



JAHRES
BERICHT
2019|20

HIGHLIGHTS

2019|2020

JAHRESBERICHT *to go*

Wenn Sie noch etwas mehr von uns lesen möchten, dann können Sie die Onlineversion unserer Jahresberichtes durchstöbern (siehe QR-Code links unten).

Hier finden Sie neben Texten und weiterführenden Informationen auch Links zu Audio- und Videodateien. Schauen Sie mal rein: www.isc.fraunhofer.de/jahresbericht.

Folgen Sie uns auf Facebook, twitter, instagram und youtube.



INHALT

Vorwort	4
Materials meet ... Irgendwo muss man ja anfangen	6
Organisation	8
Zahlen Daten Fakten	10
Kuratorium	12
Unsere »jungen Wilden« im Interview	14
Vorlaufforschung	22
Rückblick	28
PROJEKTBERICHTE 2019 2020	
MATERIALIEN - EINDIMENSIONAL	34
MATERIALIEN - ZWEIDIMENSIONAL	40
MATERIALIEN - DREIDIMENSIONAL	50
PROZESSE	60
ANALYTIK	68
TESTING	74
EDUCATION	80
Anhang	84
Impressum	85

VORWORT

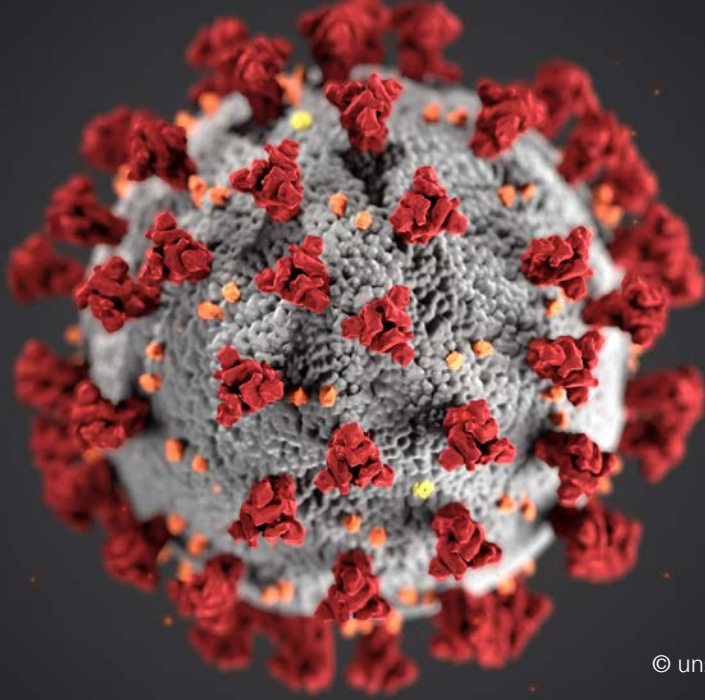
Liebe Freunde und Partner des Fraunhofer ISC,
sehr geehrte Damen und Herren,

das vergangene Jahr 2019 stand weltweit ganz im Zeichen der globalen Herausforderung des Klimawandels. Ein Anlass auch für das Fraunhofer ISC, die eigenen Kompetenzen auf dem Gebiet der Materialforschung für den Klimaschutz zu sichten und deren Ausbau strategisch in den Fokus zu rücken. Einige von Ihnen werden Anfang des Jahres 2020 den Klima-Kalender des Fraunhofer ISC erhalten und so bereits einen kleinen Einblick in unsere Forschungsthemen auf diesem Gebiet bekommen haben. Die in der Strategieplanung von 2018 festgelegten Fokusthemen wurden um »Materials meet ... climate« und »Materials meet .. digitization« erweitert. Das ISC leistet hier wichtige Beiträge zur Lösung der globalen Herausforderungen.

Die Themen Digitalisierung und Künstliche Intelligenz sind für die Materialforschung am ISC mehr und mehr in den Fokus gerückt. Neben den laufenden Aktivitäten zur Laborautomatisierung wird das Institut auch im Rahmen der Europäischen Battery 2030+ Initiative den Einsatz Künstlicher Intelligenz für die Materialentwicklung vorantreiben. Hier kommen die Kompetenzen in den Bereichen Sensorik, Analytik, In-situ-Messverfahren und automatisiertes Online-Monitoring zum Tragen. Sie schaffen die Voraussetzung für die digitale Erfassung und automatisierte Auswertung von Materialdaten und sind unverzichtbare Schnittstelle zwischen Materials Data Space und dem analogen Produkt und seinen Anforderungen.

Neben diesen virtuellen und strategischen Themen spielt auch die räumliche Entwicklung eine wichtige Rolle für eine erfolgreiche Zukunft. Für die beiden Großbaumaßnahmen für die im vergangenen Jahr in die Selbständigkeit entlassene Fraunhofer-Einrichtung IWKS trug das ISC noch bis zur Baufertigstellung die Verantwortung. Die beiden neuen, nach den Richtlinien für nachhaltiges Bauen zertifizierten Forschungsbauten in Alzenau und Hanau wurden inzwischen an die Nutzer übergeben und bieten mit modernster Ausstattung ein hervorragendes Umfeld für die weitere Entwicklung der ehemaligen Projektgruppe.

In Bayreuth schreitet der gemeinsam mit dem Industriepartner BJS projektierte Aufbau der Faserpilotanlage planmäßig voran. Die Inbetriebnahme ist für 2021 vorgesehen. Dann wird in Bayreuth die in Europa einzigartige Produktionsanlage für SiC-Fasern die Produktion aufnehmen. In Würzburg hat Anfang 2020 der Umbau des im Jahr 1901 eröffneten denkmalgeschützten Gebäudes der früheren Augenklinik am Würzburger Röntgenring mit den ersten Bau- und Sicherheitsmaßnahmen begonnen. In den kommenden beiden Jahren wird ein modern ausgestatteter Forschungsbau für das Fraunhofer ISC mit Laboren für die Entwicklung Regenerativer Therapien, die 3D-Gewebezüchtung, das Wirkstoffscreening und die Stammzellprozesstechnik entstehen. An dieser Stelle unser Dank an die Ministerien in Bund und Land und die Europäische Union für die Finanzierung der Baumaßnahmen und an die Fraunhofer-Gesellschaft für die Unterstützung der strategischen Weiterentwicklung.



© unsplash

Das Jahr 2020 brachte eine unerwartete globale Krise in Form der COVID-19-Pandemie mit sich. Nicht nur für die Wirtschaft, auch für die Forschungslandschaft eine neue Herausforderung – und Chance zugleich. In Rekordzeit wurde weltweit die Digitalisierung der Kommunikation vorangetrieben, die Produktion umgestellt und die Forschungsaktivitäten in neue Richtungen gelenkt. Das kurzerhand aufgelegte Forschungsprogramm der Fraunhofer-Gesellschaft unter dem Motto »FraunhofersCorona« hat die Forschungsanstrengungen aller Fraunhofer-Institute gebündelt und damit in kürzester Zeit eine Entwicklungsplattform für die anwendungsnahe Corona-Forschung geschaffen. Auch das Fraunhofer ISC hat hier Ideen und Know-how eingebracht, vom schnellen Wirkstoffscreening für antivirale Substanzen bis hin zur Entwicklung von antiviralen Oberflächen. Über die jetzt angestoßenen Projekte wird in den nächsten Jahren zu berichten sein. Die unmittelbaren Auswirkungen und Gefahren der Krise hat das ISC bislang gut gemeistert. Nicht zuletzt aufgrund der umsichtigen Planung und Maßnahmenumsetzung des lokalen Krisenstabes wie auch des verantwortungsvollen Handelns der Mitarbeitenden konnten Ansteckungsfälle und ein Lockdown des Instituts vermieden und gleichzeitig unter diesen erschwerten Bedingungen die Projektarbeit und die Einwerbung neuer Projekte weitergetrieben werden – meinen herzlichen Dank dafür an alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und ihre Angehörigen.

Ich wünsche uns allen Glück, Tatkraft und Erfolg bei der Bewältigung der globalen Herausforderungen.

Und bleiben Sie gesund!

Ihr
Gerhard Sextl

Materials meet Climate
Alle Videos auf youtube



Irgendwo
muss man doch
anfangen ...

www.materialsmeet.fraunhofer.de

Unter dem Motto »Materials meet...« leistet das Fraunhofer ISC mit seiner Materialforschung und Verfahrensentwicklung wichtige Beiträge zur Lösung globaler Herausforderungen. Im Fokus der Forschung stehen Klimawandel, Umweltverschmutzung, exzessive Ressourcennutzung, Energiewende, sowie Materialinnovationen mit und für Künstliche Intelligenz und Digitalisierung, alternde Bevölkerung in Industriestaaten und wachsende Urbanisierung.

Irgendwo muss man ja anfangen...

»Auch der Klimawandel, den wir mit unserem Hunger nach Energie, Mobilität, Konsum, weltweiter Vernetzung vorantreiben, wird in aller erster Linie uns selbst und unseren nachfolgenden Generationen schaden... an diesen Herausforderungen müssen wir unsere Arbeit messen und für ihre Lösung wollen wir im Fraunhofer ISC essentielle Beiträge leisten.«

Diesen Satz hatte das Fraunhofer ISC bereits im vergangenen Jahr seinem Jahresbericht vorangestellt. Seit dem Beginn der weltweiten »Fridays for Future«-Bewegung war der Klimawandel nun auch auf die Agenda der Politik gerückt, die EU hat einen »Green Deal« ausgerufen und das Erreichen der Klimaziele erhielt endlich mehr Priorität. Mit der im Jahr 2019 vorbereiteten Kalenderkampagne **»Materials meet ... Climate«** des Fraunhofer ISC sollte das Jahr 2020 im Zeichen des Klimaschutzes stehen. 12 Themen aus Forschung und Entwicklung zeigen Chancen und Möglichkeiten, den CO₂-Ausstoß durch neue Materialien und intelligente Technologien zu verringern. Mehr dazu unter www.materialsmeet.fraunhofer.de sowie in den sozialen Medien unter dem Hashtag #MaterialsmeetClimate.

Eine wichtige Rolle spielen in diesem Zusammenhang auch die Forschungsaktivitäten, die unter **»Materials meet ... Energy«** zusammenlaufen. Das Institut ist mit seinem Fraunhofer FuE-Zentrum Elektromobilität derzeit an mehr als einem Dutzend nationaler und internationaler Forschungsprojekte rund um die Etablierung einer neuen Generation von Energiespeichern und ihrer Produktionsplattformen in Europa beteiligt. Erklärtes Ziel der europaweiten Aktivitäten ist die Schaffung einer starken Wettbewerbsposition für europäische Hersteller

auf dem Gebiet der für Energiewende und Elektromobilität notwendigen stationären und mobilen Batterien. Doch nicht nur neue Materialien und Komponenten für Lithium-basierte Speichertechnologien werden am Fraunhofer ISC entwickelt. Auch für eine effiziente, ressourcenschonende Energieumwandlung und optimierte Hochtemperaturprozesse leistet das Fraunhofer ISC mit seinem Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau HTL wesentliche Beiträge zur klimaschonenden Energiewende. Am Standort Bayreuth wird 2021 eine in Europa einzigartige Faserpilotanlage in Betrieb genommen werden, die Keramikfasern für den Hochtemperaturleichtbau bereits im industriellen Maßstab produzieren wird.

Seit Beginn des Jahres 2020 wird das Weltgeschehen jedoch durch die COVID19-Pandemie bestimmt – in einer Weise, die man in unserer hochentwickelten Zivilisation nicht mehr für möglich gehalten hätte. Damit rückt ein zweiter Forschungsschwerpunkt des Fraunhofer ISC in den Fokus: **»Materials meet ... Biomedicine«**. Mit der Forschung seines Translationszentrums für Regenerative Therapien arbeitet das Fraunhofer ISC auch hier an Lösungen für eine globale Herausforderung mit. So können mit humanen 3D-Gewebemodellen der Atemwege die Interaktion der Corona-Viren mit Körperzellen und die Wirksamkeit von Wirkstoffen untersucht werden. Die kurzfristig zur Verfügung gestellten zusätzlichen Forschungsmittel der Fraunhofer-Gesellschaft und des Bundesforschungsministeriums ermöglichen hier eine Reihe von wichtigen Projekten mit Partnern aus Industrie und Forschung zur Untersuchung des viralen Angriffs auf die Körperzellen und der möglichen Ansätze für Heilmittel. Über deren erste Ergebnisse wird im nächsten Jahr berichtet werden können.

Durch das Zusammenführen von Materialsynthesen, zellbiologischen Systemen und additiven Herstellverfahren unter dem Dach des Fraunhofer ISC werden neue biomedizinische Anwendungen in der Regenerativen Medizin erschlossen. Als Alternativen zu Tierversuchen stehen humane 3D-Testmodelle zur Verfügung, die gesunde oder kranke Körperbarrieren simulieren und dadurch die Testung neuer Formulierungen und Therapeutika ermöglichen. Die Einbindung von automatisierten Produktionsmethoden und robotergestützten Systemen ermöglicht zukünftig eine zuverlässige, schnelle und kostengünstige Kultivierung von Zellmodellen und zellbasierten Testsystemen.

#MATERIALSMEETCLIMATE

... um weiter in die Zukunft zu gehen

Die Material- und Prozessentwicklung implementiert mehr und mehr Methoden der Künstlichen Intelligenz, der Digitalisierung und Automatisierung, um schneller zu Lösungen zu kommen. Im Zentrum von »Materials meet ... Digitalization« am Fraunhofer ISC steht die Ausarbeitung einer übergreifenden ontologischen Beschreibung der vielfältigen Materialklassen an sich und der zur Verarbeitung notwendigen Prozessketten. Davon leitet sich die Architektur eines zentralen Datenraumes ab, der im Laufe seines beständigen Wachstums wechselseitig sowohl mit real erfassten Prozessparametern und Analyseergebnissen als auch mit Ausgabedaten von parallel entstehenden Simulationsmodellen gespeist wird. Weiterhin ermöglicht die Entwicklung modularer »Machine Learning Algorithmen«, anhand der ontologischen Beschreibung nicht direkt zugängliche Zusammenhänge zwischen Größen herzustellen, insbesondere zwischen Parametern der Materialien und Prozesse und der Zieleigenschaften der Materialien. Zusätzlich sollen diese auch die Extraktion von Merkmalen aus Analysedaten, z. B. spektrale oder (elektronen-)optische, erleichtern und die menschliche Expertise sinnvoll ergänzen. Die Entwicklung von Datenstruktur und Datenprozedur ist von Beginn an als iterativer Prozess mit agiler Methodik angedacht, am Ende soll ein allgemeingültiges Werkzeug zur effizienteren Forschung innerhalb und zwischen den Arbeitsbereichen des Instituts bereitstehen. Begleitende Entwicklungen wie die High-Throughput-Screeninganlage 4.0, das APRONA-Projekt zur automatisierten, robotergestützten Partikelherstellung oder hochskalierte Materialsynthesen mit Online-Erfassung synthesesrelevanter Materialparameter schaffen hier notwendige Schnittstellen zwischen dem realen Material und dem digitalen Datenraum.

Um »digitale« Zukunftsthemen wie zum Beispiel »Internet of Things«, Robotik, autonomes Fahren, Laborautomatisierung und schaltbare Systeme zu ermöglichen, werden auch neue Anforderungen an die Funktionen und Eigenschaften der verwendeten Materialien gestellt. Intrinsische Zustandsüberwachung durch sensorische Funktionen, adaptive Änderung der physikalischen Eigenschaften, Detektion von Umwelteinflüssen sowie multifunktionelle Materialien und elektro-opto-mechanische Systeme, die sich auch für digitale Fertigungsverfahren – z. B. hochaufgelösten 3D-Druck – eignen, sind einige der Auf-

gaben, die unter der Überschrift »Materials meet ... Adaptive Systems« im Fraunhofer ISC bearbeitet werden.

Neben der Digitalisierung gewinnt auch der Umbau der Wirtschaft von einer auf fossilen Ressourcen beruhenden Wertschöpfung hin zur nachhaltigen und ressourcenschonenden Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen zunehmend an Bedeutung. Dies wird unter dem Begriff »Bioökonomie« als wissenschaftsbasierte Erzeugung und Nutzung biologischer Ressourcen, Prozesse und Prinzipien zusammengefasst, um Produkte und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystems bereitzustellen. Das Konzept der Bioökonomie ist eng verknüpft mit der »Circular Economy« und soll zu einer »Circular Bioeconomy« ausgebaut werden. Bioökonomie hat aber nicht nur die Optimierung der Stoffströme und das Ressourcenmanagement im Blick, sondern zielt auf gesellschaftliche Veränderungsprozesse und eine Biologisierung vieler Industriezweige, die ganz neue Produkte und Lösungen hervorbringen. Das Fraunhofer ISC positioniert sich hier mit »Materials meet... Clean Environment« und »Materials meet ... Bioeconomy« mit nachhaltigen Lösungen für die Veredelung und effiziente stoffliche Nutzung biogener Werkstoffe. Das Materialportfolio wird sukzessive in Richtung auf biogene Funktionsmaterialien und Recycelbarkeit durch Vereinfachung komplexer Materialverbunde erweitert, unterstützt durch Verfahren der Qualitätssicherung. Biobasierte, biokompatible und bioabbaubare funktionelle Werkstoffe ersetzen umweltbelastende Materialien. Nachhaltige Materiallösungen sowie energie- und ressourceneffiziente Verfahren und Prozesse entlang der Wertschöpfungsketten sind Kernthemen.

Und so schließt sich der Kreis wieder, denn alle Entwicklungen am Fraunhofer ISC greifen ineinander, um aktiv daran mitzuarbeiten, die großen Herausforderungen unserer Zeit zu bewältigen und eine lebenswerte Zukunft für uns und nachfolgende Generationen zu sichern.

»» MATERIALS MEET ... FUTURE CHALLENGES!



Institutsleitung

Prof. Dr. Gerhard Sextl



stellv. Institutsleitung

Dr. Thomas Hofmann



**LEITUNG
WERKSTOFFCHEMIE**
Dr. Martin Peters

Partikeltechnologie
Prof. Dr. habil. Karl Mandel

Chemische
Beschichtungstechnologie
Dr. Ferdinand Somorowsky



LEITUNG FZEB
Dr. Henning Lorrmann

Elektrochrome Systeme
Dr. Marco Schott

Lithium-Ionen-Technologie
Dr. Guinevere Giffin

Analytik/Dienstleistungen
Dr. Sarah Hartmann

Blei-Säure-Technologie
Jochen Settelein

Verfahren
Dr. Andreas Flegler



**LEITUNG
ANWENDUNGSTECHNIK**
Gerhard Domann

CeSMA | Adapt. Systeme
Gerhard Domann

Glas | Mineral. Werkstoffe
Dr. Gerhard Schottner

Materialentwicklung
Dr. Daniela Collin

Systeme
Dr. Sönke Steenhusen



LEITUNG DIENSTLEISTUNGEN
Dr. Jürgen Meinhardt

Zentrum für Angewandte
Analytik

Dr. Alexander Reinholdt

Geräteentwicklung
Dr. Andreas Diegeler

IZKK
Sabrina Rota



Verwaltungsleitung
Patrick Kübert



Personal
Anette Rebohle-Mandel



Vertrieb | Marketing
Dr. Victor Trapp



Zentrale Dienste
Michael Martin



PR | Kommunikation
Marie-Luise Righi



Patente | Lizenzen
Dr. Carsten Gellermann



Dental | Mikromedizin
Dr. Herbert Wolter



LEITUNG HTL
PD Dr. Friedrich Raether

Keramik
Dr. Holger Friedrich

Keramikfasern
Arne Rüdinger

Verbundwerkstofftechnologie
Dr. Jens Schmidt

Simulation
PD Dr. Gerhard Seifert

Precursorkeramik
Dr. Andreas Nöth

Textile Faserkeramiken
Prof. Dr. Frank Ficker



LEITUNG TLZ-RT
PD Dr. Marco Metzger

Laborautomatisierung
Thomas Schwarz

Biomaterialien
Dr. Sofia Dembski

Klinische Entwicklung
PD Dr. Oliver Pullig

Testsysteme
Dr. Florian Groeber-Becker



LEITUNG
PROJEKTZENTRUM
STAMMZELLPROZESS-
TECHNIK SPT/ISC
Prof. Dr. Doris Heinrich

LEITUNG 3D-NANOCELL
Prof. Dr. Doris Heinrich

3D-Materialien
Sebastian Hasselmann

Aktorische Systeme
Timo Gruneman

Biomaterialien
Sebastian Hasselmann

Biosensoren
Maria Götz

Mikrofluidik |Simulation
Patrick Witzel

Sie erreichen uns per E-Mail unter vorname.nachname@isc.fraunhofer.de
oder per Telefon unter 0931/4100-Durchwahl

ZAHLEN | DATEN | FAKTEN



9,4

INSTITUTIONELLE FÖRDERUNG



7,1

ÖFFENTLICHE ERTRÄGE



6,8

WIRTSCHAFTLICHE ERTRÄGE



2,5

EU | SONSTIGE

BETRIEBSHAUSHALT FRAUNHOFER ISC 25,9 MIO €

17,3 Mio €

Fraunhofer ISC | Haupthaus

5,2 Mio €

Fraunhofer-Zentrum HTL

3,4 Mio €

Translationszentrum für Regenerative Therapien TLZ-RT

bis April 2019

FRAUNHOFER ISC INKL. FRAUNHOFER IWKS 33,5 MIO €

3,9 Mio €

in der Projektgruppe IWKS Hanau

3,8 Mio €

in der Projektgruppe IWKS Alzenau



111 WISSENSCHAFTLICHES
PERSONAL

121 GRADUIERTES PERSONAL

48 TECHNISCHES PERSONAL

9 AUSZUBILDENDE

18 PROMOVIERENDE

56 WISSENSCHAFTLICHE
HILFSKRÄFTE UND
PRAKTIKA

	ISC	HTL	TLZ
Wissenschaftliches Personal	69	24	18
Graduiertes Personal	85	26	10
Technisches Personal	40	4	4
Auszubildende	9		
Doktoranden Doktorandinnen	16	1	1
Wissenschaftliche Hilfskräfte	18	20	8
Praktikanten Praktikantinnen	8	2	



Das Kuratorium des Fraunhofer ISC 2019|2020

Dem Kuratorium gehören Persönlichkeiten aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft an, die dem Fraunhofer ISC fachlich nahestehen. Gemeinsam mit dem Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft beraten und unterstützen sie das Institut mit ihrer Expertise bei strategischen Themen und Weichenstellungen im Institut und der Entwicklung von Zukunftsperspektiven.

KURATORIUM

PROF. DR.-ING. EGBERT LOX

Vorsitzender des Kuratoriums

Senior Vice President Government Affairs
Umicore | Brüssel | Belgien

DIPL.-ING. PETER E. ALBRECHT

Principal Director Operations
European Patent Office | München

PROF. DR. MARTIN BASTIAN

Stellvertretender Vorsitzender des Kuratoriums
Institutsdirektor
SKZ – Das Kunststoff-Zentrum | Würzburg

PROF. DR. PETER BEHRENS

Geschäftsführende Leitung
Institut für Anorganische Chemie
Leibniz Universität Hannover

PROF. DR. MATTHIAS FROSCH

Dekan Medizinische Fakultät
Julius-Maximilians-Universität Würzburg

PROF. DR. TIM HOSENFELDT

Senior Vice President
Oberflächentechnik
Schaeffler Technologies AG | Herzogenaurach

PROF. DR. HUBERT JÄGER

Technische Universität Dresden
Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik

DR. CLAUDIA JENTZSCH

Disease Area Head Rheumatology
Novartis Pharma GmbH

PROF. DR. STEFAN LEIBLE

Präsident der Universität Bayreuth

DR. PETER NAGLER

Executive Director
Institute of Chemical and Engineering Sciences ICES Singapur

GUIDO VERHOEVEN

General Manager
SIM-Flanders vzw | Zwijnaarde | Belgien

MR DR. STEFAN WIMBAUER

Leiter des Referats 43
Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien,
Energie und Technologie | München

DR. DETLEF WOLLWEBER

Wuppertal

STÄNDIGE GÄSTE IM KURATORIUM

PROF. DR. ALFRED FORCHEL

Präsident der Universität Würzburg

PROF. DR. RALF B. WEHRSPORN

Vorsitzender Fraunhofer-Verbund MATERIALS

UNSERE JUNGEN WILDEN

Redaktion: Ferdinand, Patrick, seit einem Jahr leitet Ihr als »Frischlinge« gemeinsam den Bereich »Chemische Beschichtungstechnologie« am Fraunhofer ISC, der aus zwei Arbeitsgruppen neu gebildet wurde – »Barrierebeschichtungen« und »hybridpolymere Schichtsysteme«. Wie kam es dazu?

Ferdinand Somorowsky: Ich habe ja schon während des Studiums für das Fraunhofer ISC gearbeitet und auch meine Abschlussarbeiten – Diplom und Dissertation – dort gemacht. Schon während der Promotion hatte mir das Institut eine Stelle in der Chemischen Analytik angeboten, die ich dann nach Abschluss der Arbeit auch übernahm. Das war sehr spannend: gleich eine Position mit Führungsverantwortung für vier Mitarbeitende und eine Vielzahl an verschiedenen Projekten aus unterschiedlichsten Bereichen mit sehr eng getakteter Auftragsabwicklung. Es hat Spaß gemacht, war interessant und sehr lehrreich, aber irgendwann wollte ich gerne wieder in die Materialentwicklung hinein und machte mich auf die Suche nach neuen Möglichkeiten. Genau zu dem Zeitpunkt gab es dann im ISC strategische Überlegungen, den anstehenden

Generationenwechsel zweier Abteilungsleiter auch mit einer organisatorischen Neuausrichtung der beiden Gruppen für unterschiedliche hybridpolymere Schichtsysteme zu verbinden, um so Synergien zu nutzen. Dafür suchte man nun zwei geeignete Personen, die zusammen die Leitung des neuen Bereichs übernehmen sollten. Das hat mich sehr gereizt und ich habe mich beworben.

Patrick Wenderoth: Ich hatte mein Studium und meine Promotion an der Universität Saarbrücken mit dem Schwerpunkt intermetallische Verbindungen, Metallhydride und Verfolgung von Metall-Wasserstoff-Reaktionen beendet und arbeitete in verschiedenen Forschungsprojekten, unter anderem an einem Projekt für einen namhaften Leuchtmittelhersteller, Schwerpunkt Entwicklung von Polysiloxanen. Diese anwendungsbezogene Arbeit fand ich sehr spannend. Und der Zufall wollte es, dass Martin Peters, Leiter des Clusters Werkstoffchemie, einen Kontakt zu meiner Arbeitsgruppe hatte und dort nachfragte, ob es nicht einen geeigneten Kandidaten für die wissenschaftliche Leitung eines Bereichs Beschichtungstechnologie gebe.

DIE FAKTEN

Dr. Ferdinand Somorowsky

Alter: 34 Jahre

ledig

Studium: Diplom-Chemie an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Diplomarbeit und Doktorarbeit im Bereich Glas und Mineralische Werkstoffe zum Thema »Entwicklung von nanoporösen Gläsern mit kontrollierten Sorptionseigenschaften zur Verbesserung des Innenraumklimas« am Fraunhofer ISC

Dr. Patrick Wenderoth

Alter 35 Jahre

verheiratet

Studium: Chemie an der Universität des Saarlandes in Saarbrücken (Diplom mit Vertiefung »Chemie für Materialwissenschaften und Technik«), Diplom- und Doktorarbeit im Bereich intermetallische Verbindungen und Metallhydride / Metall-Wasserstoff-Reaktionen mit dem Thema »Untersuchungen zur Hydridbildung von Zintl-Phasen der Erdalkalimetalle mit Aluminium, Gallium und Silicium«

Seit Juli 2019 gemeinsame Leitung des

Bereichs Chemische Beschichtungstechnologie am Fraunhofer ISC

DR. FERDINAND SOMOROWSKY UND DR. PATRICK WENDEROTH

Redaktion: Für Deinen fachlichen Schwerpunkt Metallhydride allerdings nicht so ganz naheliegend?

Wenderoth: Naja, die Metallhydride hatte ich zu dem Zeitpunkt schon gute viereinhalb Jahre hinter mir gelassen. In der Postdoc-Zeit konnte ich schon einiges Know-how und Erfahrung mit der Polysiloxanchemie aufbauen, die eine starke Verwandtschaft zur Chemie der hybriden Polymere hat, auf die das ISC spezialisiert ist. Insofern hatte das auch fachlich gut gepasst.

Somorowsky: Fachlich hat Patrick in den Bewerbungsgesprächen auf alle Fälle überzeugt, und da wir ja sehr eng zusammenarbeiten müssen, ist auch die persönliche Ebene sehr wichtig und das hat auch gut gepasst.

Wenderoth: Ja, das Team war mir sofort sympathisch – man gewinnt ja sehr schnell einen Grundeindruck, ob man miteinander kann oder nicht, und hier hat das sofort gepasst.

Redaktion: Generationenwechsel – das hört sich nach vielen Aspekten an: Wissenstransfer, Erfahrungsschatz retten, organisatorische Umstrukturierung, Konzepte für die Zukunft. Wie seid Ihr an die neue Aufgabe rangegangen?

Somorowsky: Na, wir hatten schon großen Respekt. Beide Gruppen arbeiten sehr erfolgreich, die beiden leitenden WissenschaftlerInnen sind sehr bekannt in der Community und bei der Industrie. Das sind schon große Fußstapfen. Und als frischgebackene Leiter einer Organisationseinheit waren wir plötzlich so etwas ähnliches wie ein Geschäftsführer eines kleinen Unternehmens. Man muss sich um sehr vieles kümmern, um die Finanzen, die Ressourcen, um die Projektakquise, die Mitarbeitenden, und soll auch die wissenschaftliche Arbeit voranbringen – wir sind beide froh, einen Sparringspartner für den fachlichen Austausch, aber auch für ganz alltägliche Fragen zu haben und auch noch die »alten« Leiter von denen man viel lernen kann und die uns auch echt immer mit Rat und Tat zur Seite stehen.

Wenderoth: Wir haben ein halbes Jahr in die Vorbereitung und Einarbeitung investiert – neben dem Tagesgeschäft. Da ist viel gute Energie reingeflossen, eigene Vorstellungen zu entwickeln – wissenschaftlich und organisatorisch – und auch den Wissenstransfer zu managen.

Somorowsky: Aber wir haben auch strukturell Unterstützung, z. B. die Budgetplanung läuft auf Clusterebene, und das Controlling ist eine echte Hilfe. Im Moment nehmen Projektakquise und Antragstellung sehr viel Raum bei uns ein, wir bringen dieses Jahr sehr viele Projektanträge auf den Weg, also viel Papierkram und manches machen wir zum ersten Mal, das kostet Zeit ... und manchmal auch Nerven.

Redaktion: Wie teilt Ihr Euch die Arbeit? Thematisch? Oder eher funktionell?

Wenderoth: Wir wollten explizit keine inhaltliche Aufteilung, um die Einheit des Teams zu fördern. D. h. wir kümmern uns beide um die verschiedenen Themen und tauschen uns dazu aus.

Somorowsky: Wir haben ein gemeinsames Büro, die Kommunikation ist unkompliziert und gut. Infos und Notizen zu Projekten teilen wir uns über entsprechende Tools. So halten wir uns gegenseitig immer auf dem Laufenden. Funktionelle Aufgaben haben wir uns dagegen schon geteilt. Während sich Patrick um die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses und die Positionierung in der Community kümmert, habe ich die disziplinarische Personalverantwortung übernommen

Redaktion: Wie ist die Akzeptanz innerhalb der neu geordneten Arbeitsgruppe?

Somorowsky: Wir sind beide gut in der Gruppe aufgenommen und auch integriert worden, sodass die Zusammenarbeit in den verschiedenen Bereichen sehr gut funktioniert und Spaß macht.

Wenderoth: Die zusammengelegte Gruppe ist jetzt sicher heterogener, aber alle sind offen für die neue Struktur und die Zusammenarbeit klappt sehr gut.

UNSERE JUNGEN WILDEN

Redaktion: Die Weitergabe von Wissen und Erfahrung ist ja bei einem Generationenwechsel ein ganz zentraler Punkt – nicht nur hier, auch in vielen Unternehmen. Was habt Ihr da für Erfahrungen gemacht?

Wenderoth: Nach unserer Erfahrung jetzt im letzten Jahr funktioniert der Wissensübertrag am besten ad hoc. Wenn eine bestimmte Fragestellung auftaucht, tauscht man sich dazu aus und die beiden erfahrenen KollegInnen unterstützen uns da wirklich gut. Aber wir versuchen, auch entsprechende Strukturen zu schaffen, z. B. wird eine Lackdatenbank die verschiedenen Rezepturen beider Bereiche zusammenführen. Hier wollen wir so viel wie möglich an Wissen sammeln.

Somorowsky: Man darf sich aber auch keine Illusionen machen. Das Wissen von 30 Jahren Arbeit wird nicht in ein paar Monaten übertragen. Und die Erfahrung mit den Fragestellungen und Produktionsprozessen der Kunden natürlich auch nicht. Wir versuchen möglichst viele Gelegenheiten für den Austausch zu bestimmten Fragestellungen in der laufenden Projektarbeit zu schaffen. Und sehr viel Wissen ist auch bei den TechnikerInnen vorhanden, v. a. das spezifische Know-how bei der Umsetzung. Auf alle Fälle ist es wichtig, die Zeitschiene im Auge zu behalten, dennoch hat man eigentlich im normalen Alltag zu wenig Zeit.

Redaktion: Außer dem Wissensübertrag, was seht Ihr als besondere Herausforderung?

Wenderoth: Wir sind mit unseren hybridpolymeren Funktionsschichten für sehr viele Branchen tätig. Man muss sich also mit einer Vielzahl von in den verschiedenen Branchen üblichen Substraten, Prozessschritten und Funktionalitäten der unterschiedlichsten Produkte auskennen – Metalle, Kunststoffe, Papier, Glas oder Keramik in Produkten wie Uhren, Waschmaschinen, Autos, Kühltheken, oder sogar Zeppelinen. Da ist schnelle Auffassungsgabe und große Fragekompetenz nötig.

Redaktion: Ein weites Feld also, was ist reizvoll für Euch daran?

Somorowsky: Die Arbeit ist unglaublich abwechslungsreich, man lernt ständig Neues kennen. Die hybriden Polymere (ORMOCER®e¹) bieten eine ziemlich spezielle Materialbasis, aber auch immer wieder Neuerungen und Erfindungsspielraum für neue Funktionalitäten. Derzeit finden ca. 130 Lackformulierungen Verwendung als bewährte Systeme für unterschiedliche Anwendungen. Und die Arbeit im Wechsel zwischen Industrieprojekten, Forschungsprojekten, Antragschreiben und der fachlichen Projektarbeit macht einfach großen Spaß. Man bekommt Forschung und Anwendung unter einen Hut und sieht im Idealfall, wie die eigenen Entwicklungen schließlich in den Produkten der Industriepartner auf den Markt kommen.

Redaktion: Ihr habt Euch auch mit der Zukunft beschäftigt. Wo soll's hingehen mit den ORMOCER®en?

Wenderoth: Wir haben eine lange Ideenliste zusammengetragen – sowohl was die Anwendungsfelder als auch was die Funktionalitäten anbelangt. Es sind aber auch Themen hinsichtlich der Implementierung in bestehende Prozessketten dabei, also die Prozessierbarkeit betreffend. Was wir an dieser Stelle verraten können, ist, dass wir den klima-, umwelt- und ressourcenrelevanten Bio-Aspekt – also nachwachsende Rohstoffe und Bioabbaubarkeit – von den Barriereanwendungen auch auf andere Bereiche übertragen wollen.

Somorowsky: Ein neues Anwendungsfeld ist z. B. die Medizintechnik. Da arbeiten wir bereits gemeinsam mit dem Projektzentrum Stammzellprozesstechnik und dem Translationszentrum für Regenerative Therapien an Konzepten. Wir werden aber auch Bewährtes weiterentwickeln und Funktionalitäten bekannter Formulierungen kombinieren. Die Industrie schätzt das ISC ja nicht nur als kreative Ideengeber, sondern v. a. auch als zuverlässige Entwicklungspartner und Lieferanten für solide, weit entwickelte, abgesicherte Systeme.

1 ORMOCER®e: Marke der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V., München Deutschland

WAS MACHT IHR SONST SO?

DR. FERDINAND SOMOROWSKY

raus, raus, raus



Für's Essen sorgen ...



DR. PATRICK WENDEROTH

Kochen!

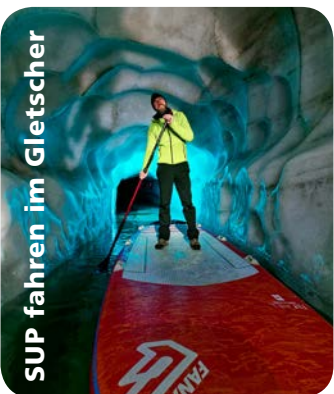


Liebblingsland bereisen

... natürlich keine Schildkrötensuppe!



SUP fahren im Gletscher



Langlaufen natürlich



... Natur genießen.



UNSERE JUNGEN WILDEN

PROF. DR. KARL MANDEL

Redaktion: Studium in München, Salzburg, Ulm, Oxford. Zur Promotion bist Du nach Würzburg gekommen – was gab den Ausschlag?

Karl Mandel: Eigentlich ein Zufall – meine Lebensgefährtin ging für ein weiterführendes Studium nach Würzburg, für mich und meine Fachgebiete gab es dort aber auf den ersten Blick nichts Passendes. Das Fraunhofer ISC war die nächste Adresse, bei der ich – ganz blauäugig allerdings und ohne große Hoffnungen – nachfragte. Zufällig startete dort in der damaligen Partikelgruppe von Dr. Carsten Gellermann gerade ein Forschungsprojekt zum Thema Abwasserreinigung mit Partikeln, für das ein Doktorand mit sowohl nanowissenschaftlichen Kompetenzen als auch idealerweise mit hydrologisch-geowissenschaftlichen Kompetenzen gesucht wurde – eine nicht ganz häufige Kombination. Und zufällig hatte ich mich während meines Studiums genau in diese Themen vertieft. Also: zur richtigen Zeit an der richtigen Stelle – und neugierig genug, mich auf die Aufgabe, eine Doktorarbeit mit einem Fraunhofer-Thema zu machen, einzulassen. Ich schickte also meine Bewerbungsunterlagen und wurde prompt von Herrn Prof. Sextl, Institutsleiter und Lehrstuhlinhaber – und zukünftiger Doktorvater, eingeladen und als Doktorand freundlich aufgenommen.

Redaktion: Kaum hattest Du die Promotion abgeschlossen, da wurdest Du schon mit dem verantwortungsvollen Job des Gruppenleiters betraut, wie kam es dazu?

Mandel: Eigentlich war das auch schon wieder eine Verkettung von Zufällen. Carsten Gellermann, der Gruppenleiter, der mich ans ISC geholt hatte, ging für das Institut nach Alzenau, um beim Aufbau der Projektgruppe IWKS tatkräftig mitzuhelfen. Die Gruppenleitung übernahm eine erfahrene Kollegin, Dr. Uta Helbig, die jedoch kurz darauf einem Ruf an die Technische Hochschule Nürnberg folgte. Prof. Sextl übertrug kurzerhand Frau Dr. Dembski und mir die Leitung der Gruppe; nach kurzer Zeit wurden daraus zwei eigenständige Gruppen. Gruppenleitung – eine echte Herausforderung für mich als unerfahrenen Jungspund. Rückblickend muss ich schon sagen, dass Herr Sextl da sehr großes Vertrauen in mich gesetzt hat. Ich habe die Herausforderung angenommen. Aber die ersten zwei Jahre waren wirklich knallhart, schließlich musste ich ja Projekte heranschaffen, um meine Gruppe zu finanzieren, mich um die strategische Ausrichtung und um die Leute, für die ich jetzt plötzlich die personelle Verantwortung trug, kümmern.

Redaktion: Gab es da auch Augenblicke, wo Du alles hinschmeißen wolltest?

Mandel: Nachdem die ersten ca. 10 Projektanträge abgelehnt worden waren, hatte ich mir Dezember 2014 als Deadline gesetzt. Wenn ich es bis dahin nicht geschafft hätte, wenigstens ein oder zwei gut dotierte Projekte für meine Gruppe zu holen, dann wäre ich tatsächlich gegangen. Da hat mir der Institutsleiter mehr zugetraut als ich mir selbst. Herr Sextl hat mich immer wieder bestärkt und die vielen zurückgewiesenen Projektanträge als »gehört zum Job« beiseite gewischt, sonst hätte ich schon früher das Handtuch geworfen. Und im November 2014 kamen dann tatsächlich zwei große Projekte mit einem Gesamtvolumen von mehr als 1,7 Mio € für die nächsten drei Jahre, das war wirklich ein Erfolg – und eine große Erleichterung für mich.

Redaktion: Deine Promotionsarbeit hast Du in der sehr kurzen Zeit von zweieinhalb Jahren abgegeben. Für die Dissertation hast Du dann auch gleich noch den renommierten Deutschen Studienpreis der Körber-Stiftung bekommen. Hattest Du da schon mit dem Gedanken an eine Habilitation gespielt?

Mandel: Ja, das ging auch wirklich nur, weil das Institut und die Gruppe – und nicht zuletzt der Doktorvater – das ermöglicht haben. Eine Habilitation war damals schon so etwas wie ein ferner Traum. Aber ich hatte meine Zweifel, ob ich der richtige Mensch für diesen Weg wäre. Deshalb wollte ich eher in Richtung Fachhochschule gehen. Herr Sextl hat mich dann aber doch – mit einiger Beharrlichkeit – davon überzeugt, den Weg an die Uni einzuschlagen. Es waren noch einige Hürden zu nehmen, bis mein Habilitationsansinnen mit dem Fraunhofer-Hintergrund auch an der Universität akzeptiert wurde. Schließlich hat's dann aber gut geklappt und ich konnte in die Habilitationsschrift 33 Publikationen einbringen.

Redaktion: Gut geklappt, das kann man so sagen. Es hat auch gleich mit einem Ruf geklappt – und nicht nur mit einem.

Mandel: Ja, tatsächlich hatte ich das Glück, mehrere Angebote zu bekommen. Für die Professur an der FAU in Erlangen habe ich mich entschieden, weil hier nicht nur eine räumliche Nähe zu meiner Gruppe am ISC besteht, sondern auch die Möglichkeit, beide Gruppen – Fraunhofer und meine Forschungsgruppe an der Uni – eng zusammenarbeiten zu lassen. Und nicht zuletzt ist das natürlich auch eine Frage für die Familie – hier ist mir die räumliche Nähe erst recht wichtig und willkommen.

DIE FAKTEN

Alter: 35 Jahre
Verheiratet | 3 Kinder

Schule: Gymnasium Hohenschwangau

Studium: BSc Geowissenschaften an der Ludwigs-Maximilians-Universität München und der TU München (BSc Arbeit an der Univ. Salzburg), MSc in Materialwissenschaften an der Universität Ulm (MSc Arbeit an der Univ. Oxford)

Dezember 2010 - September 2013

Promotion am Fraunhofer ISC und an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg zu »Superparamagnetic nanocomposite particles for water purification and resources recovery«

Seit 2013

Leiter der Partikeltechnologie am Fraunhofer ISC

November 2015 – Januar 2020

Habilitation an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg und am Fraunhofer ISC zu »Functional supraparticles based on iron oxide and silica nanoparticle building blocks«

Seit April 2020

Professur für Anorganische Chemie an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

UNSERE JUNGEN WILDEN

PROF. DR. KARL MANDEL

Die FAU hat mich mit weit offenen Armen empfangen, die Zusammenarbeit mit Fraunhofer wird dort sehr positiv gesehen. Die Kontakte zwischen Erlangen und Würzburg sind schon jetzt hervorragend und ich bin sicher, dass daraus in Zukunft noch viel erwachsen wird.

Redaktion: Start war im April 2020 unter erschwerten Bedingungen – der Corona Lock-down. Wie hat sich das ausgewirkt?

Mandel: Die FAU und auch das ISC sind da gut aufgestellt, wir konnten unglaublich viel auf virtuellem Weg regeln, der eigentliche Laborumzug und das Einrichten in Erlangen ging ganz reibungslos über die Bühne – v. a. auch dank meiner beiden Superteams in Würzburg und in Erlangen und dank der flexiblen Verwaltungen.

Redaktion: Welche Pläne hast Du jetzt für Deine Gruppen?

Mandel: Wir möchten die Forschung an der Uni und am ISC sehr eng miteinander verknüpfen – die Grundlagen in Erlangen, die Anwendung in Würzburg. Schwerpunkt sind funktionelle Suprapartikel – welche neuen Eigenschaften und Funktionen werden möglich, wenn Nanopartikel zu Suprapartikeln kombiniert werden – z. B. kommunizierende Partikel für Sensorik oder als Marker, Additive für smarte Oberflächen, Adsorber- und Reinigungssysteme, Partikel für Photo-Elektro-Katalyse. Die Studiengänge für Chemie und Molecular Science in Erlangen werden gerade reformiert, deshalb kann die Suprapartikel-Chemie jetzt von vornherein in die Lehre integriert werden.

Redaktion: Was ist für Dich in der Lehre wichtig?

Mandel: Natürlich will ich den Studierenden die Grundlagen nahebringen, aber v. a. will ich sie zu selbständig denkenden und kreativen Köpfe ausbilden – da sind wir den Computern nämlich voraus. Rein mechanisch Wissen ansammeln und abrufen, das können auch Maschinen übernehmen.

Redaktion: Was leitet Dich?

Mandel: Neugierig bleiben, mich begeistern lassen, Vertrauen in Kooperation und Teamwork setzen, offen für andere Ideen sein – und weiterhin Gelegenheiten für gute Zufälle schaffen, erkennen und wahrnehmen.

WAS MACHST DU SONST SO?



»Auch privat gehts manchmal wild zu: Ich bin sehr gerne draußen, ob beim Radeln, Wandern oder Skifahren.

Die Berge liebe ich einfach.

Auch für wilde Rennen bin ich zu haben. Leider habe ich beim Bobbycarrennen nicht gewonnen, aber aller Anfang ist wohl auch da schwer...«



FRAUNHOFER VORLAUFFORSCHUNG

LEITPROJEKT »»MANITU

Materialien für nachhaltige Tandemsolarzellen mit höchster Umwandlungseffizienz

Solarzellen mit höchsten Wirkungsgraden liefern Strom kostengünstig und verbrauchen dabei weniger Fläche und Materialien. Hohe Wirkungsgrade ermöglichen auch neue Produkte, wie z. B. energieautarke Gebäude oder Elektroautos, die sich über Solarzellen aufladen lassen. Der Wirkungsgrad von Siliciumsolarzellen lässt sich aber nicht mehr beliebig steigern. Die dafür verantwortlichen physikalischen Grenzen können mit Tandemsolarzellen überwunden werden. Mit ihnen sind Wirkungsgrade über 35 % möglich. Tandemsolarzellen stehen deshalb im Fokus der aktuellen Solarzellenforschung.

Gleichzeitig wird innerhalb der nächsten 5-10 Jahre weltweit der jährliche Photovoltaik-Zubau auf mehr als ein 1 TWp steigen. Diese Mengen erfordern auch die konsequente Vermeidung kritischer Materialien (z. B. Blei) bei der Herstellung von Solarmodulen. Im Fraunhofer-Leitprojekt »MaNiTU« entwickeln daher sechs Fraunhofer-Institute im Verbund nachhaltige, höchsteffiziente und kostengünstige Tandemsolarzellen auf Basis neuer Absorbermaterialien und gezielt aufeinander abgestimmter Kontaktschichten. Das Konsortium besteht aus den Fraunhofer-Instituten ISC, IWM, IST, MWS, IWKS. Koordiniert wird es von Fraunhofer ISE.



FRAUNHOFER VORSTANDSPROJEKT

Kulturerbe erhalten – per Forschung und Hightech

Klimawandel und Kulturerbeschutz stehen erstmals auf dem Programm der Deutschen EU Ratspräsidentschaft von Juli bis Dezember 2020. Auch im nächsten Forschungsrahmenprogramm Horizon Europe wird die Forschung zum Erhalt des kulturellen Erbes prominent vertreten sein. Denn unser Kulturerbe ist in Gefahr – der Klimawandel mit zunehmenden Extremwetterereignissen, aber auch die Folgen der Coronapandemie und menschengemachte Katastrophen wie der Brand der Kathedrale Notre Dame in Paris und vor allem der boomende Massentourismus bedrohen ganz akut das kulturelle Erbe. Um diese Herausforderungen zu meistern, braucht es Forschung und technologische Entwicklung: Nachhaltige Konservierungsmaterialien, neue Analysemethoden, sozio-ökonomische Studien und vor allem neue Digitalisierungstechnologien. Deshalb beschäftigt sich das Vorstandsprojekt »Kulturerbe II« mit den Auswirkungen des Klimawandels und Chancen der Digitalisierung«. 20 Fraunhofer-Institute bündeln ihre Expertise und arbeiten untereinander eng zusammen. Sie kooperieren neben den Partnern der Forschungsallianz Staatliche Kunstsammlungen Dresden, Sächsische Landes-, Staats und Universitätsbibliothek und Deutsches Bergbaumuseum Bochum auch mit vielen weiteren Partnern wie der renommierten Universität Oxford, dem Landesdenkmalamt Saar, der Fachhochschule Potsdam, der Schatzkammer der Residenz zu München, der Universität Freiburg sowie weiteren Institutionen.

Themen:

- Entwicklung einer ontologischen Daten- und Wissensplattform FALK
- Sozioökonomische in-Wert-Stellung von Kulturerbe im digitalen Zeitalter
- Digitale Zwillinge und urbaner Raum
- Nachhaltigkeit der Materialien unter dem Einfluss des Klimawandels
- Öffentlichkeitsarbeit, Training und Wissenstransfer



Mit 1,95 Mio € wird das Projekt gefördert. »Für die finanzielle Unterstützung sind wir sehr dankbar. Sie ermöglicht es Fraunhofer, innovative Technologien an vorderster Front für den Kulturerbebereich zu entwickeln, um damit unsere technologische Vorreiterrolle zu verstetigen. Darüber hinaus leistet Fraunhofer einen wichtigen Beitrag zum Europäischen Green Deal und adressiert die kulturelle Dimension der Nachhaltigkeit in Deutschland und Europa«, freut sich Dr. Johanna Leissner, Koordinatorin und wissenschaftliche Repräsentantin Brüssel.

ICON »» ALL SOLID STATE

Strategische Partnerschaft
zwischen Empa und Fraunhofer



Festkörperbatterien für die Elektroautos von morgen

Im Rahmen eines strategischen, internationalen Kooperationsprogramms der Fraunhofer-Gesellschaft starteten die Empa in Dübendorf (CH) und das Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC in Würzburg (D) Anfang Januar ein dreijähriges gemeinsames Forschungsprojekt, um die Basis für eine produktionstaugliche nächste Generation von Antriebsbatterien für Elektroautos zu schaffen. Anders als heute gebräuchliche Lithium-Ionen-Zellen sollen diese nur noch aus Feststoffen bestehen und keine brennbaren flüssigen Elektrolyte mehr enthalten. In diesem Projekt erarbeitet die Empa die chemisch-physikalischen Grundlagen für diese neue Batterietechnologie; das Fraunhofer ISC steuert sein Knowhow in der Verfahrensentwicklung und Batteriezellproduktion bei und fertigt erste Prototypen.

MAVO-PROJEKTE

MAVO »» BIOELEKTRON

Biodegradierbare Elektronik für aktive Implantate

Medizinische Implantate werden zur weitgehenden Kompensation ausgefallener Körperfunktionen eingesetzt, um die Lebensqualität der Betroffenen signifikant zu verbessern. Aufgrund der demographischen Entwicklung wird ihr Bedarf kontinuierlich steigen. Biodegradierbare Implantate sollen ihre

Funktion für einen begrenzten Zeitraum erfüllen und sich danach vollständig auflösen. Ein chirurgischer Eingriff zur Entfernung entfällt. Rein passive stabilisierende Implantate, wie z.B. Nahtmaterial, kardiovaskuläre Stents oder Knochenimplantate sind seit langem Gegenstand der medizinischen Forschung und teilweise als Produkt etabliert.

Die Entwicklung neuartiger aktiver Implantate auf der Basis einer biodegradierbaren Elektronik stellt einen konsequenten Innovationsschritt dar, der durch das MAVO-Verbundprojekt bioElektron geleistet werden soll. Es können dann implantierbare Assistenzsysteme realisierbar werden, die über eine aktive therapeutische und/oder diagnostische Funktionalität mit anwendungsspezifisch begrenzter Einsatzdauer verfügen. Expertenaussagen aus Wirtschaft und Wissenschaft belegen, dass insbesondere im Bereich der Neurostimulation, der Visceralchirurgie und der prächirurgischen Diagnostik ein Bedarf mit einem darstellbaren Zusatznutzen für die Patienten bei gleichzeitig zu erwartender Kostensenkung besteht. Weitere Anwendungen für biodegradierbare Elektronik in Veterinärmedizin, Agrarwirtschaft, Viehwirtschaft, Biotechnologie und Lebensmittelindustrie erscheinen vielversprechend. Im Projekt werden die wesentlichen Komponenten einer biodegradierbaren Elektronik entwickelt und zu einem aktiven Implantat integriert. Als funktionale Grundkomponenten werden Barrierschichten, Leiterbahnen, Elektrodenkontakte und aktive Elektronik-Bauteile gefertigt. Besondere Aufmerksamkeit gilt dabei einer skalierbaren Degradationskinetik, die auf in-vitro-Niveau neben Biokompatibilität und Funktionalität getestet wird. Der Projektprototyp adressiert speziell die Applikation einer auf der Hirnhaut aufliegenden, resorbierbaren Stimulations- und Ableitelektronik zur prächirurgischen Epilepsiediagnostik. Der Prototyp wird die grundsätzliche Machbarkeit des Konzepts nachweisen. Die medizintechnische Innovation ermöglicht die Eröffnung neuer Dienstleistungen und Märkte. Eine Grundvoraussetzung für den Technologietransfer ist die entwicklungsbegleitende Berücksichtigung der gesetzlichen und regulatorischen Bestimmungen.

Das Konsortium besteht aus den Fraunhofer-Instituten ISC, IBMT, FEP, IWKS-ALZ, und ENAS. Koordiniert wird es von Fraunhofer FEP.

FRAUNHOFER VORLAUFFORSCHUNG

MAVO » » KRYO RET

Kryokonservierungstechnologien für stammzellbasierte Retinaimplantate

Die altersbedingte Makuladegeneration (AMD) ist die häufigste Ursache für die Erblindung von Menschen in der westlichen Welt. Durch die steigende Lebenserwartung werden die Fallzahlen dieser degenerativen Erkrankung noch ansteigen. Derzeit kann die AMD nicht geheilt werden. Lediglich bei einem kleinen Teil der Patienten kann das Fortschreiten der Krankheit durch regelmäßige, kostenintensive Injektionen in den Augapfel (IVOM) verlangsamt werden. Jedoch befinden sich neuartige, regenerative Therapieformen am Beginn der klinischen Erprobung. Diese beruhen auch auf dem Ersatz des erkrankten Gewebes durch Stammzell-basierte, flächige Implantate. Eine derartige regenerative Behandlung hat bei rechtzeitiger Anwendung das Potenzial zur Heilung der AMD. Dies wäre für den Großteil der betroffenen Patienten ohne aktuelle Behandlungsmöglichkeit ein enormer Gewinn an Lebensqualität durch Wegfall peripherer Kosten aufgrund Erblindungsfolgen. Langfristig wäre dies für das Gesundheitssystem, auch über die mögliche Ablösung der IVOM-Therapie, ein finanziell konkurrenzfähiges Behandlungskonzept. Da die AMD auf multifaktorieller genetischer Veranlagung und Lebensstil beruht, sind zur Gewinnung der Ausgangszellen passende Fremdspenden erforderlich. Der Aufbau des Implantates aus diesen Zellen dauert ca. zwei Monate. Da sich jedoch das Zeitfenster zur erfolgreichen Therapie schnell schließt, ist eine Bevorratung mit implantationsfertigen Geweben für eine breite klinische Nutzung des Verfahrens notwendig. Die Schaffung der technischen und biotechnologischen Voraussetzungen für eine solche Lagerhaltung mittels funktionserhaltender Kryokonservierung soll im MAVO-Projekt KryoRet erstmalig gezeigt werden.

Dazu werden:

- (1) die das Implantat stützenden Trägermembranen so konstruiert, dass die Integrität des Implantates beim Einfrieren erhalten bleibt,
- (2) Behälter und Medien entwickelt, die das Implantat über passiv kontrolliertes Eiswachstum vor schädlichen Konzentrationsgradienten schützen,
- (3) Assays zur Bewertung und Durchmusterung der entwickelten Technologien etabliert. Diese sollen keinen irreversiblen Einfluss auf die Implantate ausüben und somit wiederholt anwendbar sein, sodass das Implantat selbst auf Funktionalität getestet und anschließend implantiert werden kann.

Bis heute stehen nur wenige dieser nicht-verbrauchenden Testmethoden zur Verfügung. Diese reichen aber bei Weitem nicht aus, um die Funktionalität des Implantates vollständig zu charakterisieren.

Die zum Erreichen dieser ambitionierten Ziele notwendigen Kompetenzen in Polymerwissenschaft und -strukturierung, Oberflächenfunktionalisierung, Formulierung partikulärer Systeme sowie Stammzellbiotechnologie und Augenheilkunde werden durch dieses Gemeinschaftsprojekt von den Fraunhofer-Instituten ISC, IST und IBMT gebündelt. Die Herstellung der Membran sowie Lagerung des Implantates können in Kooperation mit der pharmazeutischen Industrie direkt vermarktet werden. Entstehende Schutzrechte können, insbesondere im Hinblick auf die breite Anwendbarkeit in der regenerativen Medizin, über Lizenzierung verwertet werden.


MEF-PROJEKTE

MEF » » THERMELAST

Thermoaktivierbare Elastomere für Smart Textiles

Der steigende Markt der »Smart Textile« Anwendungen mit unterschiedlichsten Funktionalisierungen von Sensorik über Aktorik und sogar Energiewandlung erfordert hohe Ansprüche an die eingesetzten Materialien und kostengünstige Produktionsmöglichkeiten. Aktuell werden Leiterbahnen, Elektroden, Elektronikkomponenten (z. B. Bewegungssensoren) mit Drähten oder leitfähigen Fäden elektrisch verbunden. Die Integration der Leitungen, Sensoren und Elektronik in die unterschiedlichsten textilen Träger erfolgt mit (umgebauten) Textilverarbeitungsanlagen (Webstühle, Strick-, Stick-, Nähmaschinen) oft in Kombination mit Klebetechniken. Diese Standardverfahren erlauben zwar große Flexibilität in der Verarbeitung, stellen aber immer einen Kompromiss aus mehreren Klebe- und Kontaktierungsmethoden dar, was die Produktion teuer macht. Die Leitungen selbst sind nicht dehnbar, korrosionsanfällig und nicht oft waschbar. Auf der Basis von am ISC entwickelten Siliconelastomeren, die sowohl als Isolationswerkstoff als auch mit Leitpartikeln sehr gut leitfähig eingestellt werden können, sollen zwei kostengünstige Fertigungsverfahren (Klebtechnik von Halbzeugen und Drucktechnik) entwickelt werden.

Damit können beliebige Kombinationen aus stark dehnbaren, chemisch und mechanisch robusten Leitungsstrukturen, Elektroden, Dehnungs-/ Drucksensoren in Textilien und Bezugstoffen eingebracht werden, die kurze Taktzeiten im Bereich



von 10s und Materialkosten unter 10 €/kg bei geringen Investitionskosten ermöglichen. Die unterschiedlichen Funktionselemente werden in einem Textil, z. B. einer Weste oder einem Sitzbezugstoff, als Demonstratoren integriert, um präsentiert werden zu können.

MEF » » RAPIDDOSIMETER

Risikobewertung korrosiver Umgebungsbedingungen

Werkstoffe, Bauten und Anlagen reagieren im Laufe der Zeit auf Umwelteinflüsse und korrodieren. Dies führt jährlich zu enormen finanziellen Belastungen in Milliardenhöhe oder gar zu Zerstörungen mit schwerwiegenden Folgen, wie bei Stahl-Beton-Brückenkonstruktion. Die Erfassung und Bewertung der Umgebung (»Umweltmonitoring«) ist deshalb von großer wirtschaftlicher Bedeutung und in Zeiten des Klimawandels noch wichtiger, da korrosive Prozesse chemische Reaktionen sind, die z. B. durch Temperaturerhöhung um 10 °C mit doppelter Geschwindigkeit ablaufen. Die schnelle, integrierte Erfassung von Umwelteinflüssen wäre daher zielführend für die Entwicklung umweltangepasster Werkstoffe oder spezieller Korrosionsschutzbeschichtungen, die zuverlässig Infrastrukturbauten und Anlagen vor dem Verfall bewahren. Auch Wartungsintervalle lassen sich entsprechend optimieren und planen. Bisher existiert jedoch kein exakter und integrierender Umweltsensor, der den industriellen Anforderungen genügt und alle relevanten Parameter möglichst gleichzeitig erfasst. Zum einen ist die Reaktion zu langsam und zum anderen die Auswertbarkeit und die Aussagekraft stark fehlerbehaftet. Für schwer zugängliche Nischen sind die derzeit verfügbaren Coupons zu groß und nicht einsetzbar.

Es besteht dringender Bedarf an einem schnelleren Messsystem für Korrosivität durch Umwelteinflüsse, das fehlerfrei auswertbar ist und somit zuverlässige Ergebnisse liefert. In Abhängigkeit der Umgebung soll eine Reaktion innerhalb von wenigen Tagen bis hin zu Wochen stattfinden. Das zu entwickelnde Dosimeter sollte leicht handhabbar, klein und günstig sein.

Ziel ist die Entwicklung eines besonders kleinen Dosimeters mit nur 1 cm² Messfläche auf Basis eines hoch korrosionsempfindlichen Glaspulvers. Der Korrosionsfortschritt an Glas lässt sich durch einen objektiven Messwert spektroskopisch exakt bestimmen. Dies ermöglicht eine frühzeitige und zuverlässige Aussage zum Korrosionseinfluss ausgewählter Umgebungen, der auf andere Materialien übertragen werden kann.

Anwendungsbereiche:

- Verpackungen, Container, Schiffsfracht;
- IT-Infrastruktur: Elektronik im Automobil, in Messgeräten;
- Bauwerksüberwachung: z. B. Parkhaus, Brücken, Tunnel, Windkraftanlagen im Offshore-Bereich; Gefährdung von stahlbaulichen Konstruktionselementen durch Salzwasser. Korrosionsschutzprüfung: Umweltsimulation für Korrosions- und Bewitterungsprüfungen: künstliche beschleunigte Alterungsexperimente; Korrosions-Dauerlauf-Testläufe, z. B. Nischen von Automobilkarosserien

MEF » » SCARCARE

Bioresorbierbare Membran zur Vermeidung postoperativer Verwachsungen und Narbenbildungen

Nach einem chirurgischen Eingriff in Weichgewebe, z. B. am Darm oder der Gebärmutter, stellen postoperative Verwachsungen eine der häufigsten Komplikationen dar. Hierbei verheilt das durch die Operation (OP) verwundete Gewebe nicht wie gewünscht, sondern verwächst unter Ausbildung von Narbengewebe mit umliegenden Organen. Diese Verwachsungen verursachen dem Patienten nicht nur starke Schmerzen, sondern sind oftmals auch Grund für weitere Komplikationen wie z. B. ungewollte Kinderlosigkeit, chronische Unterbauchschmerzen oder eine Verengung und Verstopfung des Darmes. Eine notwendige Nachoperation der verwachsenen Organe verursacht nicht nur zusätzliche Kosten für eine erneute Operation, sondern setzt den Patienten vor allem nochmal den typischen Risiken einer OP (z. B. Kontamination mit Krankenhauskeimen) aus. Ziel dieses Forschungsvorhabens ist die Entwicklung einer bioresorbierbaren Membran, die postoperative Verwachsungen als Barriere verhindert und gleichzeitig auch regenerativ auf den Organismus zur Reduktion von Narbenbildung einwirkt.

Zum Projektende soll eine funktionstüchtige bioresorbierbare Membran vorliegen, die bei einem chirurgischen Eingriff leicht appliziert werden kann und die das Potential besitzt, Narbenbildung zu vermeiden und keine postoperativen Verwachsungen zuzulassen.

FRAUNHOFER VORLAUFFORSCHUNG

SCHNELLE MITTELSTANDSORIENTIERTE EIGENFORSCHUNG SME-PROJEKTE

SME »»HyPAD

Hydroaktives Wundpad mit wundselbstreinigendem Effekt für personalisierte Therapien

Der demografische Wandel in den Industrieländern manifestiert sich in einer stetig wachsenden Zahl pflegebedürftiger Menschen und einer gleichzeitig rückläufigen Zahl verfügbarer Pflegekräfte. Für die Behandlung chronischer und schwer heilender Wunden sind bereits einige standardisierte, passive und nicht patientenindividuell anpassbare Produkte auf dem Markt. Ein Durchbruch für die Behandlung chronischer Wunden wäre daher die Entwicklung eines für jede patientenspezifische Wundgeometrie passgenauen Wund-Pads, welches zudem eine In-situ-Regeneration der Wunde ermöglicht und parallel die Wunde selbst reinigt. Gerade in Bezug auf die Formanpassung bestehen bei aktuell auf dem Markt befindlichen Produkten enorme Defizite, die für einen Innovationssprung überwunden werden müssen.

Ergebnis der Entwicklung ist eine Kombination eines regenerierenden, resorbierbaren und heilungsfördernden Materials mit einer Komponente, die die Wunde initial spült und Entzündungsfaktoren aus der Wundflüssigkeit saugt. Zusätzlich wird das entwickelte, zweischichtige Wund-Pad für jede Wundgeometrie zuschneidbar sein und dabei keine heilungsstörenden Substanzen in der Wunde zurücklassen. Diese Kombination verspricht zum einen eine beschleunigte Wundheilung. Zum anderen ermöglicht die leichte Formanpassung einen enorm flexiblen Einsatz bei gleichzeitiger Erhöhung des Tragekomforts für den Patienten durch die Vermeidung schmerzender Druckstellen.

DISCOVER PROJEKTE

DISCOVER »»iGENE

Induzierbares Genomeditierungsverfahren für biomedizinische und biotechnologische Anwendungen

Das Forschungsvorhaben »iGene« der Fraunhofer-Institute IME und ISC soll die Machbarkeit eines völlig neuartigen Genomeditierungsverfahrens aufzeigen. Die Genomeditierung, auch als Genschere bezeichnet, ist eine vielversprechende Methode der Molekulargenetik, die die gezielte Veränderung des Erbguts von Organismen auf der Ebene von Einzelgenen und mit der Präzision eines einzelnen DNA-Basenpaares ermöglicht. Derzeit werden überwiegend Designerenzyme als Genschere verwendet (z.B. die kürzlich entdeckte Endonuklease CRISPR-Cas9-Technologie), die DNA an einer bestimmten Stelle schneiden, so dass es zu Doppelstrangbrüchen kommt. Diese werden durch das zelleigene Reparatursystem beseitigt, ein Mechanismus, der allerdings fehleranfällig ist: Gene können inaktiviert oder einzelne DNA-Bausteine entfernt oder hinzugefügt werden und so die gewünschte DNA-Veränderung hervorrufen.

Trotz des gegenwärtigen wissenschaftlichen Erfolgs weisen diese Methoden problematische Aspekte auf, wie z. B. Mutationen auch an unerwünschten Stellen im Genom (sog. Off-Target-Effekte). Zudem sind die bestehenden Technologien zur Genomeditierung durch eine Vielzahl von Patenten geschützt und können nur sehr eingeschränkt in Industrieprojekten genutzt werden.

Mit dem Projekt »iGene« bündeln das Fraunhofer IME und ISC Kernkompetenzen im Bereich der Molekularbiologie, Biophysik und Materialforschung, um eine induzierbare physikalische Genschere zu entwickeln, worin die angestrebte Innovation liegt. Im Gegensatz zur biologischen Genschere kann bei der physikalischen Genschere auf die enzymatische Aktivität von Designer-Endonukleasen vollständig verzichtet werden, es verbleiben keine Nukleasen in der Wirtszelle zurück und Off-Target-Effekte können somit minimiert werden.



DISCOVER » » 3-DiNO

3-dimensionale Ordnung von Nanopartikeln für elektro-optische Anwendungen

Ordnung ist der Schlüssel zu außergewöhnlichen Materialeigenschaften, die vielfältige Anwendungen im alltäglichen Leben ermöglichen. Einfachste Beispiele sind Kristallstrukturen in Halbleitern, die besondere elektronische und optische Eigenschaften ermöglichen. Im Discover-Projekt 3-DiNO verfolgen die Fraunhofer-Institute ISC (Würzburg) und IOSB (Standort Ettlingen) neuartige Ansätze für eine exakte Anordnung von Nanopartikeln an genau definierten Punkten in einem dreidimensionalen Körper makroskopischer Dimension, um künstliche Materialien mit besonderen elektrooptischen Eigenschaften zu erschaffen. Diese Materialien bergen das Potenzial für revolutionäre optische Komponenten mit neuen oder verbesserten Eigenschaften, die durch konventionell geordnete partikuläre Schichten oder Nanokomposite nicht zu realisieren sind. Dazu können insbesondere Elemente zur Wellenlängenkonversion, nicht-lineare optische Elemente, Komponenten für die Photovoltaik und auch für die Sensorik gehören. Um die notwendige dreidimensionale Anordnung von Nanopartikeln zu ermöglichen, vereinen beide Institute ihre Kompetenzen im Bereich der Herstellung von Nanopartikeln, der Synthese von Matrixmaterialien und der hochpräzisen 3D-Lithographie.

UNSER JAHR 2019

70 JAHRE FRAUNHOFER

Schon seit 70 Jahren machen die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter die Fraunhofer-Gesellschaft zum führenden Partner für Angewandte Forschung. Das war 2019 für uns Grund zum Feiern und nach vorne zu blicken.

»What's next« ist die zentrale Frage und Aussage zugleich. Offiziell startete das Jubiläumsjahr zum Gründungsdatum der Fraunhofer-Gesellschaft am 26. März 2019 mit einem Empfang der Bayerischen Staatsregierung.



PROJEKT MIT EMPA FESTKÖRPERBATTERIE

FZEB und Empa starteten Anfang 2019 ein gemeinsames Projekt für die Festkörperbatterie von morgen. Zusammen mit namhaften Industrieunternehmen aus der Schweiz und aus Deutschland wollen sie diese wichtige Schlüsseltechnologie für die Elektromobilität in Europa voranbringen. Das Kick-off-Meeting zusammen mit den Industriepartnern fand im Januar 2019 am Fraunhofer ISC in Würzburg statt.



27. DEUTSCHER FLEISCHKONGRESS

Am 13. Februar 2019 fand der 27. Deutsche Fleischkongress in Bonn statt. Mit dabei war Dr. Victor Trapp, der sich an der Podiumsdiskussion zum Thema »Die Pflicht – Der Weg aus dem Verpackungswahn!?« beteiligt hatte. Das ISC arbeitet an bioabbaubaren Plastikverpackungen, ein Baustein auf dem Weg zu einer saubereren Umwelt.



PHOTONICS WEST SAN FRANCISCO

Unsere beiden Kollegen Dr. Sönke Steenhusen und Andreas Räder waren vom 2.-7. Februar 2019 auf der Photonics West in San Francisco – diese Messe ist seit Jahren fest in unserer Messeplanung und startet unser Messejahr! Gezeigt wurden Hybridmaterialien für die Mikroelektronik.



ADIEU IWKS ...

Die Fraunhofer-Projektgruppe IWKS treibt seit acht Jahren erfolgreich die Sicherung der Rohstoffversorgung in Deutschland maßgeblich voran. Die unter dem Dach des Fraunhofer-Instituts für Silicatforschung ISC gegründete und seither kontinuierlich wachsende Forschungsgruppe wird seit 8. April 2019 an ihren Standorten in Alzenau und Hanau als eigenständige Fraunhofer-Einrichtung unter dem Namen Fraunhofer IWKS fortgeführt. Viel Erfolg!



ERÖFFNUNG FASERPILOT-ANLAGE IN BAYREUTH

Der Standort Bayreuth bekam 2019 Flächenzuwachs – das neue Gebäude für die große Faserpilotanlage wurde im April 2019 feierlich eröffnet – der bayerische Wirtschaftsminister war für die Festansprache dabei und viele weitere Gäste aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft.

Nur wenige Jahre nach der Eröffnung des neuen Institutsgebäudes ist damit die zweite Großbaumaßnahme für das Fraunhofer-Zentrum HTL abgeschlossen.



BESUCH DER LANDTAGSPRÄSIDENTEN LANDTAGSPRÄSIDENTINNEN

Am Montag, 4. Juni 2019 waren rund 70 Landtagspräsidentinnen und -präsidenten aus Deutschland, Österreich, Südtirol und Belgien im Haus und wurden von unseren Mitarbeitern/ Mitarbeiterinnen durch die Labore geführt. Die Besucher zeigten sich sehr interessiert und fragten viel nach.

Ein Zitat von Frau Landtagspräsidentin Aigner, das von der Abendveranstaltung berichtet wurde und uns sehr freute: »Heute mittag haben wir die Zukunft gesehen!«



FEIER FÜR FRAUNHOFER PREISTRÄGER

Mit einer Feier wurden am 8. Juli 2019 die Kollegen Jörn Probst und Bernd Durschang im Institut von Prof. SEXTL für den Fraunhofer-Preis »Technik für den Menschen« 2019 geehrt. Die Kollegen haben den Preis für hochfeste Dentalglaskeramik für Chairsideverfahren bekommen. Mit dabei auch die für die Glaskeramik-Entwicklung verantwortlichen Mitarbeiter von Dentsply Sirona, die sich zusammen mit den Preisträgern über das ausgezeichnete gemeinsame Projekt freuten und über zukünftige Themen sprachen.



UNSER JAHR 2019

PROJEKTABSCHLUSS DEGREEN



Anfang August 2019 fand die Abschlusspräsentation des vom Bayerischen Wirtschaftsministerium geförderten Grundlagen-Projekts DEGREEN (Dielektrische Elastomergeneratoren) von CeSMA statt. Nach sieben Jahren Laufzeit waren die Gutachter sehr zufrieden mit dem, was erreicht wurde bei der Entwicklung von dielektrischen Elastomeren, und lobten die gute Arbeit des CeSMA-Teams. Es wurden neue Konzepte zur dezentralen Stromversorgung durch Kleinstwasserkraftwerke entwickelt und erste Generatoren an der Wern, Saale und Tauber getestet.



ABSCHIEDE DR. POPALL UND PROF. DR. WALLEES

Im Jahr 2019 verabschiedeten wir unseren langjährigen Mitarbeiter Herrn Dr. Popall, der mit seinen Kontakten den Bereich ISC International aufgebaut hat..

Auch Frau Prof. Dr. Walles – Initiatorin und Leiterin des Translationszentrums für Regenerative Therapien TLZ-RT – wurde verabschiedet. Sie wechselte an die Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.

Beiden wünschen wir alles Gute und bedanken und herzlich für die gute Zusammenarbeit!



POLITISCHER BESUCH AM FRAUNHOFER ISC

Das Fraunhofer ISC wird von Politikern unabhängig von der Parteizugehörigkeit als Ansprechpartner für Zukunftsfragen geschätzt. Zu Gast waren Hubert Aiwanger von den freien Wählern, der Regierungspräsident Dr. Eugen Ehrmann und Patrick Friedl – Mitglied des Bayerischen Landtags und Sprecher für Naturschutz und Klimaanpassung.

**PATRICK FRIEDL,
MITGLIED DES LANDTAGS**



WIRTSCHAFTSMINISTER HUBERT AIWANGER



Die Staatsministerin im Kanzleramt, Frau Dorothee Bär, besuchte im Oktober das Fraunhofer ISC zu einem Hintergrundgespräch zur Digitalisierung.

REGIERUNGSPRÄSIDENT DR. EUGEN EHREMANN



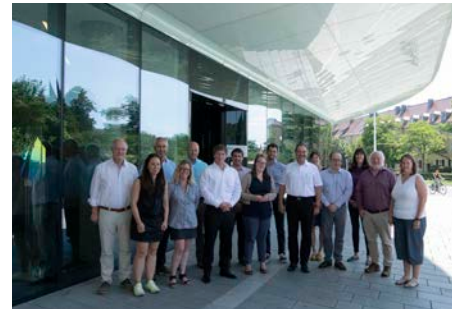
**STAATSMINISTERIN IM
KANZLERAMT
DOROTHEE BÄR**



GRÜNDUNG eLi INSTITUT



Anfang 2020 wurde die formale Gründung des virtuellen »Europäischen Lithium-Instituts eLi« auf den Weg gebracht. eLi bringt Partner entlang der gesamten Lithium-Wertschöpfungskette zusammen. Die Bündelung der Expertise in den Bereichen Exploration, Bergbau, Verarbeitung, Herstellung und Recycling sowie prädiktive Modellierung in einem europäischen Institut bietet umfassende Beratung und kompetente Entwicklungspartner für eine nachhaltige, verantwortungsvolle und wirtschaftlich sinnvolle Nutzung von Lithium.



ABAA12 IN ULM

Da staunten unsere Kollegen Mario Weller und Philip Daubinger auf der ABAA12 in Ulm! Stanley Wittingham von der Binghamton und State University of New York, der an diesem Tag gemeinsam mit John Goodenough von der University of Texas in Austin und Akira Yoshino von der Meijo University Nagoya in Tokio für die Entwicklung von Lithium-Ionen-Batterien mit dem Chemie-Nobelpreis ausgezeichnet wurde, stand plötzlich neben ihnen. Natürlich haben wir da gleich ein Foto gemacht.



30 JAHRE ZWEIGSTELLE FRIEDRICHSTRASSE

Ende November wurden die Räumlichkeiten in der Zweigstelle an den neuen Eigentümer und Vermieter übergeben. Somit endeten 30 Jahre Zweigstelle Friedrichstraße. Es begann alles im Jahr 1989 mit dem Anwenderzentrum Beschichtungen, 2000 wurde die T_O_P Oberflächen GmbH ausgegründet. Zuletzt recht gebeutelt durch den Vorschlaghammer der Umbauarbeiten des neuen Eigentümers sind unsere Kollegen und Kolleginnen im November umgezogen und nun wieder am Neunerplatz ansässig.



FRAUNHOFER ACADEMY TAGTE IN BRONNBACH

Am 13. Dezember 2019 fand das zweite Praxisseminar 3D-Gewebezüchtung statt, das von der Fraunhofer Academy und dem TLZ gemeinsam organisiert wurde. Die 9 zahlenden Teilnehmer aus Industrie und Forschung waren begeistert von den Ausbildungsinhalten, die Marco Metzger, Florian Groeber-Becker, Oliver Pullig, Jörn Probst, Lisa Kiesewetter und Tobias Schmitz für das Seminarprogramm aufbereitet hatten – und freuten sich auch am besonderen Ambiente in Bronnbach.



WAS WIR TUN

MATERIALIEN – 1D

Als Materialforschungsinstitut entwickelt das Fraunhofer ISC innovative, funktionelle und nachhaltige Werkstoffe für industriennahe Anwendungen. Unsere Schwerpunkte liegen dabei auf Glas, Glaskeramik, Keramik, Kunststoff – insbesondere anorganisch-organische Hybridpolymere – sowie Sol-Gel-Werkstoffen, Partikeln und Smart Materials. Ganz ein-dimensionale werden die Materialien zu Partikeln, Pulvern und Fasern weiterverarbeitet.

Mehr dazu auf Seite 35

PROZESSE

Neben klassischen Verfahren der Materialherstellung und -verarbeitung spielen auch zunehmend automatisierte Prozesse schon bei der Materialentwicklung eine Rolle. Mit modernen Fertigungsmethoden lassen sich kundenspezifische Spezialbauteile und Komponenten ressourceneffizient herstellen. Die Materialeigenschaften werden an die gewünschten Fertigungsprozesse angepasst, oder – wenn das nicht möglich ist – Alternativen gefunden. Komplexe Bauteilformen und Designprinzipien sind ebenso möglich wie individualisierte und trotzdem kostengünstige Massenfertigung – nicht zuletzt ein Beitrag der Digitalisierung in der Materialentwicklung und Fertigung.

Mehr dazu auf Seite 61

MATERIALIEN – 2D

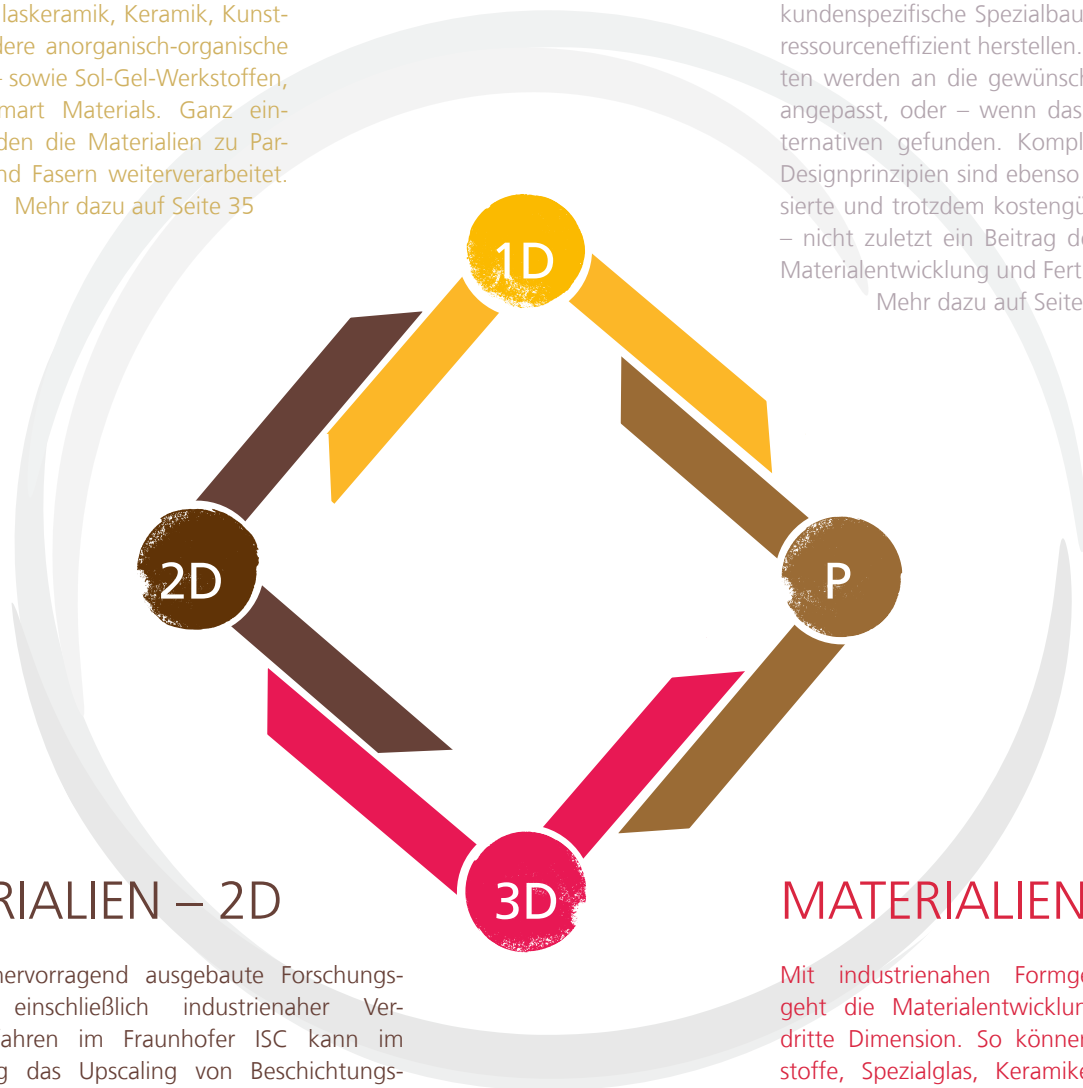
Durch eine hervorragend ausgebaute Forschungsinfrastruktur einschließlich industriennaher Verarbeitungsverfahren im Fraunhofer ISC kann im Kundenauftrag das Upscaling von Beschichtungs- bzw. Lacksynthesen durchgeführt und die Weiterverarbeitung zu Beschichtungen bis in den Pilotmaßstab überführt werden. Zum Angebot zählen Lacke und (multi-)funktionelle Beschichtungen sowohl auf anorganischer Basis, wie auch auf Hybridpolymer-Basis, z. B. biobasierte bioORMOCER®e. Neben klassischen Schutz- und Funktionsschichten lassen sich auch schaltbare und aktive Beschichtungen erzeugen.

Mehr dazu auf Seite 41

MATERIALIEN – 3D

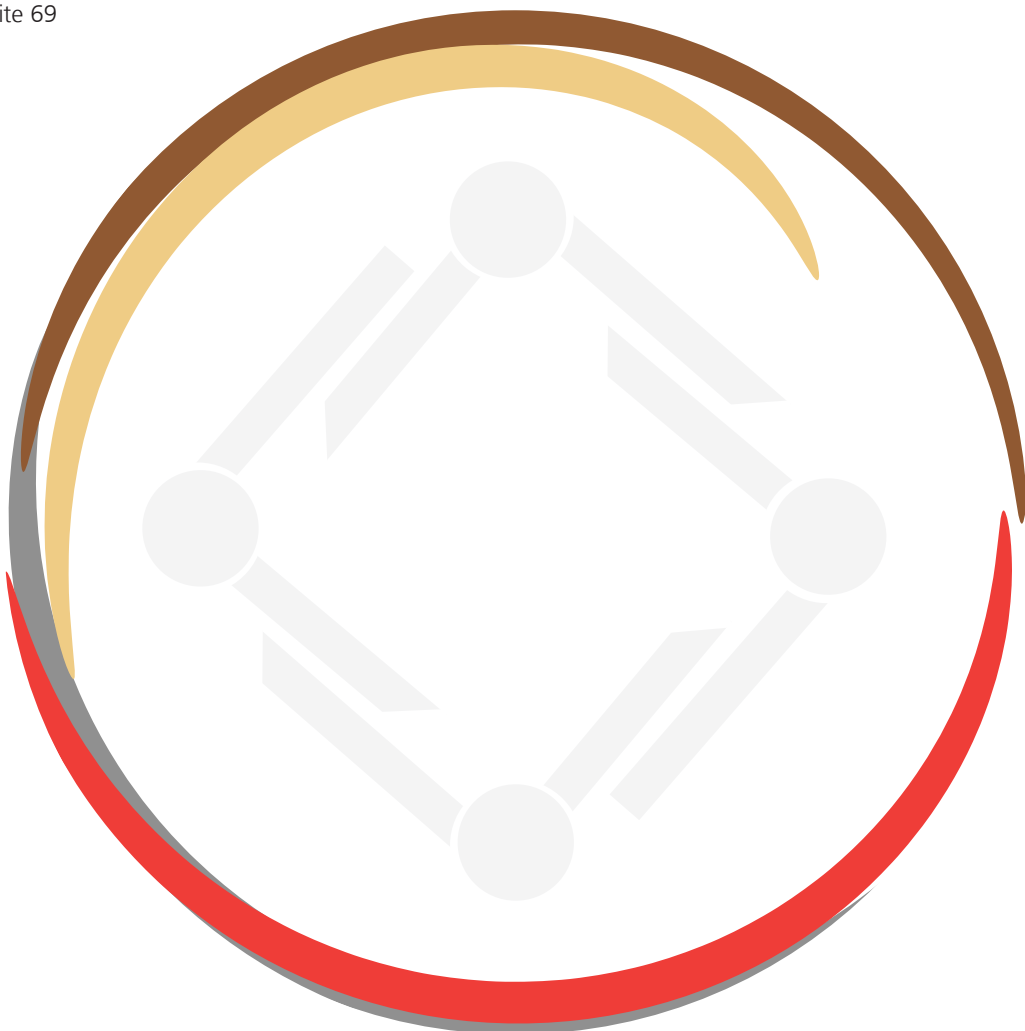
Mit industrienahen Formgebungsverfahren geht die Materialentwicklung auch in die dritte Dimension. So können Verbundwerkstoffe, Spezialglas, Keramiken und Hybridpolymere sowie »lebende« Materialien wie organoide Zellkulturen realisiert werden.

Mehr dazu auf Seite 51



ANALYTIK

Präzise Analytik und Charakterisierung bilden das Rückgrat jeder Materialentwicklung. In diesem Bereich punktet das Fraunhofer ISC mit erfahrenen Experten, die mit Materialexpertise und akribischem Spürsinn Probleme und/oder Schäden identifizieren. Das Zentrum für Angewandte Analytik ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Zudem zählt es zu den Prüflaboren, die für die Untersuchungen von Mineralwollen durch die Gütegemeinschaften RAL bzw. EUCEB zugelassen sind. Mehr dazu auf Seite 69



TESTING

Das Testen von Material- und Gebrauchseigenschaften spielt für die industrielle Implementierung eine wichtige Rolle. Testequipment für unterschiedlichste Fragestellungen sorgt hier für aussagekräftige und zuverlässige Bewertungen – ob es nun um Kausimulation, Batterieladezyklen oder Bewitterungstests geht. Ein weiteres Arbeitsgebiet ist das Validieren von Wirkstoffen an biologischen Testsystemen nach den 3R-Prinzip zur Vermeidung von Tierversuchen. Mehr dazu auf Seite 75



MATERIALIEN



1D

EINDIMENSIONAL – MATERIALENTWICKLUNG ALS SCHRITT 1

Wie das Getreide in Gestalt des Mehls in der Küche einen anderen Effekt erzielt als in seiner Urform als Korn und so Bestandteil köstlicher Kuchen sein kann, so haben auch die unterschiedlichen Partikelgrößen und Faserdimensionen Einfluss auf die mit den eindimensionalen Materialien erreichbaren Effekte. Sie können als Additive und Füllstoffe, als Träger- und Verstärkungsmaterialien eingesetzt werden und so die Eigenschaften der damit ausgestatteten Werkstoffe in erstaunlicher Weise beeinflussen.

Partikel aus magnetischen Materialien zum Beispiel, die sehr klein sind, zeigen nur in einem äußeren Magnetfeld ein magnetisches Moment. Liegt kein Feld an, sind sie auch nicht magnetisch. So lassen sich - mit einigen weiteren Material-Kniffen - schaltbare Magnete erzeugen.

Wie sich damit industrielle Stoffkreisläufe schließen lassen oder wie sich Eisenarmierungen in Beton durch dünne Glasfaserbündel ersetzen lassen, lesen Sie in diesem Kapitel über die »eindimensionalen« Erscheinungsformen von Materialien – Partikel und Fasern.

Herzlich willkommen zu einem Ausflug in die **Material«küche»** des Fraunhofer ISC.

MATERIALEN 1 D



Wenn's mal brennt – neuartige schnelle CO-Sensoren warnen zuverlässig

Seit einigen Jahren sind sie Pflicht: Rauchmelder, die auch in Wohnhäusern Rauch erkennen und die Bewohner rechtzeitig warnen. Dumm nur, wenn schon der Dampf aus dem Nudeltopf den Alarm losgehen lässt. Die Anfälligkeit für Fehlalarme liegt daran, dass kostengünstige Rauchmelder bisher nur die Schwächung des Lichts durch Partikel als Referenz nehmen. Dabei spielt es für den Sensor keine Rolle, ob Rauch, Wasserdampf oder Staub die Ursache sind. Weitaus zuverlässigere, für die Branderkennung im professionellen Bereich genutzte CO-Detektoren auf Halbleiterbasis sind jedoch zu teuer und verursachen hohe Betriebskosten, weil sie ständig beheizt werden müssen. Sie sind für den Consumer-Bereich deshalb nicht interessant.

Das Fraunhofer ISC und seine beiden Schwesterinstitute IPM und EMFT haben mit einem internen Forschungsprojekt Abhilfe geschaffen und einen kostengünstigen und zuverlässigen CO-Sensor entwickelt. Kern des Sensors sind nanoporöse Partikel, die mit speziellen Farbstoffen infiltriert werden. In Verbindung mit den adaptierten Partikeln reagieren die Farbstoffe sehr schnell und bereits auf geringste Mengen CO in der Umgebungsluft mit einem Farbumschlag. Der durchdachte Sensoraufbau verhindert dabei Fehlfunktionen durch andere Umgebungseinflüsse. Das Fraunhofer ISC hat seine Expertise in der Partikelsynthese und Verfahrenstechnik zur Partikelherstellung, Infiltration und Applikation über Druckverfahren eingebracht, IPM und EMFT die Sensorarchitektur, Steuerung und die gasempfindlichen Farbstoffe. Mit dem gleichen Verfahren und entsprechend ausgewählten Farbstoffen lassen sich auch weitere Sensoren realisieren, beispielsweise um vor flüchtigen Kohlenwasserstoffen oder anderen Schadgasen in der Raumluft zu warnen. Diese neuartigen Sensoren können aufgrund ihres einfachen Aufbaus sehr kostengünstig produziert werden und sind durch den schnellen Farbumschlag einfach auszulesen – ein überzeugendes Konzept auch für den Einsatz als Massenprodukt.

Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Benedikt Schug | Telefon 0931/4100-435



Publikation: *Indicator Supraparticles for Smart Gasochromic Sensor Surfaces Reacting Ultrafast and Highly Sensitive*
Susanne Wintzheimer, Maximilian Oppmann, Martin Dold, Carolin Pannek, Marie-Luise Bauersfeld, Michael Henfling, Sabine Trupp, Benedikt Schug, and Karl Mandel* in *Particle & Particle Systems Characterization*, Volume 36, Issue 10, October 2019
<https://doi.org/10.1002/ppsc.201900254>

MATERIALENTWICKLUNG



Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht oder www.project-oasis.eu



Benedikt Schug | Telefon 0931/4100-435

EU-Verbundprojekt OASIS (Open Access Single entry point for scale-up of Innovative Smart lightweight composite materials and components): Europäische Technologieplattform für nachhaltige Leichtbau-Produktion mit Nanomaterialien – 20 Partner aus Forschung und Industrie, EU-weite Vernetzung von 12 Pilotlinien, sechs Leuchtturmprojekte – darunter Leichtbau für Bau und Konstruktion.

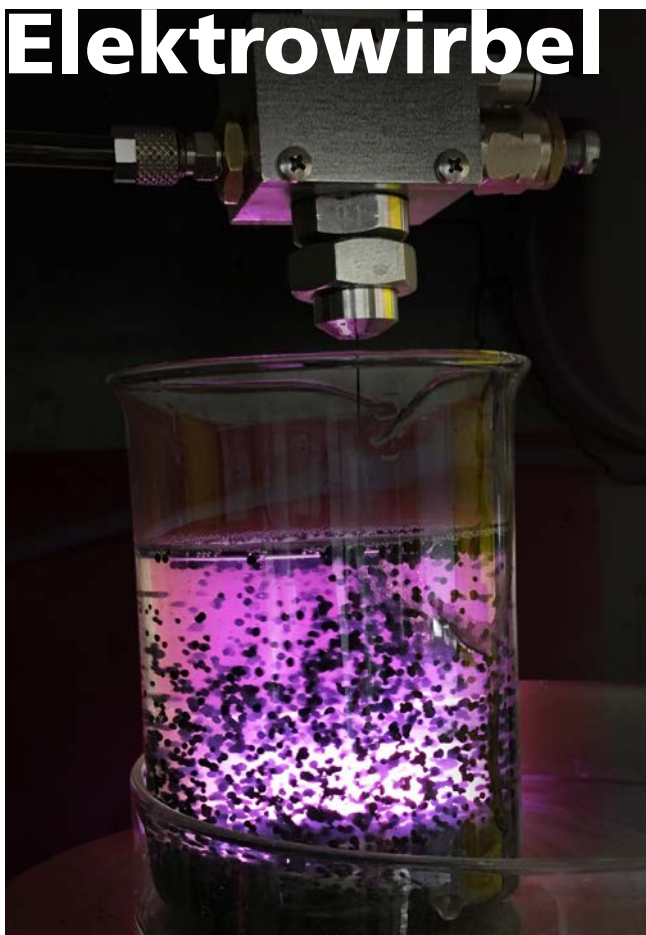


This activity has received funding from the European Institute of Innovation and Technology (EIT), a body of the European Union, under the Horizon 2020, the EU Framework Programme for Research and Innovation

Internationale Zusammenarbeit für CO₂-Einsparung: EU-Projekt OASIS baut Pilotproduktionslinien auf

Die Baustoffindustrie gehört weltweit zu den großen CO₂-Verursachern. Material- und Prozessinnovationen für Bau und Konstruktion sind deshalb ein wichtiger Hebel für die Reduktion der CO₂-Emissionen und das Erreichen der Klimaziele. Das Fraunhofer ISC unterstützt hier schon seit langem nachhaltige Baustoffe, beispielsweise wenn es um die Verwendung von energiesparenden recycelten Zuschlagstoffen bei der Betonherstellung geht. Aktuell arbeitet das Institut gemeinsam mit europäischen Forschungseinrichtungen und namhaften Industrieunternehmen an einer technologischen Revolution für den Leichtbau mit Beton durch den Einsatz von Nanomaterialien. Unter der Leitung des namhaften spanischen Bau- und Infrastrukturkonzerns Acciona Construccion SA soll ein nachhaltiger, klimaschonender und kostengünstiger Prozess für den Ersatz von Eisenarmierungen durch stabile, aber wesentlich leichtere Glasfaserstäbe entwickelt werden. Bisherige Versuche, Glasfaserarmierungen für tragende Konstruktionsteile beispielsweise für Brücken durch Strangpressen herzustellen, scheiterten an den hohen Kosten der aufwändigen Fertigung. Faserbündel werden mit Harzen getränkt, in Form gebracht und in großen Ofenanlagen langsam ausgehärtet. Insbesondere dieser Schritt der gesteuerten, langsamen und vollständigen Aushärtung ist bei großen Armierungsbauteilen langwierig, fehleranfällig und teuer. Mit induktiv heizbaren Nanopartikeln des Fraunhofer ISC in der Harzmatrix soll der Härtungsschritt beim Strangpressen nun vereinfacht werden. Vorteil des neuen Verfahrens ist die schnelle induktive Erwärmung. Damit kann der ganze Querschnitt gleichmäßig, schnell und zuverlässig ausgehärtet werden. Fehler und unvollständig gehärtete Stellen könnten vermieden werden. Mit den neuen Leichtbau-Armierungen sollen Energie und Gewicht eingespart werden, ein Fortschritt für die Verminderung der CO₂-Emissionen im Bereich Bau und Konstruktion. Das bisher im Labormaßstab getestete induktive Härten wird im Rahmen des EU-Projekts OASIS zur Leichtbau-Pilotproduktionslinie aufgebaut und die Nanopartikelformulierung auf die spezifischen Anforderungen hin weiterentwickelt. Dafür wird die vom Bereich Partikeltechnologie am Fraunhofer ISC bereits im Rahmen des EU-Projekts CoPilot aufgebaute Pilotlinie zur Produktion von Nanopartikeln von derzeit 5 kg/h auf 10 kg/h erweitert, um die erforderlichen Mengen bereitstellen zu können.

MATERIALEN 1 D



Elektrowirbel

Industrielle Stoffkreisläufe schließen – mit neuen elektrochemischen Wirbelbettreaktoren und funktionalisierten Partikeln

Geschlossene nachhaltige Produktionskreisläufe – die Ressource Wasser rückt dabei zunehmend in den Fokus. Im Hinblick auf die weltweit zunehmende Verknappung von Trinkwasser aufgrund der wachsenden Bevölkerung und des Klimawandels kommt dieser Aufgabe auch eine soziale und ökologische Bedeutung zu. Selbst in vergleichsweise wasserreichen Ländern wie Deutschland wird deshalb an der Schließung von Wasserkreisläufen in der industriellen Produktion geforscht. Ziel ist die Minimierung des Salz- und Reststoffeintrags in Oberflächengewässer. In vielen chemischen Synthesen in der Industrie fallen erhebliche Mengen an Abwässern an. Diese enthalten oft Salze, deren Konzentrationen jedoch so gering sind, dass ein Einsatz als Eduktstrom wirtschaftlich nicht sinnvoll ist. Zudem enthalten die Abwässer häufig organische Verunreinigungen, die abgetrennt werden müssen, weil sie in der Produktion Probleme verursachen würden. Die umweltgerechte Entsorgung dieser Abwässer ist mit hohen Kosten verbunden. Zudem stören salzhaltige Abwässer den biologischen Abbau in Kläranlagen und können Oberflächengewässer belasten. Mit etablierten Verfahren lassen sich meist weder Aufreinigung noch Aufkonzentration wirtschaftlich erreichen.

Mit dem Projekt ElektroWirbel hat das Fraunhofer ISC in Zusammenarbeit mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT), dem Leibniz-Institut für Interaktive Materialien DWI, dem Forschungsinstitut der DECHEMA, sowie den Unternehmen Covestro, FuMA-Tech und Evonik die Grundlagen für neue elektrochemische Wirbelbettverfahren erforscht, mit denen in Zukunft mit Salzen belastete Abwässer aus der Chemischen Industrie besser gereinigt und organische Spurenstoffe entfernt werden können. In dem Projekt wurden zwei neuartige Wirbelbett-Elektroden entwickelt, die Flow-Electrode Capacitive Deionization FCDI (Slurry-Elektrode) für Salzaufkonzentrierung und die magnetisch-elektrochemische Wirbelbett-Elektrode für die Beseitigung organischer Verunreinigungen unter Verwendung funktionalisierter magnetischer und elektrisch leitender Partikel des Fraunhofer ISC.

Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Thomas Ballweg | Telefon 0931/4100-512

Projektförderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF im Rahmen des Programms »InnoEMat«

InnoEMat_ElektroWirbel (Förderkennzeichen: 13XP5008)



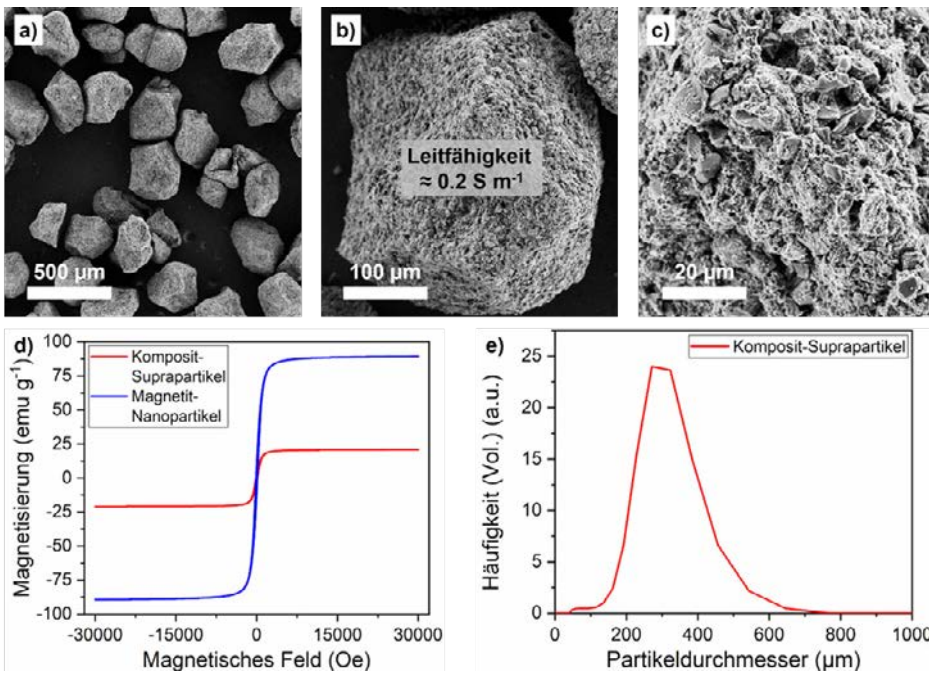
GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

MATERIALENTWICKLUNG

Die grundsätzliche Machbarkeit der Salzaufkonzentration wurde gezeigt. Außerdem konnten bereits wichtige Prozessparameter festgelegt werden. Vorteile werden v. a. bei feststoffbeladenen Abwässern gesehen, bei denen gängige Membranverfahren schlecht einsetzbar sind, sowie durch die Triebkraft Ionen-Bewegung anstelle der üblichen Wasserbewegung. Im Fokus zukünftiger Projekte stehen Wirtschaftlichkeit, Regeneration der Komponenten und Wiederverwertbarkeit, die Verringerung von Korrosion und Abrieb in den Wirbelbettreaktoren sowie an den Partikeln sowie das Hochskalieren des Prozesses. Weitere Anwendungsmöglichkeiten des Verfahrens werden vom Konsortium z. B. bei elektro-enzymatischen Reaktionen oder in mikrobiellen Brennstoffzellen gesehen.





MATERIALIEN



ZWEIDIMENSIONAL – UNSERE MATERIALIEN IN LACKEN UND BESCHICHTUNGEN

Eigentlich alles, wie es sein soll, aber der **geknickte Ausreißer** macht alles zunichte. Damit Ihnen das nicht passiert mit Ihren sorgsam gefertigten Produkten, beschäftigen wir uns schon viele Jahre mit **Beschichtungsmaterialien und -technologien...**

Funktionelle Beschichtungen sehen nicht nur schön aus, sie schaffen mit wenig Materialeinsatz neue Funktionalitäten und Wertschöpfung. Je nach Anwendung und Aufgabe schützen sie vor Gasen, Feuchte, Licht, Wärme, mechanischer Beanspruchung oder Verschmutzung. Sie können »fühlen«, schaffen Übergänge an den Grenzflächen von Materialien, fördern das Zellwachstum oder hemmen die Entwicklung von Mikroben, vermitteln Haftung, verringern die Reibung, ändern die Farbe oder die Reflexionseigenschaften, speichern Energie, wirken antistatisch oder bewirken im Gegenteil eine statische Aufladung, wenn gewünscht. **Das Spektrum der Möglichkeiten ist enorm.**

Das Fraunhofer ISC hat **jahrzehntelange Erfahrung** bei der Entwicklung einer Vielzahl von funktionellen Beschichtungstypen für die Industrie. Viele unserer Entwicklungen finden sich in den Produkten unserer Kunden auf dem Markt wieder. Die Materialentwicklung richtet sich nach produktionstypischen nasschemischen Prozessen, die sich großflächig und atmosphärenunabhängig anwenden lassen – z. B. Tauchen, Spritzen, Rakeln, R2R, Drucken. Die anorganischen – keramischen oder glasartigen – oder anorganisch-organischen hybriden Beschichtungsmaterialien lassen sich über die chemischen Syntheserouten perfekt an die gewünschten Eigenschaftsprofile anpassen. Lösemittel, Topfzeiten, Verarbeitungsmodalitäten können ebenso berücksichtigt werden. Über unser Netzwerk vermitteln wir nach Wunsch auch zuverlässige Partner für die Herstellung oder Lohnbeschichtung.

Beschichtungen sind jedoch auch fehleranfällig. Je dünner, desto geringer ist die Fehlertoleranz, desto mehr fallen material-, prozess- oder produktionsbedingte Störungen ins Gewicht, vom »pinhole« bis zum Riss oder sogar der flächigen Ablösung der Schicht. Deshalb gehört auch das **Aufspüren und Beheben von Fehlerursachen** zu den Aufgaben, die das Fraunhofer ISC für seine Auftraggeber löst. Die Wissenschaftler im Zentrum für Angewandte Analytik verfügen über tiefes Material- und Produktions-Know-how und kommen mit detektivischem Spürsinn und umfassender analytischer Methodik den Fehlerquellen auf die Schliche.

MATERIALIEN 2D



Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Dr. Claudia Stauch | Telefon 0931/4100-597
Mark Mirza | Telefon 0931/4100-409



EFFIZIENTE SOLARENERGIENUTZUNG IN ARIDEN GEBIETEN

eine erfolgreiche Kooperation mit dem King Abdulaziz City of Science and Technology (KACST)

Die Solarenergienutzung mit Photovoltaik bietet gerade in ariden Gebieten eine effiziente Möglichkeit der Stromgewinnung. Allerdings fehlen gerade dort regelmäßige Niederschläge, um die Anlagen auf natürlichem Weg zu reinigen und die volle Leistung zu erhalten. Schmutzabweisende Oberflächen können dazu beitragen, den Reinigungsaufwand zu minimieren. Eine Antireflex-Wirkung dieser Beschichtungen erhöht zusätzlich die Transmission der Strahlung und somit den Wirkungsgrad der Module. Besonders erfolgreich sind hier multifunktionale Beschichtungssysteme auf partikulärer Basis des Fraunhofer ISC, die in den letzten 10 Jahren kontinuierlich weiterentwickelt wurden. Die Beschichtungen kombinieren Antireflexfunktionen mit staubabweisenden Oberflächenmodifikationen und können so die Effizienz von PV-Anlagen steigern, die Reinigungsintervalle verlängern und damit Wartungsaufwand und Unterhaltskosten drastisch verringern.

Im Rahmen der Entwicklungsarbeiten zu diesen Multifunktionsschichten gab es bereits 2013 – 2016 eine Kooperation mit der King Abdulaziz City for Science and Technology (KACST) in Saudi-Arabien, die in zwei neue Patente mündete. Auf Grundlage dieser erfolgreichen Zusammenarbeit wurde 2017 ein Folgeprojekt gestartet, in dem das gemeinsame Patent zur Marktreife gebracht und eine Pilotanlage zur Tauchbeschichtung im Solar-Village in der Nähe von Riyadh in Betrieb genommen werden soll. Im Fokus der gemeinsamen Forschungsarbeit steht die Aufklärung von verschiedenen Verschmutzungsphänomenen und Haftungsmechanismen von Schmutzpartikeln auf Glasoberflächen. Hierfür wurde ein groß angelegter Feldversuch für die Zeitdauer eines Jahres an acht Standorten mit unterschiedlichen Schmutz-Charakteristiken (z. B. stadtnah mit Schmutzpartikeln aus Reifenabrieb, Haushalts-Emissionen, öl- und rußhaltige Verschmutzungen aus der Nähe von Industrieanlagen, ländliche bzw. unbewohnte Standorte mit Sand- und Staubpartikeln) in Saudi-Arabien installiert.

Neben den multifunktionalen Beschichtungssystemen des Fraunhofer ISC wurden in dem Benchmark-Feldversuch auch Beschichtungen von führenden Mitbewerbern getestet. Parallel zu den Feldtests in Saudi-Arabien wurden am Fraunhofer CSP in Halle die beschichteten Scheiben in einer eigens entwickelten Staubprüfkammer charakterisiert. Zusammen mit dem Schwesterinstitut konnte in der Folge die VDI Norm 3956-1 »Prüfverfahren für das staubbedingte Verschmutzungsverfahren solarer Energiesysteme« generiert und veröffentlicht werden.

Die Auswertung aller Versuche sowohl im Feld als auch im Labor ergab, dass die vom Fraunhofer ISC ins Rennen geschickten Beschichtungssysteme nahezu an allen Standorten sehr gute Ergebnisse liefern. Auf Grundlage der Erkenntnisse aus dem Feldversuch wie auch aus den Tests in der neuen Staubprüfkammer können die am ISC hergestellten Multifunktionsschichten in den nächsten Jahren noch weiter optimiert und an verschiedene Klimaregionen, Verschmutzungstypen und neue Anwendungen angepasst werden. Voraussichtlich im Lauf des Jahres 2021 wird die Pilotanlage in Betrieb gehen. Sie wird zunächst für die Beschichtung der Frontverglasung kleinerer PV-Module für die Straßenbeleuchtung eingesetzt und soll im späteren Verlauf auch für größere Module verwendet werden.

SCHICHTEN UND LACKE

Neuer Materialansatz für Mulchfolien – NewHyPe gegen Mikroplastik im Acker

Auf dem Weg zu umweltfreundlicheren Anbaumethoden arbeitet das Fraunhofer ISC in dem von EU und BMBF kofinanzierten Verbundprojekt NewHyPe gemeinsam mit Forschungs- und Industriepartnern aus Deutschland, Finnland und Norwegen an der Entwicklung von nachhaltigen Mulchfolien für die Landwirtschaft. Mulchfolien werden eingesetzt, um die Wachstumsperioden auszudehnen – wie z. B. im Spargelbau, oder um unerwünschte Beikräuter und damit den Pestizideinsatz zu verringern, aber auch um die Verdunstung zu reduzieren und den Wasserhaushalt des Bodens günstig zu beeinflussen. Eingesetzt werden meist erdölbasierte Kunststofffolien, die letztlich zur Bildung von Mikroplastik im Boden beitragen. Mulchfolien aus Papier sind für die meisten Einsatzzwecke nicht haltbar genug und enthalten außerdem in der Regel ebenfalls erdölbasierte Binder, die den Boden belasten. Ein umweltfreundlicherer Ersatz für die großflächig eingesetzten Folien muss extrem kostengünstig sein und in Massen hergestellt werden können.

Das Fraunhofer ISC und seine Partner im Projekt NewHyPe setzen dabei auf die Weiterentwicklung bewährter Technologien und günstige nachwachsende Rohstoffe. Als Basis soll Papier aus funktionalisierter Nanocellulose und/oder Lignocellulose aus der Holzwirtschaft mit einem bioabbaubaren und mineralölfreien Binder auf anorganisch-organischer Basis hergestellt werden. Dieses Papier soll an sich bereits stabil genug als Mulchfolie werden. Für längere Kulturzeiten arbeitet das Projektteam auch an einer kostengünstigen bioabbaubaren Funktionsbeschichtung, die das Papier zusätzlich stabilisiert. Der Bereich Beschichtungsentwicklung am Fraunhofer ISC koordiniert das Verbundprojekt und bringt seine langjährige Expertise im Bereich der Funktionalisierung von Nanocellulose bzw. Lignocellulose in Kombination mit hybriden Bindern und der Ausrüstung von Papier gegen Feuchte und andere Einflüsse ein. Gemeinsam mit den Partnern soll so im Rahmen der Bioökonomie-Initiativen von EU und Bundesregierung ein kostengünstiger und nachhaltiger Ersatz für die bisher eingesetzten Mulchfolien auf der Basis nachwachsender Rohstoffe geschaffen werden.



Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Dr. Klaus Rose | Telefon 0931/4100-626

Förderkennzeichen: 031B0924A

Gefördert durch das BMBF

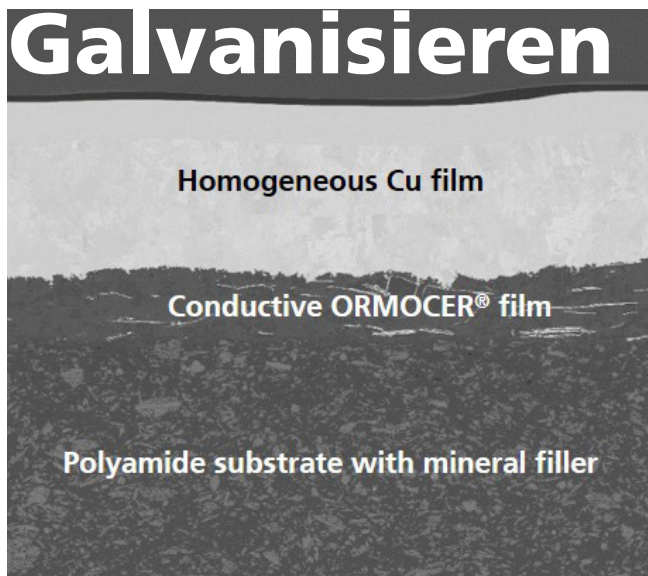


GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

MATERIALIEN 2D



Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Dr. Klaus Rose | Telefon 0931 4100-626

Förderkennzeichen: 03XP0221B - gefördert durch das BMBF



Kunststoffe umweltfreundlich galvanisieren

Wenn es um den nachhaltigen Umgang mit Rohstoffen und Materialien geht, stehen viele etablierte Industrieprozesse in der Kritik. Ein Beispiel ist das Galvanisieren von Kunststoffen, also die Veredelung von Kunststoffoberflächen durch die elektrochemische Abscheidung von Chrom oder anderen Metallen. Vom Autotürgriff bis zur Cremedose, galvanisierte Kunststoffprodukte sind allgegenwärtig, die Prozesstechnik ist etabliert und für die kostengünstige Massenproduktion ausgelegt. Im herkömmlichen Galvanisierungsprozess werden jedoch viele, teils toxische, Chemikalien eingesetzt sowie das versorgungskritische Edelmetall Palladium.

Das Fraunhofer ISC arbeitet gemeinsam mit Industriepartnern aus der Kunststoff- und Galvanik-Branche an einem Nasslackverfahren, das den Einsatz von Palladium als leitfähige Metallisierung überflüssig macht und den Einsatz umweltschädlicher Chemikalien vermeidet. Möglich wird dies durch speziell designte multifunktionelle hybride Polymere. Sie bieten durch ihren Chemismus und eine spezielle Struktur eine gute Haftvermittlung zwischen Kunststoffoberfläche und galvanischer Schicht und stellen durch eine Dotierung die für den Galvanisierungsprozess notwendige Leitfähigkeit her. In Vorprojekten konnte bereits die grundsätzliche Machbarkeit nachgewiesen werden, im laufenden Verbundprojekt werden Material und Prozess optimiert und das Hochskalieren der Materialsynthese vorgenommen. Mit der Materialinnovation des Fraunhofer ISC könnte das Galvanisieren durch den Verzicht auf Ätzprozesse und kritische Prozesschemikalien wesentlich umweltfreundlicher und einfacher werden. Für die beteiligten Industrieunternehmen ist neben den Umweltaspekten auch die erwartete Kostenreduktion aufgrund der geringeren Anzahl an Prozessschritten von großer Bedeutung.

SCHICHTEN UND LACKE

Nachhaltige Oberflächenvergütung für Behälterglas

Glas ist ein hervorragend recycelbares und vielseitig einsetzbares Verpackungsmaterial. Hinter der Herstellung von Glasbehältern zur Verpackung von Getränken, Lebensmitteln und anderen Gütern steckt jedoch ein komplexer Prozess von Glasschmelze, Heißformgebung, anschließender Heißveredelung und Kaltveredelung (Hot End Coating HEC bzw. Cold End Coating CEC). Durch HEC beispielsweise mit Titandioxid oder Zinnoxid werden Mikrorisse aus dem Produktionsprozess gefüllt, die Rissausbreitung im Glas verhindert und so das Behälterglas dauerhaft verstärkt und in gewissem Umfang sogar vor Bruch geschützt. Die bei der CEC eingesetzten Mikrowachse oder langkettigen Polymere sollen dagegen den Durchlauf der Glasbehälter durch die Abfüllanlagen erleichtern und die Glasoberflächen zusätzlich schützen, weil sie die Reibung zwischen den Behältern herabsetzen. Während bei der Glasschmelze selbst in den letzten Jahrzehnten immer wieder an der Substitution kritischer Inhaltsstoffe gearbeitet wurde, werden bei der HEC und CEC immer noch bedenkliche Prozesschemikalien wie Chlor-Butyltitanat, Zinn(IV)-Chlorid, Butyl-Zinnchlorid und andere organische Verbindungen genutzt, um Titanoxid oder Zinnoxid auf der Glasoberfläche abzuscheiden.

Mit neuen anorganisch-organischen Hybridpolymeren des Fraunhofer ISC lassen sich dagegen in einem einzigen »kalten« Vergütungsschritt vergleichbare Rissheilungs- und Verstärkungseffekte wie bei herkömmlichen HEC und eine ähnliche Reibungsminderung wie bei üblichen CEC erreichen. Dabei kann nicht nur der HEC-Prozessschritt eingespart, sondern auch eine Reihe von kritischen und teils giftigen halogenierten Prozesschemikalien ersetzt werden. Ein weiterer Vorteil ist die erheblich höhere Kratzfestigkeit der Hybridpolymer-basierten Vergütung im Vergleich zu den herkömmlichen CEC-Vergütungen. Mit dieser Material- und Verfahrensentwicklung des Fraunhofer ISC kann ein wichtiger Beitrag für eine nachhaltige und effiziente Glasbehälterproduktion geleistet werden. Das Verfahren wurde bereits in Kleinserien auf Getränkeflaschen getestet.



Flaschen in der Abfüllanlage benötigen einen starken Oberflächenschutz gegen Rissbildung und Kratzer sowie für eine geringere Reibung beim Durchlaufen der Anlage – Aufgabe einer neuen halogenfreien Vergütung des Fraunhofer ISC für Behälterglas.

Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Dr. Klaus Rose | Telefon 0931 4100-626

Förderkennzeichen: 03XP0221B - gefördert durch das BMBF



MATERIALIEN 2D



Sonnenlicht auf Knopfdruck regeln

Die heißen Sommer zeigen es: Moderne Glasfassaden sind schön, stellen aber hohe Anforderungen an die Gebäudeklimatisierung. In einem EU-finanzierten Verbundprojekt wird eine vollständig in die Fassadenelemente und Fenster integrierte und je nach Sonneneinstrahlung variabel einstellbare Abschattung durch elektrisch gesteuerte hochtransparente elektrochrome Beschichtungen als vielversprechende Alternative zu bestehenden Abschattungssystemen entwickelt. Sie könnten den Energieaufwand für die Gebäudeklimatisierung wirksam reduzieren. Die elektrochromen Materialien werden als dünne Schichten auf transparenten, leitfähigen Substraten appliziert und intensivieren auf Knopfdruck ihre Farbe und erzeugen damit angenehme Verdunklung. Wenn die Abschattung nicht mehr benötigt wird, lassen sie sich ebenso auf Knopfdruck aufhellen.

Im 2019 gestarteten Projekt »Switch2Save« bringt das Fraunhofer ISC seine langjährige Erfahrung bei der Herstellung von elektrochromen Schichten mittels Rolle-zu-Rolle-Verfahren (R2R) auf flexiblen Substraten und bei der Hochskalierung der Verfahren und der Systementwicklung ein. Basis der elektrochromen Schichten aus dem Fraunhofer ISC sind neuartige Materialien, die einen hohen Farbkontrast und kurze Schaltzeiten aufweisen. Die R2R Prozessierbarkeit bietet zusätzlich großes Potential für eine zukünftige Kostensenkung bei der Herstellung elektrochromer Elemente. Auch bei der Charakterisierung der optischen und elektrochemischen Eigenschaften steuert das Fraunhofer ISC im Projekt Switch2Save Know-how und technische Infrastruktur bei. Ziel des von der EU geförderten Projekts ist die großflächige Herstellung elektrochrom und thermochrom schaltender Lamine für den Einsatz in Fassadenelementen und Fenstern.

Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht



Dr. Marco Schott | Telefon 0931 4100-556

Förderkennzeichen: n°869929



This activity has received funding from the European Institute of Innovation and Technology (EIT), a body of the European Union, under the Horizon 2020, the EU Framework Programme for Research and Innovation

Projektpartner:

Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl und Plasma Technologie FEP (Koordination)

Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC

ChromoGenics AB, Sweden

School of Mechanical Engineering @ National Technical University of Athens, Greece

University of West Bohemia, Czech Republic

SIA AGL Technologies, Latvia

FASADGLAS BÄCKLIN AB, Sweden

Vasakronan AB, Sweden

General State Hospital of Nikaia "Agios Panteleimon", Greece

VAN ROMPAEY SARA, Belgium

AMIRES s.r.o., Czech Republic

SCHICHTEN UND LACKE



HyperBioCoat

HyperBioCoat – neue biobasierte Verpackungsmaterialien

To-go, Convenience und ständige Verfügbarkeit frischer Lebensmittel, sowie lange Lebensmittelhaltbarkeiten: Ohne High-tech-Verpackungen aus Kunststoff ist das nicht möglich. Die Folgen für die Umwelt sind gravierend. Durch unsachgemäße Entsorgung und die Zersetzung von Kunststoffen zu Mikroplastik ist die Verschmutzung in unseren Ozeanen, im Grundwasser und im Boden inzwischen eine Bedrohung für Flora und Fauna und nicht zuletzt auch für die menschliche Gesundheit.

Lebensmittelverpackungen müssen eine Vielzahl verschiedener Eigenschaften erfüllen, speziell als Barrieren gegenüber Wasserdampf, Sauerstoff und Aromen spielen sie eine wichtige Rolle, damit die empfindlichen Güter geschützt werden können. Biologisch abbaubare Verpackungsmaterialien sind zwar seit Jahren auf dem Markt, verfügen aber nicht in ausreichendem Maße über diese Eigenschaften. Die im Fraunhofer ISC entwickelten bioORMOCER®e bieten als Beschichtungsmaterialien exzellente Barriereigenschaften und können neue umweltfreundliche Verpackungsmaterialien möglich machen, indem sie auf Biopolymerfolien aufgebracht werden, diese quasi »upgraden«. Das Fraunhofer ISC war Partner des BBI-Projekts HyperBioCoat, das im August 2019 erfolgreich abgeschlossen wurde. Ziel des von der Europäischen Union geförderten Projektes war es, die Eigenschaften der bioORMOCER®e weiterzuentwickeln, verschiedene Rezepturen für harte und flexible Substrate zu entwickeln und biologische Moleküle für die Lackherstellung, wie z. B. Hemicellulosen, aus biologischen Resten zu gewinnen. So wurden beispielsweise Obsttrester untersucht, die sich für die Extraktion geeigneter Hemicellulosen und Cellulosen als grundsätzlich geeignet erwiesen haben. Über den erfolgreichen Einsatz der aus Lebensmittelresten bzw. -abfällen gewonnenen organischen Bestandteile für die bioORMOCER®-Lacksynthese kann eine Konkurrenz zu Lebensmittelpflanzen vermieden und zudem ein wichtiger Recyclingkreislauf geschlossen werden. Bioabbaubare bioORMOCER®-Beschichtungen für biobasierte Verpackungsmaterialien tragen daher zum Umweltschutz bei und können erfolgreich für innovative Verpackungskonzepte eingesetzt werden. Die Weiterentwicklung und produktspezifische Anpassung von bioORMOCER®en wird am Fraunhofer ISC zusammen mit Industriepartnern in Folgeprojekten vorangetrieben.

Mehr Informationen zu diesem Projekt unter
www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht



Dr. Sabine Amberg-Schwab | Telefon 0931 4100-620

Das von der Fraunhofer-Einrichtung IWKS und vom Fraunhofer ISC koordinierte Projekt wurde von BBI-JU im Rahmen des Forschungs- und Innovationsprogramms Horizon 2020 der Europäischen Union mit 4,4 Mio € gefördert (Fördernr. 720736).



This activity has received funding from the European Institute of Innovation and Technology (EIT), a body of the European Union, under the Horizon 2020, the EU Framework Programme for Research and Innovation

MATERIALIEN 2D



Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Dr. Sabine Amberg-Schwab | Telefon 0931 4100-620



Wie Plastikverpackungen recyclingfähig werden

Plastik ist ein Material mit vielen positiven Eigenschaften für Verpackungen: Leicht, kostengünstig, bruchfest, langlebig – und wird deshalb in Massen eingesetzt. Ausgediente Plastikverpackungen sind allerdings weltweit zur Umweltbelastung geworden. Für viele Verpackungsarten – z. B. Folienbeutel mit Standboden – ist das Recycling nicht möglich, da in ein und derselben Verpackung verschiedene Kunststoffe als Lamine verbunden sind, um Standfestigkeit, Siegfähigkeit, Bedruckbarkeit, Feuchtebeständigkeit oder Sauerstoffundurchlässigkeit zu erreichen. Die verschiedenen Plastiksorten des Laminats können in der Regel nicht mehr getrennt werden, aber auch nicht gemeinsam recycelt, da sie chemisch zu unterschiedlich sind.

Das Fraunhofer ISC arbeitet gemeinsam mit drei weiteren Fraunhofer-Instituten an einem neuen Herstellungsverfahren für Plastikfolien auf Polyolefinbasis, um nicht rezyklierbare Folienlamine zu ersetzen. Kernstücke des Verfahrens sind sortenreine Polyolefine oder Rezyklate, spezielle Additive sowie eine physikalische und nasschemische Nachbehandlung. Dadurch sollen sich die Folieneigenschaften ebenso präzise auf die jeweiligen technischen Anforderungen einstellen lassen wie bei den Folienlaminaten aus gemischten Plastiksorten. Durch die Beschränkung auf eine einzige Plastikart werden diese Folien jedoch vollständig recyclingfähig sein und einen echten Materialkreislauf ermöglichen, also als Rohstoffe für neue Verpackungen dienen können. Das ISC sorgt mit seiner Materialexpertise für die notwendige Barrierewirkung der neuen Foliengeneration gegen Sauerstoff und Feuchte.

SCHICHTEN UND LACKE



Mehr Informationen zu diesem Projekt unter
www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht



Dr. Sabine Amberg-Schwab | Telefon 0931 4100-620

Förderkennzeichen: 03XP0221B - gefördert durch das BMEL



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

Ein Schritt weiter: Wie Plastikverpackungen »bio« werden

Während die Recyclingfähigkeit von polyolefinbasierte Plastikverpackungen auf einen möglichst verlustfreien Wertstoffkreislauf fossiler Ressourcen abzielt, gehen die Entwicklungen des Fraunhofer ISC für biogene Plastikverpackungen noch einen Schritt weiter in Richtung Bioökonomie und Reduktion von fossilen Ressourcen. Gemeinsam mit vier Partnern aus Industrie und Forschung arbeitet das Fraunhofer ISC an einer neuen Foliengeneration, die auf biogenen, gut verfügbaren Rohstoffen basiert und alle üblichen Anforderungen an eine Lebensmittelverpackung erfüllt. Ausgangspunkt ist biogenes Plastik auf Milchsäurebasis (PLA). Der Grundstoff Milchsäure wird z. B. aus Reststoffen bei der Milchverarbeitung hergestellt. Die bisherigen Nachteile des daraus gewonnenen PLA, wie Feuchteempfindlichkeit, schwierige Verarbeitung und mangelnde Rezyklierbarkeit, sollen durch eine Modifikation bei der Formulierung und die Kombination mit teils biobasierten bioORMOCER®en beseitigt werden. Die damit erzielten sortenreinen biogenen Folien sollen vergleichbare technischen Eigenschaften wie gebräuchliche – aber prinzipiell nicht recyclingfähige – Folienlamine für Lebensmittelverpackungen besitzen, jedoch mit weniger Materialeinsatz auskommen und sich stofflich wiederverwenden lassen. Sie sollen so nicht nur eine ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft ermöglichen, sondern auch die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen durchbrechen. Das Forschungsprojekt wird vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft im Rahmen des Förderprogramms »Nachwachsende Rohstoffe« finanziert.



MATERIALIEN



Richtig **schön appetitlich**, der Donut mit der gelben Glasur und den bunten Zuckerflocken. Dabei sind die Formgebung und das Dekor die halbe Miete. Aber natürlich muss auch der Teig das mitmachen, sich in Form bringen lassen und stabil genug sein, dass er die Form hält. Und schön saftig und wohlschmeckend sollte er auch noch sein, um Genuss zu bereiten. Der Anforderungskatalog beim Donut ist nicht besonders umfangreich, man könnte noch die Herkunft der Rohstoffe anführen – gerne bio oder zumindest nachhaltig erzeugt – oder die unbedingte Abwesenheit von schädlichen Stoffen in einem Stück Nahrung.

Bei der Materialentwicklung kommen in ähnlicher Weise **Anforderungen** hinsichtlich **Rohstoffen, Struktur und Funktionalität** zum Tragen. Verfügbarkeit, Kosten, Gefahrenpotenzial und Umweltfreundlichkeit, Beschaffenheit, Belastbarkeit, Beständigkeit – oder auch Abbaubarkeit und Biokompatibilität, um nur einige zu nennen. Hinzu kommen Formbarkeit und Funktionalisierbarkeit uns natürlich die gewünschte Funktionalität.

Eine besondere Herausforderung sind dabei Materialien, deren Eigenschaften nicht konstant sind – seien es »**schaltbare**« Materialien, die ihre Eigenschaften »**auf Knopfdruck**« ändern können, sensorische Materialien, Materialien, die durch langsame Veränderung Schäden beheben und stabilisierend wirken können, oder Materialien auf der Basis lebender Zellen, die zum Beispiel für neue Prothesen oder Implantate eingesetzt werden können.

Das Fraunhofer ISC bietet auch in diesen Bereichen mit seinen Kompetenzen rund um **Smart Materials, Konservierungsforschung und Regenerative Therapien** kompetente Partner für Forschung und Entwicklung.

MATERIALIEN 3D



Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Dr. Katrin Wittstadt | Telefon 09342 9221-704

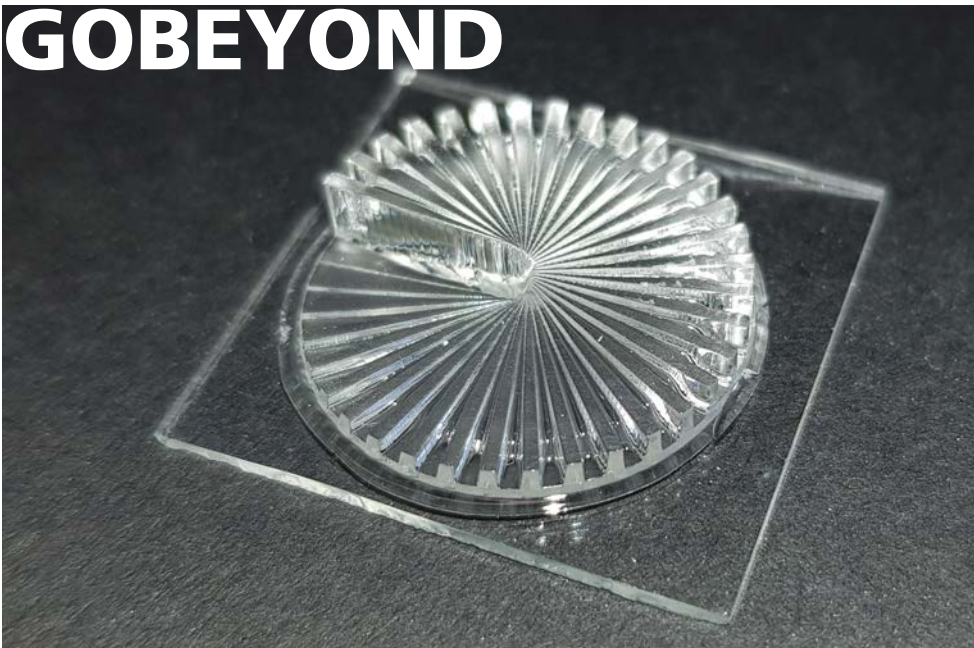


Archäologische Gläser reversibel stabilisieren

Archäologische Glasfunde gehören zu den faszinierendsten Zeugnissen früherer Kultur. Sie erzählen von den handwerklichen und technischen Fertigkeiten, den weit verzweigten Handelsbeziehungen, von Luxus und Status wie auch von gesellschaftlichen und religiösen Ritualen. Dabei ist das Überdauern der Gläser oft schon ein kleines Wunder, denn das empfindliche Material leidet unter mechanischen wie auch chemischen »Angriffen« der Lagerbedingungen. Die Gläser werden z. B. durch permanente Feuchte ausgelaugt, dadurch verändert sich die Glaszusammensetzung und -struktur, sogenannte Gelschichten entstehen, außerdem Poren und feinste Rissysteme – Craquelés, die sich durch das ganze Glas ziehen können und es destabilisieren. Entsprechend fragil sind oft die Fundstücke, die oberflächlich kaum noch ihre einstige Schönheit erkennen lassen und Archäologen wie Restauratoren vor große Herausforderungen stellen.

Mit »Cloisil A18« hat die Gruppe Kulturgüterschutz des Fraunhofer ISC ein Material entwickelt, mit dem archäologische Glasfunde für Bergung, Transport, Restaurierung und Archivierung geschützt werden können. Der dünnflüssige Festiger auf Basis hybrider silicatischer Polymere dringt in dreidimensionale Poren und Risse der geschädigten Gläser ein. Innerhalb einiger Stunden tritt eine erste Festigungswirkung ein und ermöglicht die sichere Handhabung des Glases. Wie Laborversuche zeigen, ließe sich der Festiger schon bei der Bergung von Bodenfunden einschließlich der Blockbergung einsetzen: Das Glas wird zusammen mit der anhaftenden oder umgebenden Erde getränkt und kann so unbeschadet geborgen und archiviert werden. Bei der späteren Untersuchung, Reinigung und Restaurierung lässt sich der Festiger mit Wasser und/oder Ethanol lösen und entfernen. Dies geht unter Umständen – nach Prüfung des jeweiligen Fundstückzustands – auch partiell, sodass die Gläser schrittweise freigelegt und gereinigt werden können. Dabei ist der Festiger nahezu unsichtbar und kann auch nach der Reinigung eingesetzt werden, um die Gläser für Transport, Ausstellungen oder die Lagerung in den Depots zu sichern. Die Transparenz der Gläser wird wieder näher an den Urzustand herangeführt, weil lichtbrechende Risse und Poren gefüllt werden. Das Material wurde bereits in einer Reihe von konservatorischen Forschungsprojekten der EU für unterschiedliche Zwecke eingesetzt. Jüngste Untersuchungen für die Dombauhütte zu Köln an Glasfunden aus der Domgrabung haben die besondere Eignung von Cloisil A18 gerade für die Stabilisierung archäologischer Gläser gezeigt. Damit könnte das Material für Grabungen wie auch Museen weltweit von Interesse sein.

GOBEYOND



3D-gedruckte Optiken für individualisierte Massenproduktion

Individualisiert gefertigt und trotzdem tauglich für die Massenproduktion? Im Rahmen des Fraunhofer-Leitprojekts »Go Beyond 4.0« soll dieser scheinbare Widerspruch beseitigt werden. Im Teilbereich Beleuchtungsoptiken arbeiten die beiden Fraunhofer-Institute für Silicatiforschung ISC und für Optik und Feinmechanik IOF gemeinsam an einer materialbasierten und fertigungstechnischen Lösung für die »Losgröße 1«.

Ausgangspunkt ist die relativ leicht individualisierbare 3D-Drucktechnik. Nachteile des dreidimensionalen Druckens bisher waren jedoch die Störeffekte im Volumen und an den Oberflächen gedruckter Objekte, wie z. B. Lagenbildung oder Rauigkeiten. Auch die Materialeigenschaften üblicher 3D-druckbarer Kunststoffe reichen für optische Komponenten und Systeme in der Regel nicht aus. Für optische Systeme im Bereich Beleuchtung werden hohe Anforderungen gestellt. Die eingesetzten Materialien sollen so glasähnlich wie möglich sein, im Gebrauch nicht vergilben und eine hohe Transparenz in den relevanten Wellenlängenbereichen des durchstrahlenden Lichts haben. Die beim 3D-Druck üblichen Lagengrenzen im Volumen und nicht ganz glatte Oberflächen durch druckbedingte Strukturen auf der Mikrometerskala sind für den Einsatz bei optischen Systemen nicht akzeptabel.

Mit ORMOCER®en – glasähnlichen anorganisch-organischen Hybridpolymeren – aus dem Fraunhofer ISC sowie einer verbesserten Drucktechnologie aus dem Fraunhofer IOF ist es jedoch gelungen, einen Qualitätssprung zu machen. Speziell eingestellte optische ORMOCER®e haben die Entwickler des Fraunhofer ISC auch bereits im Bereich der optischen Aufbau- und Verbindungstechnik genutzt.

Zusätzlich können weitere benötigte Funktionen wie Blenden, Leiterbahnen oder Spiegel im Herstellungsprozess in die gedruckten optischen Komponenten integriert werden. Das vereinfacht die spätere Assemblierung und ermöglicht hochkomplexe optische Bauteile. So können in der Kombination von optischen ORMOCER®en und 3D-Druck-Verfahren auf einfache Weise optische Systeme geschaffen werden. Damit werden die gedruckten Optiken auch für spezielle, bisher nicht so einfach realisierbare Beleuchtungsaufgaben interessant. Für größere Stückzahlen arbeiten die Fraunhofer-Forscher bereits an der Parallelisierung der Prozesse.

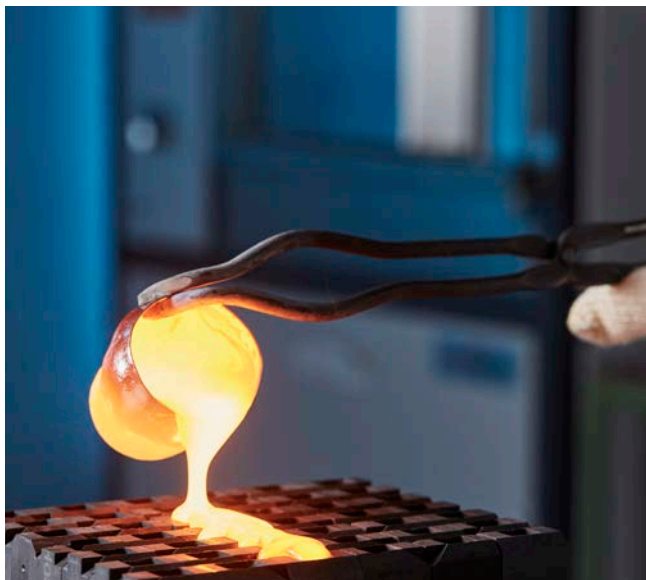
Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Dr. Sönke Steenhusen | Telefon 0931 4100-551



MATERIALIEN 3D

ZAHNERSATZ



Fotos Piotr Banczerowski für Fraunhofer

Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Dr. Jörn Probst | Telefon 0931 4100-300
Dr. Bernhard Durschang | Telefon 0931 4100-304



Link zum
youtube video

Neue Zähne: hochfest und sofort einsetzbar

In unserem Körper existiert kein härteres Material als unser Zahnschmelz, weshalb die Ansprüche an einen Zahnersatz sehr hoch sind: Die Zähne sollen natürlich aussehen, hohen Belastungen standhalten und möglichst schnell beim Patienten einsetzbar sein. Dr. Bernhard Durschang und Dr. Jörn Probst vom Fraunhofer ISC haben gemeinsam mit ihren Partnern einen solchen Zahnersatz entwickelt und erhielten dafür im Mai 2019 den Fraunhofer-Preis »Technik für den Menschen«.

Glaskeramiken bestehen aus einer amorphen Glasphase und einem kristallinen Anteil. Bisher versuchten Forscher, den Anteil der kristallinen Phase möglichst weit nach oben zu treiben, um die gewünschte Festigkeit zu erzielen. Die beiden Wissenschaftler des Fraunhofer ISC brachen mit dieser Lehrbuchmeinung, nahmen Änderungen an der Glasphase vor und mischten dem amorphen Anteil verschiedene Metalloxide zu. Damit erzielten sie die benötigte Festigkeit des neuen Zahnersatzmaterials.

Die neuen Glaskeramiken sind mit 500 MPa deutlich fester und robuster als herkömmliche Glaskeramiken, die nur auf rund 350 MPa kommen. Außerdem weist das neue Material in allen verschiedenen Farbnuancen mit seiner zahnschmelzartigen Transluzenz eine hervorragende Optik auf. Der Zahnersatz kann optimal entsprechend der Zahnfarbe des Patienten ausgewählt werden und wirkt vollkommen natürlich. Ein zusätzlicher Prozessschritt bei der Herstellung, das Nachhärten im Ofen, entfällt und die Glaskeramiken können zeitsparend »chairside«, noch auf dem Behandlungsstuhl fertiggestellt werden. Die beiden Partnerfirmen erhielten alles aus einer Hand: von der ersten Lösungsidee bis zur CE-zertifizierten Produktionsanlage. Mittlerweile ist die neuartige Glaskeramik bereits bei vielen Zahnärzten im Einsatz.

RESCUE



Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Dr. Holger Böse | Telefon 0931 4100-203



Link zum
youtube video

Reanimationsmatte vereinfacht Herzdruckmassage

Rund 10 000 Menschen sterben hierzulande jährlich in Folge eines Herz-Kreislaufversagens, obwohl sie gerettet werden könnten. Nur fünfzehn Prozent der Deutschen trauen sich in einer solchen Notsituation zu, mit einer Herzdruckmassage den Betroffenen zu helfen. Aus Angst vor Fehlern unternehmen viele gar nichts oder führen die Kompression zu zaghaft aus. Eine neuartige Reanimationsmatte soll unausgebildeten Ersthelfern das Wiederbeleben bei Herzstillstand erleichtern und damit die Hemmschwelle zur Reanimation senken.

Das Fraunhofer ISC hat die Siliconmatte mit integrierter Sensorik »Rescue Aid« gemeinsam mit Studierenden der Hochschule für angewandte Wissenschaften in München entwickelt. Die Reanimationsmatte, die dem menschlichen Torso nachempfunden ist, wird auf den Oberkörper aufgelegt. Dadurch wird der direkte Körperkontakt vermieden und die Berührungsangst beim Ersthelfer sinkt. Entwickelt wurde die Matte aus Silicon im Fraunhofer-Designwettbewerb »Form Follows Future«, der Wissenschaft und Design vernetzt.

In der Matte sind Drucksensoren aus Silicon integriert, die die Drucktiefe messen. Sie bestehen aus einer weichen Folie und können daher keine Verletzungen auslösen – ein Vorteil gegenüber den wenigen am Markt verfügbaren Produkten, die starr sind und bei der Reanimation Schmerzen in den Handballen verursachen. Die Sensoren sind per Kabel mit einer Elektronik und LEDs verbunden, die sich in einem Kästchen am oberen Mattenrand befinden. Die LEDs zeigen an, wie stark der Druck ist, der auf den Oberkörper bzw. die Matte ausgeübt wird. Wenn sie grün leuchten ist der Druck genau richtig, um die betroffene Person zu reanimieren. Ist der Druck zu schwach oder zu stark leuchten die LEDs rot. Unterstützt wird die Herzdruckmassage durch einen Ton, der den Rhythmus beim Reanimieren vorgibt.

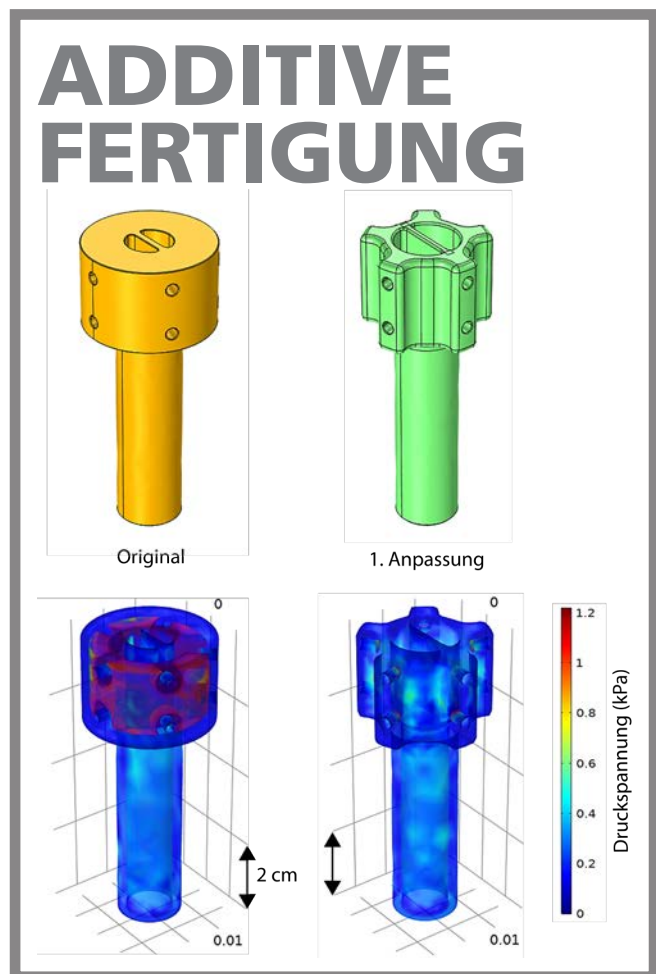
In Tests mit einer Puppe, die für Wiederbelebungstrainings verwendet wird, konnte das Fraunhofer Forscherteam nachweisen, dass Rescue Aid funktioniert. Die Matte liegt als Demonstrator vor, sie soll optimiert und an unterschiedliche Personengrößen angepasst werden. Aufgrund des technologischen Ansatzes und der einfachen Elektronik lässt sich die Reanimationsmatte kostengünstig fertigen.

MATERIALIEN 3D

Additive Fertigung auf dem Weg zur Serie

Das letzte Jahrzehnt war geprägt von einer sprunghaften Weiterentwicklung der Additiven Fertigung. Das Überwinden der Einschränkungen der konventionellen, meist subtraktiven Fertigung ermöglichte die Herstellung völlig neuartiger Bauteile mit zuvor undenkbaren Geometrien, welche den Pioniergeist und das Innovationspotential in der Additiven Fertigung widerspiegeln. Zugleich setzte der Schritt von der Prototypen- und Kleinserienfertigung hin zur industriellen Serienfertigung ein. Dies wurde einerseits durch die zunehmende Verankerung der additiven Denkweise in der Konstruktion ermöglicht, andererseits durch die Weiterentwicklung der Ausgangsmaterialien, Druckprozesse und Anlagen. Die Anforderungen an die Serienfertigung sind jedoch strenger als im Prototyping. So nehmen wirtschaftliche Aspekte (geringe Stückkosten, hoher Durchsatz) sowie qualitätsrelevante Aspekte (Zuverlässigkeit, Reproduzierbarkeit, Maßgenauigkeit) einen höheren Stellenwert ein. Um dem zu entsprechen, müssen Methoden für eine Überwachung und Optimierung der gesamten Prozesskette entwickelt werden.

Das Fraunhofer-Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau HTL nutzt zweistufige Additive Fertigungsverfahren für die Herstellung von Metallen, Keramiken und Kompositen. In diesen ist ein energiearmer additiver Fertigungsverfahren zur Erstellung eines sog. Grünbauteiles von der nachfolgenden, in der Regel zeit- und energieintensiven Ofenbehandlung zur Entbinderung und Sinterung oder Infiltration getrennt. Der simultane Brand vieler Bauteile macht diese Verfahren wirtschaftlich sehr attraktiv. Neben Feedstocks und Druckparametern entwickelt das HTL Analyseverfahren für die Qualitätssicherung an Bauteilen im Grünzustand. Dies ermöglicht eine effiziente Optimierung entlang der ersten Hälfte der Prozesskette. Für das Design der anschließenden thermischen Prozesse ermittelt das HTL die für die Prozesskinetik kritischen Materialeigenschaften. Hierbei nutzt es u. a. die herkömmliche Thermoanalyse sowie die In-situ-Analytik in den eigens entwickelten Thermo-optischen Messanlagen (TOM). Die Messdaten werden anschließend in einer gekoppelten FE-Simulation genutzt, die thermische, mechanische, chemische und geometrische Aspekte zur Optimierung berücksichtigt.



Dadurch können Werkstoff, Bauteildesign, Ofenraum und Thermoprozesse im Zusammenspiel simuliert werden. Dies bildet die Grundlage, a priori potentielle Defektquellen, Schwindung und Verzug bauteil- und werkstoffspezifisch vorherzusagen und die gesamte Prozesskette für eine sichere, wirtschaftliche und dennoch flexible Serienfertigung auszulegen.

Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Joachim Vogt | Telefon 0921 78510-417

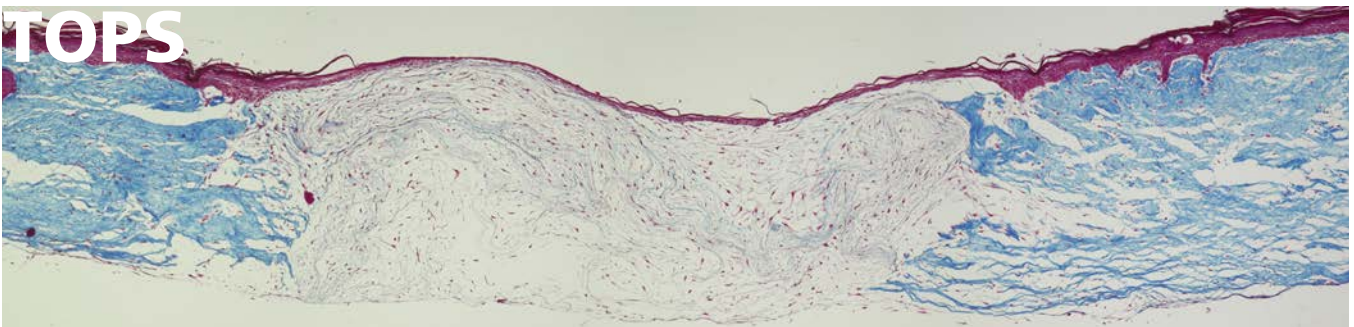


Haut und Metall verbinden – Verbesserung von transkutanen osseointegrierten Prothesensystemen

In Deutschland sind jährlich rund 25 000 Menschen von Amputationen an den Extremitäten betroffen. Nach der Amputation erhalten die Patienten bisher meist eine reine Exo-Prothese. Nachteile dieser Versorgung sind u. a. die unphysiologische Verbindung zwischen Stumpf und Prothese, die einen natürlichen Bewegungsablauf behindert, das Entstehen von Druck- und Scheuerstellen sowie von Sekundärinfektionen durch eine kontinuierliche Hautfeuchte unter dem Prothesenstrumpf. Wesentliche Verbesserungen können sogenannte transkutan osseointegrierte Prothesensysteme (TOPS) schaffen. Bei diesen kombinierten Endo-Exo-Prothesen werden stabile Metallsockel implantiert, an denen die außenliegenden Prothesen befestigt werden. Vorteil für die Patienten ist die feste mechanische Verbindung mit dem Knochen. So werden natürliche Bewegungsabläufe ermöglicht und die erwähnten Probleme vermieden. In Deutschland gibt es derzeit drei Zentren, die diese Versorgung anbieten, und es werden immer mehr Patienten, denen so geholfen werden kann. Es gibt allerdings einen gravierenden Nachteil der TOPS: Da sich die Haut nach der operativen Durchführung der Metallsockel nicht vollständig an das Metall anschließen kann, bleibt ein offener Spalt. Diese »Dauerwunde« muss fortwährend sorgfältig gepflegt werden und birgt ein ständiges Infektionsrisiko. Mit modifizierten, am Fraunhofer ISC entwickelten Faservliesen sehen die Forscher im Translationszentrum Regenerative Therapien jetzt eine reelle Chance, solche »Dauerwunden« in Zukunft zu vermeiden. In Zusammenarbeit mit dem Bundeswehrkrankenhaus Berlin – einem der TOPS-Zentren in Deutschland – wurde ein Konzept entwickelt, wie eine möglichst natürliche dauerhafte Verbindung zwischen Haut und Metall geschaffen werden kann.

Ausgangspunkt waren Faservliese, in die Hautzellen gut hineinwachsen. Dass Faservliese grundsätzlich geeignet sind, um die Hautbildung anzuregen, konnte bereits früher für die Anwendung als Wundeinlage nachgewiesen werden, für die eine CE-Zulassung als Medizinprodukt besteht. Für die Anwendung bei TOPS wurde ein neuer Fasertyp entwickelt, der hinsichtlich Material, Durchmesser und Porosität optimiert wurde, um auf der einen Seite das dauerhafte Einwachsen von Hautzellen zu fördern und auf der anderen Seite eine feste Anbindung ans Metall zu ermöglichen. Das laufende Forschungsprojekt zur Machbarkeit steht kurz vor dem Abschluss, bisherige Tests an In-vitro-Hautmodellen zeigen eine sehr gute Besiedelung des Fasermaterials mit Hautzellen und die Bildung einer Epidermis, die als Barriere gegenüber Krankheitserregern dient. Weitere vorklinische Tests laufen noch, für klinische Tests werden Anschlussprojekte geplant. Verlaufen die ebenfalls erfolgreich, kann die Zulassung als Medizinprodukt beantragt werden. Damit würde die transkutane Prothetik entscheidend voran gebracht werden. Das Konzept könnte darüber hinaus auch auf andere medizinische Fragestellungen übertragen werden, bei denen es um das Minimieren von Infektionsrisiken bei Hautdurchführungen geht, wie beispielsweise bei Kathetern.

Im Hautmodell zeigt sich die erfolgreiche Besiedelung des Faservlieses und die Ausbildung einer Epidermis (rot) über einer künstlichen Wunde. Dabei verbindet sich das Faservlies mit dem Hautgewebe über das sich bildende biologische Gewebe und wird von oben durch die Epidermis bakteriendicht verschlossen.
© T. Weigel, Fraunhofer-TLZ-RT



Mehr Informationen zu diesem Projekt
unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht
Dr. Tobias Weigel | Telefon 0931 4100-514

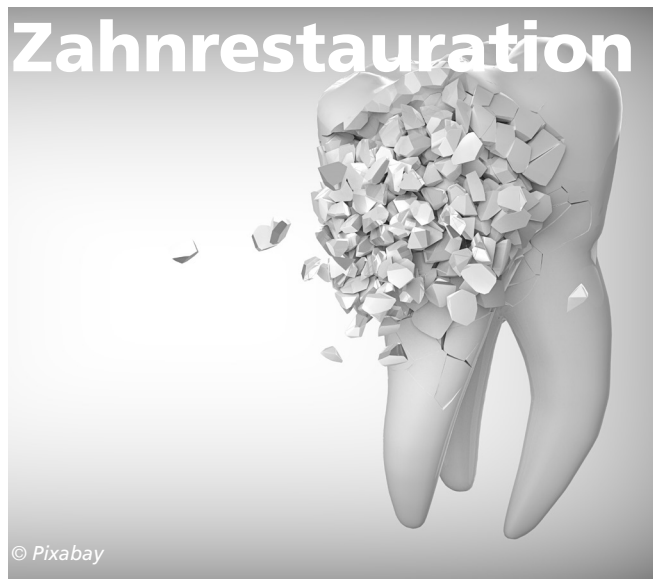


Projektförderung durch das Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr (BAAINBw)
Projektpartner: Bundeswehrkrankenhaus Berlin

MATERIALIEN 3D

Ätzen und kleben in einem Schritt - biokompatible Materialien für die Zahnrestauration

Die Zahngesundheit ist für das menschliche Wohlbefinden und den Erhalt der Gesundheit insgesamt enorm wichtig. Der Bedarf an kostengünstigen und ästhetischen Dentalmaterialien für kleine und große zahnerhaltende Maßnahmen ist groß und der Innovationsdruck ist hoch. Auch die notwendigen Verfahrensschritte für patientenfreundliche, schnelle und kostengünstige Zahnbehandlungen stehen dabei im Fokus. Im Verbundprojekt »SODA«, gefördert im Rahmen der Hightech-Strategie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, entwickeln und validieren das Fraunhofer ISC und seine Partner neuartige selbstätzende Adhäsive, die als Ätzel und Bonding in einem funktionieren (Self-Etch-Technik). Damit wird das übliche Verfahren bei Kariesbehandlungen – geschädigten Zahnschmelz entfernen, Kavität ätzen, Bonding auftragen für die dauerhafte Verbindung der späteren Füllung mit dem Zahn, und schließlich das Aufbringen und Formen des Füllungsmaterials – verkürzt. Biokompatible Materialien auf ORMOCER®-Basis sorgen einerseits für die benötigte Funktionalität und Haltbarkeit und bieten gleichzeitig ein sicheres System hinsichtlich Allergenen. Der Verzicht auf einen separaten Ätzschrift (Total-Etch-Technik) bei vergleichbar hoher Ätzwirkung spart Zeit, Kosten und reduziert die Fehleranfälligkeit bei der Applikation. Darüber hinaus ermöglicht die Formulierung der neuen selbstätzenden Adhäsive eine Lagerfähigkeit von bis zu zwei Jahren – ein wichtiger Aspekt für die Praxis.



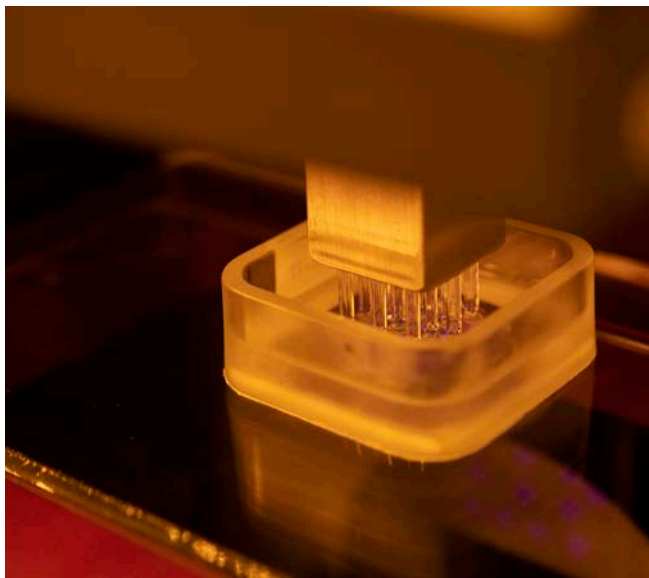
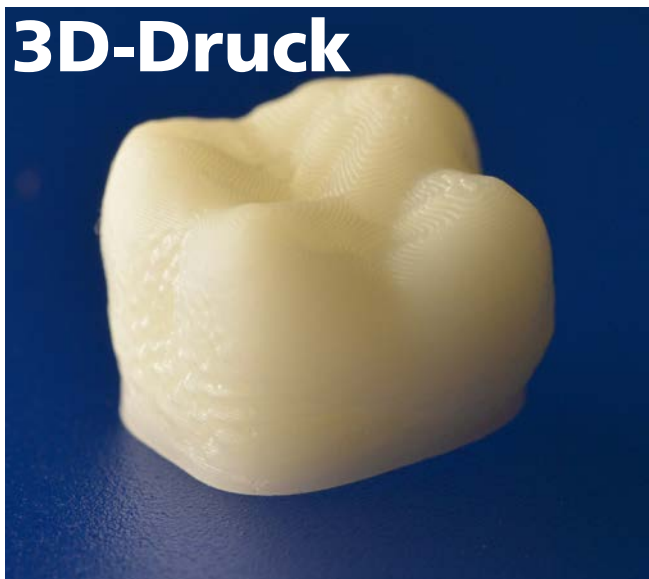
Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Dr. Herbert Wolter | Telefon 0931 4100-510



Resorbierbar oder dauerhaft - biokompatible Materialien aus dem 3D-Drucker für die Dental und Mikromedizin

3D-Druckverfahren lassen schon seit ihrer technologischen Etablierung den Wunsch nach individualisierten Medizinprodukten wie Implantaten oder Otoplastiken aus dem Drucker laut werden. Die Auswahl druckbarer Materialien ist überschaubar, und nicht alle Materialien sind für Anwendungen in der Dental- und Mikromedizin geeignet. Mit der langjährigen Expertise im Bereich der biokompatiblen Materialien entwickelt das Fraunhofer ISC seine Hybridpolymere für den 3D-Druck weiter. Dabei bestimmt die Zusammensetzung des Materialsystems, ob nicht-resorbierbare oder resorbierbare Produkte entstehen. Je nach Verwendungszweck können so unterschiedliche Eigenschaften, Strukturen und Funktionalitäten sowie eine patientenindividuelle Formgebung der gedruckten Produkte für Dentalmedizin, Implantologie oder Hörakustik erzeugt werden. Aktuell arbeitet das Fraunhofer ISC an druckbaren Kompositen mit hohem Füllstoffgehalt, hoher Transluzenz und hochwertigem mechanischen Eigenschaftsprofil für den dauerhaften Einsatz als indirekte Restaurationen, beispielsweise in Form von Kronen. Ebenso im Fokus der Entwicklung stehen Materialsysteme mit gezielt einstellbarer Flexibilität, etwa für Zahnschienen zur Zahnkorrektur (Alignertechnologie). Je nach Kombination der Komponenten lässt sich zusätzlich ein Thermoefekt integrieren. Somit kann das gedruckte Material bei Raumtemperatur steif und bei Körpertemperatur weich und flexibel sein. Besonders interessant ist dieser Effekt für die Anpassung von Hörgeräten an den Patienten.



Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Dr. Herbert Wolter | Telefon 0931 4100-510





PROZESSE



P

VERFAHREN UND PROZESSE BIS IN DEN PILOTMASSSTAB

Wer will guten Kuchen backen ... Kennen Sie noch den alten Kinderreim? Ob nun sieben oder mehr oder weniger Zutaten: Ohne die richtige Reihenfolge des Zusammenfügens, das richtige Kneten, Rühren oder Schlagen, die passende Ofentemperatur und die Garzeit wird das nichts. **Der ganze Prozess ist wichtig für das Ergebnis.** Genauso wie in der industriellen Produktion. Deshalb bleibt das Fraunhofer ISC als Materialforschungsinstitut auch **nicht bei der Rezeptur stehen**, sondern entwickelt die **Herstellungs- und Verarbeitungsprozesse** gleich mit – je nach Bedarf der Auftraggeber.

Neben neuen Verfahren zur Formgebung und Verkapselung, dem Aufbau von Pilotlinien wie beispielsweise beim Upscaling der Nanopartikelherstellung oder der Faserpilotanlage am Fraunhofer-Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau HTL, spielt auch das Thema **Digitalisierung und Automation von Prozessen** eine wichtige Rolle.

Robotergestützt sollen sie wiederholbar, zuverlässig, robust, effizienter und kostengünstiger werden. In Kombination mit Online-Analytikmethoden können sie darüber hinaus die Schnittstelle zwischen dem digitalen Materialdatenraum und dem realen Material in der Entwicklung und in der Anwendung schaffen und so die Grundlage für eine neue Art von Materialentwicklung bilden.

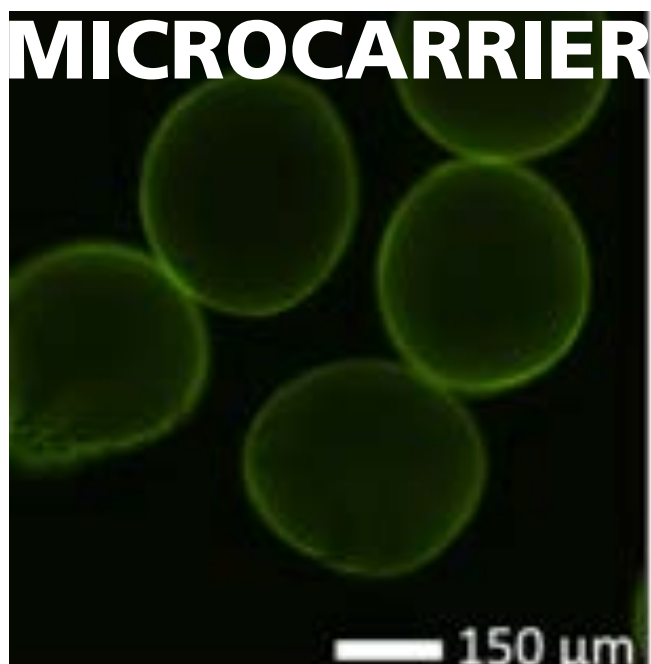
PROZESSE

Skalierbares Herstellverfahren für Microcarrier zur Kultivierung von iPS-Zellen

Induziert pluripotente Stammzellen (iPS-Zellen) wie sie beispielsweise für die Forschungsarbeiten zu zellbasierten Implantaten oder humanen organoiden Modellgeweben eingesetzt werden, benötigen spezielle Wachstumsbedingungen, die üblicherweise in Zellkulturgefäßen erzeugt werden. Eine interessante Alternative zu herkömmlichen Wachstumsgefäßen, in denen sich die Zellen nur zweidimensional auf einer Fläche anordnen, bieten sogenannte Microcarrier, dreidimensionale Trägerstrukturen, die frei im Zellwachstumsgefäß schwimmen. Vorteil der Microcarrier ist die große Oberfläche, auf der sich die humanen iPS-Zellen ansiedeln können, bei gleichzeitiger effektiverer Volumenausnutzung im Zellkulturgefäß.

Am Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT wurden Alginat als sehr geeignetes Material für Microcarrier identifiziert, da sie weich und elastisch sind und so die Bedingungen der Zellumgebung im Körper sehr gut nachstellen. Bisher konnten alginat-basierte Microcarrier nur in einem nicht-automatisierten Prozess hergestellt werden, was den Einsatz für die Zellkultivierung auf einen kleinen Maßstab begrenzt hat. Am Fraunhofer-Zentrum für Stammzellprozesstechnik/Fraunhofer ISC wurde nun ein skalierbares Herstellungsverfahren für sphärische Mikrokapseln mit speziellen, auf das Zellwachstum von iPS-Zellen zugeschnittenen, Alginaten kombiniert. Dafür wurden die eingesetzten Alginat modifiziert und auf ein modernes, vom Bereich Partikeltechnologie des Fraunhofer ISC entwickeltes Verkapselungsverfahren eingestellt, mit dem sich große Stückzahlen sphärischer Strukturen in kurzer Zeit erzeugen lassen. In den bisherigen Versuchen konnten so z. B. Alginatcarrier mit 300 Mikrometern Durchmesser mit einer Frequenz von 150 000 Stück pro Minute hergestellt werden. Die pro Minute generierte Carrierfläche entspricht hierbei der Wachstumsfläche von mehr als zwei klassischen Zellkulturflaschen, bei einem um den Faktor 20 reduzierten Raumbedarf der Carrierkultur.

Wie in Zellwachstumsversuchen nachgewiesen wurde, sind die so erzeugten Microcarrier biokompatibel und zur Zellkultivierung geeignet. Weitere Materialmodifikationen, um eine bestimmte Größe, Wandstärke, Elastizität oder Viskosität zu erzeugen oder bestimmte Härtingsverfahren einzusetzen, sind möglich. Ebenso können die Microcarrier biofunktionalisiert oder mit Wirkstoffen beladen und so für spezifische Anforderungen angepasst werden. Damit steht nun ein sehr gut skalierbares, flexibles Verfahren für die kundenspezifische Herstellung größerer Mengen von weichen Zellcarriern zur Verfügung, mit denen sich die realen Wachstumsbedingungen für Zellen im Körper sehr gut simulieren lassen.



Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Timo Grunewald | Telefon 0931 4100-820





Mehr Informationen zu diesem Projekt unter
www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Dr. Andreas Diegeler | Telefon 09342 9221-702



Maschinenbau und Zukunft Glas – High-Throughput Screening 4.0

Mit seiner vom Einwiegen der Gemengebestandteile bis zum kontrollierten Abkühlen vollständig automatisierten Glas-screening-Anlage konnte die Glasgruppe des Fraunhofer ISC zusammen mit dem Center for Device Development (CeDeD) bereits vor einigen Jahren erstmals eine weltweit einzigartige Forschungsanlage für die moderne Glasentwicklung bereitstellen. Mit der High-Throughput-Screeninganlage (HTS) 4.0 entwickelt das Fraunhofer ISC nun eine für die Digitalisierung und den Materials Data Space weiterentwickelte neue Anlagengeneration. In Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Materialprüfung und dem »Who is Who« der Glasforschung in Deutschland soll ein Konzept für die reale Datenerfassung des digitalen Materialdatenraums erstellt werden. Die HTS 4.0 wird von CeDeD mit den entsprechenden Zusatzmodulen und Schnittstellen ausgerüstet, um die Online-Erfassung der relevanten Daten während des Schmelz- und Abkühlprozesses zu ermöglichen. Damit wird der auch im Fraunhofer ISC traditionsreiche Werkstoff Glas ins 21. Jahrhundert befördert – nicht zuletzt deshalb, weil Spezialglas mit seinen Anwendungspotenzialen in der Wasserstofftechnologie und in der Solartechnik als Materialbasis einer der Hoffnungsträger für eine klimaneutrale Energiewirtschaft ist. Und das Fraunhofer ISC ist wieder einmal dabei, die wissenschaftlich-technischen Grundlagen für das Glas der Zukunft zu legen.

PROZESSE

DiMaWert - Digitalisierung der Materialentwicklung entlang der Wertschöpfungsketten

Die Idealvorstellung der Industrie 4.0 stößt bei Hochtemperatur-Prozessen in großen Industrieöfen auf ganz besondere Herausforderungen, da oft nur unzureichende Daten über die Bedingungen im Ofen und den Zustand des Brenngutes vorliegen. Im Projekt DiMaWert entwickelt das Fraunhofer-Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau HTL daher neuartige Hochtemperatur-Sensorik und digitale Methoden als zukünftige Werkzeuge für die Digitalisierung auch in sehr energieintensiven Branchen wie der Keramik-, Zement- oder Stahlindustrie.

Ein messtechnisches Highlight soll ein autonomes Sensormodul werden, das während der Fahrt durch z. B. einen großen Tunnelofen kontinuierlich und drahtlos Parameter wie Temperatur, Strömung oder Gaszusammensetzung, aber auch ein optisches Bild aus dem Ofeninneren liefern kann. Die Sensorentwicklung erfolgt teilweise im ISC in Würzburg. Die Daten sollen bei der Entwicklung digitaler Ofenzwillinge helfen, die entweder den realen Ofen so genau abbilden, dass sie für die virtuelle Entwicklung von Thermoprozessanlagen geeignet sind, oder alternativ auf so schnellen Modellen aufbauen, dass sie für die Echtzeit-Steuerung von Thermoprozessen genutzt werden können. Letzteres wird für ein Demand-side-Management zur Handhabung des zukünftig immer stärker fluktuierenden Energieangebotes unbedingt erforderlich sein.

Um diese Ziele zu erreichen, werden im Rahmen des Projektes vorhandene Simulationsverfahren so verknüpft, dass sie eine Top-down-Entwicklung von Materialien und Ofenkomponenten ermöglichen. Auf allen Stufen werden Algorithmen aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz getestet und im Erfolgsfall dazu eingesetzt, die digitalen Werkzeuge effizienter zu machen.



Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Dr. Gerhard Seifert | Telefon 0921 78510-350

Das Projekt DiMaWert wird vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie gefördert.



Gefördert durch:



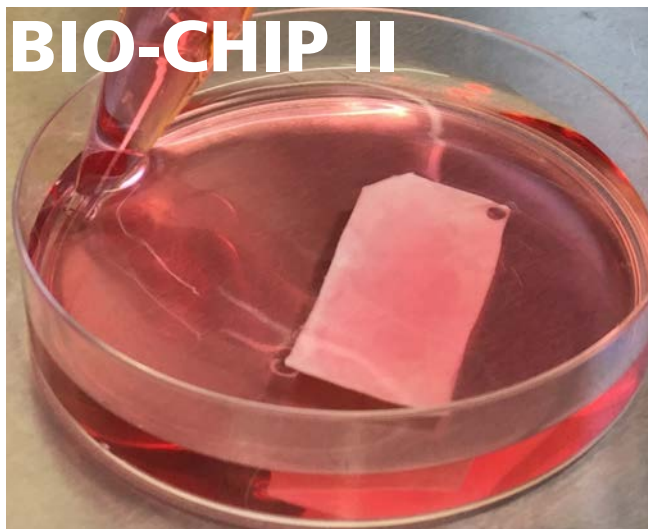
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

BIO-CHIP Phase 2 – klinische Studie zu neuen Knorpelimplantaten vor dem Abschluss

Eine neue Methodik, aus körpereigenen Zellen Implantate für Knorpelverletzungen am Kniegelenk herzustellen, wurde in der europaweiten Studie BIO-CHIP unter Beteiligung des Fraunhofer-Translationszentrums für Regenerative Therapien TLZ-RT klinisch eingesetzt und bewertet. Inzwischen konnten 95 Patientinnen und Patienten in den europäischen Partnerkliniken erfolgreich operiert werden, weitere 8 wurden aufgrund der Einschränkungen durch die COVID 19 Pandemie verschoben. Dennoch kann man bereits jetzt eine sehr positive Zwischenbilanz ziehen.

Für die benötigten Knorpelimplantate wurden den teilnehmenden Patienten Knorpelgewebe aus der Nase entnommen; hieraus die Knorpelzellen isoliert und zu Knorpelimplantaten in zwei unterschiedlichen Reifestadien (2,5 Tage bzw. 4 Wochen) gezüchtet. Erfahrene Chirurgen an den teilnehmenden Kliniken implantierten sie zur Behandlung von fokalen Knorpeldefekten im Kniegelenk – das sind eng begrenzte Schäden, die z. B. durch Sportverletzungen oder Unfall hervorgerufen werden können. Im nachfolgenden Monitoring gaben die Patienten durchwegs eine signifikante Verbesserung der Beweglichkeit und Schmerzsituation an. Dabei spielte es offenbar zum jetzigen Zeitpunkt keine Rolle, welches der beiden Produkte die Patienten implantiert bekommen hatten. Für die Handhabung während der Implantation bieten jedoch nach Einschätzung der teilnehmenden Ärzte die länger gereiften Implantate einen Vorteil durch ihre größere Stabilität.

Die auf drei Jahre angelegte Studie bestätigt jedenfalls bisher eindrucksvoll die Effektivität der Behandlung mit den vom Fraunhofer TLZ-RT nach einem neuen Verfahren hergestellten Knorpelimplantaten und weist eine deutliche Verbesserung bei den behandelten Patienten nach. Nun hoffen Patienten und Projektpartner auf ähnlich positive Ergebnisse bei den noch ausstehenden, wegen COVID 19 verschobenen Operationen. Auch eine Anschlussuntersuchung ist von den Partnern aus dem klinischen Bereich angedacht, um über einen längeren Monitoring-Zeitraum mit den bisherigen Studienteilnehmern eine Langzeitbewertung durchführen zu können. Eine der Fragen, die dadurch beantwortet werden könnte, wäre die Bewertung, ob die unterschiedliche Reifezeit der Zellimplantate sich langfristig auf den Behandlungserfolg auswirkt.



Mehr Informationen zu diesem Projekt unter
www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht
www.biochip-h2020.eu

Dr. Oliver Pullig | Telefon 0931 31-83748



Link zu youtube

Das Projekt wird von der Europäischen Union im Programm Horizon 2020, Forschung und Innovation, unter der Nummer 681103, BIO-CHIP gefördert.



This activity has received funding from the European Institute of Innovation and Technology (EIT), a body of the European Union, under the Horizon 2020, the EU Framework Programme for Research and Innovation

PROZESSE

Verbesserung der Nachhaltigkeit von Hochvoltbatterien – EU-Projekt ECO COM'BAT abgeschlossen

Reichweite, Lebensdauer, Sicherheit oder Ladezeiten - die Elektromobilität stellt hohe Anforderungen an neue Hochleistungsbatterien. Die eigentliche Herausforderung ist jedoch der Ressourcenbedarf für eine wachsende Anzahl Lithium-basierter Autobatterien. Zehn Partner aus Industrie und Forschung hatten sich deshalb im Projekt ECO COM'BAT zusammengeschlossen, um eine nachhaltige nächste Generation von Hochvolt-Lithium-Ionen-Batterien auf den Weg zu bringen – mit Erfolg. Dabei wurden alle wesentlichen Aspekte entlang der Wertschöpfungskette von Batterien betrachtet.

Die Hauptaufgabe bestand darin, konventionelle, oft teure, seltene oder sogar kritische Materialien wie Cobalt in den Elektroden und Fluor im Elektrolyten zu ersetzen. Im Rahmen des Projekts wurden ORMOCER®-beschichtetes, cobaltarmes NMC 622 und ein spezieller fluorarmer Hochspannungselektrolyt auf Basis des Leitsalzes Lithium-Bis(fluorsulfonyl)imid (LiFSI), an die hohen Batterieanforderungen angepasst und optimiert. Diese können auch bei vergleichsweise hohen Spannungen stabil betrieben werden, was zu verbesserten Energiedichten führt und so die Ressourceneffizienz erhöht. Zur weiteren Verbesserung der Energie- und Leistungsdichte wurden strukturgebende Additive wie Porocarb® und Graphistrength® eingesetzt. Die nachhaltigen Materialien wurden in gängigen Pouchzellen verarbeitet, die eine um bis zu 50 Prozent höhere Zyklenstabilität (bei 4,3 V) als die industriellen Referenzproben im Vergleichstest zeigten.

Mit wenigen Upscaling-Schritten wurde die Pilotstufe für Losgrößen von bis zu 20 Kilogramm erreicht. Zur Optimierung der ECO COM'BAT-Materialien und -Zellen wurde eine umfassende Simulation der Batterieleistung und -alterung durchgeführt. Darüber hinaus wurde ein effizientes Recyclingkonzept entwickelt und getestet, um wertvolle Materialien wie Nickel, Kobalt, Graphit und Lithium nicht nur elementar, sondern auch in Form der verarbeiteten Funktionsmaterialien zurückzugewinnen und so ein hohes Maß an Nachhaltigkeit zu erreichen.



Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Dr. Andreas Bittner | Telefon 0931 4100-213



Mehr Informationen www.eco-combat.com



This activity has received funding from the European Institute of Innovation and Technology (EIT), a body of the European Union, under the Horizon 2020, the EU Framework Programme for Research and Innovation

Durch weitere Forschungsaktivitäten nach Abschluss des Projekts konnte das Fraunhofer ISC gemeinsam mit Anlagenbauern wie ImpulsTec und CEPA inzwischen die Möglichkeit schaffen, den Kohlenstoff und die Kathoden-Aktivmaterialien selektiv rückzugewinnen sowie Kupfer und Aluminium sehr einfach zu trennen. Sogar ein Upcycling wird dadurch realisierbar. Durch die Aufbereitung der Aktivmaterialien ist es beispielsweise möglich, den Cobaltanteil zu senken und damit auch alte, ausgediente Batterien für die Herstellung moderner, cobaltarmer Batterien zu nutzen. Damit kann ein kompletter Kreislauf für die in der Batterie verwendeten Materialien etabliert werden.

APRONA – automatisierte Produktion von Nanopartikeln mit flexibler roboterbasierter Plattform

Eine der größten Herausforderungen bei der Synthese von Nanopartikeln ist die Etablierung von Herstellungsverfahren, die reproduzierbare Produkteigenschaften sicherstellen. Die Herstellung von beispielsweise biofunktionalisierten Nanopartikeln könnte deshalb enorm von der Automatisierung des Prozesses profitieren, um den Anforderungen aus der personalisierten Medizin gerecht zu werden. Mit Förderung vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF wurde im Verbundprojekt »APRONA« eine flexible, interaktive Roboterplattform für die Produktion von diagnostisch und/oder therapeutisch in vivo oder in vitro nutzbaren Nanopartikeln aufgebaut. Damit sollen nanopartikelartige Systeme unter GMP-konformen Bedingungen automatisiert hergestellt werden. Der Prozess, der aus der Herstellung, Aufarbeitung und Reinigung sowie Charakterisierung besteht, wurde für einen Zweiarmeroboter ausgelegt. Dieser agiert autonom mit synthesesrelevantem Peripherie-Equipment. Eine prozessinterne Qualitätskontrolle wird sichergestellt. Eine regulatorische Bewertung des Syntheseprozesses bietet die Möglichkeit, grundlegende Aspekte für die CE-Zertifizierung eines Zweiarmeroboters abzuleiten. Mit der digitalisierten Nanopartikelherstellung können patientenspezifische Therapielösungen – z. B. eine individualisierte Beladung der Nanopartikel mit speziellen Wirkstoffen oder Antikörpern – flexibel in Auftragsfertigung vor Ort realisiert werden.



Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Dr. Sofia Dembski | Telefon 0931 4100-516



Das Projekt »APRONA – Flexible roboterbasierte Plattform zur automatisierten Produktion von Nanopartikeln« startete im September 2017 und wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Initiative zur Förderung von KMU-zentrierten, strategischen FuE-Verbänden in Netzwerken und Clustern mit rund 1,6 Mio € gefördert.

Projektpartner

Koordination: BioRegio Stern, Stuttgart

Fraunhofer-Translationszentrum für Regenerative Therapien TLZ-RT (Fraunhofer ISC), Würzburg

Goldfuß engineering GmbH, Balingen

Biametrics GmbH, Tübingen

BioTeSys GmbH, Esslingen

Mehr Informationen

www.regenerative-therapien.fraunhofer.de





ANALYTIK



PRÄZISE ANALYTIK UND CHARAKTERISIERUNG DURCH SPEZIALISTEN

Dieser Duft! Die Nase ist ein hochempfindliches Organ mit komplexen Aufgaben. Es warnt vor Gefahren - vor verdorbenen Lebensmitteln, schädlichen Chemikalien, oder Rauch. Es kann aber auch zu Nahrungsquellen und besonderen Genüssen führen, spielt eine Rolle bei der Interaktion mit anderen Individuen – man kann sich »riechen“ oder auch nicht. Beim Menschen gibt es dafür rund 400 unterschiedliche Rezeptoren, bei Hunden sogar rund 1000, die sich auf Millionen von Sinneszellen in der Nasenschleimhaut verteilen und auf spezifische Duftmoleküle ansprechen. Durch gleichzeitiges Ansprechen mehrerer Rezeptoren kann der Mensch **rund 10 000 Gerüche** unterscheiden. Dabei ist die Nase extrem empfindlich, schon Pikogramm einer geruchsintensiven Substanz in einem Liter Luft genügen, um den Duft nicht nur wahrzunehmen, sondern sogar zu erkennen, um was es sich handelt. Die Evolution stellt damit ein extrem kompaktes und **leistungsfähiges Analysegerät** zur Verfügung. Was die Detektion von Kuchenduft angeht, ist das auch sicher konkurrenzlos.

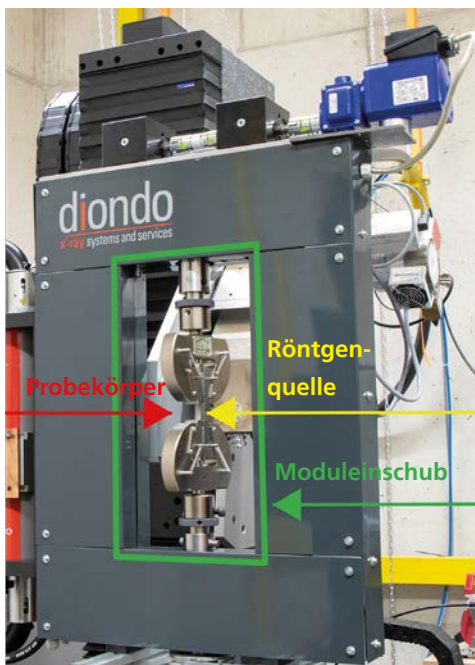
Für mehr technische Aufgaben wie die zerstörungsfreie Fehlerdetektion in Bauteilen, die Analyse von Batteriekomponenten, die produktionsbegleitende Analytik zur Qualitätssicherung, die chemische, physikalische und mechanische Charakterisierung, die Schadensanalytik, bioanalytische Fragestellungen oder auch die Aufklärung von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen bei der Materialentwicklung und Prozessoptimierung stehen im Fraunhofer ISC ein **breites Portfolio an Analysemethoden** sowie ausgefeilte Präparationstechniken zur Verfügung. Für spezifische Fragestellungen werden spezielle Methodiken entwickelt, bis hin zu den Prüf- und Analysengeräten. In Kombination mit **fundierter Materialexpertise** aus unterschiedlichsten Bereichen – von Anorganik bis Zelltherapie – werden Prüfbefunde präzise interpretiert – und falls gewünscht, auch **maßgeschneiderte Lösungen** angeboten.

*Für die Fakten zur Geruchswahrnehmung Dank
an die Wikipedia/Olfaktorische Wahrnehmung*



ANALYTIK

CT-MESSUNGEN



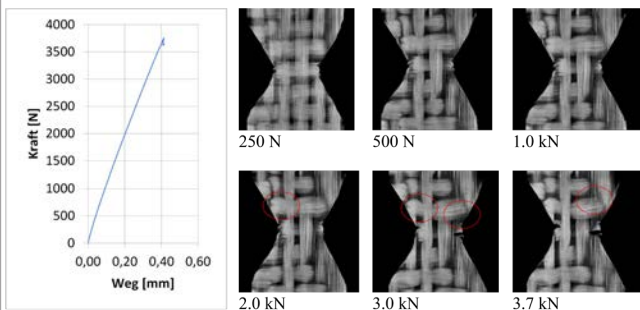
In-situ-Computertomographie zur orts aufgelösten Erkennung des Fehlerwachstums

Das Fraunhofer-Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau HTL hat in Zusammenarbeit mit der diondo GmbH einen Prüfrahm für Computertomographie-Systeme entwickelt, mit dem Bauteile während einer zusätzlichen thermo-mechanischen oder thermo-chemischen Belastung volumetrisch untersucht werden können. Das System ist vollständig modular aufgebaut, kann in beliebige CT-Anlagen montiert werden und somit auch bereits existierende Systeme ergänzen.

Eine Besonderheit des Konzepts ist die modulare Erweiterung mit zahlreichen Belastungskomponenten. So kann beispielsweise ein Bauteil gleichzeitig oder auch separat zu einer mechanischen Belastung (Zug-/Biege-/Torsions- und Druckprüfung) durch Integration einer Klimakammer bei -40 °C bis $+200\text{ °C}$ ausgelagert bzw. in einem Ofen bis 1450 °C erhitzt werden. Weitere Module erlauben Änderungen atmosphärischer oder (nass-)chemischer Umgebungen. Alle Module sind mit wenigen Handgriffen montierbar und ermöglichen schnelle Umbauten ohne großen Aufwand.

Die CT-Messungen erlauben volumetrische Abbildungen bis $2\text{ }\mu\text{m}$ Auflösung. Je nach Ausführung sind mechanische Belastungen bis 150 kN möglich.

Abbildung 1 zeigt einen in ein vorhandenes Computertomographie-System montierten Prüfrahm für die mechanische Zugprüfung bis 50 kN . Als Beispiel einer einfachen Zugprüfung sind in Abbildung 2 der gemessene Versagensverlauf einer glasfaserverstärkten Kunststoffprobe (GFK) abgebildet. Die Steigerung der Zugkraft bis 2 kN verursacht eine Dehnung im Material, was zu einer Verzerrung der Faserbündel in der Matrix führt. Ab 3 kN Zugkraft beginnt Matrixversagen, erste Risse sind erkennbar, die letztendlich bei $3,7\text{ kN}$ Zugkraft zum Versagen einzelner Glasfasern führen und einen Bruch des gesamten Bauteils einleiten.



Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Jan-Marcel Hausherr | Telefon 0921 78510-250



Batterieanalytik – dem Altern auf der Spur Wie sich mechanische Spannungen auf die Batteriealterung auswirken

Batteriezellen ändern ihr Volumen beim Laden und Entladen – auch Lithium-Ionen Zellen. Dieser Effekt ist bekannt, aber war bisher kaum im Fokus der Forschung. Mit neuen Analysemethoden ist das Fraunhofer FuE-Zentrum Elektromobilität (FZEB) nicht nur diesem Effekt auf der Spur, sondern auch den Wechselwirkungen, wie sich Volumenänderungen und Ladezustände auf die Batteriealterung und v. a. die Alterung der Komponenten auswirken. Mittels einer neu etablierten Dilatationsmesszelle können in operando die Volumenänderung und der damit resultierende Druckaufbau in der Zelle sowie mechanische Spannungen an den Elektroden präzise mit den elektrochemischen Vorgängen in der Zelle korreliert werden. Die bisherigen Untersuchungen ergaben eine eindeutige, zelltypische Korrelation zwischen den verschiedenen Ladezuständen (»stages«) und Druckspitzen, die durch die Volumenausdehnung entstehen. Damit eignet sich diese Methodik auch dafür, zerstörungsfrei den Ladezustand eines Zelltyps während der Zyklierung in operando zu überwachen. Eine weitere Erkenntnis aus den elektrochemisch-mechanischen Messdaten ist die Korrelation zwischen dem Einfluss von inhomogenen Druckverteilungen und der Abscheidung von Lithium an der Anode, das sogenannte Lithium-Plating, das eine der Hauptursachen für beschleunigtes Altern von Batteriezellen ist. Hierzu wurden am Zentrum für Angewandte Analytik Probenpräparationen mit Cross-Section-Polishing (CSP) durchgeführt und elektronenmikroskopisch ausgewertet. Es konnte nachgewiesen werden, dass inhomogene Druckverteilungen bzw. Druckspitzen in der Batteriezelle Lithium-Plating verstärken. Eine homogene Druckverteilung oder eine Beaufschlagung des Zellsystems mit einem homogenen Druck, z. B. durch Einspannen der Zellen in einem Modul, kann sich hingegen günstig auf die Batteriebensdauer auswirken. Mit der genauen Untersuchung und Korrelation der Messdaten (in operando und post mortem) an einzelnen Zelltypen liefert die Batterieanalytik am Fraunhofer ISC also wichtige Erkenntnisse für die Weiterentwicklung von Batteriezellen, Zellstacks und Batteriemanagementsystemen.



Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht



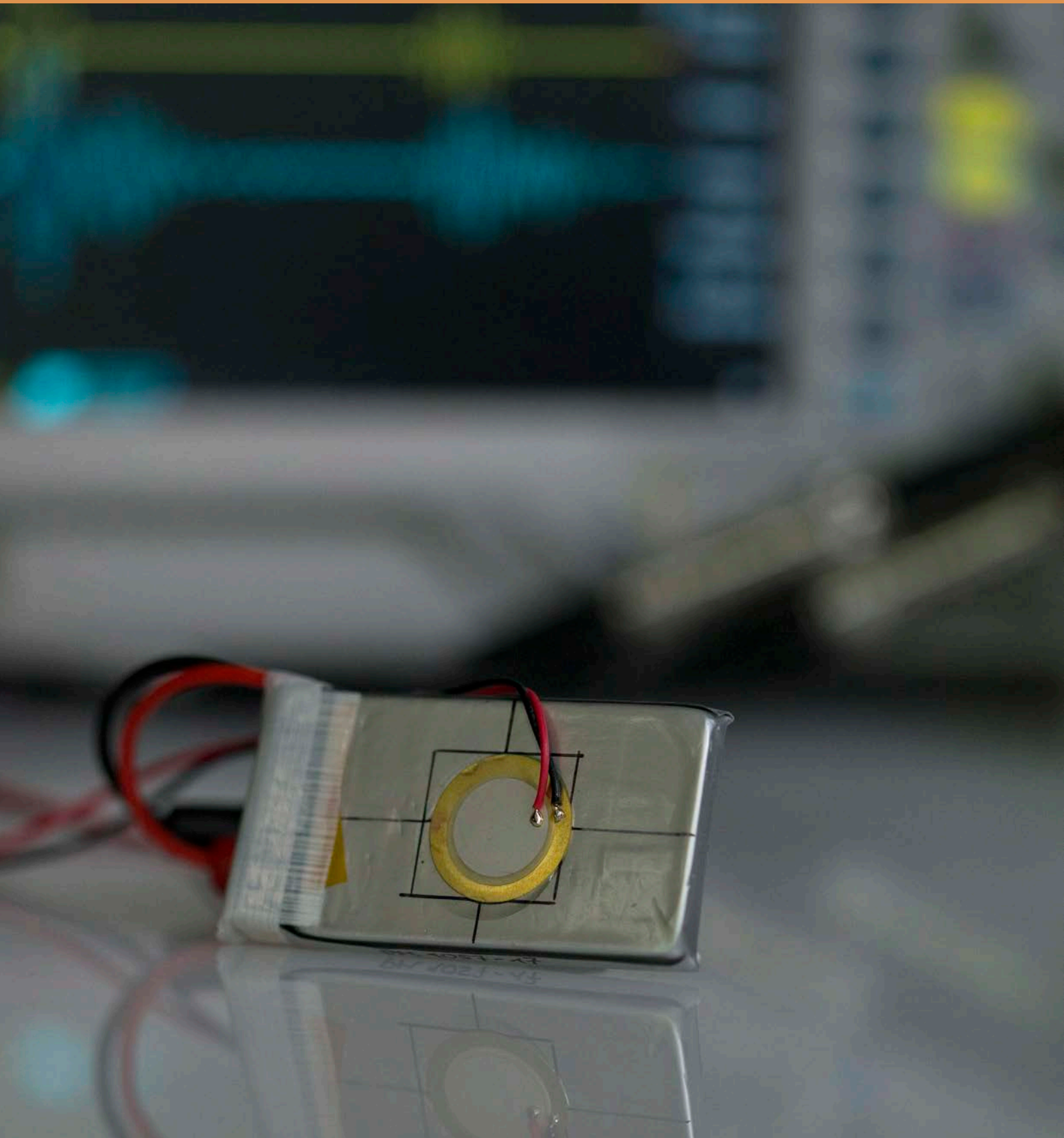
Dr. Sarah Hartmann | Telefon 0931 4100-244

»ReVISED Batt« – Resonanz, Vibration, Schockbelastung, externe Krafteinwirkungen und Detektion für Lithium-Ionen-Batterien«, gefördert durch das BMWi, Laufzeit: 14.09.201 Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

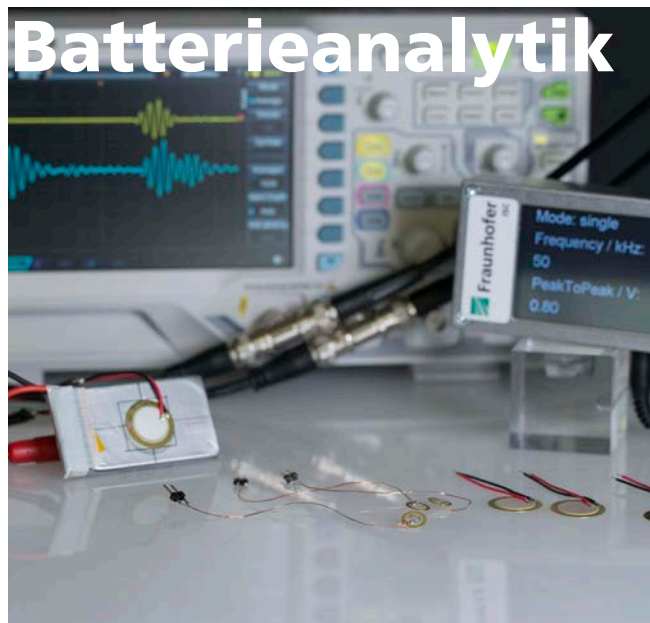
ANALYTIK



Batterieanalytik – optimierte Qualitätskontrolle von der Zellfertigung bis zum End-of-Life der Zelle

Im Rahmen der Batteriezellanalytik hat sich das Fraunhofer FuE-Zentrum Elektromobilität FZEB in den letzten Jahren mit einer Reihe von Forschungs- und Industrieprojekten als eins von drei Kompetenzzentren in Deutschland zum Ultraschallmonitoring für Batterien etabliert. Gemeinsam mit den beiden Zentren an der TU München und der RWTH Aachen sowie mit dem Schwesterinstitut Fraunhofer IKTS soll die Ultraschallsensorik weiterentwickelt werden, um eine Datenbasis für die automatisierte Analytik, digitalisierte Materialentwicklung und den Einsatz von KI im Bereich der Batterieentwicklung zu liefern.

Ein großer Vorteil der Ultraschallsensorik ist die vielfältige Wechselwirkung von Ultraschallsignalen mit Materie und die hohe Sensitivität gegenüber Materialänderungen. So können mechanische und strukturelle Änderungen in der Batteriezelle detektiert werden. Die Methodik könnte damit einen Schlüssel für mehr Effizienz schon in der Zellherstellung liefern – beispielsweise bei der online-Bestimmung der tatsächlichen Elektrolytbe-füllung und der Verringerung von Wartezeiten – wie auch beim Monitoring des Ladezustands und der Alterung der Elektroden. Denkbar ist, dass auf dieser Basis wichtige Zustandskriterien wie z. B. das »End-of-Life« für die unterschiedlichen Zelltypen je nach Anwendung neu definiert werden und diese in die Optimierung des Batteriemangements einfließen können. Ob sich somit die Lebensdauer der Batterien verlängern und »Second-use« Optionen verbessern lassen – ein wichtiger Bau-stein für einen kleineren CO₂-Fußabdruck und das Einsparen von Ressourcen – soll im neu startenden Projekt SPARTACUS untersucht werden.



Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Dr. Sarah Hartmann | Telefon 0931 4100-244

Projekte:

Cell-Fill - Prozess-Struktur-Eigenschaftsbeziehung für Befüllungs- und Wettingprozesse von großformatigen Lithium-Ionen-Batterien, 01.10.2019-30.09.2022, gefördert durch das BMBF <https://www.prozell-cluster.de/projekte/cell-fill/>



GEFÖRDERT VOM



SPARTACUS - Spatially resolved acoustic, mechanical and ultrasonic sensing for smart batteries, 01.09.2020-31.08.2023, gefördert durch die Europäische Kommission



This activity has received funding from the European Institute of Innovation and Technology (EIT), a body of the European Union, under the Horizon 2020, the EU Framework Programme for Research and Innovation



TESTING



TESTING DURCH SPEZIALISTEN

Ist der Duft zu verlockend, dann hilft nur noch der beherzte Biss, um zu bewerten, ob die olfaktorische Analyse im Praxistest Bestand hat – schmeckt oder schmeckt nicht? Was bei Kuchen ganz einfach und völlig subjektiv ist, erfordert bei anderen Fragestellungen eine **ausgeklügelte Herangehensweise**.

Das Fraunhofer ISC arbeitet daran, dass In-vitro-Zellkulturen in Zukunft Aufgaben übernehmen, für die bislang oft Versuchstiere eingesetzt werden müssen. So werden im Translationszentrum für Regenerative Therapien organoide Testsysteme auf Basis humaner Zellen – beispielsweise Darm-, Haut-, oder Atemwegsmodelle – kultiviert, um ein schnelles und zuverlässiges Screening von Wirkstoffen oder das Testen von Substanzen auf ihr Schädigungspotenzial für den Menschen zu ermöglichen.

Doch auch die klassischen mechanisch-physikalischen Test- und Prüfverfahren – nach DIN oder in speziell für die spezifischen Fragestellungen entwickelten Verfahren – werden genutzt und dienen zur Bewertung des Einsatzverhaltens von Materialien. Zur Bewertung von Batteriekomponenten betreibt das Fraunhofer ISC Teststände, die Batterien unter definierten Bedingungen zyklisieren. So können spezifische Lastszenarien bei der Materialentwicklung und Batterieoptimierung berücksichtigt und – Hand in Hand mit der Analytik – Schadensmechanismen aufgespürt werden, die sich ungünstig auf die Batterielebensdauer auswirken, **wichtiges Know-how nicht nur für die eigene Materialentwicklung sondern auch für unsere Entwicklungspartner**.

TESTING

Auf der Suche nach regenerativen Therapieansätzen für Morbus Crohn und Co. – Tests an 3D-Gewebe-modellen

Chronisch-entzündliche Darmerkrankungen wie Morbus Crohn oder Colitis Ulcerosa betreffen rund 300.000 Patienten in Deutschland. Aktuelle Therapieansätze erzielen zwar eine Linderung der Entzündungen im Darm, eine Heilung betroffener Patienten ist aber zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich. Neben der Gabe entzündungshemmender Medikamente wird bei schwerem Verlauf oftmals eine operative Entfernung des gesamten Dickdarms in Betracht gezogen, was erhebliche Einschränkungen für die betroffenen Patienten mit sich bringt.

Zugrundeliegende Ursachen der Erkrankungen sind bisher nicht bekannt. Um die pathophysiologischen Vorgänge dieser Erkrankungen besser zu verstehen und dadurch neuartige Therapieansätze zu finden, die unter anderem auch eine echte Heilungschance bedeuten könnten, arbeitet der Fraunhofer Cluster of Excellence for Immune-Mediated Diseases »CIMD« in einem Forschungsprojekt, dessen Mittelpunkt der sogenannte Arylhydrocarbon-Rezeptor (AhR) ist. Zahlreiche wissenschaftliche Studien belegen, dass der AhR eine maßgebliche Rolle bei der durch das Immunsystem regulierten Kontrolle entzündlicher Prozesse spielt. Der Fraunhofer Forschungscluster CIMD befasst sich deshalb mit modernen AhR Liganden, die durch Bindung an den Rezeptor dessen Aktivität beeinflussen. Neben pharmakologischen Substanzen, kommen potentielle AhR Liganden auch in natürlichen Nährstoffen vor, wodurch eine Aufnahme über die Nahrung möglich ist, was z. B. den Einfluss der Ernährung auf den Krankheitsverlauf chronisch-entzündlicher Darmerkrankungen erklären könnte.

Ziel des CIMD ist es, neuartige AhR-Liganden mit entzündungshemmender Funktion zu identifizieren und zu synthetisieren. Seit Ende 2019 mit von der Partie ist das Fraunhofer-Translationszentrum Regenerative Therapien, deren in vitro Gewebemodelle der gesunden und der chronisch-entzündeten Darmschleimhaut des Menschen ein zellbasiertes Testsystem für die neu identifizierten AhR Liganden bieten.

Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Dr. Daniela Zdzieblo | Telefon 0931 31-82164



Die komplexen 3D-Gewebemodelle des TLZ-RT stellen die natürliche Zellumgebung dabei realitätsnah nach und erlauben es, die (patho-)physiologischen Vorgänge in der Darmschleimhaut in vitro (im Reagenzglas) zu untersuchen. Dabei verfügt das TLZ-RT über eine umfangreiche Zellbank unterschiedlicher Zell- und Krankheitstypen, die beim Modellaufbau zum Einsatz kommen. Für das CIMD Projekt werden vor allem Zellen verwendet, die im TLZ-RT aus Darmschleimhautbiopsien von Morbus Crohn Patienten isoliert wurden. Aufgrund der humanen Primärzellen, lässt sich in den Modellen die Wirkung verschiedener AhR-Liganden und damit deren Einfluss auf den Entzündungsstatus der erkrankten Zellen möglichst in-vivo-nah untersuchen. Durch den direkten Vergleich der AhR-Ligandenwirkung in Modellen, die aus »gesunden« Darmschleimhautzellen aufgebaut wurden, lassen sich aus den erzielten Ergebnissen Aussagen zur potentiellen Wirkung der Substanzen in chronisch-entzündeten Zellen ableiten. Da es eine ganze Reihe von unterschiedlich wirkenden AhR-Liganden gibt, sollen so diejenigen identifiziert werden, die den stärksten Effekt zeigen und somit gezielt bei der Regeneration der Zellen helfen. Sind nach Abschluss der laufenden In-vitro-Untersuchungen geeignete AhR-Liganden mit hoher Wirksamkeit gefunden, sollen in Folgeprojekten die nächsten Schritte für eine Wirkstoffentwicklung und Zulassungsvorbereitung folgen.

ImmuTherM – neue Testsysteme für die Validierung von immunologischen Therapien

Ein neuer Ansatz zur Behandlung von bösartigen Tumoren ist die Immuntherapie mit sogenannten Immun-Checkpoint-Blockern (ICB). Immun-Checkpoints sind Rezeptoren auf der Membran von T-Zellen, den körpereigenen Abwehrzellen. Sie regulieren die Immunantwort der T-Zellen, wodurch beispielsweise Autoimmunreaktionen verhindert werden. Tumorzellen können diese Checkpoints täuschen und verhindern so eine Immunantwort des Körpers – eine Tumorerkrankung kann sich entwickeln. Gelingt es, die Checkpoints entsprechend zu blockieren, könnten theoretisch T-Zellen die Tumorzellen erkennen und beseitigen. Für die Entdeckung und Nutzbarmachung dieser biologischen Vorgänge für die Krebstherapie ging im Jahr 2018 der Nobelpreis für Medizin an den US-amerikanischen Immunologen James Allison und den japanischen Immunologen Tasuku Honjo.

In der Praxis fehlen bisher jedoch geeignete Testsysteme, um die Wirksamkeit von ICB-basierten Therapien zu bewerten. Am Beispiel des malignen Melanoms – eine der gefährlichsten Tumorarten, die in Deutschland zu etwa 3000 Todesfällen jedes Jahr führt – wird im Forschungsprojekt ImmuTherM ein neues Testsystem aufgebaut, mit dem eine zuverlässige Validierung möglich werden soll. Dafür wird ein bereits vom Translationszentrum Regenerative Therapien in Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum Würzburg entwickeltes Modellsystem des malignen Melanoms um weitere Tumorzelllinien sowie um humane T-Zellen erweitert. Ziel des gemeinsamen Forschungsprojekts sind individuelle Testsysteme, bei denen Tumorzellen und T-Zellen von demselben Patienten stammen und die zuverlässig Auskunft über die individuelle Wirksamkeit einer ICB-basierten Therapie geben können. Darüber hinaus könnte so auch die Zahl der benötigten Tierversuche in der frühen präklinischen Phase einer Wirkstoffentwicklung reduziert werden.



Das Projekt »ImmuTherM – In-vitro-Testverfahren zur Bewertung der Wirksamkeit immunologischer Therapien des malignen Melanoms« startete im April 2019 und wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Initiative zur Förderung von Alternativmethoden zum Tierversuch finanziert.

Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Dr. Florian Kai Groeber-Becker | Telefon 0931 31-86669



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

TESTING

Präzisionsmedizin voranbringen – mit FortiTher und Laborautomatisierung zu individualisierten Tumortherapien

»Bahnbrechende technische Entwicklungen auf den Gebieten der Computertechnologie und der biologischen Beschreibung von Geweben und Einzelzellen und ihrer feinsten Zusammensetzung und Funktion erlauben heute eine umfassende Analyse individueller Tumorleiden. Es wird möglich, die Verarbeitung großer Datenmengen schnell und unter vertretbarem wirtschaftlichem Aufwand für jeden Einzelfall in die tägliche Versorgung mit aufzunehmen, mit dem Ziel einer individuell maßgeschneiderten therapeutischen Strategie. Die differenzierte Diagnostik individueller Tumorgewebe mittels hochauflösender funktioneller Bildgebung und genetischer Analyse wird durch wenig invasive Untersuchungen von Tumorzellen und Botenstoffen aus Blutproben und Urin ergänzt. Einzelzell-Untersuchungen und effiziente Testung gezüchteter Kulturen im Reagenzglas werden entwickelt und automatisiert. Die gewonnenen Daten ergeben ein differenziertes Bild eines Tumors bezüglich Bösartigkeit, Wachstum, Auseinandersetzung mit dem Immunsystem, Ausbreitungs-Tendenz und Ansprechen auf Medikamente. WissenschaftlerInnen des interdisziplinären Konsortiums FORTiTher haben in der Vergangenheit mit vielfältigen Vorarbeiten zu diesen Fortschritten beigetragen. Sie werden zukünftig im Forschungsverbund gemeinsam mit der forschenden Industrie Technologien aus den verschiedenen Feldern zusammenbringen und die Grundlagen schaffen für eine zeitnahe Übertragung der High-Tech-Testsysteme in die medizinische Versorgung.«

So beschreibt die Bayerische Forschungstiftung den von ihr im Jahr 2019 gestarteten Forschungsverbund.

Das mit dem Fraunhofer-Translationszentrum Regenerative Therapien assoziierte Projektteam am Lehrstuhl Tissue Engineering und Regenerative Medizin TERM an der Uniklinik Würzburg bringt seine Expertise ein und arbeitet im Rahmen von FortiTher an einem automatisierten Pilotprozess zur individualisierten Wirkstofftestung an Tumoren auch fortgeschrittener Stadien. Für die Entwicklung individualisierter Therapieverfahren werden in der biopharmazeutischen Forschung aussagekräftige Gewebemodelle benötigt, an denen Substanzen auf ihre Wirksamkeit patientenspezifisch getestet werden können. Vor allem für die bisher schwer therapierbaren fortgeschrittenen Krankheitsstadien mangelt es an Modellen, die Tumore in invasivem, metastasierten Zustand darstellen können.

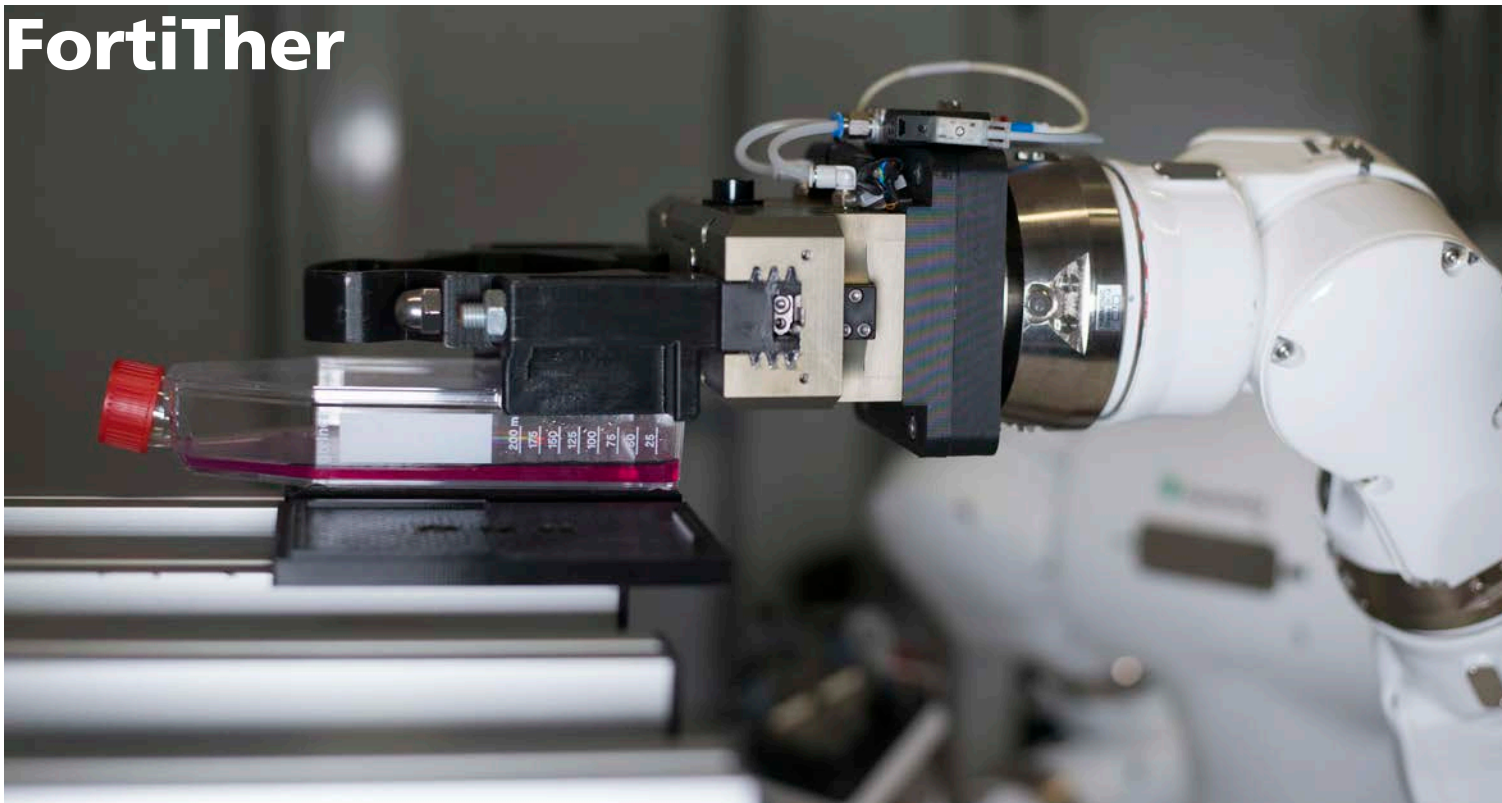
Darüber hinaus werden zuverlässige Verfahren benötigt, mit denen reproduzierbar und parallelisiert nach relevanten Qualitätsstandards wie z. B. GMP solche patientenindividuellen Testsysteme hergestellt werden können. In Abgrenzung zu bisherigen Screeningsystemen soll in dem vorliegenden Projekt eine flexible roboterbasierte Herstellung unterschiedlich komplexer 3D-Tumor-Testsysteme am Beispiel von Darm-, Brust- und Lungentumoren, den häufigsten Tumortypen der westlichen Bevölkerung, etabliert werden. Die Automatisierung unterstützt bei regulatorischen Fragestellungen aufgrund der besseren Reproduzierbarkeit. Das ist auch eine Voraussetzung für das effiziente Screening von bioinformatischen Vorhersagen, die systembiologisch individuelle Daten für die onkologische Präzisionsmedizin nutzen. Das TERM-Team kann dabei auf die Arbeiten zur Laborautomation am Translationszentrum Regenerative Therapien aufbauen.

Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Dr. Sofia Dembski | Telefon 0931 4100-516



FortiTher



Die Initiative der Bundesregierung: Nationale Dekade gegen Krebs
Mit der Nationalen Dekade gegen Krebs möchte das Bundesforschungsministerium Kräfte im Kampf gegen Tumorerkrankungen bündeln. Die Krebsforschung soll besonders in den Bereichen Prävention, Früherkennung, Diagnostik und innovative Therapien weiter gestärkt und zielgerichtet vorangetrieben werden. Vier Themenblöcke stehen deshalb in den kommenden zehn Jahren im Fokus: Prävention, Diagnostik, Therapie, Teilhabe und Einbindung der Betroffenen.

Weitere Informationen finden Sie unter folgenden Links:

- <https://www.bmbf.de/de/nationale-dekade-gegen-krebs-7430.html>
- <https://www.dekade-gegen-krebs.de/>
- <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/praevention/gesundheitsgefahren/krebs.html>
- <https://www.krebsinformationsdienst.de/grundlagen/krebsentstehung.php>


Gefördert von:



Bayerische
Forschungsförderung



FORTiTher
Forschungsverbund
Tumordiagnostik für
individualisierte Therapie



**LOVE TO
LEARN**

EDUCATION



MAN LERNT DOCH NIE AUS!

Man lernt nie aus – und das ist ja auch eigentlich das Schöne! Immer neugierig bleiben, immer wieder über den Tellerrand hinausschauen und sich auf etwas Neues einlassen, auch wenn man schon zu den »erfahrenen Hasen« gehört. Die Fraunhofer Academy bietet hier gemeinsam mit einigen Fraunhofer-Instituten ein hochklassiges berufliches Weiterbildungsprogramm mit zertifizierten Lehrgängen, Konferenzen und Praxisseminaren. Das Fraunhofer ISC hat das Konzept für das erste Weiterbildungsangebot der Academy auf dem Gebiet Life Sciences entwickelt und bietet seit zwei Jahren ein Praxisseminar 3D-Gewebezüchtung an. Auch 2020 wird das Kursangebot fortgeführt und um Online-Sessions erweitert.

Und weil es auch ganz schön ist, mal die Community zu sich einzuladen, um den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik zu diskutieren, ist das Fraunhofer ISC auch aktiv bei der Organisation von Workshops und Symposien – wie zum Beispiel beim 22nd International Blood Brain Barrier Symposium, das 2019 in Würzburg ausgerichtet wurde.

Dabei vernachlässigen wir aber nicht die eigene **Nachwuchsförderung**. Das Institut bildet in verschiedenen Berufen aus und bietet Nachwuchswissenschaftlern studienbegleitend die Möglichkeit, in die anwendungsorientierte Forschung hineinzuschnuppern – Traumjob: Zukunft erfinden!

EDUCATION



Kooperation mit der Fraunhofer Academy – Praxisseminar Tissue Engineering

Gemeinsam mit der Fraunhofer Academy – einem beruflichen Weiterbildungsangebot der Fraunhofer-Gesellschaft für Fach- und Führungskräfte aus Industrie, Forschungseinrichtungen und Universitäten – hat das Fraunhofer-Translationszentrum für Regenerative Therapien TLZ-RT in den letzten beiden Jahren erstmals ein Weiterbildungsangebot der Fraunhofer-Gesellschaft im Bereich Life Science/Gesundheit aufgebaut. Das im November 2019 bereits zum zweiten Mal durchgeführte »Praxisseminar Tissue Engineering« hat Teilnehmern aus der Life Science-Industrie und der Academia an drei Kurstagen einen umfassenden Überblick über die biologischen und materialwissenschaftlichen Grundlagen des Tissue Engineering vermittelt und Einblicke in praxisnahe Anwendungen, von personalisierten Testsystemen bis zur Entwicklung und Zulassung von zellbasierten Therapien ermöglicht. Durch Methoden des Tissue Engineering können beispielsweise komplexe Implantate aus körpereigenen Zellen und biokompatiblen Trägermaterialien hergestellt werden, die die Abstoßungsreaktion des Körpers minimieren und Defekte langfristig physiologisch wiederaufbauen (regenerieren). Anders als bei traditionellen Implantaten werden die Selbstheilungskräfte des Körpers bei der Entwicklung der neuen Therapeutika mit einbezogen, um so die zellulären Mechanismen zu nutzen und zerstörte Organfunktionen teilweise oder komplett wiederherzustellen.

Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht



Sabrina Rota | IZKK | Telefon 0 9342 9221-710



Mit Unterstützung des Internationalen Zentrums für Kulturgüterschutz und Konservierungsforschung IZKK fand der theoretische Teil des Lehrgangs in der besonderen, fokussierten Atmosphäre des Klosters Bronnbach im Taubertal statt. Für den praktischen Teil wurden die Teilnehmer in die Labore des Translationszentrums und des Lehrstuhls Tissue Engineering & Regenerative Medizin (TERM) des Universitätsklinikums nach Würzburg eingeladen. Der inspirierende Gegensatz zwischen klösterlicher Abgeschiedenheit in der ehemaligen Zisterzienserabtei Bronnbach – heute als Baudenkmal von besonderer nationaler Bedeutung eingestuft – und hochmodern ausgestatteten Biolaboren machte neben den wissenschaftlichen Inhalten den besonderen Reiz der Veranstaltung für die Teilnehmer aus. Ab Herbst 2020 soll das Seminar auch in englischer Sprache angeboten werden, um der Nachfrage eines internationalen Publikums nachzukommen.

22nd International Symposium on Signal Transduction at the Blood-Brain Barriers

Vom 11. bis 13. September 2019 fand in Würzburg das »22nd International Symposium on Signal Transduction at the Blood-Brain Barriers« statt. Gastgeber waren diesmal das Translationszentrum für Regenerative Therapien am Fraunhofer ISC und das Universitätsklinikum Würzburg. Sie konnten rund 150 internationale Experten begrüßen, die zu der dreitägigen Vortragsveranstaltung anreisten. Das Symposium befasste sich mit den neuesten Entwicklungen in der Erforschung der Blut-Hirn-Schranken einschließlich neuer Konzepte in der Medikamentenverabreichung, In-vitro-Modellierung, neuer Ansätze in der Technik, molekularer Mechanismen zur Regulierung der Integrität oder der Rolle der Blut-Hirn-Schranke bei Infektionen. Neben zahlreichen Vorträgen in acht thematischen Sessions wurde auch Nachwuchs-Wissenschaftlern im Rahmen der Postersessions und eines Poster-Awards ein wichtiges Forum geboten. Die Blut-Hirn-Schranke schützt das Gehirn vor möglichen Krankheitserregern, Toxinen oder anderen im Blut zirkulierenden Substanzen und ist für die Hirnfunktionen von größter Bedeutung. Andererseits ist es genau diese Funktion, die die medikamentöse Behandlung erschwert, da viele Wirkstoffe die Barriere nicht passieren können. Das Translationszentrum für Regenerative Therapien bietet ein vielbeachtetes 3D-Gewebe-Modell der Blut-Hirn-Schranke, das für viele Fragen insbesondere des Wirkstofftransports interessante Analyse-möglichkeiten bietet.

Traumjob: Zukunft erfinden!

Sie sind interessiert an Naturwissenschaft und Technik, an Chemie und Werkstoffen – oder daran, wie neue Produkte aus Materialinnovationen entstehen und möchten daran mitarbeiten? Ob im wissenschaftlich-technischen Bereich oder in der Verwaltung, ob Promotion oder Direkteinstieg – die Möglichkeiten für Karriere bei Fraunhofer sind ebenso vielfältig wie die Forschungsfelder. Motivierten Talenten bietet das Fraunhofer ISC erstklassige Entwicklungschancen und viel Eigenverantwortung von Anfang an. Als eines von über 70 Fraunhofer-Instituten ist das Fraunhofer ISC Teil der europaweit führenden Organisation für angewandte Forschung.

Spitzenforschung braucht hochmotiviertes und entsprechend qualifiziertes Personal. Das Fraunhofer ISC bietet ein an-



Mehr Informationen zu diesem Projekt unter www.isc.fraunhofer.de/Jahresbericht

Sabrina Rota | IZKK | Telefon 0 9342 9221-710



genehmes Arbeitsumfeld. Kreativität und neue Ideen werden geschätzt, Leistung honoriert. Neben studentischer Ausbildung – Praktika, Bachelor-, Diplom-, Master- und Promotionsarbeiten – werden auch Ausbildungen in den chemischen und physikalischen Laboren, in der Elektro- bzw. Feinwerkmechanikwerkstatt sowie in der Verwaltung angeboten.

Das Würzburger Institut beschäftigt Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den Bereichen Physik, Chemie sowie Materialwissenschaften, Mineralogie, Geophysik, Verfahrenstechnik, Kunststofftechnik, Maschinenbau und Elektrotechnik.

Mehr zu unserem Angebot rund um Ausbildung, Job und Karriere finden Sie im Internet unter

<https://www.isc.fraunhofer.de/de/job-und-karriere.html>

ANHANG

Als eines von 72 Fraunhofer-Instituten ist das Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC Teil des europaweit führenden Netzwerks für angewandte Forschung. Seinen Forschungs- und Lehrauftrag erfüllt das Fraunhofer ISC – neben den vielfältigen Forschungsprojekten – durch die Mitarbeit in nationalen und internationalen Gremien, Ausschüssen und Allianzen, durch wissenschaftliche Vorträge, Publikationen und Lehrtätigkeiten der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, durch die Organisation von und Teilnahme an Veranstaltungen und Messen und durch die Betreuung von Abschlussarbeiten und Dissertationen, um junge Nachwuchsforscherinnen und -forscher zu unterstützen.

Damit Sie immer auf dem aktuellen Stand unserer Forschungs- und Lehrtätigkeiten sind, finden Sie hier ein umfangreiches Online-Angebot des Fraunhofer ISC:

Laufende Projekte mit öffentlicher Förderung

Unter diesem Link finden Sie eine Auflistung aller Projekte im Fraunhofer ISC, die öffentlich gefördert werden.

<https://www.isc.fraunhofer.de/projekte>

Patente

Patente dokumentieren die Innovationsfähigkeit einer Organisation. Eine Übersicht finden Sie hier:

<https://www.isc.fraunhofer.de/patente>

Wissenschaftliche Vorträge

Die Vorträge unserer Mitarbeitenden spiegeln die Vielfalt der Forschungsgebiete des Fraunhofer ISC wider.

<https://www.isc.fraunhofer.de/vortraege>

Wissenschaftliche Publikationen

<https://www.isc.fraunhofer.de/publikationen>

Tagungsbände

<https://www.isc.fraunhofer.de/tagungsbaende>

Lehrtätigkeiten

<https://www.isc.fraunhofer.de/lehrtaeigkeiten>

Veranstaltungen, Messen und Ausstellungen

Das Fraunhofer ISC war auch in diesem Jahr auf zahlreichen Messen und Veranstaltungen vertreten.

Eine Auflistung finden Sie unter:

<https://www.isc.fraunhofer.de/de/messen-und-terminen.html>

Ausschüsse und Gremien

<https://www.isc.fraunhofer.de/mitgliedschaften>

Allianzen und Netzwerke

Das Fraunhofer ISC ist aktives Mitglied in zahlreichen nationalen und internationalen Forschungsnetzwerken. Ziel der Kooperationen ist es, den interdisziplinären Wissensaustausch mit der Industrie und anderen universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen zu fördern, die eigene Kompetenz einzubringen und neue Partner zu gewinnen.

<https://www.isc.fraunhofer.de/allianzen>

Über die Fraunhofer-Gesellschaft

<https://www.fraunhofer.de>

IMPRESSUM

Redaktion

Marie-Luise Righi
Susanne Kuballa
Magdalena Breidenbach
Katrín Selsam-Geißler
Prof. Dr. Gerhard Sextl

Grafiken und Diagramme

Katrín Selsam-Geißler

Layout und Produktion

Katrín Selsam-Geißler

Bildquellen

Abbildungen und Fotos Fraunhofer ISC oder Angabe der Copyrightnachweise beim Bild.

Druck

Druckerei Lokay e. K.
Königsberger Str. 3
64354 Reinheim



Das Kopieren und Weiterverwenden von Inhalten ohne Genehmigung der Redaktion ist nicht gestattet.

Anschrift der Redaktion
Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC
Neunerplatz 2
97082 Würzburg
☎ +49 931 4100-150
marie-luise.righi@isc.fraunhofer.de

<https://www.isc.fraunhofer.de>

© F

2019



❶ **HAUPTSITZ**
Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC
Neunerplatz 2
97082 Würzburg

Fraunhofer-Translationszentrum für
Regenerative Therapien TLZ-RT
Röntgenring 11
97070 Würzburg

❷ **Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC**
Außenstelle Bronnbach
Bronnbach 28
97877 Wertheim-Bronnbach

❸ **Fraunhofer-Zentrum für
Hochtemperatur-Leichtbau HTL**
Gottlieb-Keim-Str. 62
95448 Bayreuth

