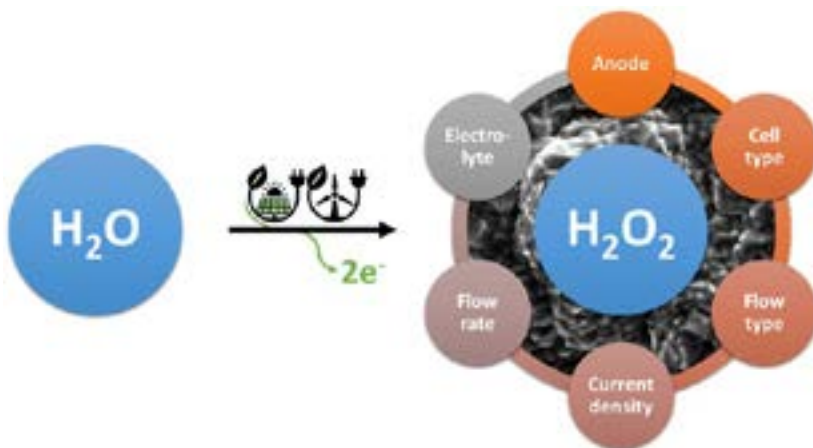
Die Idee zu Tape2Grape kam mir im heimischen Garten. Bei einem Veredelungsversuch an einem Haselstrauch ist uns das herkömmliche Veredelungsband eingewachsen und blieb somit leider teilweise als Plastikrückstand in der Umwelt. Das war der Punkt an dem ich dachte, das geht bestimmt auch umweltverträglicher. In diesem Fall dadurch, dass das Band biobasiert und biologisch abbaubar ist. Bei weiteren Diskussionen mit meinen Kolleginnen und Kollegen kam dann auch die Additivierung des Veredelungsbands ins Spiel und machte die Projektidee zu einer runden Geschichte.

Im Projektalltag befasse ich mich zusammen mit meinen Kolleginnen und Kollegen mit der Rezepturenentwicklung und der biologischen Ausrüstung des Bandes. Wir stellen erste Prototypen her, analysieren diese und setzen sie Umwelteinflüssen aus, um die Stabilität der Materialien zu überprüfen.

An diesem Projekt mitzuarbeiten, bereitet riesige Freude und die Aussicht, dass Tape2Grape vielleicht in ein paar Jahren auf dem Markt erhältlich sein wird, ist eine der größten Motivatoren.«

Elektrochemische Herstellung von Wasserstoffperoxid – Weiterentwicklung in internationalem Großprojekt

Wasserstoffperoxid (H_2O_2) ist ein in der chemischen Industrie weit verbreitetes Oxidationsmittel. Es gilt als umweltfreundlich, da es bei der Zersetzung nur Wasser und Sauerstoff freisetzt. Gegenwärtig basieren 95 Prozent der jährlichen H_2O_2 -Produktion von etwa 5,5 Millionen Tonnen auf dem Anthrachinon-Verfahren – einer kostspieligen Methode, die für dezentrale Anwendungen in kleinem Maßstab nicht praktikabel ist. Alternativ kann H_2O_2 elektrochemisch über die Reduktion von Sauerstoff (O_2) oder die Oxidation von Wasser (H_2O) synthetisiert werden. Dieser Weg ist nicht nur kosteneffizient, sondern sowohl im großen als auch im kleinen Maßstab anwendbar.



Bei der Herstellung von H_2O_2 durch anodische Oxidation von Wasser sind verschiedene Parameter zu berücksichtigen und zu optimieren [2].

Erfolgreiche anodische Oxidation in kontinuierlicher Fließzelle

Im Rahmen des von der EU geförderten CO_2EXIDE -Projekts haben Forscher am Fraunhofer IGB bereits ein Verfahren zur Zwei-Elektronen-Oxidation von Wasser (H_2O) zu H_2O_2 entwickelt. Verschiedene kohlenstoffbasierte Materialien, darunter Kohlepapier, Bordotierter Diamant und Graphit-Bipolarplatten, wurden als Anoden für die elektrochemische Synthese von H_2O_2 bei hohen Stromdichten in einer kontinuierlich arbeitenden Fließzelle untersucht. Eine breite Palette von Betriebsparametern, etwa von Elektrolytkonzentration, pH-Wert und dem Einsatz eines chemischen Stabilisators, wurde getestet und erfolgreich im Hinblick auf eine hohe Selektivität der H_2O_2 -Erzeugung optimiert [1–3].

Weiterentwicklung und Demonstration

Das neue europäische Projekt POWER2HYPE, das durch das EU-Programm Horizon Europe gefördert und vom Fraunhofer IGB koordiniert wird, baut auf den genannten Vorarbeiten auf. Zentrales Projektziel ist die weitere Entwicklung und die Demonstration eines nachhaltigen Verfahrens zur Produktion von Wasserstoffperoxid.

In einem innovativen, maßgeschneiderten Elektrolyseur soll H_2O_2 sowohl an der Kathode als auch an der Anode produziert werden, und zwar aus Luft und Wasser als einzige Ausgangsstoffe und unter Nutzung erneuerbaren Stroms als Energiequelle. In POWER2HYPE werden die Forscher des Fraunhofer IGB gemeinsam mit ihren Projektpartnern das Zielprodukt H_2O_2 auf elektrochemischem Wege in hohen Konzentrationen (von 20 bis 99 Gew.-%) herstellen. Auf diese Weise kann elektrosynthetisiertes Wasserstoffperoxid für vielfältige Anwendungen eingesetzt werden, von der Abwasserreinigung über Bleichmittel bis hin zur Nischenanwendung als Treibstoff.

Kontakt

Dhananjai Pangotra M. Sc.
Tel. +49 9421 9380-1104
dhananjai.pangotra@
igb.fraunhofer.de

- ▶ www.igb.fraunhofer.de/co2exide
- ▶ www.igb.fraunhofer.de/power2hype

Beschichtung und Strukturierung im Rolle-zu-Rolle-Verfahren

Funktionale Oberflächen verleihen Produkten und Werkstoffen neue Eigenschaften und eröffnen somit weitere Anwendungsgebiete. Am Fraunhofer IGB entwickeln wir unter anderem funktionale Beschichtungen mit wasser-, öl- und schmutzabweisenden Eigenschaften. Auch Barrierschichten gegen Sauerstoff, Wasserdampf und unterschiedliche Chemikalien können hergestellt werden.

Vielfältige Kombinationen von Rolle-zu-Rolle-Verfahren

Mit unserer technischen Ausstattung sind wir in der Lage, Bahnware wie Folien, Vliese oder Textilien über nasschemische und Gasphasenprozesse im Rolle-zu-Rolle-Verfahren (R2R) auszurüsten und dabei unterschiedliche Verfahren zu kombinieren. Hinzu kommen Verfahren zur Strukturierung von Oberflächen, welche ebenfalls R2R durchgeführt werden können. Beispielsweise werden Folien im R2R-Verfahren über Heißprägeverfahren zunächst strukturiert und anschließend mit ultradünnen Plasmabeschichtungen versehen, um durch diese Kombination etwa superhydrophobe und eisabweisende Oberflächen zu erhalten.

Verfahrensentwicklung: Von Batch- zu R2R-Prozessen

Wir entwickeln die gewünschte Ausrüstung und übertragen die Verfahren an unseren Anlagen auf einen R2R-Prozess. Gegenüber der Ausrüstung von Folien im Kleinformat sind für

die kontinuierliche Behandlung verschiedene Besonderheiten zu beachten.

Folienstrukturierung mittels Heißprägen

Zur Oberflächenstrukturierung, sowohl im Kleinformat als auch R2R, setzen wir am Fraunhofer IGB vor allem das Heißprägen ein. Die optimalen Prozessparameter (Temperatur, Aufheiz- und Abkühlprofil, Prägedruck) sind von den Polymereigenschaften abhängig und werden von Fall zu Fall angepasst. Je nach Temperatur und Haltezeit bei hohem Druck erreichen wir in der Folie im R2R-Prozess Strukturhöhen zwischen 10 µm und 40 µm.

Strukturierung von kleinformatigen Folien

Beim Heißprägen von kleinformatigen Folien arbeiten wir mit einer Heißpresse, welche über einen Prägestempel die gewünschte Struktur auf die Folie überträgt. Bei der Heißpresse kann mit unterschiedlichen Temperaturstufen gearbeitet werden, um ein optimales Ergebnis zu erhalten. Diese Verfahrensweise eins zu eins auf R2R zu übertragen wäre, wenn überhaupt, nur mit immensem technischen Aufwand und kaum kostendeckend möglich.

Aufskalierung der Strukturierung auf Rolle-zu-Rolle

Dem Heißprägestempel im Kleinformat entspricht der Kalandrierer im R2R-Prozess. Entsprechend können hier Walzentemperatur, Pressung und Durchlaufgeschwindigkeit für eine optimale Verfahrensführung eingestellt werden. Zur schnellen Temperierung

*links:
Kontinuierliche
Ausrüstung von Folien
in maßgeschneiderter
Plasmakammer*

*rechts:
Eisteststand zur Messung der
Benetzungseigenschaften und
Überprüfung der Eisbildung*



R2R-Verfahrensentwicklung

- Materialunabhängig (Textilien, Kunststoff-Folien usw.)
- Individuell auf Kundenwunsch
 - Mit oder ohne Strukturierung
 - Mit oder ohne Beschichtung
 - Kombination aus Struktur und Beschichtung
- Begleitende Analytik (z. B. statische und dynamische Kontaktwinkelmessungen, Bestimmung der Oberflächenenergie, chemische Zusammensetzung von Oberflächen)
- Interne Beständigkeitsprüfungen (z. B. Sanderosion)
- Skalierung vom Batch- zum R2R-Prozess

außerhalb des Kalenders kommen Infrarot oder Heißluft zum Einsatz. In welchem Parameterfenster R2R mit Folien gearbeitet werden kann, hängt vom Material und – bei Verbundfolien – vom Folienaufbau ab. Diese Gegebenheiten berücksichtigen wir bereits in der Frühphase der Entwicklung im Labormaßstab.

Plasmabeschichtung

Werden Plasmaverfahren auf R2R übertragen, muss ein eventuelles Ausgasen der Bahnware berücksichtigt werden. Dies betrifft vor allem die Gasführung in der chemisch hochreaktiven Plasmazone. Der elektrische Leistungseintrag, die Verfahrensgeschwindigkeit der Folie und weitere Prozessparameter werden

so eingestellt, dass die Beschichtung bei bestmöglicher Schichtqualität mit möglichst hohem Durchsatz erfolgen kann.

Ergebnisse

Im Beispiel von wasser- und eisabweisenden Folien konnten wir den statischen Wasserkontaktwinkel der verwendeten Polyurethanfolie von ca. 75° durch Strukturierung auf bis zu 135° erhöhen, ohne eine zusätzliche wasserabweisende Beschichtung vorzunehmen.

Eine zusätzliche Plasmabeschichtung auf der vorstrukturierten Polyurethanfolie ermöglichte die weitere Steigerung des Wasserkontaktwinkels auf insgesamt rund 160° und damit eine superhydrophobe Oberfläche, die qualitativ an die Ergebnisse im Labormaßstab anschließt.

Ausstattung

- Maßgeschneiderte Plasmakammer PINK V340-GKM
- Niederdruck-Faserbehandlungssystem
- Strukturierungseinheit SC24 von Coatema
- Kombinierte Anlage für Plasma und Nasschemie

Anwendungen

- Anti-Icing, z. B. auf selbstklebenden erosionsstabilen PU-Folien
- Barrierschichten gegen Sauerstoff, Wasserdampf, z. B. für Verpackungen
- Schutzschichten, z. B. vor Korrosion und Verkratzen

► www.igb.fraunhofer.de/r2r

Kontakt

Dr. Jakob Barz
Tel. +49 711 970-4114
jakob.barz@igb.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Georg Umlauf
Tel. +49 711 970-4142
georg.umlau@igb.fraunhofer.de

r2r@igb.fraunhofer.de



Coatemala-Anlage: R2R-Strukturierung mittels Kalandereinheit

Dr.-Ing. Georg Umlauf
Innovationsfeld Funktionale
Oberflächen und Materialien



Wir entwickeln Prozesse, um Oberflächen neue Funktionen zu verleihen

Am Fraunhofer IGB bearbeite ich ein klassisches Grenzflächenthema: Beschichtungen von Oberflächen und Materialien. Doch nicht irgendwelche, sondern ultradünne – konkret: im Nanometerbereich – und funktionale Schichten. Funktional bedeutet, dass wir Oberflächen von verschiedensten Materialien individuell mit bestimmten gewünschten Eigenschaften ausstatten können. Zu diesem Zweck nutzen wir unter anderem Plasmen. Mit diesen lassen sich feinste Beschichtungen aus einer umgebenden Gasphase auftragen.

Für große Formate kommen sogenannte Rolle-zu-Rolle-Verfahren zum Einsatz, kurz R2R. Mit deren Hilfe können wir etwa Folien oder Vliese großflächig bearbeiten und funktionalisieren – z. B. eine wasserabweisende Schicht auftragen, ohne dass die ursprünglichen Eigenschaften (u. a. UV-Resistenz oder Schlagfestigkeit) der Folien verloren gehen.

An meiner Arbeit am IGB begeistert mich vor allem die Verbindung von Grundlagen- und anwendungsorientierter Forschung: Hier kann ich ein Projekt von der ursprünglichen Idee bis zur finalen Umsetzung bei unseren Kunden begleiten.«



Umwelt und Klimaschutz

Nachhaltiges Wasser- und Ressourcenmanagement
für Industrie, Kommunen und Landwirtschaft



Das Geschäftsfeld Umwelt und Klimaschutz erarbeitet systemische Lösungen im integrierten Umweltschutz und für die Energiewende für Industrie, Städte und Regionen im nationalen und internationalen Kontext. Hierbei erstreckt sich das Tätigkeitsfeld auf die Erarbeitung von Konzepten, Prozessen und spezifischen Technologien und Produkten mit dem Ziel einer möglichst hohen Ressourceneffizienz, der Berücksichtigung des Gedankens der Kreislaufwirtschaft und der Klimaneutralität sowie einer Bewertung der Nachhaltigkeit.

Das Fraunhofer IGB ist aktiv in der Entwicklung von

- Konzepten und Technologien für Wasser- und Abwasserreinigung sowie Wassermanagement,
- Verfahren zur Gewinnung von Biogas und Biowasserstoff aus Abfall- und Reststoffen,
- Technologien zur Rückgewinnung von Nährstoffen und Wertstoffen aus Abwasser, Abfall- und Reststoffen,
- Verfahren zur schonenden Trocknung verschiedenster Roh- und Reststoffe,
- Torrefizierung organischer Reststofffraktionen als Bodenverbesserer,
- Aufarbeitungsprozessen auf molekularer bzw. atomarer Ebene (Edelmetalle, Seltene Erden),
- Befeuchtermembranen für Brennstoffzellen und Polymerelektrolytmembranen (PEM) für Elektrolyseure,
- Membranen zur effizienten Trennung von Gasen, z. B. zur CO₂-Abscheidung und -Speicherung oder für Membranreaktoren (z. B. Syngas-Produktion) sowie
- maßgeschneiderten Oberflächen und Partikeln für Anwendungen im Umweltbereich wie die Adsorption von Schadstoffen etc.

Mit seinen Entwicklungen aus der Biologie und Bioverfahrenstechnik und neuesten Ansätzen der Digitalisierung treibt das Fraunhofer IGB den Wandel zu einer nachhaltigen Bioökonomie in der Umwelttechnik voran.

Zielmärkte



Resiliente Infrastrukturen für Smart Cities

Im speziellen Fokus stehen Entwicklungen im Bereich smarter Infrastrukturen, die die Themen Wasser, Energie, Ernährung und Abfall/Reststoffströme miteinander verbinden und damit eine gesamtheitliche Betrachtung aller Strukturen in der Stadt bedeuten. Das Institut hat langjährige Erfahrung im integrierten Wassermanagement in Städten und Regionen ebenso wie in der Umsetzung von Wasser-4.0-Ansätzen, die die zunehmende Digitalisierung für den Wasserbereich aufgreift. Kern ist die Erarbeitung von integrierten Strategien und Umsetzungskonzepten für Quartiere, Städte und Gemeinden, die eine Anpassung an die durch den Klimawandel verursachten Starkregenereignisse, Trockenperioden etc. unter Berücksichtigung einer Kreislaufwirtschaft im Sinne der Bioökonomie erlauben.

Trinkwassergewinnung und -aufbereitung

Eine Ressource für die Gewinnung von Trink- oder Prozesswasser höchster Qualität ist die Luftfeuchte. Aktuelle Forschungsarbeiten am IGB konzentrieren sich auf die Umsetzung von Konzepten, die es ermöglichen, die Luftfeuchte in effizienten Adsorbersystemen zu binden und bei Bedarf als nutzbares Wasser abzugeben. Weitere Entwicklungen konzentrieren sich auf den Bereich der Entfernung von Spurenstoffen mittels Advanced Oxidation Processes und Membranadsorbentien.

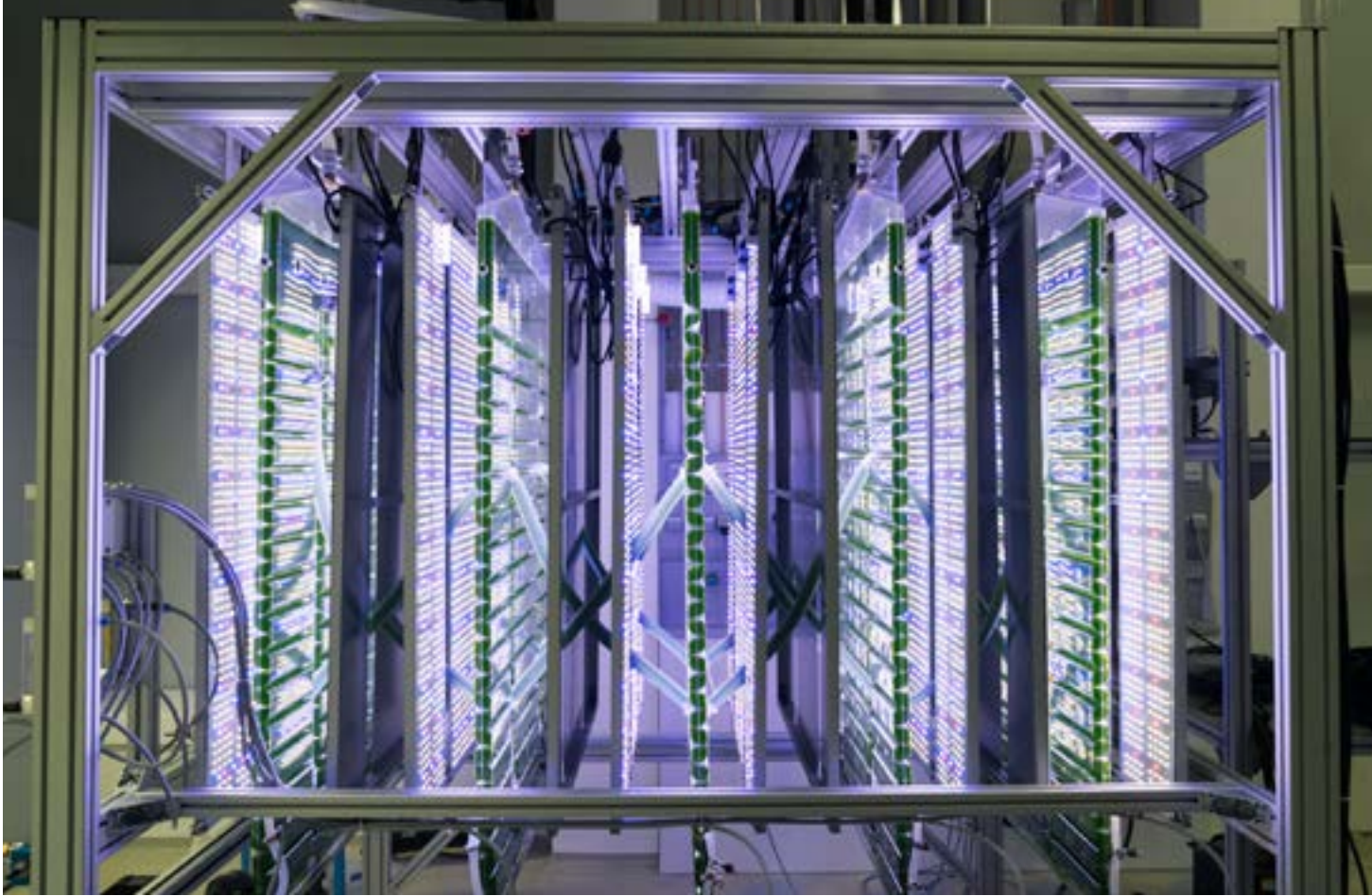
Für die Untersuchung der Belastung mit Keimen und die Bestimmung der Wirksamkeit von Desinfektionsschritten greifen wir auf langjährige Expertise zurück. Im Einzelnen handelt es sich um die Identifizierung von Bakterien und Pilzen, die Untersuchung von Biofilmen und deren Reduzierung oder Vermeidung im technischen System.

Prozesswasseraufbereitung, Abwasser- und Schlammbehandlung

Die langjährige technische Expertise des Instituts bietet sowohl biologische als auch physikalisch-chemische Methoden und Lösungen zur Abwasserreinigung und Schlammaufbereitung für Industrie und Kommunen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der Ausgestaltung neuer Kläranlagenkonzepte für eine »Kläranlage der Zukunft«, die nicht nur das Abwasser verordnungskonform reinigen, sondern gleichzeitig zusätzliche Wertschöpfung erwirtschaften können – über die Herstellung von zusätzlichen Energieträgern und Produkten wie Dünger bis hin zu Biostimulantien für die Landwirtschaft. Ein weiterer zentraler Themenschwerpunkt ist die Wasserwiederverwendung, die in Zukunft immer wichtiger wird. Maßgeschneiderte Membranen, Filter und Adsorbentien gehören außerdem zum Portfolio des IGB in der zukünftigen erweiterten Wasser- und Abwasserreinigung.

Wasser-Monitoring

Ein besonderer Stellenwert kommt der Entwicklung geeigneter Sensoren, Test- und Monitoringsysteme zu, um Schadsubstanzen in Boden und Wasser messtechnisch zu erfassen und zu bewerten. Hier befassen wir uns vor allem mit Biosensoren (biologische Komponente), der Funktionalisierung von Sensoroberflächen sowie der Analytik, Automatisierung und Datenanalyse.



Energiewende und nachhaltige Mobilität

Als regenerativer, grundlastfähiger Energielieferant wird Biogas für die Energiewende immer wichtiger. Die effiziente Erzeugung von Biogas aus Klärschlamm mit unserem Verfahren der Hochlastfaulung haben wir bereits vielfach auf kommunalen Kläranlagen umgesetzt. Auch für Bioabfälle und biogene Reststoffe entwickeln wir spezifische Lösungen, um Biogas oder Biowasserstoff herzustellen.

Zur Erzeugung und Nutzung von grünem Wasserstoff werden an vielen Stellen leistungsfähige Membranen benötigt. Das IGB entwickelt Membranen für die Bereitstellung von sauberem Wasser für die Elektrolyse, für die elektrochemische Spaltung von Wasser in Polymerelektrolytmembran (PEM)-Elektrolyseuren und zur Rückverstromung mittels PEM-Brennstoffzellen ebenso wie für das Feuchtmanagement in der Brennstoffzelle und die Auftrennung H₂-haltiger Gasgemische.

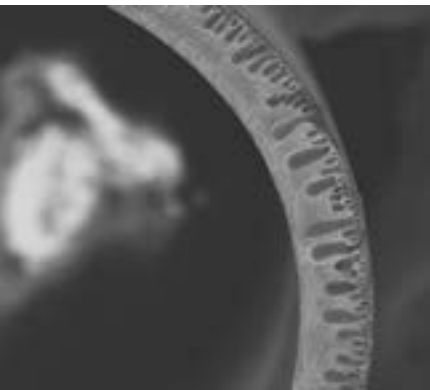
Sekundärrohstoffe und Wasserwiederverwendung

Im Sinne einer nachhaltigen Bioökonomie und nach dem Vorbild natürlicher Stoffkreisläufe liefern unsere biotechnologischen und physikalisch-chemischen Entwicklungen zum Wertstoff- und Nährstoffrecycling (P, N) und zur Wasserwiederverwendung aus verschiedenen Abwasser-, Abfall- und Restströmen wichtige Beiträge. Für das Phosphorrecycling aus phosphatreichem Abwasser haben wir beispielsweise mit ePhos® einen elektrochemischen Prozess entwickelt und bis zum Pilotmaßstab demonstriert. Weitere Ansätze sind neue und verbesserte Technologien für die Herstellung von Wasserstoff aus industriellen Reststoffströmen, die sich mit der algenbiotechnologischen Verwertung des klimaschädlichen Kohlenstoffdioxids (Carbon Capture and Utilization, CCU) aus industriellen und landwirtschaftlichen Quellen koppeln lassen.

► www.igb.fraunhofer.de/umwelt-und-klimaschutz

Kontakt

Dr.-Ing.
Ursula Schließmann
Tel. +49 711 970-4222
ursula.schliessmann@
igb.fraunhofer.de



REM-Aufnahme einer Celluloseacetat-Hohlfasermembran für die Vorwärtsosmose

SULFAMOS – Sulfatabreicherung aus dem Braunkohletagebau mittels Vorwärtsosmose

Zu den Spätfolgen des Braunkohletagebaus in Deutschland gehört die großflächige Eisen- und Sulfatbelastung von Grund- und Oberflächenwässern. Im Fall der Lausitz ist davon nicht nur die Region selbst betroffen, sondern alle das Spreewasser nutzenden Wasserwerke, also auch Frankfurt/Oder und Berlin. Ähnlich sieht es im Raum Leipzig und künftig auch in der Niederrheinischen Bucht aus.

Regenerierung von Gewässern mit Membranen

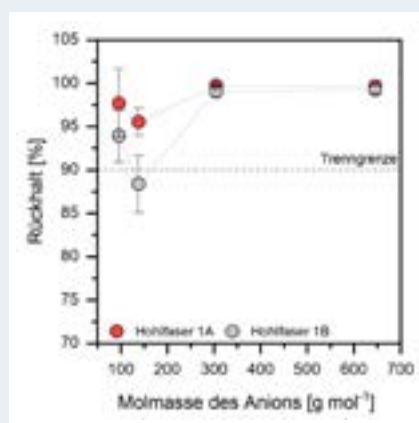
Erstes Ziel des SULFAMOS-Projektes ist es, ein Verfahren auf Basis der kontinuierlichen Vorwärtsosmose zu entwickeln und zu demonstrieren, um Sulfat aus Abwässern, Oberflächen- und Grundwässern abzureichern, sodass sie als Bewässerungs- und Trinkwasser nutzbar sind. Gleichzeitig fehlt der Bauindustrie zukünftig der Rohstoff Gips, der bisher in den Rauchgasentschwefelungsanlagen der Braunkohlekraftwerke erzeugt wird. Zweites Ziel ist es deshalb, das in Form von Gips ausgefällte Sulfat als Rohstoff nutzbar zu machen.

Tauchmodule mit maßgeschneiderten Hohlfasermembranen

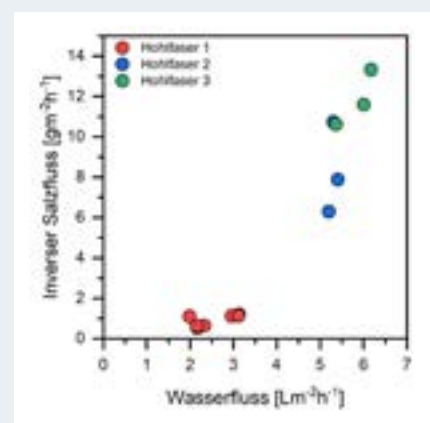
Aufgabe des IGB im Projekt ist die Entwicklung einer für diese Anwendung maßgeschneiderten Vorwärtsosmose-Membran. Dazu wurden Hohlfasern auf Celluloseacetat-Basis entwickelt, welche die Trennschicht nicht innen, sondern außen tragen (Abb. links) und aus einem grünen Lösemittel verarbeitet wurden [1]. Dies erlaubt, die Hohlfasermembranen in Form von Tauchmodulen direkt zur Behandlung im Gewässer einzusetzen.

Die Hohlfasern besitzen in der Nanofiltration einen hohen Rückhalt für das Sulfation (Molmasse 96,06 g/mol) (Abb. unten links). In der Vorwärtsosmose können Wasserfluss und inverser Salzfluss über die Bedingungen im Spinnverfahren der Hohlfaser eingestellt werden (Abb. unten rechts). Mittlerweile können diese Hohlfasern im 100-Meter-Maßstab reproduzierbar hergestellt und den Partnern für Feldtests zur Verfügung gestellt werden. Zukünftig soll auch das Potenzial dieser Membranen für die Energiegewinnung untersucht werden [2].

► www.igb.fraunhofer.de/sulfamos



Rückhalte von Celluloseacetat-Hohlfasermembranen, die in Wasser (1A) oder feuchter Luft (1B) nachbehandelt wurden.



Inverser Salzfluss als Funktion des Wasserflusses für unterschiedliche Vorwärtsosmose-Membranen

Kontakt

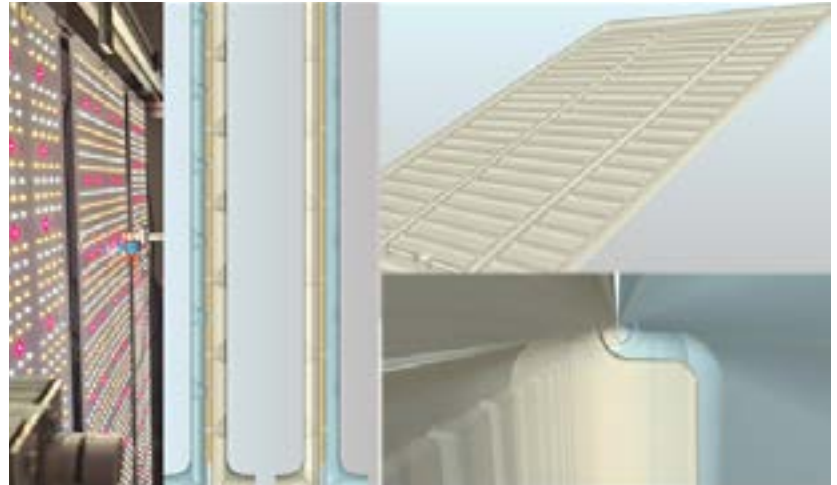
Dr. Tobias Götz
Telefon +49 711 970-4176
tobias.goetz@
igb.fraunhofer.de

Phyt-O-mat – Entwicklung eines modularen, künstlich beleuchteten Photobioreaktorprototyps

Photobioreaktoren nach dem Flachplattenprinzip bieten durch ihr hohes Oberfläche-zu-Volumen-Verhältnis den großen Vorteil, besonders viel Licht auf alle Algenzellen zu verteilen. Eine gute Durchmischung des Reaktorvolumens erhöht durch Lichtintegration diesen Effekt, was im Vergleich mit anderen etablierten Systemen und je nach kultiviertem Algenstamm zu höchsten Biomasse- und Produktproduktivitäten führt [1]. Die bisher überwiegend angewandte Freilandkultivierung von Algen, die durch stark schwankende Licht- und Temperaturbedingungen gekennzeichnet ist, ermöglicht trotz der Wahl der fortschrittlichsten Flachplatten-Reaktorsysteme wiederum nur geringe Raum-/Zeitausbeuten. Erschwerend für einen breiten Einsatz der Systeme kommt ein zu geringer Technologiereifegrad hinzu. Insbesondere für eine schnelle, modulare Skalierung und Kommerzialisierung der Technologie müssen die Investitions- und Betriebskosten signifikant gesenkt werden.

Höhere Produktivität durch künstliche Beleuchtung

Die künstliche Beleuchtung von Photobioreaktoren stellt hierbei eine zunehmende Alternative dar, um Algen mit Photonen zu versorgen [2]. Da die LED-Industrie in den letzten Jahren einen enormen Effizienzsprung gemacht hat sowie ein rasanter Preisverfall der kleinen SMD-Chips in der Massenfertigung stattfindet, ermöglicht dies in zunehmendem Maße einen witterungsunabhängigen Ganzjahresbetrieb industrieller Algenanlagen bei einer konstanten Produktqualität. Die Stromkosten belaufen sich dabei auf ca. 80 bis 90 Prozent der Betriebskosten, wobei die Kühlung der Systeme nur noch eine untergeordnete Rolle spielt. Der Energieeinsatz beläuft sich dabei bisher auf ca. 150 kWh/kg Algenbiomasse für einstufige Prozesse im industriellen Einsatz [3]. Erste Laborergebnisse zeigen einen verbesserten Energieeinsatz von ca. 80 bis 100 kWh/kg Algenbiomasse bei einer weiteren signifikanten Steigerung der Produktivität im Vergleich mit dem volatilen Sonnenlicht in Outdoorsystemen.



Modularer Stack-Reaktor mit LED-Beleuchtung

Im Projekt Phyt-O-mat soll der Energieeinsatz pro Kilogramm Algenbiomasse weiter gesenkt werden. Um dieses Ziel zu erreichen, soll ein neuer Reaktorprototyp aufgebaut werden, der neben der besseren Lichtverwertung eine kostengünstige modular skalierbare Reaktorplattform ermöglicht, welche je nach Alge, Markt und Produkt vorteilhaft in der Prozessindustrie eingesetzt werden kann. Dabei fließen Aspekte wie geringe »Downtime« durch schnelle Reinigbarkeit und Flexibilität in der Handhabung solcher Anlagen ebenso in das Konzept ein wie die Forderung nach einer guten Durchmischung und vorteilhaften Temperierung im Betrieb.

Schlüsselement hierbei ist ein neuartiger Stack-Aufbau der Photobioreaktoren. Vergleicht man die Ausbeuten in diesen Systemen mit der landwirtschaftlichen Produktion, kann unseren Berechnungen zufolge durch die extrem kompakte Bauweise auf wenigen Quadratmetern dieselbe Menge Biomasse produziert werden wie zuvor auf einem ganzen Hektar mit Sonnenlicht [3]. Nutzt man für ein solches System zukünftig Strom aus erneuerbaren Energien, beispielsweise Photovoltaik, zeigt sich schon heute – je nach Produkt – ein wirtschaftlicher Betrieb. Das Projekt Phyt-O-mat stellt damit die Grundlage für eine weitere Verschiebung der Grenzen von Wirtschaftlichkeit und Machbarkeit in der Algenbiotechnologie dar.

*Prototypentwicklung:
spezifisch angepasste
LED-Beleuchtung und
CAD-Konzeptzeichnungen*

Kontakt

Dipl.-Ing. Gordon Brintzer
Tel. +49 711 970-4101
gordon.brintzer@
igb.fraunhofer.de

► www.igb.fraunhofer.de/phytomat

Grüne Kläranlagen durch Spurenstoffentfernung mittels Photokatalyse

Vorsorglich und aufgrund neuer Grenzwerte für Mikroschadstoffe [1, 2] werden derzeit zahlreiche Kläranlagen um eine sogenannte vierte Reinigungsstufe erweitert. Dabei werden nach der mechanischen, biologischen und chemischen Behandlung die verbleibenden Reste von Medikamenten, Pestiziden oder Industriechemikalien entfernt. Die aktuell überwiegend eingesetzten Verfahren Ozonierung und Aktivkohleabsorption sind jedoch energieintensiv.

Energieeffiziente Technologie für den Abbau von Spurenstoffen

Eine potenziell energieeffizientere und bezüglich des CO₂-Fußabdrucks günstigere Methode stellt die Sonnenlicht-getriebene photokatalytische Schadstoffoxidation dar. In dem vom BMBF geförderten Forschungsprojekt CatMemReac werden derzeit Reaktoren mit Hochleistungs-LED-Arrays und Titandioxid-beschichteten Nickelschäumen zum photokatalytischen Abbau von Schadstoffen getestet (Abb. unten). Am IGB wurden bereits neue, maßgeschneiderte Photoreaktoren designt und reaktionstechnisch charakterisiert, um Zugang zu dimensionslosen Prozesskennzahlen zu erhalten (Abb. rechte Seite). Auf dieser Basis lässt sich die Leistungsfähigkeit verschiedener Systeme bereits im Labormaßstab

objektiv vergleichen, sodass ein optimiertes Konzept für das Scale-up identifiziert werden kann.

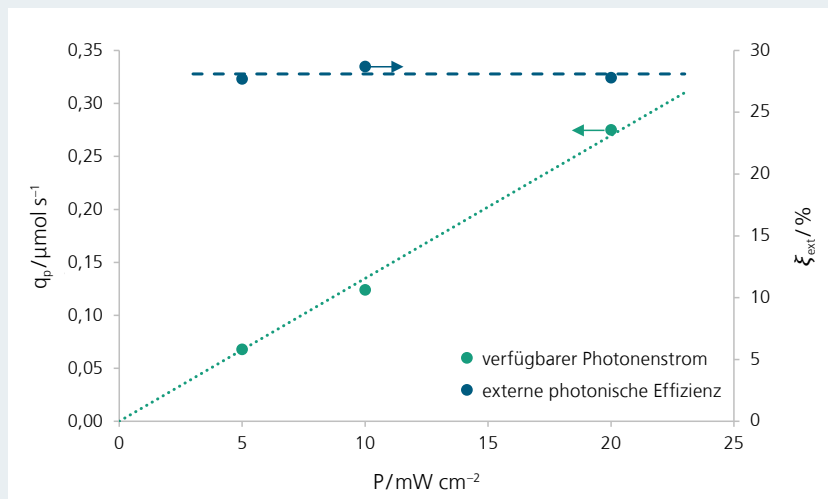
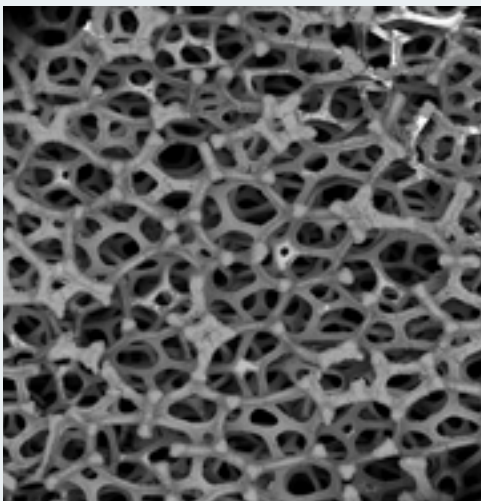
Untersuchungen photokatalytischer Prozesse

Notwendige Werkzeuge zum Verständnis und zur systematischen Optimierung von photokatalytischen Prozessen sind die Aktinometrie und die Bestimmung des Oxidationspotenzials durch freie Radikale. Die experimentelle Konzeption und Durchführung dieser Messungen werden am IGB vorgenommen. Mit den Kenngrößen externe photonische Effizienz und Quantenausbeute lässt sich die maximal mögliche Reinigungsleistung modellieren.

Die Aktinometrie ist ein chemisches Messverfahren, um den im Reaktionsvolumen zur Verfügung stehenden Photonenstrom wellenlängenaufgelöst zu bestimmen [3]. Damit lassen sich Kinetiken aufstellen, Katalysatoren mit höherer Effizienz auswählen und Prozesssimulationen zur Optimierung durchführen [4, 5].

Die Bestimmung des Oxidationspotenzials durch freie Radikale quantifiziert den nächsten Schritt im Reinigungsprozess, indem die Konzentration an Radikalen gemessen wird, die die Molekülstruktur der Spurenstoffe angreifen und zerstören können. Gemeinsam mit der Aktinometrie können so Effizienzsenken gefunden und beseitigt werden.

Mit Titandioxid beschichtete Nickelschäume (links) werden mit Hochleistungs-LEDs aktiviert. Das verspricht höhere verfügbare Photonenströme und Effizienzen (rechts), sodass die CO₂-Bilanz verbessert werden kann.



Demonstration und Bewertung auf einer Kläranlage in Israel

Im Projekt CatMemReac wurde die photochemische Reaktorcharakterisierung im Labormaßstab erfolgreich abgeschlossen. Als nächster Schritt erfolgt Anfang 2023 der Bau einer Demonstratoranlage im Pilotmaßstab für den Einsatz in einer Kläranlage vor Ort in Israel. Mit den erhobenen Experimentaldaten aus dieser Realanwendung wird eine Lebenszyklusanalyse mit Fokus auf die CO₂-Bilanz durchgeführt. Aus dieser lässt sich unmittelbar ableiten, in welchem Umfang bei einer Implementierung der photokatalytischen Abwasserreinigung als vierte Reinigungsstufe Treibhausgasemissionen gegenüber dem Stand der Technik eingespart werden können.

Parallel zum Bau des Demonstrators werden weitere Einflussparameter für die Behandlungseffizienz untersucht. Dazu gehören der Einfluss der Porengröße des Nickelschaums, die Bestrahlungszeit und -intensität im Reaktionsraum und die Abbaueffizienz in Abhängigkeit von der Wasser- und Spurenstoffmatrix.

Testbehandlung von Kundenabwässern

Die Energieeffizienz bei der Reinigung von Abwasser ist nicht nur für kommunale Kläranlagen von elementarer Bedeutung bezüglich der Wirtschaftlichkeit, sondern für alle Unternehmen, in denen schadstoffbelastete Wässer anfallen.

Bei der Entscheidung für die richtige Technologie, die zu den individuellen Kundenbedürfnissen passt, kann das IGB technologie- und firmenunabhängige Beratung anbieten. Energiebedarf, Behandlungszeit und Methodeneffizienz können in Laborversuchen mit Kundenabwässern bewertet werden, um eine Empfehlung zum geeigneten Behandlungsverfahren abzuleiten. Weiterhin bietet das IGB die Bestimmung des Oxidationspotenzials und des verfügbaren Photonenstroms in einer Anlage als Servicemessungen an.



Dr. Benjamin Wriedt

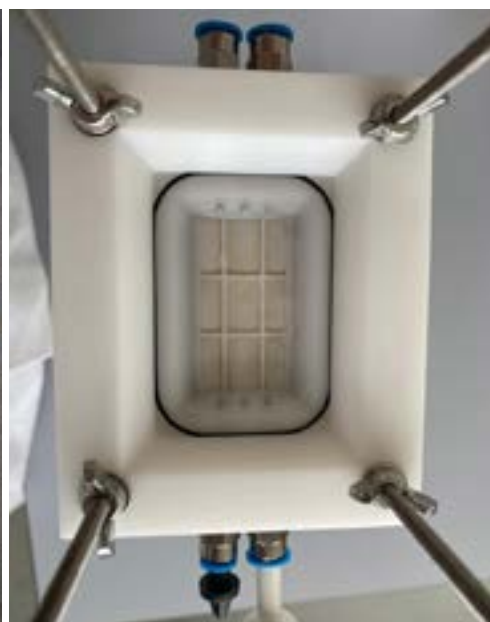
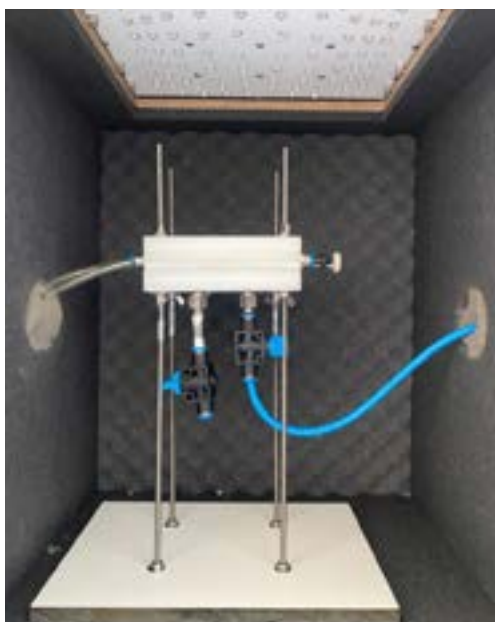
Innovationsfeld Wassertechnologien und Wertstoffrückgewinnung



Wasser energieeffizient reinigen mit Sonnenlicht: In der Wasserreinigung hat die Photokatalyse drei entscheidende Vorteile: Es werden keine giftigen Chemikalien benötigt, Schadstoffe werden abgebaut, statt nur gebunden und der Strom dafür kann vollständig aus erneuerbaren Energien kommen.«



► www.igb.fraunhofer.de/catmemreac



Rektoraufbau in der Bestrahlkammer und Ansicht in Bestrahlungsrichtung (ohne Nickelschaum – der von unten nach oben durchströmt wird)

Kontakt

Dr. Benjamin Wriedt
Tel. +49 711 970-4008
benjamin.wriedt@
igb.fraunhofer.de

Biobasiertes Flockungsmittel zur Reinigung agroindustrieller Abwässer

Abwässer aus der Wein- und Olivenölverarbeitung enthalten eine komplexe organische Fracht, die Kläranlagen durch die Stoßbelastung während der Erntezeit vor große Herausforderungen stellt. So wirken die im Abwasser enthaltenen Phenole toxisch auf die Mikrobiologie der Kläranlagen, was in verlängerten Belüftungszeiten und damit erhöhtem Energieeinsatz für die Abwasserreinigung resultiert. In der Vorklärung können Flockungsmittel dazu beitragen, Schwebstoffe und Partikel sowie an diesen haftende Verunreinigungen zu entfernen.



Reinigungsleistung des funktionalisierten Chitosans am Beispiel von Spülwasser aus der Rotweinabereitung

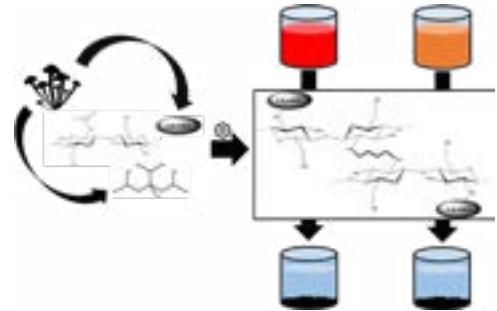
Flockungsmittel fördern die Bildung von größeren »Flocken«, die zu Boden sinken oder an der Oberfläche treiben. Meist kommen hier metallionenhaltige oder synthetische Polymere zum Einsatz. Da deren Rückstände nicht biologisch abbaubar sind, muss der anfallende Schlamm aufwendig entsorgt werden. Hochtechnische Lösungen sind aufgrund der starken saisonalen Schwankungen häufig zu kostspielig und komplex. Flockungsmittel, die in der Lage sind, sowohl saisonal erhöhte Frachten der Abwässer zu reduzieren als auch phenolische Verbindungen zu oxidieren, können eine Alternative zur Bewältigung der Herausforderungen bieten.

Neues Flockungsmittel: Biobasiert, funktionell, anpassbar

In dem Fraunhofer-geförderten Projekt »La ChiPur« haben wir am IGB unter Einsatz von Reststoffen aus der Lebensmittelproduktion ein biobasiertes und funktionalisiertes Flockungsmittel entwickelt, mit dem sich saisonal anfallende Abwässer effizient aufreinigen lassen.

Die komplett biobasierte Technologie, die Chitosan als Matrix und das Enzym Laccase nutzt, zeigt für komplexe, saisonale agroindustrielle Abwässer eine Flockungsleistung, die vergleichbar mit konventionell eingesetzten metallsalzhaltigen (Eisen-, Aluminiumsalze) oder synthetischen Polymeren (z. B. Polyethylenimin) ist. Neben der Flockungseigenschaft kann das in »La ChiPur« entwickelte Flockungsmittel zudem Phenole oxidieren und somit die Toxizität für Mikroorganismen im

Belebungsbecken und schließlich den Energieeinsatz reduzieren. Weitere Vorteile bietet die spezifische Anpassung der Zusammensetzung je nach Anwendung und Belastung.



Funktionalisierung von Chitosan zur Aufreinigung von saisonal anfallenden Prozessabwässern

Für Produzenten landwirtschaftlicher Erzeugnisse, wie Winzer oder Olivenmühlenbetreiber, sowie für Kläranlagenbetreiber eröffnen sich mit dem nachhaltigen Flockungsmittel neue Handlungsmöglichkeiten, auf saisonal spezifische Anforderungen an die Abwasserreinigung zu reagieren. Neben der Einsparung an Energie zur Belüftung des Belebungsbeckens sind Einsparungen in der Klärschlamm Entsorgung zu erwarten. Die Nutzung lokal anfallender Wertstoffe aus der Lebensmittelproduktion gewährleistet eine dauerhafte Versorgung – ohne die Abhängigkeiten komplexer internationaler Lieferketten.

Partner zur Weiterentwicklung gesucht

Aufgrund der ersten vielversprechenden Ergebnisse wollen wir unsere Entwicklung mit KMU, die Flockungsmittel vertreiben oder herstellen, sowie Firmen, die chitosanhaltige Abfälle produzieren, z. B. Champignonzüchter oder Biotechnologiefirmen, weiter in die Anwendung bringen.

Derzeit liegt der Fokus auf dem deutschen Markt. Jedoch wird auch der Mittelmeerraum (Olivenmühlen) im Rahmen des Projekts untersucht. Langfristig streben wir eine Erschließung weiterer internationaler Märkte (Abwässer der Textilindustrie) und Anwendungen (Trinkwassergewinnung) an.

► www.igb.fraunhofer.de/lachipur

Kontakt

Dr.-Ing. Thomas Hahn
Tel. +49 711 970-4159
thomas.hahn@igb.fraunhofer.de

Diego Eufrazio Lucio M.Sc.
Tel. +49 711 970-4124
diego.eufrazio.lucio@igb.fraunhofer.de

Marc Beckett M.Sc.
Tel. +49 711 970-4086
marc.beckett@igb.fraunhofer.de

Reallabor »urban BioÖkonomieLab« weist Städten den Weg zu nachhaltiger Bioökonomie

Die Transformation hin zu einer nachhaltigen zirkulären Bioökonomie in Baden-Württemberg wird von vielen Personen und Institutionen vorangetrieben. In dem vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg geförderten Projekt »urban BioÖkonomieLab« liegt der Fokus auf den industriellen und urbanen Kreisläufen. Das Fraunhofer IGB erarbeitet hier Methodik- und Lösungsansätze sowie konkrete inhaltliche Umsetzungsvorschläge, um bioökonomische Prozesse, Materialien und Produkte in die urbane und industrielle Realität zu überführen.

Im Projekt werden die drei Ballungsräume Stuttgart, Mannheim/Rhein-Neckar und Karlsruhe exemplarisch betrachtet. Das Projekt unterstützt die Ziele und die Umsetzung der Landesstrategie Nachhaltige Bioökonomie Baden-Württemberg.

Datenerhebung für relevante Sektoren

Die erfolgreiche Morgenstadt-City-Lab-Methode zur Identifizierung von prioritären Maßnahmen der nachhaltigen Stadtentwicklung wird am Fraunhofer IGB zur BioÖkonomieLab-Methode weiterentwickelt.

Verfügbare Indikatoren aus öffentlichen Quellen, viele davon auch online abrufbar, und mögliche Handlungsfelder wurden für die Region Stuttgart aufgenommen und auf einen für diese Region charakteristischen Datensatz mit unter 100 Einzelwerten reduziert.



Die Region Stuttgart dient als Modellregion für die Transformation zu einer nachhaltigen bioökonomischen Wirtschaftsweise in urbanen und industriellen Räumen.

In semi-strukturierten Interviews wurden in der Region Stuttgart Vertreter der Sektoren

- a) Bevölkerung und Regierungsführung
- b) Wirtschaft und Industrie
- c) Energie
- d) Wasser- und Kreislaufwirtschaft
- e) Umwelt

nach ihren Erfahrungen und Einsichten und insbesondere zu Treibern und Hemmnissen der bioökonomischen Transformation in der Region befragt.

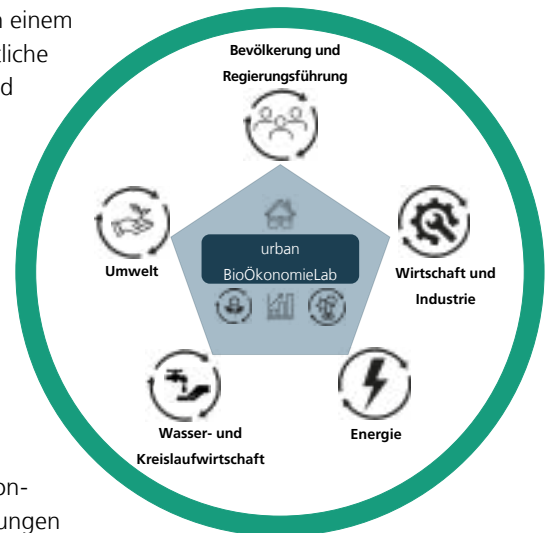
In einem nächsten Schritt werden auf Basis dieser Vorarbeiten in einem Workshop konkrete inhaltliche Vorschläge gesammelt und diskutiert, um bioökonomische Prozesse, Materialien und Produkte in die urbane und industrielle Realität zu überführen. Auf dieser Grundlage wird eine Roadmap zur Transformation der Region Stuttgart hin zu einer urbanen Bioökonomie erstellt, inklusive konkreter Handlungsempfehlungen und Maßnahmen.

Pilotregionen als Transformationsmodell

Am 13. Februar 2023 fand am Fraunhofer IGB in Stuttgart ein Vernetzungstreffen baden-württembergischer Akteure im Bereich der industriellen urbanen Bioökonomie statt, das einen Grundstein dauerhafter produktiver Zusammenarbeit legt.

Aufbauend auf der am Beispiel der Region Stuttgart entwickelten BioÖkonomieLab-Methode werden in den Jahren 2023 und 2024 auch für die Regionen um Mannheim und Karlsruhe analoge Erhebungen und Workshops zur Identifikation vorrangiger Maßnahmen zur Förderung der bioökonomischen Transformation des Wirtschaftssystems durchgeführt.

► www.igb.fraunhofer.de/urban-biooekonomielab



Urbane und industrielle Sektoren nach BioÖkonomieLab-Methode

Kontakt

Dr.-Ing. Ursula Schließmann
Tel. +49 711 970-4222
ursula.schliessmann@
igb.fraunhofer.de



Fassung für die naturnahe Abwasserreinigung an der Government Higher Secondary School in Kochi

Wassermanagement in Indien

Seit 2017 kooperiert das Fraunhofer IGB im Bereich Wassermanagement mit Indien. Seither ist es gelungen, viele gute Partnerschaften aufzubauen und vielversprechende Ergebnisse mit indischen Partnern zu erarbeiten. Mit seiner großen Bevölkerung und dem starken Wirtschaftswachstum ist Indien ein wichtiger Partner bei vielen globalen Herausforderungen und die Zusammenarbeit in Forschung und Entwicklung ein Schlüssel zu einer nachhaltigen Entwicklung des Landes – mit Potenzialen auch für deutsche Partner.

Strategisches Wassermanagement erforderlich

In dem vom Bundesumweltministerium geförderten Vorhaben »Smart Water Future India« (2017–2019) wurde die aktuelle Situation im Wassermanagement in der südindischen Stadt Coimbatore analysiert, eine Empfehlung für die Entscheidungsträger in der Stadt erarbeitet sowie ein Konzept zur vertieften deutsch-indischen Zusammenarbeit erstellt – die Water Innovation Hubs. Parallel wurde im Auftrag von Umwelttechnik BW für die Stadt Solapur in Maharashtra, dem Partnerstaat Baden-Württembergs, eine Machbarkeitsstudie zur aktuellen Situation der Wasserinfrastruktur durchgeführt. In beiden Städten wurden Workshops organisiert, in denen die Herausforderungen für Wasserversorgung und Abwasserentsorgung diskutiert wurden. Ein Ergebnis davon war, dass bisher eine strategische Herangehensweise fehlt, dass hierfür jedoch Daten notwendig sind, die bisher kaum vorliegen.

Piloten für erfolgreiche Water Innovation Hubs

In Deutschland arbeitete das IGB gleichzeitig im Regionalforum Indien des Netzwerks German Water Partnership mit und vernetzte sich hier mit Unternehmen, die im Bereich Wasserwirtschaft in Indien aktiv sind oder es werden wollen. Im Vorhaben AQUA-Hub (BMUV, 2020–2023) wird in den beiden Städten Coimbatore und Solapur nun ein Water Innovation Hub pilotiert, bei dem deutsche Technik zum Monitoring des Wassermanagements zum Einsatz kommt. Diese Beispiele zeigen, wie die deutsch-indische Kooperation für beide Seiten Vorteile bringt. In Solapur

konnten im September 2022 im Rahmen einer von Umwelttechnik BW mit Unterstützung des IGB organisierten Delegationsreise bereits Ergebnisse präsentiert werden.

Maßnahmen für nachhaltige Stadtviertel

In Kochi (Kerala) ist das IGB seit 2019 im Rahmen des Projekts »Morgenstadt Global Smart Cities MGI«, gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), aktiv. Hier wurden bereits Berichte zur Stadtanalyse, Strategieentwicklung sowie Maßnahmenvorschläge übergeben. Aktuell ist eine pilothafte Umsetzung von Maßnahmen für ein integriertes nachhaltiges Stadtviertel in Arbeit, bei der Photovoltaikanlagen, grüne Infrastruktur sowie naturnahe Abwasserreinigung in einer staatlichen Schule sowie im angrenzenden Stadtviertel umgesetzt werden. Diese Maßnahmen wurden auf einem Workshop im April 2022 mit den betroffenen Akteuren diskutiert und vorbereitet.

Ein deutliches Signal, welches hohen Stellenwert die Zusammenarbeit mit Indien für das IGB hat, waren zwei Reisen des Institutsleiters Dr. Markus Wolperdinger, noch vor (März 2020) sowie unmittelbar nach (April 2022) den pandemiebedingten Reiseeinschränkungen. Ein Fokus der Reisen lag insbesondere auf der Anbahnung von Vorhaben direkt mit der indischen Industrie, beispielsweise mit dem Infrastrukturunternehmen Larsen & Toubro (L&T) sowie dem Betreiber des Flughafens in Bangalore. Auch für 2023 sind weitere Reisen nach Indien geplant. Ein Vorhaben, das gemeinsam mit Unternehmen aus dem Netzwerk German Water Partnership vorangetrieben wird, ist der Bau einer Demonstrationskläranlage, welche mit deutscher Technologie modernisiert werden und die aus Abwasser ein wiederverwendbares Brauchwasser machen soll.

Kontakt

Dr.-Ing. Marius Mohr
Tel. +49 711 970-4216
marius.mohr@
igb.fraunhofer.de

Marc Beckett M.Sc.
Tel. +49 711 970-4086
marc.beckett@
igb.fraunhofer.de

► www.igb.fraunhofer.de/wassermanagement-indien

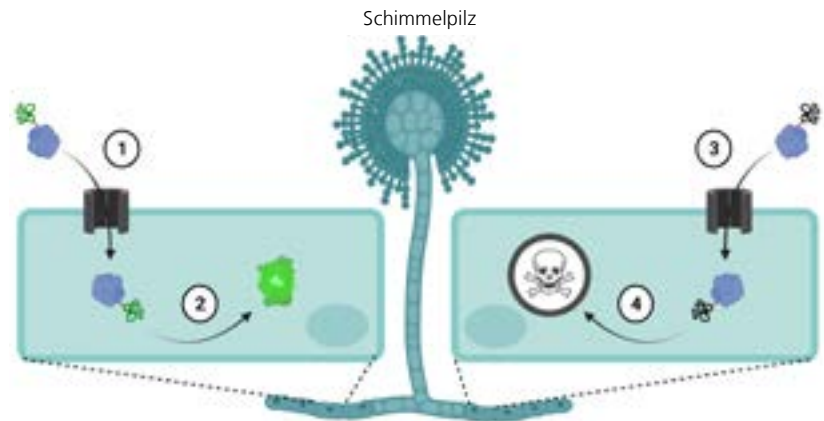
RiboZid – mRNA als biobasiertes Fungizid zur Bekämpfung phytopathogener Pilze

Pilzkrankungen von Kulturpflanzen sind weit verbreitet und verursachen ca. 20 Prozent der Ernteeinbußen weltweit. Klimawandel und Monokulturen begünstigen die Schadpilzausbreitung zusätzlich. Bisher wurden Pflanzen vor allem durch den Einsatz von Chemikalien vor phytopathogenen Pilzen geschützt, doch führt dies zur Pestizidanreicherung im Boden, im Grundwasser, in pflanzlichen Nahrungsmitteln und folglich auch in Mensch und Tier. Pestizidrückstände stellen für den Menschen eine ständige unsichtbare Bedrohung der Gesundheit dar, insbesondere durch hormonähnliche Substanzen, welche die Fruchtbarkeit beeinträchtigen und Krebsrisiken erhöhen können.

Verträgliche Pestizid-Alternative

Im RiboZid-Projekt soll eine Alternative zu gesundheits- und umweltschädigenden Pestiziden entwickelt werden, um eine für Mensch und Umwelt verträgliche und nachhaltige Lösung zu schaffen und zugleich die Ernährung und Gesundheit der wachsenden Weltbevölkerung sicherzustellen.

Dem RiboZid-Ansatz liegt die Hypothese zugrunde, dass pflanzenschädigende Pilze durch Aufnahme einer mRNA als biobasiertes Pflanzenschutzmittel wirksam bekämpft werden können. Zielsetzung ist es daher, eine mRNA zu entwickeln, deren Proteinprodukt selektiv den Pilz bekämpft, die Pflanze aber nicht beeinträchtigt. Von der Pilzzelle aufgenommen, wird die Information der mRNA in ein Protein übersetzt, das eine tödliche Wirkung auf den Pilz hat, jedoch für Pflanzen, Menschen und Tiere ungefährlich ist. Wie die menschliche Zelle beim Corona-mRNA-Impfstoff bildet auch die Pilzzelle nach Aufnahme der mRNA selbst das Proteinprodukt, welches in diesem Fall jedoch zum Absterben des Pflanzenschädlings führt.



Proof of Concept:

Transport der mRNA in die Pilzzelle (1) mit anschließender Expression des Reportergens mNeonGreen (2)

Übertragung der mRNA-Technologie:

Transport der mRNA in die Pilzzelle (3) mit anschließender Expression des Suizidgens (4)

Proof of Concept mit Reporter-mRNA

Als Testorganismus wurde der Ascomycet *Aspergillus niger* ausgewählt. Der Schimmelpilz kommt ubiquitär im Erdboden vor und führt durch die schnelle Verbreitung luftgetragener Sporen häufig zum Verderb von Pflanzen und Nahrungsmitteln. Zur Etablierung der Methode wird zunächst eine Reporter-mRNA designt, die für das fluoreszierende Protein mNeonGreen codiert. Dabei handelt es sich um ein kleines, monomeres, gelbgrün fluoreszierendes Protein, das mikroskopisch und spektrophotometrisch leicht nachgewiesen werden kann. Die mRNA wird durch In-vitro-Transkription erzeugt und auf Kulturen von *A. niger* aufgebracht. Erfolgt nach Aufnahme der mRNA die Translation, leuchten die Zellen von *A. niger* durch das Reporterprotein grün-gelb (Abb. links). Auf dieselbe Weise soll im Anschluss mit der suizidal wirkenden mRNA verfahren werden. Bei erfolgreicher Translation wird die Pilzzelle durch das toxische Proteinprodukt abgetötet (Abb. rechts).

Grafik erstellt mit
BioRender.com

Kontakt

Prof. Dr. Susanne M. Bailer
Tel. +49 711 970-4180
susanne.bailer@
igb.fraunhofer.de

Dr. Dagmar Rother
Tel. +49 711 970-4193
dagmar.rother@
igb.fraunhofer.de

► www.igb.fraunhofer.de/ribozid

oben:

NFT-System mit Arduino-Steuerung an der JKUAT

unten links:

Hydroponischer Anbau von Grünkohl im IGB-Technikum

unten rechts:

Gewächshaus mit PV-Modul an der JKUAT



NexusHub – Ressourceneffiziente Systemlösung für Nahrungs- und Energiesicherheit in ländlichen Regionen

Der hydroponische Pflanzenanbau ist eine wasser-, nährstoff- und platzeffiziente Möglichkeit, frische Nahrungsmittel zu produzieren. In der Regel kommen hierfür mineralische Nährsalze zum Einsatz, die gut dosierbar sind und zudem je nach Pflanze und Wachstumsstadium angepasst werden können. Diese Nährsalze sind jedoch teuer in der Anschaffung und nicht immer verfügbar. Gerade in ariden und ländlichen Regionen Kenias, in denen es seit Jahren zu Lebensmittelengpässen und Ernteausfällen aufgrund von Trockenheit kommt, stehen Landwirte vor großen Herausforderungen hinsichtlich Wassermangels sowie starker Preisschwankungen von Dünger. Darüber hinaus haben viele Gemeinschaften im ländlichen Kenia keinen oder nur sehr begrenzten Zugang zu Energie.



Dank Solarstrom: Dezentrale und nachhaltige Systemlösung

Ziel des aktuellen, von der Fraunhofer-Zukunftsstiftung geförderten Projekts NexusHub ist die Entwicklung einer durch Photovoltaik (PV) betriebenen dezentralen Systemlösung, mittels derer die Energie- und Lebensmittelproduktion in ländlichen Regionen Kenias gesichert werden kann. Dabei soll unter anderem mineralischer Dünger durch Dünger auf organischer Basis aus aufbereiteten lokal verfügbaren Abfallstoffen ersetzt werden. PV-Anlagen liefern den benötigten Strom für die Aufbereitung der organischen Reststoffe und für die Kultivierung marktrelevanter Erzeugnisse (Koriander, Grünkohl) im hydroponischen System. Überschüssiger Strom kann zusätzlich für weitere produktive Aktivitäten genutzt werden.

Nährflösung durch kombinierte Aufbereitung von Reststoffen

In NexusHub untersuchen wir verschiedene organische Ressourcen (pflanzliche und tierische Reststoffe) und Verarbeitungsschritte auf ihre Eignung zur Erzeugung einer hydroponischen Nährstofflösung für Koriander und Grünkohl. Die Reststoffe werden zunächst für mehrere Tage anaerob vergoren und anschließend in einem Sequencing Batch Reactor (SBR) biologisch behandelt. Diese Prozesse sollen die Konvertierung zu Nährstoffen in eine pflanzenverfügbare Form sicherstellen. Anschließend wird die Wirkung der produzierten Nährstofflösung auf das Pflanzenwachstum im NFT-System (nutrient film technique) erprobt.

Energieautark durch Photovoltaik

Zum Betrieb der Aufbereitungs- und Pflanzsysteme wird vom Fraunhofer ICT parallel ein PV-basiertes Energieerzeugungs- und Speichersystem entwickelt. Eine übergeordnete Arduino-Steuerung der Jomo Kenyatta Universität für Landwirtschaft und Technologie (JKUAT) regelt die einzelnen Komponenten auf Basis der sensorisch erfassten Daten. Mit dem entwickelten System ist es möglich, in entlegenen Regionen ganzjährig Energie und Nahrungsmittel auf eine nachhaltige und ressourceneffiziente Weise zu erzeugen. Neben der Anlage in Deutschland wurde auch ein Demonstrator in Nairobi entwickelt.

Skalierung nach Bedarf für Anwendungen im Klein- und Großmaßstab

Das System kann in unterschiedlichen Maßstäben skaliert werden. Somit ist das Verfahren sowohl für Subsistenzwirtschaft, kleine Genossenschaften aber auch den kommerziellen Anbau im Großmaßstab geeignet. An den Anlagen in Stuttgart und in Nairobi wird derzeit an Verfahrensoptimierungen zur Erzeugung der Nährstofflösung sowie dem Energiemanagement gearbeitet. Im nächsten Schritt streben wir die Skalierung und Implementierung des Systems in einer Dorfgemeinschaft im ländlichen Kenia an.

Kontakt

Dr. Lukas Kriem
Tel. +49 711 970-4212
lukas.kriem@
igb.fraunhofer.de

Marc Beckett M. Sc.
Tel. +49 711 970-4086
marc.beckett@
igb.fraunhofer.de

► www.igb.fraunhofer.de/nexushub



Dr. (Eng.) Evan Murimi
Dr. (Eng.) Rehema Ndeda

Department of Mechatronic Engineering,
Jomo Kenyatta University of Agriculture and
Technology



Solving the twin problem of waste treatment and food security

The collaboration between the Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology (JKUAT) and Fraunhofer IGB started upon our choice to cooperate with Fraunhofer ICT on renewable energy projects. Immediately after the first discussions on the envisioned research topics, the IGB was introduced to us to work together on the NexusHub project.

As leading researchers on the Kenyan side, we are very happy having the opportunity now to visit our German colleagues Lukas Kriem and Marc Beckett here at Fraunhofer IGB in Stuttgart. This knowledge transfer is so important for us because the idea of using wastewater treatment technologies for the production of organic nutrient solutions for plant cultivation is primarily being implemented at IGB's and JKUAT's facilities. Besides that, working together with the IGB colleagues is an invaluable experience. Both Lukas and Marc have been very helpful in facilitating us to not only carry out research at the IGB, but also have a good stay in Stuttgart. We could repeat this!

The most valuable result: An SBR (sequencing batch reactor) system can be used for developing nutrients for hydroponic systems from wastewater. In the Kenyan context, implementing this could solve the twin problem of waste treatment and food security.«



Publikationen



Dissertationen

Beck, A.

Development and characterization of fermentation processes for the production of mannosylerythritol lipid (MEL) biosurfactants,
Universität Stuttgart

Bosson, K. N.

Proton-conducting membranes for the artificial leaf,
Universität Stuttgart

Derwenskus, I.

Entwicklung eines Verfahrens zur Herstellung von Propylenoxid und Phenol mittels Ganzzellbiokatalyse unter Nutzung der Methan-Monooxygenase des Organismus *Methylosinus trichosporium* OB3b,
Universität Stuttgart
<http://dx.doi.org/10.18419/opus-12351>

Götz, T.

Untersuchungen zur Herstellung von Hydrogelen mit spezifischer Ladungsdichte über Thiol-Michael-Additionen,
Universität Stuttgart

Kriem, L.

The use of confocal raman microscopy for the evaluation of in-vitro biofilm model structures,
Universität Stuttgart

Mazen, A. E.

Investigations and technical development of adsorption thermal energy storage systems with simulation and different control strategies,
Universität Stuttgart
<http://dx.doi.org/10.18419/opus-12442>

Spindler, L.

Entwicklung und Charakterisierung einer partikulären biobasierten Wirkstoffformulierung zur kontrollierten Freisetzung an der *Regio olfactoria*,
Universität Stuttgart

Auf einen Blick

7 Dissertationen
60 Hochschularbeiten
75 Lehrtätigkeiten
45 Artikel in
Fachzeitschriften
40 Konferenzbeiträge
5 Buchbeiträge
23 neu erteilte
Schutzrechte

Referenzen

Gesundheit

S. 36/37, Klinische Evaluierung NGS-basierter Diagnostik von Sepsis-Erregern

[1] Grumaz, S.; Stevens, P.; Grumaz, C.; Decker, S. O.; Weigand, M. A.; Hofer, S.; Brenner, T.; von Haeseler, A.; Sohn, K. (2016) Next-generation sequencing diagnostics of bacteremia in septic patients, *Genome Medicine* 8: 73, DOI: 10.1186/s13073-016-0326-8

<https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/d939a200-1cb7-4956-91aa-a8ada5d9b729/details>

[2] Decker, S. O.; Sigl, A.; Grumaz, C.; Stevens, P.; Vainshtein, Y.; Zimmermann, S.; Weigand, M. A.; Hofer, S.; Sohn, K.; Brenner, T. (2017) Immune-response patterns and next generation sequencing diagnostics for the detection of mycoses in patients with septic shock – results of a combined clinical and experimental investigation, *International Journal of Molecular Sciences* 18(18), DOI: 10.3390/ijms18081796

<https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/ce481ab2-fed6-471c-99ed-466b272e5882/details>

[3] Grumaz, S.; Grumaz, C.; Vainshtein, Y.; Stevens, P.; Glanz, K.; Decker, S. O.; Hofer, S.; Weigand, M. A.; Brenner, T.; Sohn, K. (2019) Enhanced performance of next-generation sequencing diagnostics compared with standard of care microbiological diagnostics in patients suffering from septic shock, *Critical Care Medicine* 47(5): e394–e402, DOI: 10.1097/CCM.00000000000003658

<https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/9e1ff59c-1a85-4af9-bab2-efb04aa83117/details>

[4] Brenner, T.; Decker, S. O.; Grumaz, S.; Stevens, P.; Bruckner, T.; Schmoch, T.; Pletz, M. W.; Bracht, H.; Hofer, S.; Marx, G.; Weigand, M.A.; Sohn, K.; TIFOnet Critical Care Trials Group (2018) Next-generation sequencing diagnostics of bacteremia in sepsis (Next GeneSiS-Trial): Study protocol of a prospective, observational, noninterventional, multi-center, clinical trial, *Medicine* 97(6): e9868, DOI: 10.1097/MD.00000000000009868

<https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/e7d2bb-cd-72d8-40b1-90b4-d0833fc4d7cd/details>

[5] Schmoch, T.; Westhoff, J.H.; Decker, S.O.; Skarabis, A.; Hoffmann, G.F.; Dohna-Schwake, C.; Felderhoff-Müser, U.; Skolik, C.; Feisst, M.; Klose, C.; Bruckner, T.; Luntz, S.; Weigand, M.A.; Sohn, K.; Brenner, T. (2021) Next-generation sequencing diagnostics of bacteremia in pediatric sepsis, *Medicine* 100(25): e26403, DOI: 10.1097/MD.00000000000026403 <https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/3af8f11b-096b-41e6-895d-010c1524aa7f/details>

S. 39, WowWowSkin – In-vitro-Hundehautäquivalente für die Testung von Veterinärtherapeutika

[1] MarketsandMarkets™ (2021) Companion animal pharmaceuticals market, Report Code MD 7870, <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/companion-animal-pharmaceutical-market-252218886.html> und <https://www.bft-online.de/der-verband/tierarzneimittelmarkt> (abgerufen am 17. März 2022)

S. 42, KinVOID – Kinetische Analyse der Virotherapie im 3D-Organoidmodell

[1] D’Aiuto, L. et al. (2019) Modeling herpes simplex virus 1 infections in human central nervous system neuronal cells using two- and three-dimensional cultures derived from induced pluripotent stem cells, *Journal of Virology* 93(9), DOI: 10.1128/JVI.00111-19

S. 44/45, Formulierungen für die intranasale Verabreichung von ZNS-aktiven Biopharmazeutika

[1] Stützle, M.; Flamm, J.; Carle, S.; Schindowski, K. (2015) Nose-to-brain delivery of insulin for Alzheimer’s disease, *ADMET and DMPK* 3(3), DOI: 10.5599/admet.3.3.184

[2] Spindler, L. M. et al. (2021) Nano-in-micro-particles consisting of PLGA, nanoparticles embedded in chitosan microparticles via spray drying enhances their uptake in the olfactory mucosa, *Frontiers in Pharmacology* 12, DOI: 10.3389/fphar.2021.732954, <https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/bb0bf06e-6077-4cf1-b65f-f3d8d98ed970/details>

Nachhaltige Chemie

S. 61, Umwandlung von CO₂ aus Kohlekraftwerken mit grünem Ammoniak in Südafrika

- [1] Integrated Resource Plan 2019, Department of Energy, Republic of South Africa, <http://www.energy.gov.za/IRP/2019/IRP-2019.pdf> (abgerufen am 26. Januar 2023)
- [2] South African fertilizers market analysis report 2019, Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, Republic of South Africa

S. 64, Elektrochemische Herstellung von Wasserstoffperoxid – Weiterentwicklung in internationalem Großprojekt

- [1] Pangotra, D.; Csepei, L. I.; Roth, A.; Ponce de León, C.; Sieber, V.; Vieira, L. (2022) Anodic production of hydrogen peroxide using commercial carbon materials, *Applied Catalysis B: Environmental* 303, DOI: 10.1016/j.apcatb.2021.120848 <https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/2705a16d-539c-403c-908a-f957299f1054/details>
- [2] Pangotra, D.; Csepei, L. I.; Roth, A.; Sieber, V.; Vieira, L. (2022) Anodic generation of hydrogen peroxide in continuous flow, *Green Chemistry* 24: 7931–7940, DOI: 10.1039/d2gc-c02575b
- [Abb.] Reproduziert aus *Green Chemistry* 24, 7931–7940, mit Genehmigung der Royal Society of Chemistry
- [3] Pangotra, D.; Roth, A.; Sieber, V.; Vieira, L. (2023) Electrochemical water oxidation to hydrogen peroxide on bipolar plates, *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, DOI: 10.1021/acssuschemeng.2c06314

Umwelt und Klimaschutz

S. 72, SULFAMOS – Sulfatabreicherung aus dem Braunkohletagebau mittels Vorwärtsosmose

- [1] Götz, T.; Achenbach, B.; Schiestel, T. (2023) Cellulose acetate hollow fiber membranes for forward osmosis prepared using a novel annealing procedure and the green solvent Agnique® AMD 3 L, *Journal of Applied Polymer Science* (submitted)
- [2] Touati, K.; Tadeo, F.; Hänel, C.; Schiestel, T. (2015) Effect of the operating temperature on hydrodynamics and membrane parameters in pressure retarded osmosis, *Desalination and Water Treatment* 57(23), DOI: 10.1080/19443994.2015.1039600 <https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/ad8442b0-754d-4339-846c-23cc3902fb4f/details>

S. 73, Phyt-O-mat – Entwicklung eines modularen, künstlich beleuchteten Photobioreaktorprototyps

- [1] Cuaresma, M.; Janssen, M.; Vilchez, C.; Wijffels, R. H. (2009) Productivity of *Chlorella sorokiniana* in a short light-path (SLP) panel photobioreactor under high irradiance. *Biotechnology and Bioengineering* 104(2), DOI: 10.1002/bit.22394
- [2] Pruvost, J.; Le Borgne, F.; Artu, A.; Cornet, J.-F.; Legrand, J. (2016) Industrial photobioreactors and scale-up concepts, *Elsevier Advances Chemical Engineering* 48: 257–310, DOI: 10.1016/bs.ache.2015.11.002
- [3] Tzachor, A. (2019) Catalyzing Innovation. The future of feed: Integrating technologies to decouple feed production from environmental impacts, *Industrial Biotechnology* 15(2): 52–62, DOI: 10.1089/ind.2019.29162.atz

S. 74, Grüne Kläranlagen durch Spurenstoffentfernung mittels Photokatalyse

- [1] Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL concerning urban wastewater treatment (recast), European Commission, 2022; 26.10.2022 COM (2022) 541 final, ANNEXES 1 to 8
- [2] Verordnung des UVEK zur Überprüfung des Reinigungseffekts von Massnahmen zur Elimination von organischen Spurenstoffen bei Abwasserreinigungsanlagen, Das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), vom 3. November 2016 (Stand am 1. Dezember 2016), 814.201.231
- [3] Wriedt, B.; Ziegenbalg, D. (2018) Experimental determination of photon fluxes in multilayer capillary photoreactors, *ChemPhotoChem* 2(10), DOI: 10.1002/cptc.201800106
- [4] Wriedt, B.; Ziegenbalg, D. (2020) Adapting actinometry procedures for use in intensified photoreactors, *Chemie Ingenieur Technik* 92(9)
- [5] Wriedt, B.; Ziegenbalg, D. (2021) Application limits of the ferrioxalate actinometer, *ChemPhotoChem* 5(10), DOI: 10.1002/cptc.202100122

Impressum

Redaktion und Lektorat

Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Antje Hetebrüg,
Dipl.-Betriebswirt (DHBW) Jan Müller M. A.,
Dipl.-Des. Thaya Schroeder M. Sc. (Bild),
Dr. Claudia Vorbeck
und die jeweils als Ansprechpersonen
genannten Wissenschaftler und
Wissenschaftlerinnen.

Gestaltung

Dipl.-Des. Thaya Schroeder M. Sc.

Anschrift der Redaktion

Fraunhofer-Institut für Grenzflächen-
und Bioverfahrenstechnik IGB
Dr. Claudia Vorbeck
Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart

Bildquellen

B+B Engineering: Seite 53
Bayerl, Günther: Umschlag
Budde, Till: Seite 25
EPCM Global: Seite 61
Ernsting, Thomas: Umschlag
Fogel, Walter: Seite 65
Genisher, Nimrod: Seite 29
Hackl, Andreas: Seite 25
Karlsruhe Institute of Technology (KIT): Seite 22
Kleinbach, Frank: Seiten 7, 12/13, 41
Masur, Claudia: Seite 12/13
Michalke, Norbert: Umschlag, Seite 60
Müller, Bernd: Umschlag, Seiten 34, 35, 36
Müller, Marc: Seiten 12/13, 62
privat: Seiten 19, 26, 28, 45, 55
Royal Society of Chemistry: Seite 64
Shutterstock: Seiten 33, 49, 69, 77
Variolytics GmbH: Seite 31

Alle anderen Abbildungen

© Fraunhofer IGB/Fraunhofer-Gesellschaft

BioEcoSIM®, Caramid-R®, Caramid-S®, ePhos®, nanodyn®,
Nawamere®, Morgenstadt®, POLO® und SYSWASSER® sind ein-
getragene Marken der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung
der angewandten Forschung e. V. in Deutschland.

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.

© Fraunhofer IGB, Stuttgart 2023

Information

Weitere Informationen finden Sie im Internet

Kompetenzen

www.igb.fraunhofer.de/kompetenzen

Analytik-Leistungsangebot

www.igb.fraunhofer.de/analytik

Infrastruktur, Labor- und Geräteausstattung

www.igb.fraunhofer.de/ausstattung

Kooperationen und Netzwerke

www.igb.fraunhofer.de/netzwerk

Publikationen

www.igb.fraunhofer.de/publikationen

Aktuelle Messen und Veranstaltungen

www.igb.fraunhofer.de/events

Presseinformationen

www.igb.fraunhofer.de/presse

Newsletteranmeldung

www.igb.fraunhofer.de/newsletter

... oder folgen Sie uns auf unseren Social-Media-Kanälen



Facebook

www.facebook.com/FraunhoferIGB



Instagram

www.instagram.com/fraunhoferigb



YouTube

www.youtube.com/FraunhoferIGB



Twitter

www.twitter.com/FraunhoferIGB



LinkedIn

www.linkedin.com/company/fraunhofer-igb

Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Tel. +49 711 970-4401
Fax +49 711 970-4200
info@igb.fraunhofer.de

► www.igb.fraunhofer.de

