



Fraunhofer

IMWS

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR
MIKROSTRUKTUR VON WERKSTOFFEN UND SYSTEMEN IMWS

HIGHLIGHTS 2018

JAHRESBERICHT





SEHR GEEHRTE LESERINNEN UND LESER,

das Jahr 2018 stand am Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS im Zeichen des Strukturwandels. Zum einen meint das den Blick aufs Innenleben unseres Instituts: Mit den neuen Geschäftsfeldern »Optische Materialien und Technologien« und »Chemische Umwandlungsprozesse«, der weiteren Integration des 2017 gegründeten Centers for Economic of Materials CEM und mehreren neuen Führungskräften haben wir uns strategisch noch besser für die künftigen Anforderungen unserer Auftraggeber gerüstet. Dadurch konnten wir nicht nur das Portfolio der am Fraunhofer IMWS bearbeiteten Themen erweitern, sondern durch eine verstärkte interne Vernetzung zwischen den Geschäftsfeldern auch viele Synergien schaffen und verheißungsvolle neue Projektideen entwickeln.

Zum anderen war der Strukturwandel auch in unserer inhaltlichen Arbeit ein dominierendes Thema im vergangenen Jahr. Im Juni wurde ich vom Bundeskabinett in die Kommission »Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung« berufen. Für die Mitarbeit in der »Kohlekommission« auch einen Materialwissenschaftler heranzuziehen, mag auf den ersten Blick überraschend erscheinen. Ich habe die Berufung allerdings als Auszeichnung für die Expertise verstanden, die wir am Fraunhofer IMWS mit vielen Beiträgen zur Energiewende, zum effizienten Einsatz von Ressourcen und zur Schnittstelle zwischen Materialforschung und volkswirtschaftlichen Fragestellungen vorweisen können. Nicht zuletzt sah ich meinen Auftrag auch darin, wissenschaftliche Fakten in die Debatte einzubringen, auf die notwendige Balance zwischen Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit hinzuweisen und die Möglichkeiten aufzuzeigen, die Forschung und Entwicklung für zukunftsfähige Lösungen bieten. Innovation ist der Schlüssel zum positiven Gestalten des Strukturwandels – ich freue mich, dass ich mit dieser Botschaft im Rahmen der Kommissionsarbeit, die im Januar 2019 erfolgreich abgeschlossen wurde, Gehör gefunden habe.

Die Empfehlungen der Kommission und ihre Umsetzung werden sicher auch in den kommenden Jahren unsere Tätigkeiten mit prägen, ich denke da beispielsweise an den Stellenwert der Wasserstoffwirtschaft, den Blick aufs Energiesystem oder unsere Aktivitäten rund um »Chemie 4.0«. Zahlreiche der

Beiträge, die wir im vergangenen Jahr bereits in diesen Themenbereichen geleistet haben, finden Sie auf den folgenden Seiten. Natürlich arbeiten wir weiterhin auch intensiv daran, die Möglichkeiten der Digitalisierung für unsere Kunden und die Prozesse am Institut optimal nutzbar zu machen. Ein Paradebeispiel dafür ist die DENKweit GmbH, die 2018 als Ausgründung des Fraunhofer IMWS entstanden ist. Ausgehend von der Idee, Magnetfeldmessungen als neuartige Methode zur Qualitätskontrolle in der Photovoltaikindustrie zu nutzen, ist ein Angebot entstanden, das wichtige weitere Anwendungsmöglichkeiten abdeckt, etwa die Analyse von modernen Batterien für die Elektromobilität. Die Technologie nutzt dabei neben innovativer Sensorik auch maschinell lernende Algorithmen und selbstlernende Auswertungssysteme. DENKweit zeigt damit mustergültig, wie wir unseren traditionellen Schwerpunkt auf Zuverlässigkeitsanalysen mit den neuen digitalen Möglichkeiten vereinen – zum Nutzen unserer Kunden.

Wie Sie sicher bemerkt haben, erscheint unser Jahresbericht diesmal später als in den Vorjahren. Das liegt daran, dass wir den Berichtszeitraum umgestellt haben. Dadurch können wir Ihnen künftig alle wichtigen Ergebnisse aus dem gesamten Kalenderjahr präsentieren. Ich bedanke mich herzlich für die Zusammenarbeit und freue mich darauf, auch im Jahr 2019 und darüber hinaus wieder gemeinsam mit Ihnen an Projekten zu arbeiten, die Ressourceneffizienz verbessern, Wettbewerbsfähigkeit stärken und so zur Nachhaltigkeit beitragen.

Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn



INHALT

Vorwort	1
Unsere Mission	4
Kernkompetenzen	5
Das Institut in Zahlen	6
Werkstoffe und Bauelemente der Elektronik	8
Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Matthias Petzold	9
Entwicklung neuer Fehleranalysetechniken für System in Package Bauelemente	10
Zuverlässige Leistungselektronik für Windenergieanwendungen	12
Zuverlässigkeitsverständnis für Aluminium-Bonddrahtmaterialien	13
Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP	14
Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Ralph Gottschalg	15
Photovoltaik und Datenwissenschaften	16
Defektdiagnostik für Hocheffizienzsolarezellen der nächsten Generation	18
Photovoltaik an Fassadenflächen	19
Optische Materialien und Technologien	20
Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Thomas Höche	21
LEAZit™ – eine neuartige, niedrigdehnende Glaskeramik	22
Hochaufgelöste Blicke ins Innere von Effektpigmenten	23
Chemische Umwandlungsprozesse	24
Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Bernd Meyer	25
Carbontrans – Ein Weg zur zirkulären Kohlenstoffwirtschaft	26
Netzwerk Kohlenstoffkreislaufwirtschaft NK2	27
Polymeranwendungen	28
Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr.-Ing. Peter Michel	29
Digitale Entwicklungsplattform für maßgeschneiderte Thermoplaste	30
UD-Tape-Herstellung und mikrostrukturbasierte Prozessoptimierung	32
Kristallisationssteuerung im Spritzguss	33

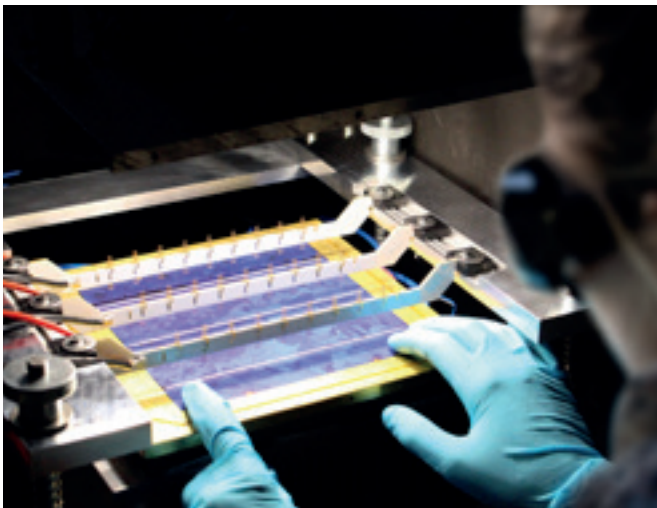
■	Biologische und Makromolekulare Materialien.....	34
	Interview mit Geschäftsfeldleiter Dr. Christian Schmelzer	35
	Innovative Strahlpulver zur professionellen Zahnreinigung.	36
	Neue Applikationssysteme zur lokalen Parodontitis-Therapie	38
	Biomimetische Beschichtungen für Implantat-Kunststoffe.	39
■	Anwendungszentrum für Anorganische Leuchtstoffe	40
	Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Stefan Schweizer	40
	Wärmer als gedacht: Sekundäroptik beim Wärmemanagement von LEDs	41
	Pixelierte Leuchtstoffe für hochauflösende Weißlichtquellen	42
■	Center for Economics of Materials CEM.....	43
	Interview mit Leiter PD Dr. Christian Growitsch.	43
	Strukturwandel für die nachhaltige Industriegesellschaft	44
	Zusammenleben 4.0 – technologische Innovation in der Pflege	46
	Die Rolle von Stahl in der Kreislaufwirtschaft	47
	Kuratorium	48
	Hochschulpartnerschaften.	49
	Vernetzung Verbünde und Allianzen	50
	Kompetenzfelder und Organigramm.	54
	Preise und Ehrungen Patente	55
	Technische Ausstattung am Fraunhofer IMWS	56
	Veranstaltungen, Messen Vorlesungen	60
	Veröffentlichungen am Fraunhofer IMWS.	62
	Interview mit Kyung Min Yu, Gastwissenschaftlerin am Fraunhofer IMWS.	64
	Nachhaltigkeitsbericht.	65
	Köpfe 2018	66
	Ausblick.	68
	Impressum.	69

UNSERE MISSION



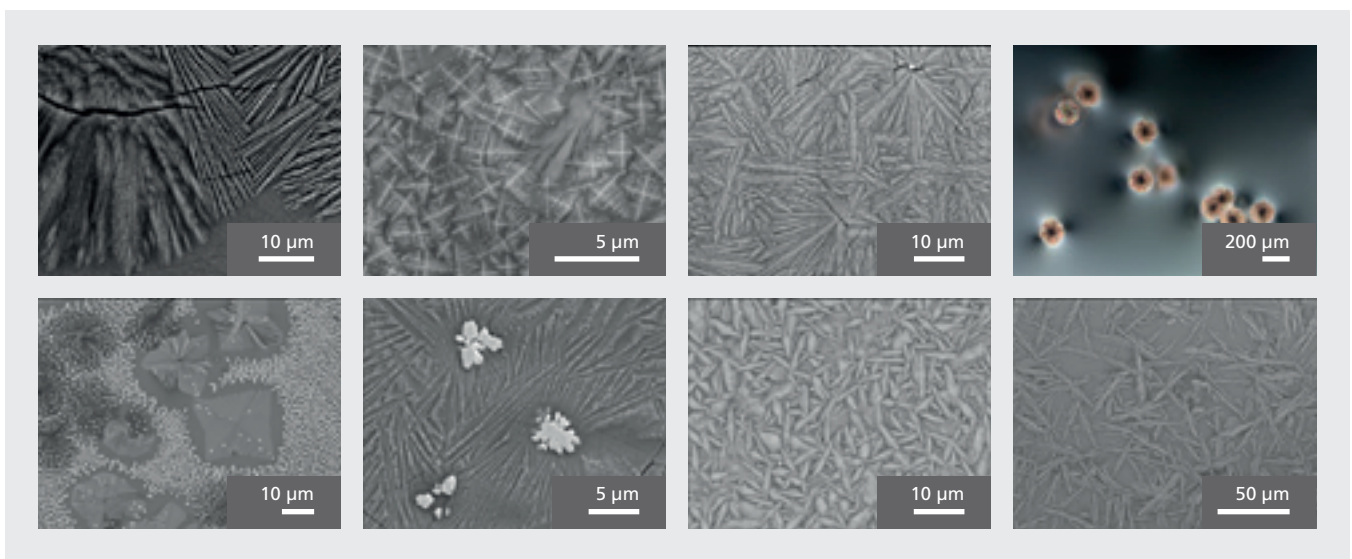
Mikrostrukturbasierte Technologieentwicklung und Diagnostik für effiziente und zuverlässige Werkstoffe, Bauteile und Systeme

Unsere Fähigkeiten in der Geräteentwicklung zeigt beispielsweise das Gerät microPREP™, mit dem sich ultradünne Proben für die Elektronenmikroskopie schneller und zuverlässiger präparieren lassen.



Beispiel unserer Kernkompetenz »Mikrostrukturdiagnostik«:
Eine Solarzelle wird im Sonnensimulator überprüft. So lassen sich Defekte erkennen und Aussagen über das Degradationsverhalten treffen.

Die zentrale Herausforderung der Menschheit im 21. Jahrhundert ist die Nachhaltigkeit aller Lebensbereiche, insbesondere der effiziente Umgang mit begrenzten Rohstoffen. Das Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS betreibt angewandte Forschung im Bereich der Materialeffizienz und ist Impulsgeber, Innovator und Problemlöser für die Industrie und für öffentliche Auftraggeber in den Bereichen Zuverlässigkeit, Sicherheit, Lebensdauer und Funktionalität von Werkstoffen in Bauteilen und Systemen. Die Kernkompetenzen liegen im Bereich der Charakterisierung von Werkstoffen bis auf die atomare Skala sowie in der Materialentwicklung.



Beispiel unserer Kernkompetenz »Mikrostrukturdesign«: Durch die Realisierung homogener Volumenkeimbildung konnte die neuartige, niedrigdehnende Keramik LEAZit™ entwickelt werden.

KERNKOMPETENZEN

Mikrostrukturdiagnostik – discovered by Fraunhofer IMWS

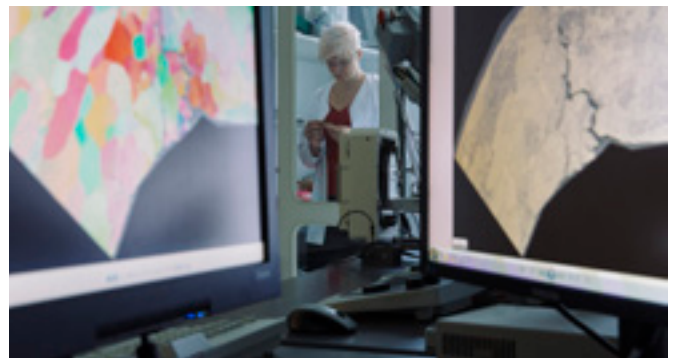
Das Fraunhofer IMWS verfügt über ausgezeichnetes Know-how und bietet innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft die umfassendste Ausstattung zur Mikrostrukturaufklärung. Bis zur atomaren Ebene bestimmen wir damit mikrostrukturelle Werkstoff- und Bauteilmerkmale und die daraus resultierenden Eigenschaften im Einsatzfall. Wir setzen die Mikrostruktur, vor allem von Halbleitern, Polymeren und biologischen Materialien, in Korrelation zu lokalen Eigenschaften und machen so Leistungsreservoirs nutzbar.

Mikrostrukturdesign – designed by Fraunhofer IMWS

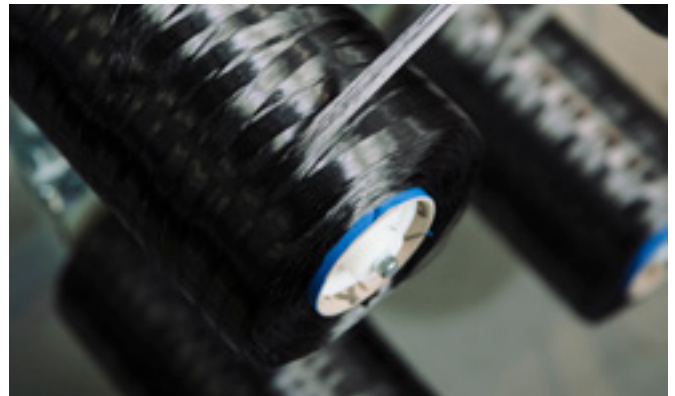
Das Verständnis und die Beherrschung der Mikrostruktur ermöglichen uns Eingriffe in fundamentale Materialeigenschaften. Mit Hilfe von Mikrostrukturdesign bringen wir unser Material-Know-how bereits während der Entwicklungsphase ein und unterstützen unsere Kunden am Beginn der Wertschöpfungskette mit passgenauen Materialien für den jeweiligen Einsatz. Das Fraunhofer IMWS leistet damit einen entscheidenden Beitrag zur Ressourceneffizienz und der Wettbewerbsfähigkeit seiner Kunden, ermöglicht leistungsfähigere Werkstoffe und eröffnet neue Anwendungsfelder.

Entwicklung von Prüfgeräten – engineered by Fraunhofer IMWS

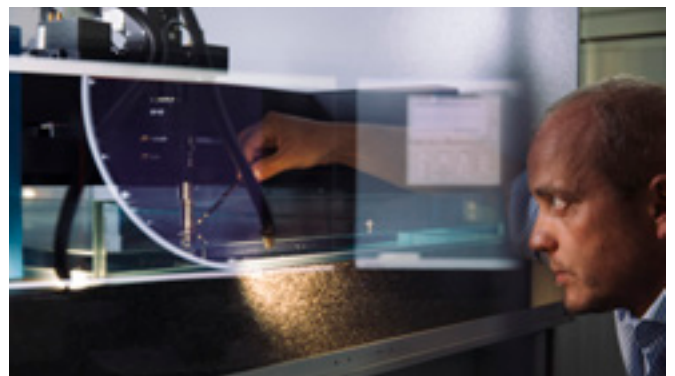
Erfolgreiche Mikrostrukturanalytik im Sinne unserer Kunden ist nur durch den Einsatz von hochkarätigem Instrumentarium möglich. Die komplexen Fragestellungen in Forschung und Entwicklung sowie neue Methoden und Materialien erfordern passgenaue Gerätschaften und so engagieren wir uns – aufbauend auf unserer langjährigen Erfahrung mit vorhandenen Techniken – zunehmend in der Entwicklung neuer Geräte. Unabdingbar dafür sind langjährige Kooperationen mit unseren Industriepartnern.



Mit modernster Technik sind Einblicke in Materialien bis auf die Ebene einzelner Atome möglich.



UD-Tapes aus faserverstärkten Kunststoffen werden zu besonders leichten und robusten Bauteilen verarbeitet.



Mit akustischer Mikroskopie lassen sich kleinste Risse in Materialien erkennen, ohne die Proben zu zerstören.

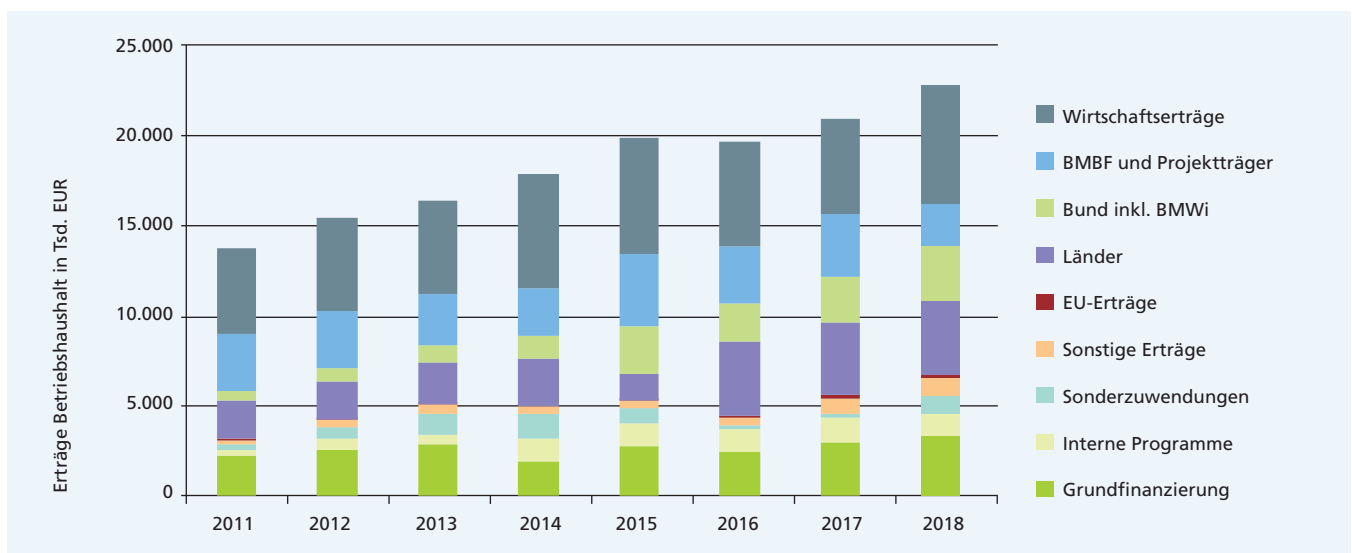
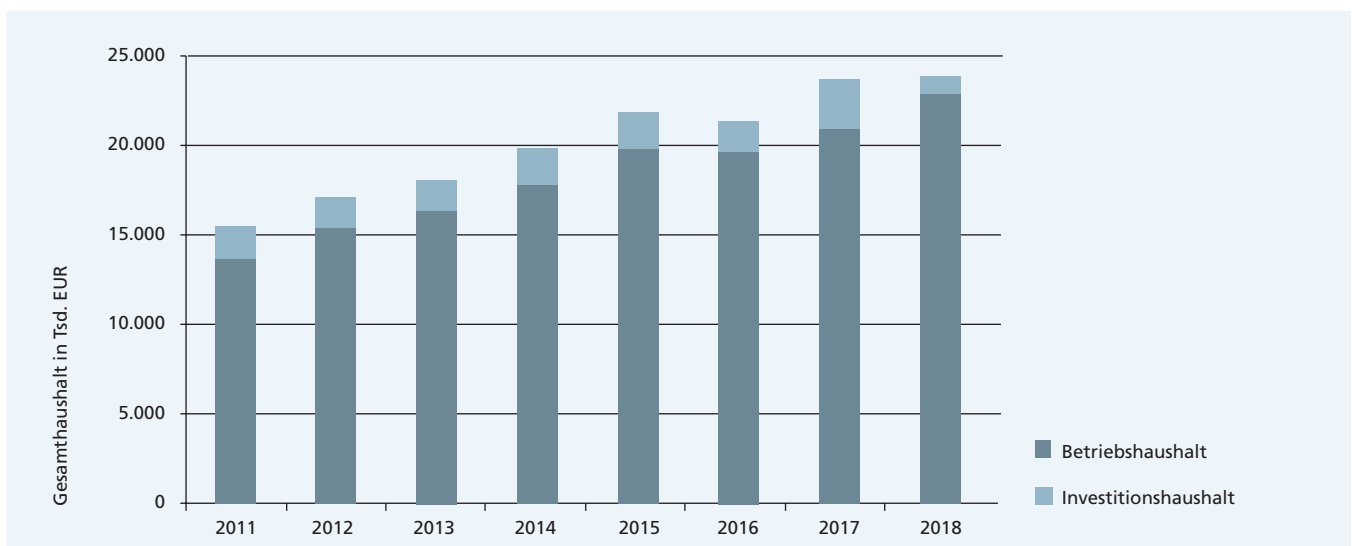
DAS INSTITUT IN ZAHLEN

Haushalt

Der Haushalt des Fraunhofer IMWS setzt sich zusammen aus einem Betriebshaushalt und einem Investitionshaushalt. Der Betriebshaushalt des Fraunhofer IMWS belief sich im Jahr 2018 auf 22,8 Millionen Euro. Im Betriebshaushalt sind alle Personal- und Sachanwendungen enthalten. Er wird finanziert

durch externe Erträge aus Industrie und öffentlicher Hand und durch institutionelle Förderung (Grundfinanzierung).

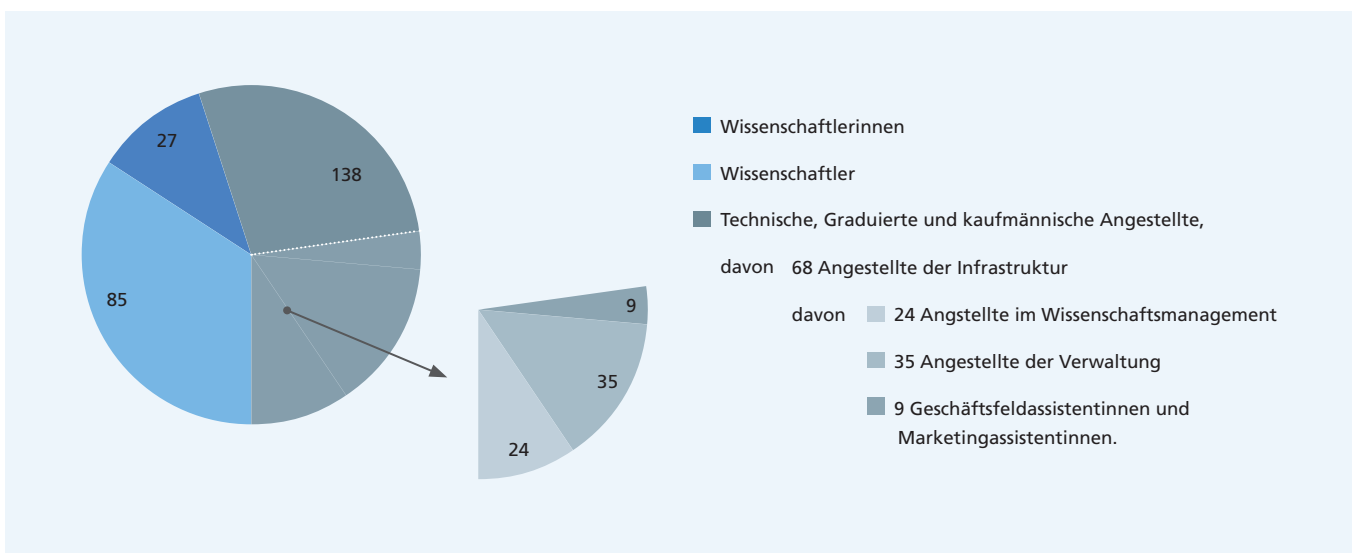
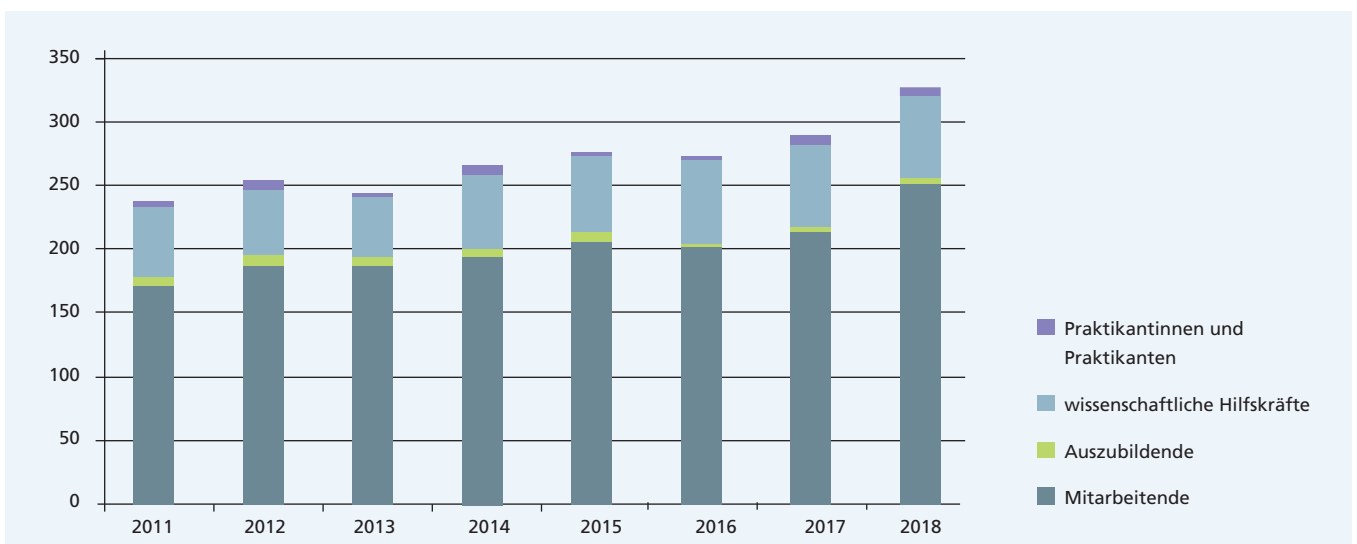
Der Anteil der Industrieerträge am Betriebshaushalt 2018 liegt bei 29,0 Prozent. Der Investitionshaushalt 2018 beträgt 0,9 Millionen Euro.



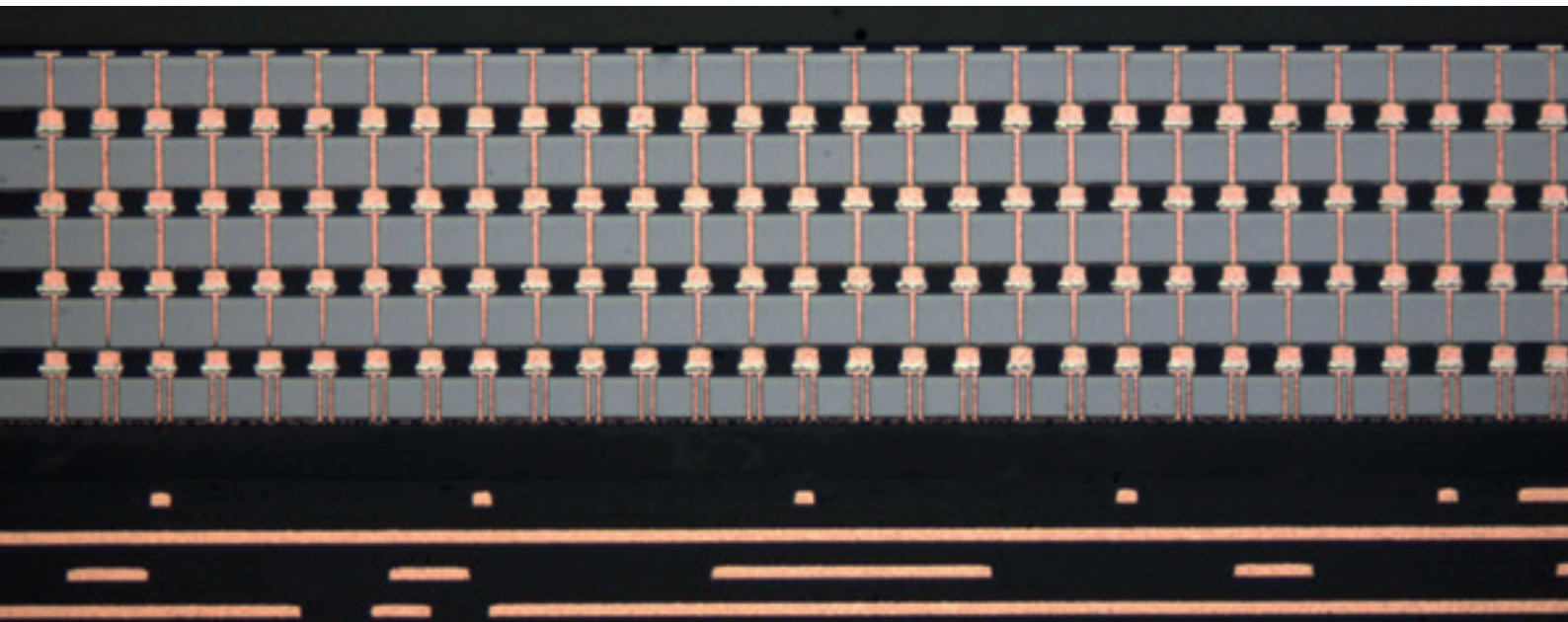
Personalentwicklung

Ende 2018 sind am Fraunhofer IMWS insgesamt 254 Mitarbeitende als Stammpersonal beschäftigt. Die Beschäftigtenzahl setzt sich zusammen aus 27 Wissenschaftlerinnen und 85 Wissenschaftlern, 138 technischen, graduierten und kaufmännischen Angestellten, davon sind 68 Angestellte der Infrastruktur, davon

sind 24 Angestellte im Wissenschaftsmanagement, 35 Angestellte der Verwaltung und 9 Geschäftsfeldassistentinnen und Marketingassistentinnen. Inklusive der 73 wissenschaftlichen Hilfskräfte sowie Praktikantinnen und Praktikanten waren Ende 2018 insgesamt 327 Personen am Fraunhofer IMWS beschäftigt.



AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERFOLGE



10 | Zur Lokalisierung von Defekten und die effiziente Zielpräparation für komplex mikroelektronische Bauelemente wurden hocheffiziente Bauelemente entwickelt.



12 | Zuverlässige Leistungselektronik hilft, die Gesamtnutzungsdauer von Windkraftanlagen zu steigern



13 | Definition allgemeingültiger Beurteilungs- und Bewertungsrichtlinien für Schertestresultate an Bondkontakten.



»ELEKTRONIK BRAUCHT QUALITÄT, ZUVERLÄSSIGKEIT UND SICHERHEIT«

Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Matthias Petzold

Was war Ihr persönliches Highlight im Jahr 2018 mit Blick auf das Geschäftsfeld?

Besondere Höhepunkte waren die erfolgreichen Abschlüsse der großen europäischen Forschungsprojekte »PowerBase« und »SAM³«. In »PowerBase« haben wir zur Weiterentwicklung von GaN-Halbleitertechnologien beigetragen, die in naher Zukunft zu einer höheren Energieeffizienz in vielen Einsatzfeldern führen werden. In »SAM³« standen Innovationen für Fehleranalyse-Methoden im Mittelpunkt, die von europäischen Anbietern und Anwendern solcher Systeme benötigt werden. Ein zusätzliches Highlight war der Gewinn gleich zweier Wissenschafts-Preise auf der weltweit führenden Tagung für elektronische Bauelemente »Electronic Components Technology Conference ECTC« in San Diego – eine sehr hohe Anerkennung für unsere Kompetenzen in der Materialdiagnostik elektronischer Bauelemente.

Welche Branchen und Märkte sprechen Sie an? Wie können Ihre Kunden von einer Zusammenarbeit profitieren?

Wir arbeiten mit Kunden entlang der gesamten Elektronik-Zuliefererkette vom Halbleiter bis zur Baugruppe zusammen, besonders in Branchen wie Automobil mit hohen Anforderungen an Prozessqualität und Zuverlässigkeit. Unsere Kernkompetenz besteht in einer umfassenden und sehr leistungsfähigen, dabei auf die Fragestellungen des Kunden fokussierten, Fehleranalytik. Aus dem tiefen Verständnis von Defektmechanismen, Ausfallrisiken und der dahinterstehenden »Fehlerphysik« profitieren Kunden, indem neue Fertigungsprozesse sowie innovative Werkstoffe beschleunigt entwickelt, elektronische Systeme in hoher Qualität gefertigt und Produkte mit gesicherter Zuverlässigkeit in den Markt gebracht werden können. Daraus leiten wir auch Ideen für verbesserte Verfahren der Materialdiagnostik ab.

Das Jahr 2018 war am Fraunhofer IMWS stark von den Themen Nachhaltigkeit und Strukturwandel geprägt.

Können Sie ein Projekt aus Ihrem Geschäftsfeld benennen, mit dem Sie sich dabei eingebracht haben?

Die Weiterentwicklung der Elektromobilität ist auch ein zukunftsweisendes Thema in der Region. Elektrofahrzeuge können ein wichtiger Baustein für die CO₂-Reduzierung werden. Ohne eine sichere und zuverlässige Elektronik werden weder Elektromobilität noch Digitalisierung in Industrie und Gesellschaft möglich sein. Wir sehen uns bestens gerüstet, um die Herausforderungen in diesen Bereichen zu meistern und haben uns darauf vorbereitet, die zukünftig anstehenden regionalen Aktivitäten tatkräftig zu unterstützen.

Welche Aktivitäten stehen 2019 an?

Für 2019 freuen wir uns ganz besonders auf die Eröffnung und Inbetriebnahme unseres neuen Erweiterungsbaus. Er bietet uns weiter verbesserte technische Voraussetzungen an der Spitze der Technik, die wir in Zusammenarbeit mit unseren Kunden und Partnern in neuen Projekten umsetzen möchten.

Prof. Dr. Matthias Petzold

Studium der Physik an der Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg,
seit 1992 am Fraunhofer IMWS,
Geschäftsfeldleiter und stellvertretender Institutsleiter
+49 345 5589-130
matthias.petzold@imws.fraunhofer.de

ENTWICKLUNG NEUER FEHLERANALYSE-TECHNIKEN FÜR SYSTEM IN PACKAGE BAUELEMENTE

Im Rahmen des europäischen CATRENE/EURIPIDES-Projektes »SAM³«, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung, wurden gemeinsam mit führenden Herstellern von Halbleiterbauelementen und Analysegeräten neue hocheffiziente Fehleranalyseverfahren für komplexe mikroelektronische Bauelemente entwickelt.

Höchstintegrierte mikroelektronische Bauelemente, basierend auf neuen heterogenen und dreidimensionalen Chipaufbauten, gehören zu den Schlüsseltechnologien mit besonderer Hebelwirkung für technologische Innovationen in den Bereichen Mobilität, Energie-, Medizin- und Industrietechnik. Aufgrund der hohen Anforderungen an Miniaturisierung und Leistungsfähigkeit sind enorme Herausforderungen hinsichtlich der Fehlerreduzierung beim Einsatz und zur Gewährleistung von Zuverlässigkeit zu meistern. Im Rahmen des europäischen »CATRENE/

EURIPIDES-Projektes SAM³«, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung, wurden gemeinsam mit den führenden europäischen Herstellern mikroelektronischer Bauelemente wie ST-Microelectronics, Infineon, BOSCH und Thales sowie Herstellern für Analysegeräte neuartige Ansätze für die Lokalisierung von Defekten und die effiziente Zielpräparation für die physikalische Fehleranalyse entwickelt. Die neuen Methoden wurden mit den Partnern in leistungsfähige und aufeinander

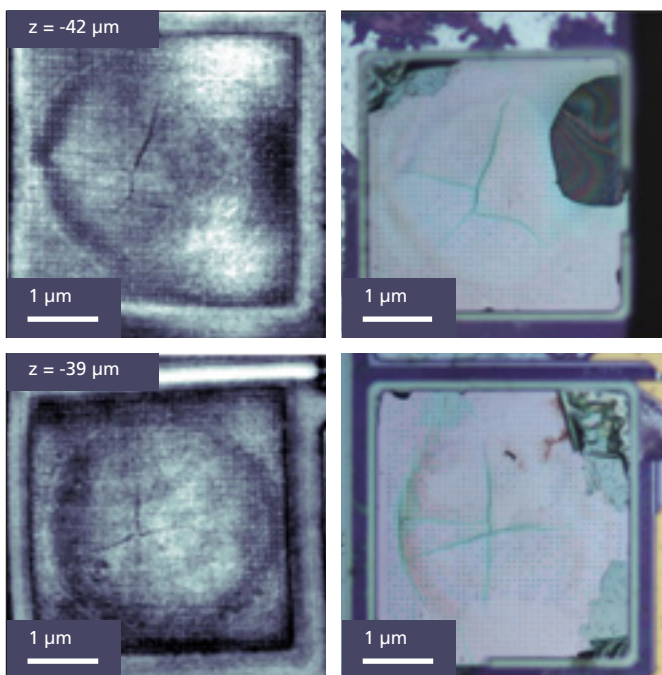
Erhöhung von Effizienz und Aufklärungsrate der Fehleranalyse komplexer mikroelektronischer Bauelemente

abgestimmte Arbeitsabläufe der Entwicklungs- und fertigungsbegleitenden Fehlerdiagnostik integriert.

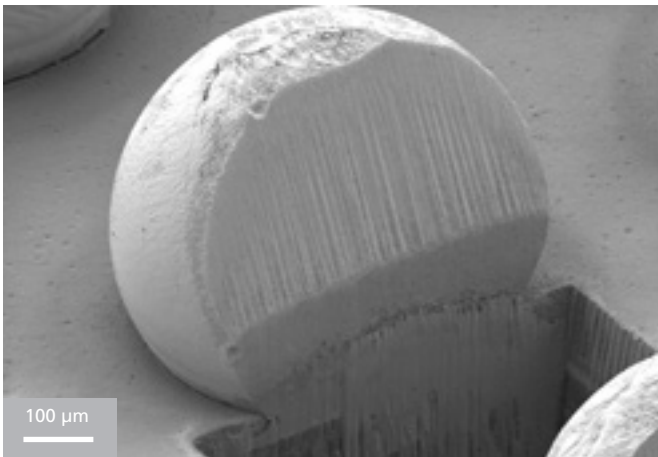
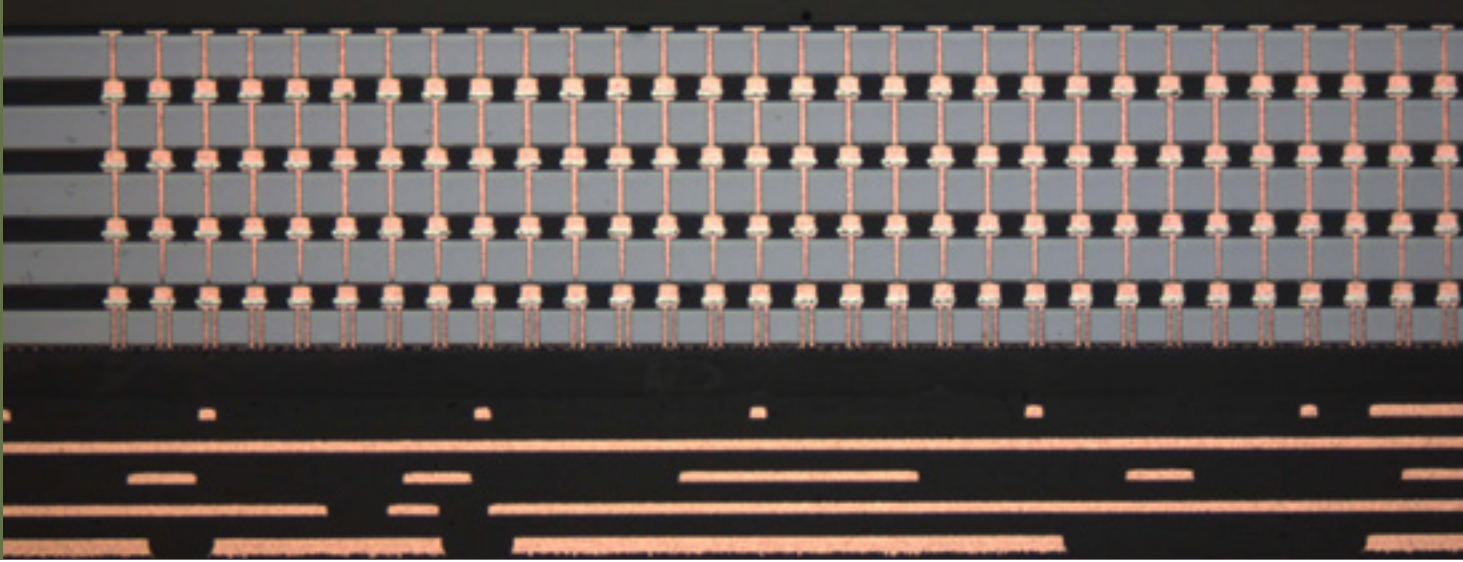
Ein Schwerpunkt der Entwicklungsarbeiten bestand in der Anpassung der Untersuchungsmethodik an die neuen Anforderungen zur Bewertung komplexer hochintegrierter Bauelemente. Dazu gehörte die Weiterentwicklung von Verfahren der Fehlerlokalisierung mittels akustischer Mikroskopie, Lock-in-Thermographie und elektronenstrahlbasierter Abbildungstechniken sowie der effizienten Zielpräparation auf Bauteilebene mittels hochpräziser Laserablation.

In verkapselten, komplex verdrahteten Bauteilen mit mikrometerskaligen Verbindungen kann es zu Schichtablösungen in den Kontaktgrenzflächen (Delaminationen) kommen. Für deren Nachweis wurde gemeinsam mit der Firma PVATepla ein neuartiger gerätetechnischer Ansatz zur kombinierten konventionellen und hochauflösenden akustischen Mikroskopie entwickelt. Zusätzlich wurde ein neuer Analyseansatz basierend auf photoakustischer Mikroskopie gemeinsam mit der Universität Toronto in Kanada evaluiert. Erstmals konnten so auch tiefer im Bauelement vergrabene Rissdefekte in dreidimensionalen Kontaktstrukturen (Through Silicon Via) innerhalb eines Siliziumchips detektiert werden.

Ein weiterer Schwerpunkt der Entwicklungsarbeiten bestand in der Lokalisierung vergrabener resistiver elektrischer Defekte anhand der durch induzierte Stromimpulse abgegebenen Wärme. Dazu wurden erweiterte Verfahren zur dreidimensionalen Defekt-



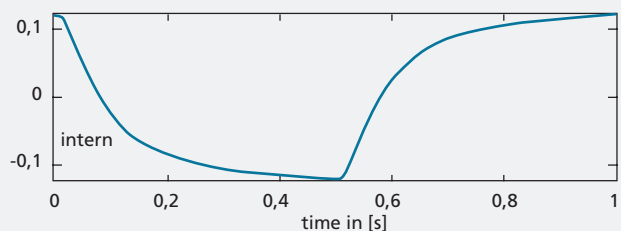
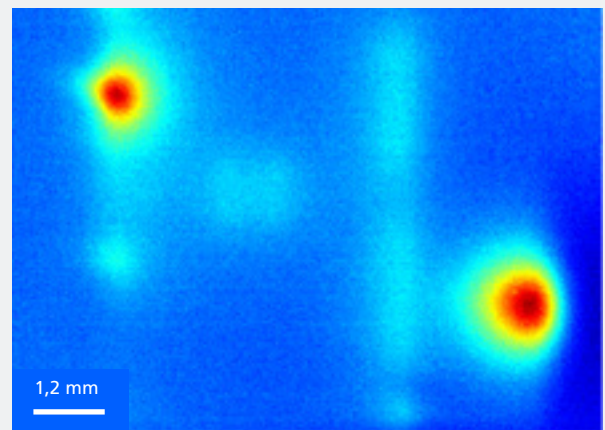
Mittels Gigahertz angeregter akustischer Mikroskopie lokalisierte Rissdefekte an Bondpads (links) und lichteoptische Verifikation nach nasschemischer Präparation (rechts)



Mittels Laserablation präparierter Querschnitt eines Lötkontaktes;
Oben: Bild eines komplexen mikroelektronischen Speicherbauelementes

ortung mittels Lock-in-Thermographie entwickelt. Durch die Integration einer neuartigen hochsensitiven Wärmebildkamera konnte die Nachweissensitivität für die Detektion von thermischen Defekt signalen signifikant gesteigert werden. Für die Defektlokalisierung in gestapelten Chip-Aufbauten wurde eine Analysetechnik, basierend auf der spektralen Auswertung von zeitaufgelösten thermischen Signalen, entwickelt. Die dafür notwendigen Bildaufnahme- und Verarbeitungsroutinen wurden gemeinsam mit dem international führenden Gerätehersteller Thermo Fisher Scientific in ein kommerzielles Thermographiesystem integriert und ermöglichen eine verbesserte dreidimensionale Fehlerlokalisierung innerhalb der Bauelemente.

Als weitere Fehleranalysetechnik wurde gemeinsam mit dem Partner SmarAct GmbH und point electronic GmbH eine neue Nanoprobingsstation mit integrierten Strom- und Spannungsverstärkern entwickelt und getestet. Das System ermöglicht den Nachweis von geringen Leckströmen und die Lokalisierung von widerstandsbedingten Defekten im Niedrig-Ohm-Bereich auf Chipebene. Gemeinsam mit dem Partner 3D Micromac wurden laserbasierte Präparationsmethoden und Workflows für die präzise und schnelle Zielpräparation von Kontaktstrukturen und entsprechenden Defektbereichen in gehausten mikroelektronischen Bauelementen entwickelt. Dazu wurden geeignete Laserparameter für die Bearbeitung des Gehäusematerials, der Halbleitersubstrate und Metallisierungen ermittelt. In Kombination



Zeitaufgelöste Analyse thermischer Defektsignale zur dreidimensionalen Ortung im Bauelement

mit fokussierender Ionenstrahltechnik können jetzt einzelne Bauelement- und Kontaktstrukturen mit Abmessungen im Bereich mehrerer hundert Mikrometer großflächig mit bisher unerreichter Präzision und Geschwindigkeit präpariert werden. Die entwickelten Analysetechniken tragen zur Erhöhung von Effizienz, Durchsatzrate, Nutzerfreundlichkeit und des Automatisierungsgrad sowie zur Steigerung der Aussagezuverlässigkeit der Fehlerdiagnose bei und unterstützen damit die Qualitätssicherung bei der Fertigung komplexer System in Package Bauelemente.

Dipl. Phys. Frank Altmann

Studium der Physik,

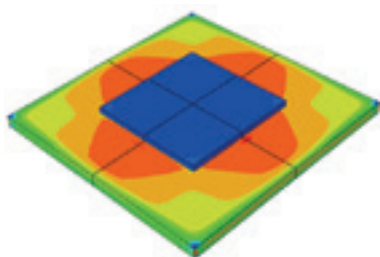
seit 1996 am Fraunhofer IMWS, seit 2006 Gruppenleiter Diagnostik

Halbleitertechnologien

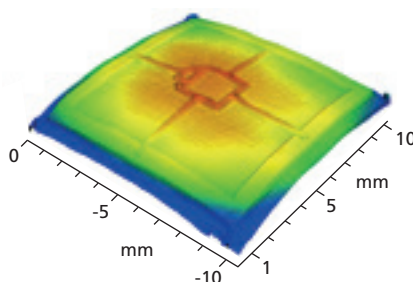
+49 345 5589-139

frank.altmann@imws.fraunhofer.de

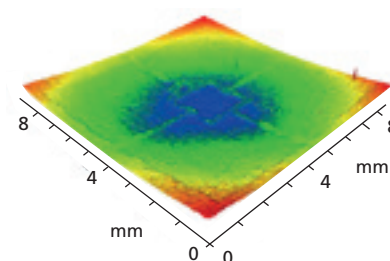
ZUVERLÄSSIGE LEISTUNGSELEKTRONIK FÜR WINDENERGIEANWENDUNGEN



Simulation der IGBT-Verformung zur Ermittlung der lokalen Belastung in der Verbindungsschicht



Verformung eines gesinterten IGBT bei 25 °C



0,006 0,003 0,001 0,004 mm

Verformung eines gesinterten IGBT bei 250 °C

Leistungselektronik für Windkraftanlagen ist besonders hohen Anforderungen ausgesetzt. Um windtypischen dynamischen Belastungen und extremen Umweltbedingungen standzuhalten, sind Innovationen auf Komponenten- und Systemebene zur Erhöhung der Effizienz und Lebensdauer notwendig.

Leistungselektronik bestimmt die in Windkraftanlagen auftretenden Wandlungsverluste, die Zuverlässigkeit des Systems sowie die Kostenstruktur im Betrieb wesentlich mit. Aus diesem Grund arbeitet das Fraunhofer

IMWS gemeinsam mit vier Partnern aus der Industrie im Rahmen des vom Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie geför-

derden Vorhabens »ROKKO« an der Erforschung und Bewertung offshore-tauglicher, leistungselektronischer Komponenten zur regenerativen Energieerzeugung mit Windkraft, die eine verbesserte Widerstandsfähigkeit gegenüber Umwelteinflüssen wie Feuchte und Salz aufweisen sollen. Gleichzeitig soll die Energieeffizienz, Leistungsdichte und aktive Nutzungsdauer der Bauelemente und Anlagen gesteigert werden, um eine Gesamtlebensdauer von mindestens 30 Jahren abzusichern.

Eine effektive Verbesserung der Zuverlässigkeit und Betriebsfähigkeit kann nur dann erreicht werden, wenn die wesentlichen den Ausfällen zugrunde liegenden Fehlerursachen und Schadensmechanismen bekannt sind. Das Fraunhofer IMWS

Ziel ist eine Gesamtnutzungsdauer der Leistungselektronik für Windkraftanlagen von 30 Jahren und mehr.

fokussiert deshalb in seinem Teilvorhaben auf die Analyse einsatzspezifischer Degradationsmechanismen, sowie die mikrostrukturelle und werkstoffmechanische Bewertung von Materialsystemen und Komponenten vor und nach Belastungstests, um sichere Aussagen über die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems zu erhalten. So wurde z. B. mit Hilfe thermomechanischer Experimente das Krümmungsverhalten spezieller Leistungs-Halbleiterbauelemente (IGBTs) in Abhängigkeit von verschiedenen Verbindungstechnologien wie Sintern oder Lötten bewertet.

Die optische Messung der temperaturabhängigen Bauteilver-

formung erfolgte im Bereich zwischen 25 °C und 250 °C. Auf Basis numerischer Verfahren wurden die im Leistungshalbleiter wirkenden Spannungen und die

lokalen Belastungen in der Verbindungsschicht ermittelt.

Die dabei gewonnenen Ergebnisse liefern eine deutliche Verbesserung der Simulationsgenauigkeit für die Zuverlässigkeitsauslegung von Leistungsmodulen in Abhängigkeit der verwendeten Verbindungstechnik.

Dipl.-Ing. Bianca Böttge

Studium der Keramik, Glas- und Baustofftechnik, seit 2007 am Fraunhofer IMWS,

seit 2017 Teamleiterin »Materialdiagnostik Leistungselektronik«

+49 345 5589-224

bianca.boettge@imws.fraunhofer.de



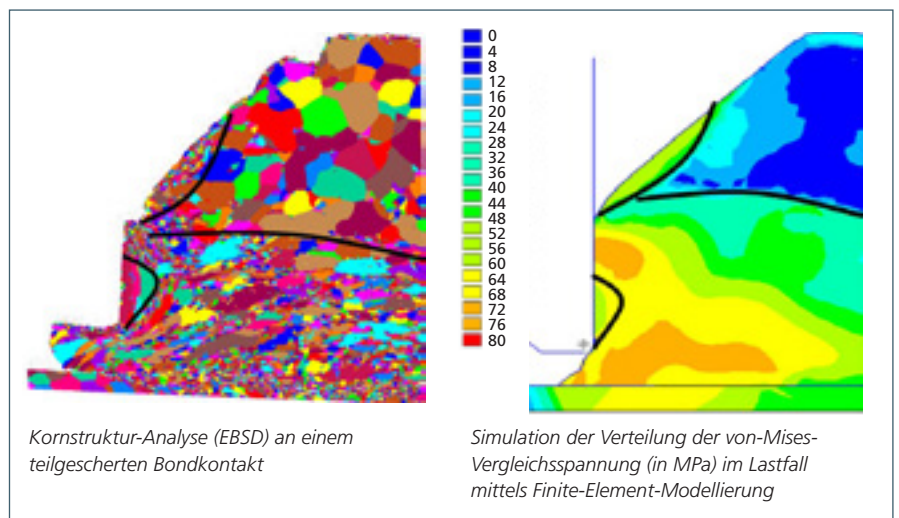
Reihe Aluminium-Dickdrahtkontakte als Prüfmuster zur Untersuchung der Mikrostruktur-Eigenschaftsbeziehungen.

ZUVERLÄSSIGKEITSVERSTÄNDNIS FÜR ALUMINIUM-BONDDRAHTMATERIALIEN

Im Projekt werden die Abhängigkeiten von Mikrostruktur, Materialeigenschaften und Schertestergebnissen untersucht.

Neue Materialien werden auch für Drahtbondkontakte eingesetzt, die sich auf Halbleiter-Chips, in elektronischen Bauteilen sowie elektrischen Anschlüssen befinden und Schaltkreise verbinden. In den stetig wachsenden leistungselektronischen Anwendungsfeldern wie der alternativen Energieerzeugung und der Fahrzeugelektrifizierung wird die Dickdrahtbondtechnologie für die Kontaktierung von Leistungshalbleitern eingesetzt. Fast ausschließlich wird dabei mit Dickdraht aus Aluminium (Al) gebondet. Neben den üblichen Reinst- und Rein-Al-Sorten wird immer häufiger auf neue Al-Drahtwerkstoffe mit optimierten Zuverlässigkeitseigenschaften zurückgegriffen. Zur Überprüfung der Verbindungsqualität werden in der Prozessoptimierung sowie fertigungsbegleitend standardmäßig mechanische Tests, wie sogenannte Pull- und Schertests, durchgeführt. Anschließend werden definierte Qualitätsmerkmale, wie Scherkraft und die beim Test entstehenden Bruchbilder (sog. Schercode), bewertet. Durch die Neu- und Weiterentwicklung der Drahtmaterialien und die damit einhergehenden Veränderungen der mechanischen Eigenschaften ergeben sich jedoch auch Auswirkungen auf die Schertestergebnisse: Die Interpretation der Testresultate und die bisher angewendeten Bewertungskriterien für eine gut-schlecht-Klassifizierung der Bondqualität müssen angepasst werden.

Im von der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) geförderten Projekt »Korrelation von Schertestergebnissen und Zuverlässigkeit feinkristalliner Aluminium-



Kornstruktur-Analyse (EBSD) an einem teilgescherten Bondkontakt

Simulation der Verteilung der von-Mises-Vergleichsspannung (in MPa) im Lastfall mittels Finite-Element-Modellierung

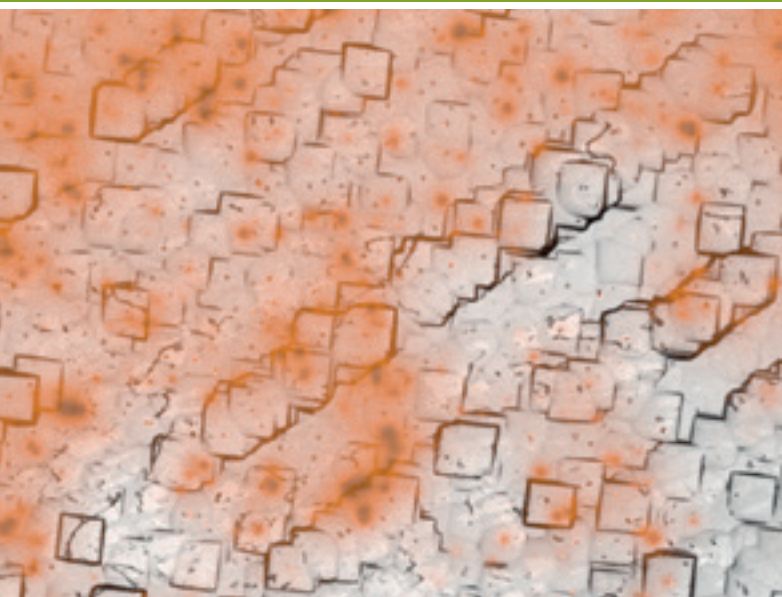
basierter Dickdrahtbondkontakte« (FKZ 19271BG) erarbeitete das Fraunhofer IMWS in Kooperation mit Industrie- und Forschungspartnern eine grundlegende Wissensbasis zu den Mikrostruktur-Eigenschafts-Beziehungen der Bondkontakte. Diese bildet die Voraussetzung, um allgemeingültige Beurteilungs- und Bewertungsrichtlinien für Schertestresultate zu definieren. Dabei untersuchten die Forscherinnen und Forscher, wie sich bei aller Vielfalt der zur Verfügung stehenden Ausgangsmaterialien in Zukunft das Scherergebnis und somit die Bondqualität verlässlich bewerten lässt. Die Ergebnisse sollen später in Merkblätter und/oder Normen Eingang finden.

Robert Klengel

Studium der Elektrotechnik mit Spezialisierung Aufbau- und Verbindungstechnik,
seit 2005 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IMWS
+49 345 5589-159

Robert.Klengel@imws.fraunhofer.de

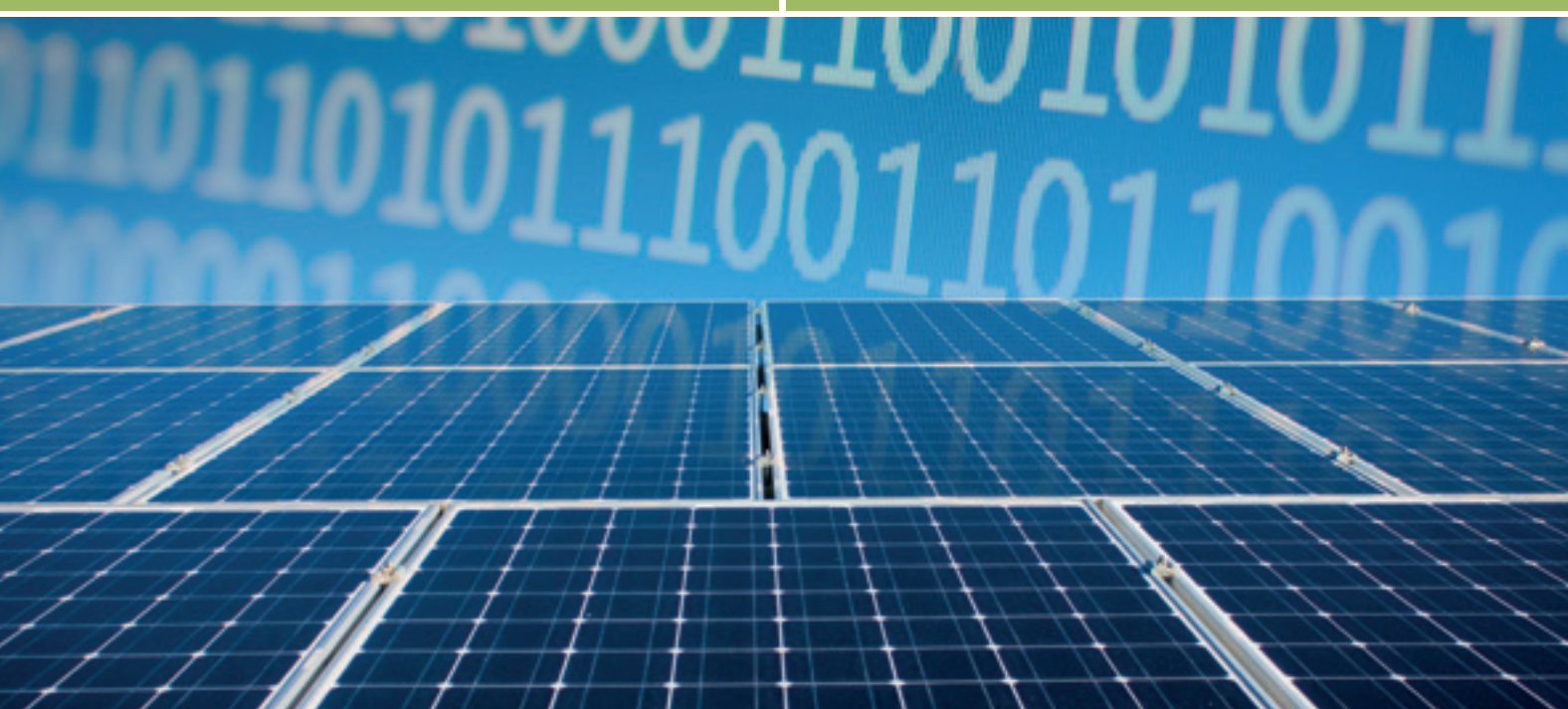
AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERFOLGE



18 | Neue technologische Ansätze vermeiden elektrische Verlustprozesse an Oberflächen und Kontakten von Hocheffizienzsolarzellen.



19 | Gebäudeflächen bieten ein enormes Potential für die Energiegewinnung mittels Photovoltaik.



16 | Neue Auswertungsmethoden revolutionieren die Qualitätssicherung in der Photovoltaik.



»UNSERE DIAGNOSTIK- UND BEWERTUNGSEXPERTISE SETZT MASSSTÄBE«

Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Ralph Gottschalg

Was war Ihr persönliches Highlight im Jahr 2018 mit Blick auf das Geschäftsfeld?

Mein persönliches Highlight war der Wechsel ans Fraunhofer CSP und die Chance, mich mit einem exzellenten Team und einem herausragenden Arbeitsumfeld vertraut zu machen. Das positive Gefühl wurde dann auch mit dem Gewinn des Hugo-Junkers-Preises durch die Fraunhofer CSP-Ausgründung DENKweit bestätigt.

Welche Branchen und Märkte sprechen Sie an?

Wie können Ihre Kunden von einer Zusammenarbeit profitieren?

Das Fraunhofer CSP unterstützt die Photovoltaikindustrie in Deutschland und Europa dabei, zuverlässige Produkte zu entwickeln, bzw. deren Zuverlässigkeit zu gewährleisten. Mit unserer herausragenden Mess- und Bewertungsexpertise setzen wir in der Diagnostik und Metrologie von Solarzellen Maßstäbe bei der Fehleranalyse, deren physikalischer Ursachenaufklärung sowie bei der Entwicklung möglicher Lösungsansätze. Modulhersteller und Endnutzer profitieren von unserem Know-how im Bereich der Zuverlässigkeits- und Energieertragssimulationen von Komponenten und Systemen. Im Themenfeld Materialien und Prozesse schließlich bieten wir unseren Kunden Materialrückverfolgungen, Polymer- und chemische Analytik sowie die Bewertung und Automatisierung ihrer Prozesse, z. B. im Bereich von Industrie 4.0-Ansätzen. Der Überbegriff unseres Kundenverständnisses ist, dass wir ihnen helfen, das Risiko zu minimieren, sei es reduzierte Fehlerwahrscheinlichkeit, reduzierte Anzahl von Garantiefällen oder Identifikation problematischer Prozesse, Materialien oder Installationen.

Das Jahr 2018 war am Fraunhofer IMWS stark von den Themen Nachhaltigkeit und Strukturwandel geprägt.

Können Sie ein Projekt aus Ihrem Geschäftsfeld benennen, mit dem Sie sich dabei eingebracht haben?

Das Fraunhofer CSP hat sich intensiv in den Aufbau einer Gruppe zur Energiesystemanalyse am CEM eingebracht. Hierzu wurde ein erfahrener Wissenschaftler an das CEM abgestellt, um die technologische Seite der angestrebten Energiewende voranzutreiben. Ein Schwerpunkt dabei wird es sein, Alternativen für Braunkohlekraftwerke zu finden und somit die Versorgungssicherheit ökologisch, ökonomisch und nachhaltig zu gewährleisten.

Welche Aktivitäten stehen 2019 an?

Das Fraunhofer CSP wird einen detaillierten Strategieprozess durchlaufen, in dem wir die grundsätzliche Ausrichtung und Zukunftssicherheit unserer Themen hinterfragen werden. Hierzu haben führende Köpfe der Wirtschaft ihre Teilnahme zugesagt.

Prof. Dr. Ralph Gottschalg, PhD

Studium der Physik,

seit 2018 Geschäftsfeldleiter am Fraunhofer CSP

+49 345 5589-5001

Ralph.Gottschalg@csp.fraunhofer.de

PHOTOVOLTAIK UND DATENWISSENSCHAFTEN

Die Qualitätssicherung in der Photovoltaik ist ein typisches Big-Data-Problem: Aus großen Datenmengen lässt sich mangels qualifizierter Bewertung bisher kaum Nutzen ziehen. Sowohl die benötigte Messtechnik als auch die statistischen Methoden um dieses Problem zu lösen, gehören zu den Kernkompetenzen des Fraunhofer CSP.

Angesichts ihrer komponentenintensiven Systemintegration (Solarzellen, Module, Kabel, Verbinder) verlangt die Qualitätskontrolle in der Photovoltaik nach durchdachten Messplänen sowie fundierter Datenauswertung zur Fehlererkennung und Vermeidung von Ertragsverlusten. Um dieses Big-Data-Problem zu lösen und Industrie 4.0-Anwendungen zu ermöglichen, bedient sich das Fraunhofer CSP moderner Datenwissenschaften. Wie in den folgenden Beispielen gezeigt, sind wir dabei in der Lage, die Bedarfe entlang des Produktzyklusses und der Wertschöpfungskette ganzheitlich abzudecken.

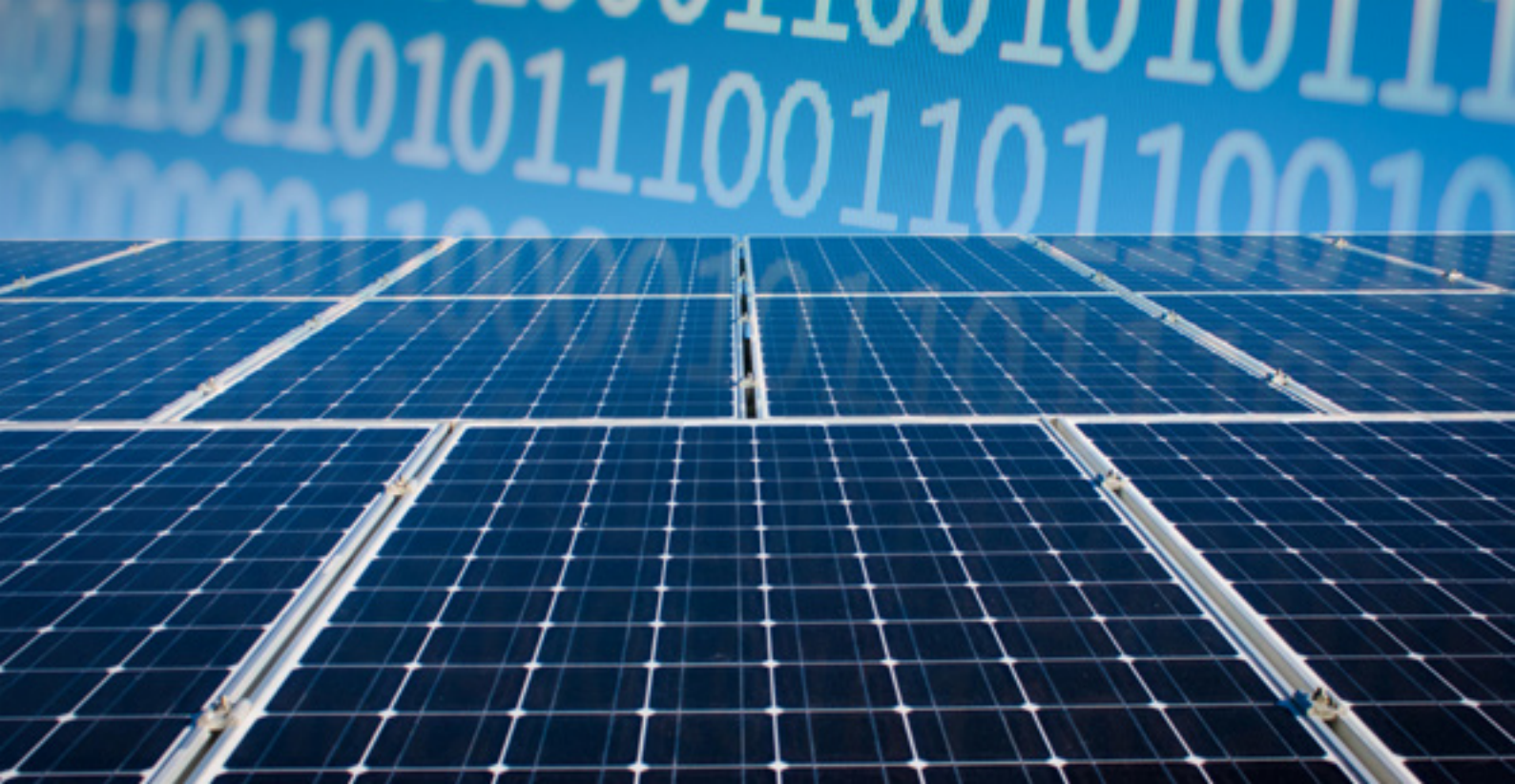
Herausragendes Beispiel eines solchen Datenstroms ist die Arbeit zur Potential-Induzierten-Degradation (PID). Ausgehend von der Ursachenaufklärung des Degradationseffektes – hervorgerufen durch ein Wechselspiel von Verunreinigungen und mikrostrukturellen Defekten – entwi-

Mit unseren Auswertungsmethoden revolutionieren wir die Qualitätssicherung in der Photovoltaik.

ckelten wir gemeinsam mit der Firma Freiberg Instruments das Messgerät »PIDcheck«. Mit diesem ist es möglich, Solarmodule im Feld PID-Schnelltests zu unterziehen, ohne die Module in Laboren testen zu müssen. Darüber hinaus kann auf Basis der »PIDcheck«-Testdaten neben der Degradationsanfälligkeit installierter Module auch deren Regenerationsfähigkeit getestet werden: So lässt sich dank der mit Förderung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie im Verbundprojekt »PID-Recovery« entwickelten Algorithmen ermitteln, inwieweit bei der Nachrüstung von PID-Gegenmaßnahmen eine Regeneration zu erwarten ist. Ein Datensatz, der Anlagenbetreibern insbesondere bei der wirtschaftlichen Bewertung solcher Maßnahmen hilft. Diesen systematischen Ansatz aus Ursachenaufklärung, Schnelltest- und Messtechnikentwicklung sowie intelligenter Datenauswertung konnten wir auch auf andere leistungsmindernde Effekte wie die lichtinduzierte Degradation erfolgreich übertragen.



Die Waferfertigung ist geprägt von zahlreichen Bearbeitungsverfahren, bei denen große Mengen an Prozess-, Material-, und Messdaten anfallen.



Anhand industrienaher Systemdaten und Methoden des Maschinellen Lernens berät das Fraunhofer CSP Anlagenbesitzer, Betreiber- und Wartungsfirmen gezielt zu spezifischen Fragestellungen der Betriebsführung.

Ein weiteres Big-Data-Anwendungsfeld ist die Qualitätssicherung entlang der Wertschöpfungskette von Solarmodulen, angefangen bei der Waferfertigung bis hin zur Anlageninstallation. Diese Wertschöpfungskette ist geprägt von zahlreichen Bearbeitungsverfahren, bei denen große Mengen an Prozess-, Material-, und Messdaten anfallen. Im Fokus stehen die zentrale Datenerfassung und -verarbeitung sowie die Anwendung von Data-Mining-Methoden. In der Datenverwaltung setzen wir auf Open-Source-Datenbanken. Deskriptive (Ausreißer-Erkennung, Clustering) und prädiktive (Klassifikation, Regression) Analysemethoden finden in der Datenverarbeitung ihre Anwendung. Ziel ist es, Prozessartefakte automatisiert zu erkennen und zu entsprechenden Zielgrößen zu korrelieren. Einbrüche im Energieertrag lassen sich somit auf Fehler in der Produktion zurückführen.

Kommt es bei installierten Solarmodulen zu Ausfällen oder Defekten, so reduziert das den Stromfluss und gefährdet die zuverlässige Stromversorgung von PV-Anlagen. Auf Grundlage des gut erforschten Zusammenhangs zwischen elektrischem Strom und Magnetfeldern hat das Fraunhofer CSP einen Zeilensensor entwickelt, der die Magnetfelder und so indirekt die Stromverteilung in Solarmodulen schnell und zuverlässig messen kann. Elektrische Defekte lassen sich somit sowohl in der Produktion als auch im Feld sofort identifizieren. Dies ist revolutionär für die Prozess- und Qualitätskontrolle sowie für die Betriebsüberwachung von PV-Anlagen. Die Entwicklung wurde im Rahmen des Fraunhofer-Förderprogramms Innovator unterstützt und resultierte in der Ausgründung der DENKweit GmbH.

Ein drittes Beispiel für die Bedeutung von Datenanalysen in der Photovoltaik ist das Monitoring installierter Module, die mehr als 20 Jahre zuverlässig im Feld betrieben werden müssen. Bei der dafür notwendigen Betriebsüberwachung entstehen Datenmengen, die sich manuell nicht sinnvoll auswerten lassen. Abhilfe schaffen Methoden des Maschinellen Lernens und der Statistik. Mit dem Ziel, Abweichungen zu erkennen, Entscheidungsprozesse zu vereinfachen und Abläufe zu automatisieren, untersuchen Forscher am Fraunhofer CSP den bestmöglichen Einsatz solcher Methoden anhand industrienaher Systemdaten, um Anlagenbesitzer, Betreiber- und Wartungsfirmen gezielt zu spezifischen Fragestellungen der Betriebsführung beraten zu können.

Die in den Daten enthaltenen Informationen zum historischen und aktuellen Zustand einer Anlage lassen sich dabei zu Abhängigkeiten parametrisieren und für Anwender nutzbar machen, z. B. in Modellen und Simulationen, die das standortspezifische Ertragsverhalten einer Anlage abbilden. Für ein System mit Verschmutzungsproblemen lässt sich so z. B. das optimale Reinigungskonzept bestimmen.

Prof. Dr. Ralph Gottschalg, PhD

Studium der Physik,

seit 2018 Geschäftsfeldleiter am Fraunhofer CSP

+49 345 5589-5001

Ralph.Gottschalg@csp.fraunhofer.de

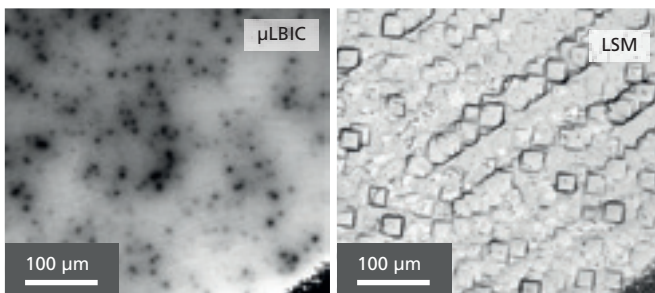
DEFEKTDIAGNOSTIK FÜR HOCH-EFFIZIENZSOLARZELLEN DER NÄCHSTEN GENERATION

Die aktuell technologisch erreichbare Effizienz einer Hocheffizienz solarzelle nähert sich dem theoretischen Limit. Ursachenanalysen zum Verständnis von Prozessen, Defekten und Degradationen tragen dazu wesentlich bei.

Neue technologische Ansätze vermeiden elektrische Verlustprozesse an Oberflächen und Kontakten. Das Fraunhofer IMWS untersucht dazu mit Partnern Prozesseinflüsse und Degradations-, also Ermüdungsmechanismen von Solarzellen. Eine zukunftsweisende Technologie zur Effizienzsteigerung ist die Passivierung des Kontakts einer Solarzelle. Durch einen passivierten Kontakt lässt sich die Rekombination von Minoritätsladungsträgern reduzieren und ein verlustarmer Stromfluss vom Halbleitermate-

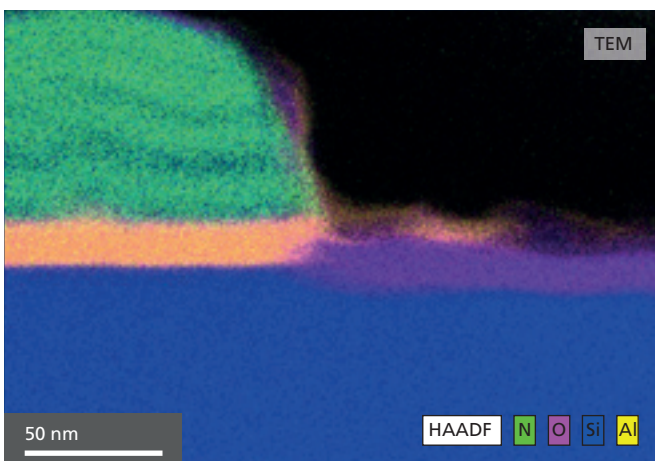
rial zum Metallkontakt realisieren. Diese Ladungsträger-selektiven Kontakte werden durch einen Stapel ultradünner Schichten erzeugt, dessen Mikrostruktur die elektrischen Eigenschaften definiert. Zur Optimierung von Produktionsprozessen bezüglich der Oberflächenbeständigkeits- und Transporteigenschaften sowie zur Vermeidung von Langzeitdegradation wird ein grundlegendes Verständnis der Mikrostruktur benötigt. Dazu werden am Fraunhofer IMWS neuartige Methoden zur strukturellen und elek-

Neues μ LBIC Verfahren für die Lokalisierung von PID-Mikrodefekten auf kompletten Solarzellen.



Stromkarte

Struktur



Materialanalyse am PID-Mikrodefekt (lila) auf dem Siliziumwafwer (blau) nach präziser Fehlerlokalisierung durch mikro-LBIC (obere Abbildung) und Zielpräparation.

trischen Analyse der Kontakte erforscht. Durch Transmissionselektronenmikroskopie und Ramanspektroskopie werden Eigenschaften wie Schichtdicke, Zusammensetzung und Kristallinität in Abhängigkeit von Wärmebehandlungen im Herstellungsprozess ermittelt.

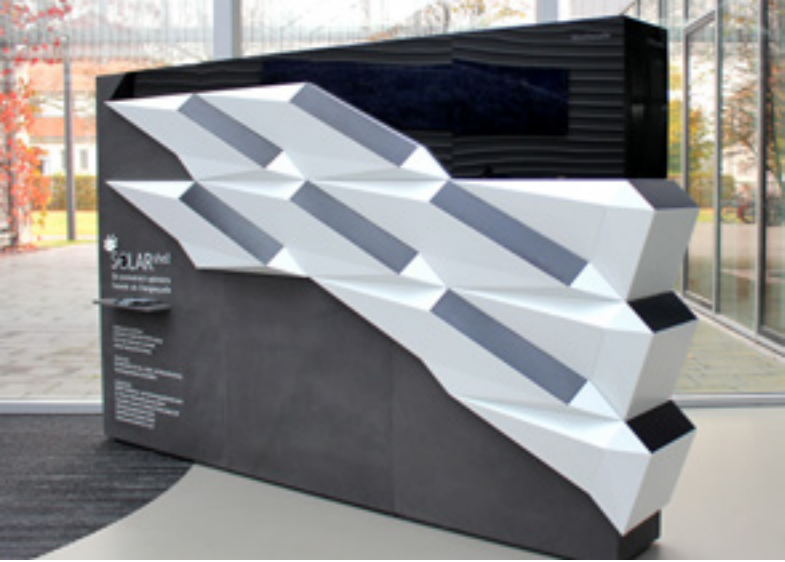
Eine orts aufgelöste Bestimmung der Strompfade auf mikroskopischen Skalen ermöglicht die Analyse elektrischer Eigenschaften und die integrale Bestimmung von Kontaktwiderständen durch Mikro-Transferlängenmessung. Besonderer Fokus liegt dabei auf der Verknüpfung der mikroskopischen Eigenschaften mit den Leistungsparametern der Solarzellen.

Neben dem Verständnis von Produktionsprozessen spielt die Degradationsstabilität eine tragende Rolle. Zur Bewertung der Degradation von Hocheffizienz zellen für den realen Einsatz werden Schnelltests unter hohen elektrischen Potentialen oder unter Lichteinfall herangezogen. Für die anschließende präzise Defektlokalisierung wurde ein mikro-LBIC-Verfahren entwickelt und zusammen mit der point electronic GmbH und der Carl Zeiss Microscopy GmbH umgesetzt.

Dr. Stephan Großer

Studium der Physik an der MLU Halle-Wittenberg, seit 2011 am Fraunhofer CSP und Leiter des Teams c-Si Defektdiagnostik der Gruppe »Diagnostik und Metrologie«
+49 345 55 89-5112

Stephan.Grosser@csp.fraunhofer.de



Fassadenelement SOLAR.shell: Modell des Übergangs der West- zur Südfassade, mit bis zu 50 Prozent mehr Sonnenenergie als bei herkömmlich angebrachten Solarmodulen.

PHOTOVOLTAIK AN FASSADENFLÄCHEN

Durch die Integration von Photovoltaik an Gebäuden können auch in Städten Flächen zur regenerativen Stromerzeugung genutzt werden. Vor allem Fassaden sind bisher wenig genutzte Gebäudeflächen und bieten ein enormes Flächenpotenzial für die Integration von Photovoltaik.

Die zwei hier vorgestellten Projekte befassten sich insbesondere mit den Potenzialen und Möglichkeiten der Integration von Photovoltaik (PV) in Vorhangfassaden. Sie bilden später die äußere Hülle des Gebäudes, die in diesen Fällen architektonisch ausgestaltet und mit Solarmodulen zur Energie-wandlung versehen sein sollten.

Die an den Projekten beteiligten Architekten haben hierbei ästhetische und zugleich effiziente Solar-Fassaden konzipiert. Allen Entwürfen ist gemein, dass dank ihres außergewöhnlichen Designs mehr Solarenergie erzeugt wird, als mit herkömmlich planar installierten Solarmodulen. Im Projekt »C3 carbon concrete composites« beteiligte sich das Fraunhofer CSP im Teilprojekt »C³PV – Energie gewinnen, Integration von PV« mit unterschiedlichen Konzepten und Verfahren zur Herstellung von PV-integrierten Carbonbeton-Fassadenelementen.

Ziel der Forschungen war es, zu erfahren, wie sich Solarmodule mit Fassadenelementen aus Beton kombinieren lassen, wie man sie elektrisch verschalten kann und wie sie am besten gestaltet sein sollten, um einen optimalen Stromertrag zu erreichen.

Das zweite Projekt »SOLAR.shell«, initiiert vom Architektur-Institut Leipzig der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig, befasste sich mit parametrisch optimierten Fassaden als Energiequelle. Abhängig von Standort und Einstrahlungsbedingungen wurde durch kleinteilige PV-Module eine optimierte Fassadenebene entworfen und so der solare Ertrag erhöht. Durch ihr außergewöhnliches Design erzeugt die Solar-Fassade » SOLAR.shell« bis zu 50 Prozent mehr Sonnenenergie als herkömmlich angebrachte Solarmodule.

Es werden bis zu 50 Prozent mehr Sonnenenergie gewonnen.

Das Fraunhofer CSP unterstützte das Projekt durch die Herstellung der kleinteiligen Photovoltaik-Module.

Mit beiden Projekten konnte sehr anschaulich gezeigt werden, dass die Photovoltaik mittels aktivierter Fassadenfläche auch in urbanen, dicht besiedelten Gebieten Potenzial aufweist und so einen Beitrag zur Erfüllung gesetzlicher Standards für Niedrigenergiehäuser und zur Erreichung der Klimaziele leisten kann.



Fassadenelement C3: Das Modulare Photovoltaik-Modulkonzept für das Fassadenelement in Facetten-Optik macht einen deutlich höheren Stromertrag möglich.

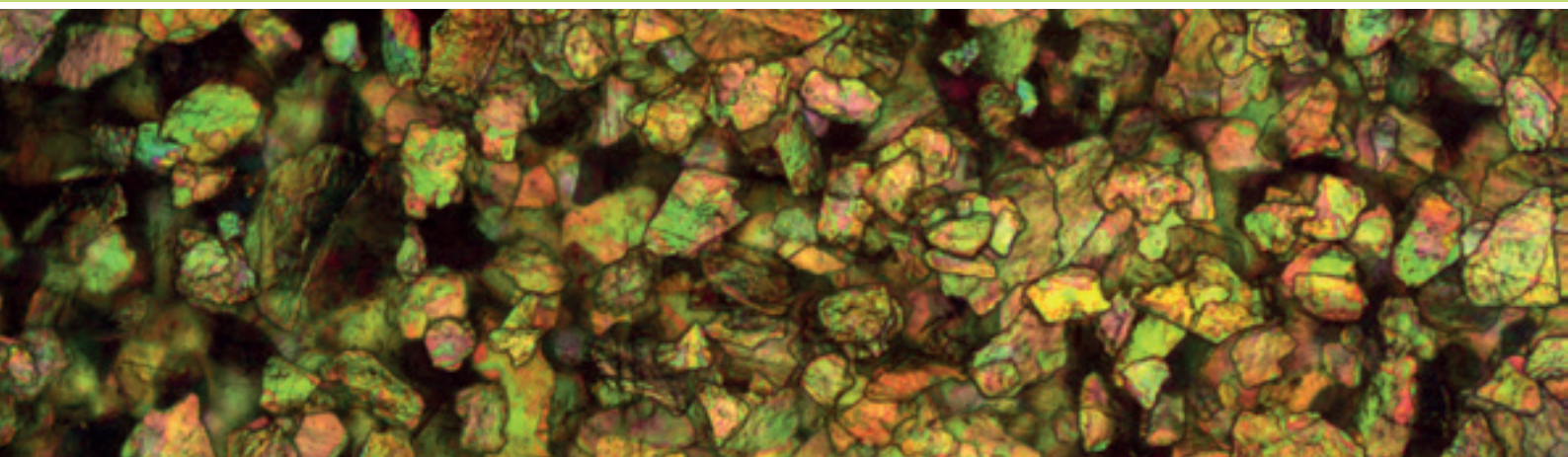
Sebastian Schindler

Studium der Elektroniktechnik und Feinwerk- und Mikrosystem-technik an der Technischen Universität Dresden, seit 2008 am Fraunhofer IMWS, seit 2019 Teamleiter Modultechnologie
+49 345 5589-5523
sebastian.schindler@csp.fraunhofer.de

AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERFOLGE



22 | Entwicklung einer thermoschockbeständigen Glaskeramik.



23 | Optimierung von Effektpigmenten.



»FÜR EFFIZIENTE LÖSUNGEN IN DER MIKROSTRUKTURDIAGNOSTIK«

Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Thomas Höche

Was war Ihr persönliches Highlight im Jahr 2018 mit Blick auf das Geschäftsfeld?

Das Highlight des Jahres 2018 war die Gründung des Geschäftsfeldes »Optische Materialien und Technologien«. Wir haben Strukturen aufgebaut, Gruppen gegründet, wichtige Projekte abgeschlossen und zwei für uns wesentliche Preise bekommen. Mit dem TÜV Süd Innovationspreis 2018 wurde die Entwicklung eines laserbasierten Preparationstools mit dem Namen microPRE™ gewürdigt. Der Hugo Junkers Preis war Anerkennung für die Entwicklung eines neuen niedrigdehnenden Materials. Mit diesen Preisen und dem neuen Geschäftsfeld blicken wir sehr positiv in die Zukunft. 2019 werden wir unsere Aktivitäten gemeinsam mit Industriepartnern fortsetzen und die Gründung des Geschäftsfeldes gebührend feiern.

Welche Branchen und Märkte sprechen Sie an? Wie können Ihre Kunden von einer Zusammenarbeit profitieren?

Unser Geschäftsfeld hat sich auf die Anwendung mikrostrukturdiagnostischer Analysetechniken im Kontext optischer Materialien spezialisiert. Dabei bleibt es nicht nur bei der reinen Diagnostik. Wir setzen die Diagnostik auch ein, um einerseits Materialien schneller zu entwickeln und andererseits Lasermikrobearbeitungsprozesse durch den begleitenden Blick in die Mikrostruktur zu optimieren. Davon können unsere Partner profitieren.

Das Jahr 2018 war am Fraunhofer IMWS stark von den Themen Nachhaltigkeit und Strukturwandel geprägt. Können Sie ein Projekt aus Ihrem Geschäftsfeld benennen, mit dem Sie sich dabei eingebracht haben?

Mit der Entwicklung einer neuen, niedrigdehnenden Glaskeramik haben wir im Jahr 2018 ein wichtiges Projekt für das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) abge-

schlossen. Dabei spielen Veränderungen der Mikrostruktur eine wichtige Rolle. Für die Erzeugung eines solchen Materials ist es ausschlaggebend, dass man geeignete Keimbildner findet, die aus einem Glas eine Glaskeramik mit angepasstem Gefüge erzeugen. Dies ist uns nach dem Screening von 25 verschiedenen Keimbildern gelungen und führte nicht nur zu einer Patenanmeldung, sondern auch zu Anfragen aus der Industrie. Nun prüfen wir gemeinsam mit Partnern Anwendungsprofile, in denen das neue, LEAZit™ genannte, Material eingesetzt werden kann.

Welche Aktivitäten stehen 2019 an?

Zur Jahresmitte 2019 kann unser Geschäftsfeld den sehr schönen, neuen und mit großartigen, innovativen Geräten ausgestatteten Erweiterungsbau beziehen. Wir werden zudem in mehreren Workshops und Symposien die Arbeit des Geschäftsfeldes in die Öffentlichkeit bringen und hoffen auf eine sehr fruchtbare und interessante Zusammenarbeit mit unseren Partnern aus den Bereichen der Vorlaufforschung sowie der direkten Industriebeauftragung.

Prof. Dr. rer. nat. habil. Thomas Höche

Studium der Physik an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, seit 2010 am Fraunhofer IMWS, seit 2019 Geschäftsfeldleiter »Optische Materialien und Technologien«

+49 345 5589-197

thomas.hoeche@imws.fraunhofer.de

LEAZIT™ – EINE NEUARTIGE, NIEDRIGDEHNENDE GLASKERAMIK

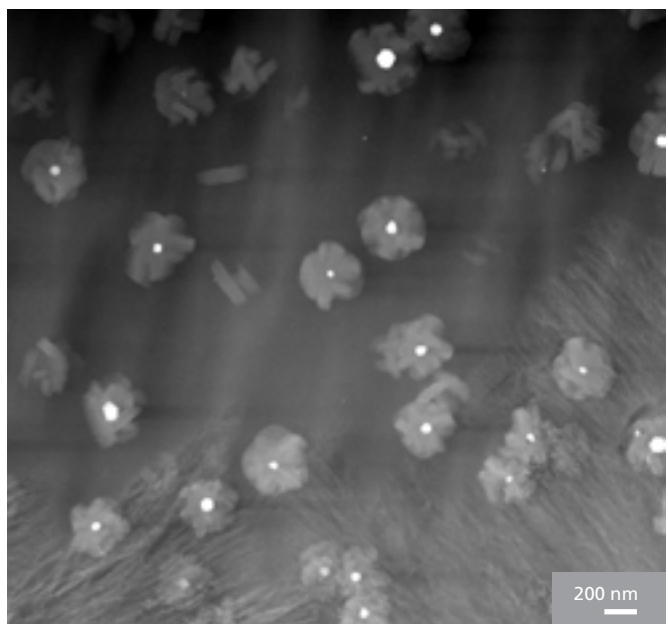
Ausgehend von einer neuen kristallinen Verbindung mit der besonderen Eigenschaft der negativen thermischen Dehnung wurde eine thermoschockbeständige Glaskeramik entwickelt. Diese weist neben einstellbaren Eigenschaften auch besonders niedrige Synthesetemperaturen auf.

Glaskeramiken werden häufig als Materialien ohne signifikante thermische Ausdehnung eingesetzt. Sie ändern ihre Form auch bei Temperaturschwankungen nicht. Deshalb finden sie zum Beispiel Anwendung in Glaskeramikkochfeldern oder als Substrate für Hochleistungsoptiken. Die Herstellung solcher Glaskeramiken ist im Prinzip recht einfach. Man erzeugt fein verteilte Kristalle mit negativer thermischer Ausdehnung in einem Glas mit positiver thermischer Ausdehnung. Am Ende resultiert daraus ein null- oder niedrigdehnendes Material. Das Hauptproblem stellt jedoch die Erzeugung geeigneter Kristalle mit negativer thermischer Dehnung dar. Letztere basieren traditionell auf hochschmelzenden Lithiumalumosilicaten. Andere Kristallphasen mit negativer thermischer Ausdehnung, die sich aus silicatischen Gläsern auskristallisieren lassen, waren bis vor Kurzem nicht bekannt.

LEAZit™ wurde 2018 mit dem Hugo-Junkers-Preis für Forschung und Innovation aus Sachsen-Anhalt ausgezeichnet.

Im Rahmen unserer Forschung wurde ein neues kristallines Material mit der Zusammensetzung $Ba_{1-x}Sr_xZn_2Si_2O_7$ und eben dieser seltenen Eigenschaft gefunden. Es ist seit mehr als 50 Jahren das erste neue negativ dehnende Silicat mit dem Namen LEAZit™ (**L**ow **E**xpansion **A**lkaline **E**arth **Z**inc **S**ilicate). Von großem Vorteil ist, dass sich das Ausdehnungsverhalten in weiten Temperaturbereichen variabel einstellen lässt. Das Kristallisationsverhalten dieser neuen Glaskeramik musste in den vergangenen Jahren vollständig neu erforscht werden. Ziel war dabei, möglichst kleine und fein verteilte Kristalle im Glas auszuscheiden. Dafür werden Keimbildner benötigt, die durch eine Wärmebehandlung des Glases zu einem Ausscheiden winziger Kristalle im Glasvolumen führen,

auf denen dann die eigentlich gewünschten Kristalle aufwachsen. Der Einsatz hochauflösender Mikrostrukturanalysetechniken, beispielsweise der analytischen Transmissionselektronenmikroskopie, ermöglicht hierbei eine massive Beschleunigung der Materialentwicklung. So konnte letztlich in gerade einmal eineinhalb Jahren ein praxistaugliches Material entwickelt werden.



Rastertransmissionselektronenmikroskopische Aufnahme von Keimkristallen in LEAZit™

Dr.-Ing. Christian Thieme

Studium der Werkstoffwissenschaft,

seit 2016 als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IMWS

+49 345 55 89-243

christian.thieme@imws.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Katrin Thieme

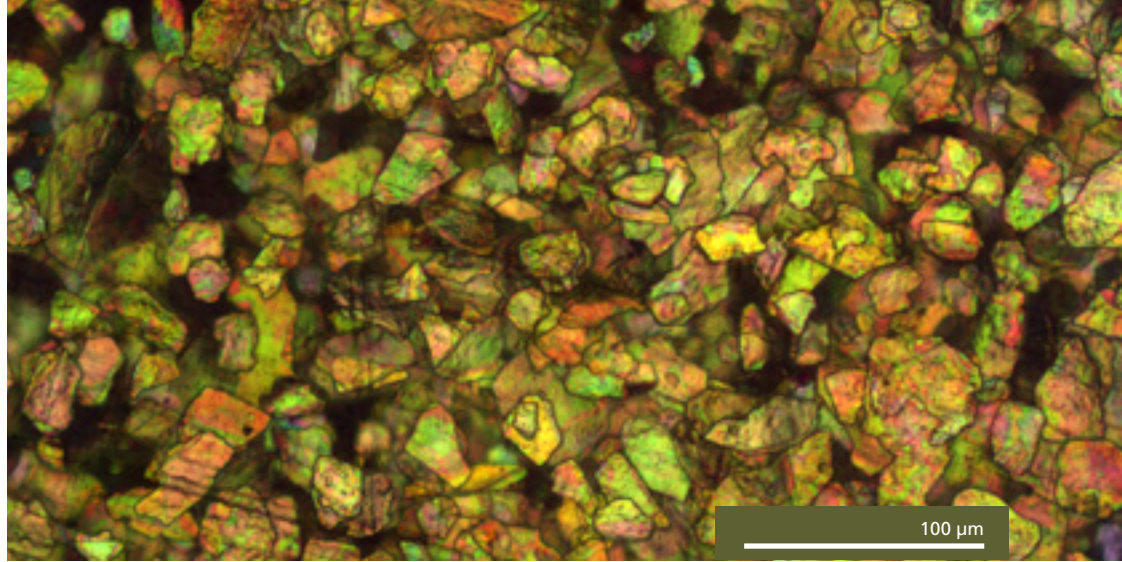
Studium der Werkstoffwissenschaft,

seit 2018 als Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer IMWS

+49 345 55 89-231

katrin.thieme@imws.fraunhofer.de

Lichtmikroskopische Aufnahme von Effektpigmenten in einem transparenten Polymerlack.



HOCHAUFGEÖSTE BLICKE INS INNERE VON EFFEKTPIGMENTEN

Im Geschäftsfeld »Optische Materialien und Technologien« am Fraunhofer IMWS werden mit Verfahren der Nanostrukturdiagnostik seit mehr als 20 Jahren Effektpigmente und deren Lacksysteme entwicklungs- und produktionsbegleitend untersucht.

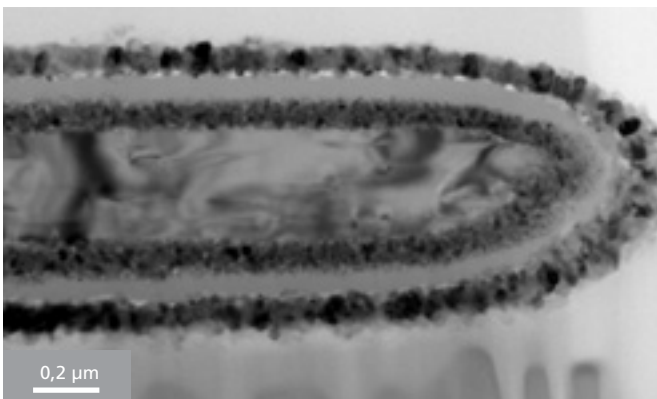
Beim Design von Effektpigmenten werden auf Substratpartikel Interferenzschichtsysteme aufgebracht, deren Zusammensetzung und Teilschichtdicken die optische Erscheinung definieren. Die plättchenförmigen Substrate haben typischerweise Durchmesser im Bereich einiger Mikrometer, sind wenige 100 nm dick und mit Schichtsystemen aus Einzelschichten von einigen wenigen Nanometern umhüllt. Für die Entwicklung und Produktionsbegleitung derartiger Materialien stellt sich oft die Frage: Wie kann man derartig kleine Objekte störungsfrei so präparieren, dass sie im Querschnitt untersucht werden können? Und welche Werte haben diverse physikalische Parameter wie Oberflächen- und Grenzflächenrauheit, Element-

Das Verständnis der Nanostruktur von Pigmentpartikeln hilft, funktionale Oberflächen zu optimieren.

verteilung, Schichtdicken? Sind die Beschichtungen kristallin oder unregelmäßig strukturiert (amorph) und welche Schicht-homogenität weisen sie auf? Welche Korngrößen liegen vor? Gibt es Wechselwirkungen der Schichten untereinander? Wie gut haften die Schichten aufeinander? Und welchen Einfluss haben mikrostrukturelle Kenngrößen auf die makroskopische optische Erscheinung?

Neben oberflächenanalytischen Techniken (wie Flugzeit-Sekundärionenmassenspektrometrie, TOF-SIMS) und röntgenmikroskopischer 3D-Strukturaufklärung liefern elektronenmikroskopische Untersuchungsmethoden die gewünschten Informationen. Dabei ist die Rasterelektronenmikroskopie (REM) an mittels fokussierten Ionenstrahlen (FIB) erzeugten Querschnitten sehr gut geeignet,

um die Einbettung, Lage und Orientierung der Pigmente ins Lacksystem abzubilden. Die Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) liefert dagegen sehr viel detailliertere Einblicke in die Nanostruktur der Pigmente – hiermit lassen sich z. B. Strukturmorphologie, Schichthftung, Grenzflächenbeschaffenheit und Defektstruktur untersuchen. Oftmals kommen Schichten mit Dicken von weniger als 10 nm zum Einsatz, deren Analyse nur noch mit hochauflösenden, auch rasternden (S)TEM-Methoden möglich ist. Auch feinste Details der Elementverteilung können mit dieser Methode aufgedeckt werden.



Transmissionselektronenmikroskopische Querschnittsaufnahme eines einzelnen Effektpigments, Präparation: FIB-Lamelle.

Dipl. Phys. Lutz Berthold

Studium der Physik,

seit 1993 am Fraunhofer IMWS, seit 1999 Projektleiter

+49 345 55 89-132

lutz.berthold@imws.fraunhofer.de

AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERFOLGE



26 | Umwandlung von Kohlenstoffhaltigen Abfällen und Reststoffen in Synthesegas.



27 | Schaffung einer Plattform für Information, Wissensaustausch und Vernetzung zur Entwicklung einer zirkulären Kohlenstoffwirtschaft.



»NACHHALTIGE LÖSUNGEN FÜR EINE KOHLENSTOFFKREISLAUFWIRTSCHAFT«

Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Bernd Meyer

Was war Ihr persönliches Highlight im Jahr 2018 mit Blick auf das Geschäftsfeld?

Es war ein aufregendes Jahr. Das Thema Kohlenstoffkreislaufwirtschaft hat eine große Dynamik erhalten. Meine persönlichen Highlights waren die weltweit erste erfolgreiche Mono-Vergasung von Kunststoffabfällen in unserer Pilotanlage bei 40 bar, die Bewilligung der Anschubfinanzierung für die Fraunhofer-Außenstelle in Freiberg und unsere Auftritte bei der Europäischen Kommission in Brüssel.

Welche Branchen und Märkte sprechen Sie an? Wie können Ihre Kunden von einer Zusammenarbeit profitieren?

Wir adressieren alle Branchen und Märkte zur Etablierung einer nachhaltigen und effizienten Kreislaufwirtschaft für kohlenstoffintensive Prozesse. Neben der chemischen Industrie, der Energie- und der Abfallwirtschaft oder dem verarbeitenden Gewerbe sind das der Maschinen- und Anlagenbau und Unternehmen, die technische Lösungen umsetzen und anbieten. Der chemischen Industrie kommt eine besondere Rolle zu, da sie gezwungen ist, ihre Rohstoffbasis zu verbreitern und im großen Stil das chemische Recycling von Kunststoffabfällen aufzubauen. Unsere Kunden profitieren vom umfassenden Technologie-Know-How und Prozessverständnis sowie den industrienahen Testanlagen.

Das Jahr 2018 war am Fraunhofer IMWS stark von den Themen Nachhaltigkeit und Strukturwandel geprägt. Können Sie ein Projekt aus Ihrem Geschäftsfeld benennen, mit dem Sie sich dabei eingebracht haben?

Mit dem Konzept Carbontrans für eine CO₂-emissionsarme Kohlenstoffkreislaufwirtschaft auf Basis der Synthesegaserzeugung sowie Integration von Grünem Wasserstoff bewegen

wir uns genau in diesem Themenfeld. Mit unserem Fraunhofer-Reviernetzwerk bringen wir die wichtigsten Akteure aus Wissenschaft und Wirtschaft zusammen und beziehen darüber hinaus Partner aus Polen und Tschechien ein. In den Projekten Kohlenstoffketten, Carbontrans, Carbondemonstration oder dem beantragten Reallabor Greenhydrochem sollen Lösungen entwickelt und großmaßstäblich getestet werden, um nachhaltige technische Lösungen für den Strukturwandel bereitzustellen.

Welche Aktivitäten stehen 2019 an?

Die große Dynamik im Themenfeld Kohlenstoffkreislaufwirtschaft wollen wir nutzen, um das Geschäftsfeld weiter auszubauen. Neben dem Start neuer Projekte und dem Aufbau der Außenstelle in Freiberg werden wir die Technologieentwicklung und die Errichtung unserer Demonstrationsplattformen voranbringen. Zudem werden wir das erste sektorenübergreifende nationale Netzwerk für die Kohlenstoffkreislaufwirtschaft NK2 mit Partnern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik gründen, um den Austausch, die kritische Diskussion und die Entwicklung innovativer Technologien sowie deren Markttransfer voranzutreiben.

Prof. Dr.-Ing. Bernd Meyer

Studium der Verfahrenstechnik,
seit 2017 als Geschäftsfeldleiter »Chemische Umwandlungsprozesse« am Fraunhofer IMWS
+49 345 5589-8201
bernd.meyer@imws.fraunhofer.de

CARBONTRANS – EIN WEG ZUR ZIRKULÄREN KOHLENSTOFFWIRTSCHAFT

Die Fraunhofer Pilotanlage Carbontrans soll mit Hilfe der innovativen FlexiSlag-Technologie im Chemiepark Leuna jährlich bis zu 20.000 Tonnen kohlenstoffhaltige Abfälle und Reststoffe in Synthesegas umwandeln. Daraus lassen sich zum Beispiel Methanol und Kunststoffe erzeugen.

Weltweit werden jährlich 255 Millionen Tonnen kohlenstoffhaltige Abfälle verbrannt und tragen zur Freisetzung von Kohlendioxid bei. Zum Erreichen höherer Recyclingquoten für Kunststoffabfälle rücken neben den werkstofflichen Recyclingverfahren zunehmend chemische Verfahren in den Fokus, bei denen die kohlenstoffhaltigen Abfälle in ihre Grundbausteine zerlegt und anschließend zu hochwertigen Produkten umgewandelt werden.

Hier setzen die Aktivitäten der Außenstelle des Fraunhofer IMWS in Freiberg an. Dort wird für das chemische Recycling kohlenstoffhaltiger Abfälle und Reststoffe u. a. die innovative

FlexiSlag-Technologie entwickelt und eine Testanlage betrieben. In einem Reaktor werden die Ausgangsstoffe mit Sauerstoff und Wasserdampf bei Temperaturen von über 1000 °C zu Synthesegas, einem Gemisch aus überwiegend Wasserstoff und Kohlenmonoxid, umgewandelt. Synthesegase werden bisher hauptsächlich aus Erdöl und Erdgas gewonnen. Sie haben eine hohe Bedeutung als Ausgangsstoffe für die chemische Industrie, weil sich aus ihnen nach der Aufarbeitung unterschiedliche chemische Produkte wie zum Beispiel Olefine erzeugen lassen. Mit der zusätzlichen Integration von erneuerbarem Wasserstoff wird der Grundstein für eine ressourcenschonende, CO₂-emissionsarme, zirkuläre Kohlenstoffwirtschaft unter Wiederverwendung von Kohlenstoff aus dem Wirtschaftszyklus gelegt.



Kohlenstoffhaltige Reststoffe fallen in den verschiedensten Industriezweigen an und bieten ein großes Rohstoffpotenzial für die chemische Industrie.

Mit der Fraunhofer-Pilotanlage Carbontrans wird Mitteldeutschland Vorreiter in der Transformation zur Chemie 4.0.

Um diese Technologie hinsichtlich Einsatzstoff-Flexibilität, Effizienz und Verfügbarkeit weiterzuentwickeln und in die Großtechnik zu überführen, ist der Bau einer Pilotanlage erforderlich. Sie

soll bis 2024 im Chemiepark in Leuna (Saalekreis) entstehen und dort vollständig in den Verbund integriert werden. Das Gesamtprojekt besteht aus den Teilvorhaben Reaktorweiterentwicklung in Freiberg und Errichtung der Fraunhofer-Pilotanlage Carbontrans mit dem anschließenden Demonstrationsbetrieb in Leuna. Finanziert werden soll die Anlage unter anderem durch das Land Sachsen-Anhalt. Im Anschluss an die bis 2021 laufende Planungsphase wird die finale Investitionsentscheidung getroffen.

Dr.-Ing. Denise Klinger

Studium der Verfahrenstechnik an der TU Bergakademie Freiberg, seit 2017 als Gruppenleiterin »Kohlenstoffkreislauftechnologien« am Fraunhofer IMWS
+49 345 5589-8203
denise.klinger@imws.fraunhofer.de

NETZWERK KOHLENSTOFFKREISLAUFWIRTSCHAFT NK2

Das Fraunhofer IMWS möchte mit dem sektorenübergreifenden Netzwerk neue Wege gehen.

Mit dem neuen Netzwerk Kohlenstoffkreislaufwirtschaft NK2 möchten wir eine Plattform für Information, Wissensaustausch und intersektorale, aber auch internationale Vernetzung zwischen Abfall- und Energiewirtschaft, Chemischer Industrie und Anlagenbau etablieren.

Die chemische Industrie in Deutschland weist einen jährlichen Kohlenstoffbedarf von ca. 15 Millionen Tonnen auf, der überwiegend durch importiertes Erdöl und Erdgas gedeckt wird. Sie erzeugt daraus Produkte, die aus unserem täglichen Leben nicht wegzudenken sind. Die Kohlenstoffkreislaufwirtschaft eröffnet die Möglichkeit, die Rohstoffversorgung der chemischen Industrie auf eine nachhaltige Basis zu stellen. Kohlenstoff verbleibt dabei im System, anstatt als CO₂ freigesetzt zu werden und das Klima zu belasten. Recycling und Kreislaufführung von sekundären Rohstoffen sind dabei entscheidende Faktoren.

Die anstehenden Herausforderungen können von den beteiligten Industriezweigen nur gemeinsam angegangen werden. Aus diesem Grund initiiert das Fraunhofer IMWS unter Federführung des Geschäftsfelds Chemische Umwandlungspro-



Die chemische Industrie in Deutschland hat einen erheblichen Kohlenstoffbedarf



Die Sektorenkopplung innerhalb des Netzwerks fördert Innovation, Demonstration und Markttransfer CO₂-emissionsarmer Technologien für eine zirkuläre Kohlenstoffwirtschaft.

zesse das erste sektorübergreifende Netzwerk für Kohlenstoffkreislaufwirtschaft. Hier sollen Akteure aus den Bereichen Abfallwirtschaft, Chemische Industrie, Energiewirtschaft und Anlagenbau gemeinsam zukünftige technische Lösungen erarbeiten. In Workshops, Schulungen und Konferenzen werden neue Entwicklungen zur effizienten, nachhaltigen und wirtschaftlichen Gestaltung einer Kohlenstoffkreislaufwirtschaft

sowie für eine nachhaltige Gestaltung des Strukturwandels in den Braunkohleregionen vorgestellt und diskutiert. Im Vordergrund stehen innovative CO₂-emissionsarme Technologien für das

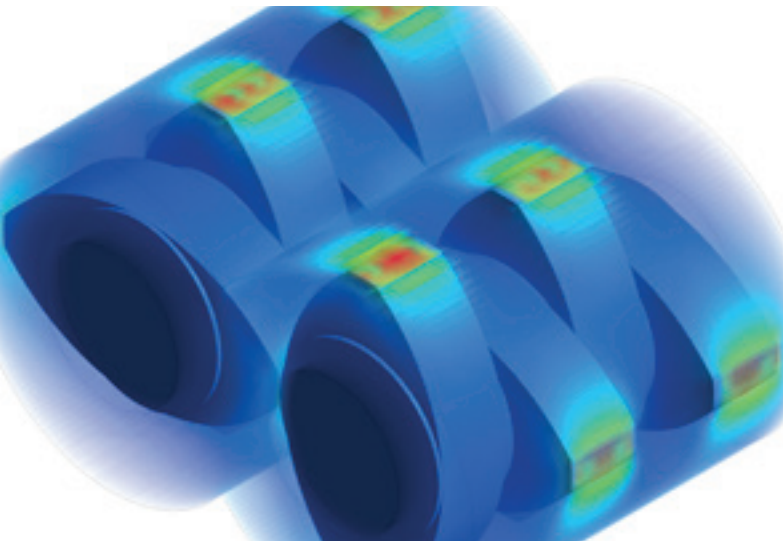
chemische Recycling von kohlenstoffhaltigen Abfällen und Reststoffen, die chemische Nutzung heimischer Kohlenstoffträger und die Einkopplung von Grünem Wasserstoff und/oder Strom sowie die Erzeugung kohlenstoffhaltiger Wertprodukte. Das Netzwerk wird dabei die gesamte Innovationskette von der Grundlagenforschung bis zur großtechnischen Anwendung abdecken.

Prof. Dr.-Ing. Bernd Meyer

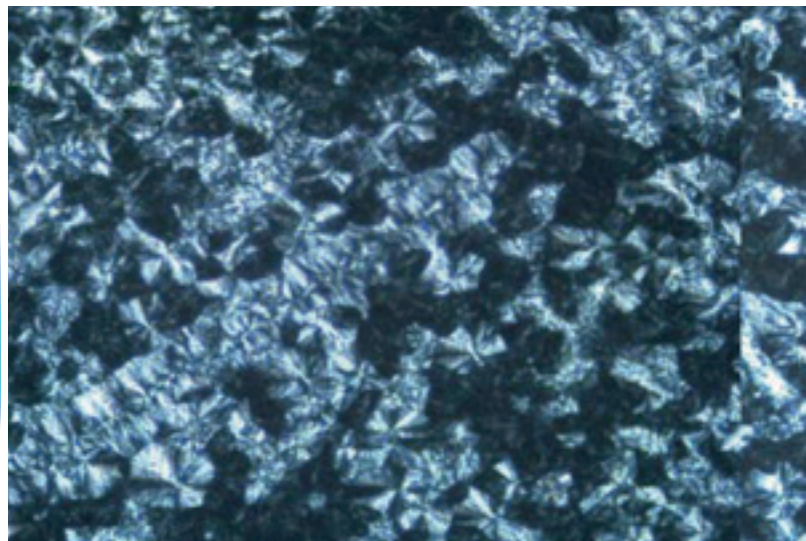
Studium der Verfahrenstechnik,
seit 2017 als Geschäftsfeldleiter »Chemische Umwandlungsprozesse« am Fraunhofer IMWS
+49 345 5589-8201

bernd.meyer@imws.fraunhofer.de

AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERFOLGE



30 | Digitale Entwicklungsplattform für thermoplastische Blends und Composite.



33 | Bewertung und Optimierung der Simulationsqualität in der Spritzgussherstellung.



32 | Erhöhung der Entwicklungseffizienz neuer Tapematerialien.



»EFFIZIENTER LEICHTBAU FÜR GROSSERIEN«

Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr.-Ing. Peter Michel

Was war Ihr persönliches Highlight im Jahr 2018 mit Blick auf das Geschäftsfeld?

Ein wichtiger Meilenstein war der Spatenstich zur Erweiterung des Fraunhofer-Pilotanlagenzentrums PAZ in Schkopau. Damit erschließen sich uns zusätzliche Möglichkeiten und die Wertschöpfungskette zur Herstellung von thermoplastischen Kompositen (TPC) kann geschlossen werden.

Neben der Anlage für Hochleistungs-Composite aus endlosfaserverstärkten Halbzeugen (UD-Tape) werden wir deren Weiterverarbeitung in lastgerecht gelegte Laminataufbauten ergänzen. Die Ausstattung mit Spritzgießtechnologie in Richtung der vertikal arbeitenden Maschinen eröffnet ganz neue Chancen, hybride TPC-Systeme in einem hochintegrierten One-Shot-Verfahren herzustellen. Diese Technik komplettiert die gerätetechnische Voraussetzung, um die im Geschäftsfeld entworfene Strategie umzusetzen und als innovativer FuE-Partner für Industriekunden im Bereich der Großserie ein attraktiver Ansprechpartner zu sein.

Welche Branchen und Märkte sprechen Sie an? Wie können Ihre Kunden von einer Zusammenarbeit profitieren?

Die Bandbreite reicht von Sportgeräten bis zu verstärkten Rohrleitungssystemen für Anwendungen als Wasser-Druckrohrleitungen oder in der Ölexploration. Hier bieten Kunststoff-basierte Systeme gegenüber Stahl erhebliche Gewichtseinsparung und einen besseren Korrosionsschutz. Unser wichtigster Markt ist aber der Mobilitätsbereich. Wir sind der Material- und Prozess-Spezialist für faserverstärkte Hochleistungsthermoplaste und großserienfähige, innovative Kautschuk-Komposite. Mit den Kunden arbeiten wir z. B. an Leichtbaumaterialien für den Automotive-Bereich oder die Luftfahrt. Die Auftraggeber profitieren von unserem Blick auf die gesamte Wertschöpfungskette, von Rohstoffauswahl über Verarbeitungstechnologie, daraus resultierende Verarbeitungs-Struktur- und Struktur-Eigenschafts-Beziehungen bis hin zu angestrebten Bauteileigenschaften.

Prozessbegleitende Inline-Prüfmethoden gehören dazu.

Das Jahr 2018 war am Fraunhofer IMWS stark von den Themen Nachhaltigkeit und Strukturwandel geprägt. Können Sie ein Projekt aus Ihrem Geschäftsfeld benennen, mit dem Sie sich dabei eingebracht haben?

Im Rahmen der Diskussionen zum Strukturwandel haben wir die Ergebnisse zum Thema Reifenrecycling analysiert und so neue Ansätze zu einem ganzheitlichen Recycling-Konzept aufgebaut. Dieses wurde von der Kommission »Wachstum, Strukturwandel, Beschäftigung« in ihrem Maßnahmenpapier berücksichtigt. Die weitere Planung und Ausgestaltung des Themas ist eine Herausforderung für die Zukunft.

Welche Aktivitäten stehen 2019 an?

Wir beschäftigen uns intensiv mit den Themen Künstliche Intelligenz und Digitalisierung. Im Rahmen des von der Fraunhofer-Gesellschaft unterstützten Marktvorlauf-Forschungsvorhabens »digital TPC« werden wir unsere Kompetenzen in diesen Bereichen deutlich steigern. Die aktuellen Diskussionen mit Industriepartnern zeigen deren großes Interesse.

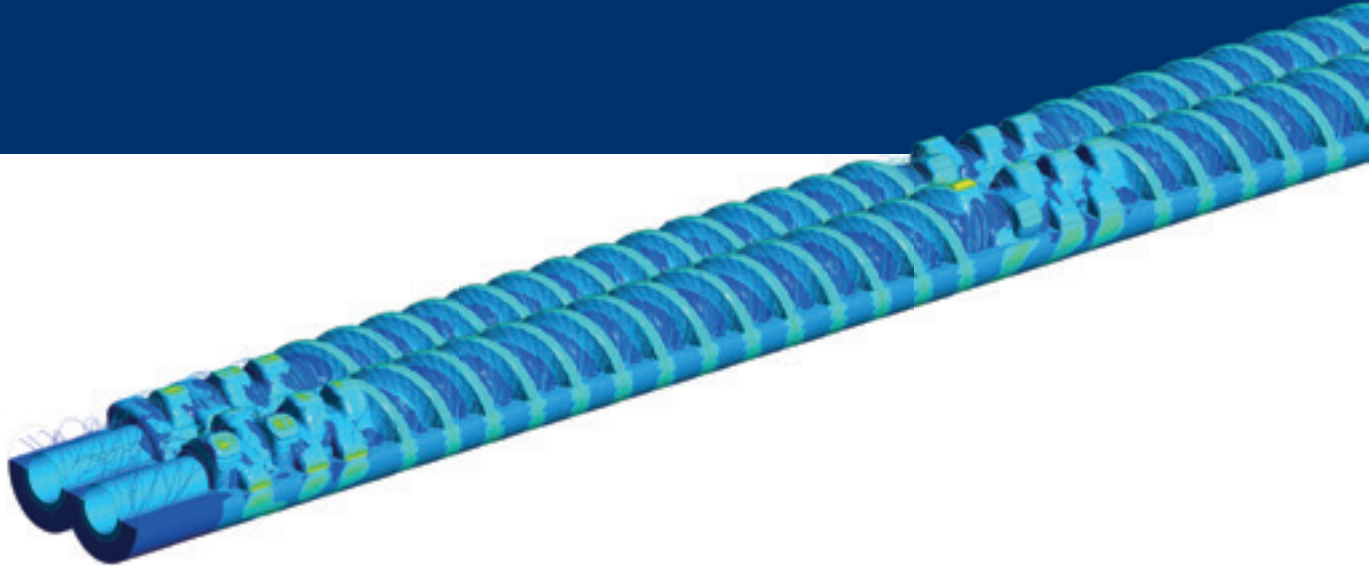
Prof. Dr.-Ing. Peter Michel

Studium des Maschinenbau, Fachrichtung Kunststofftechnik, seit 2013 Geschäftsfeldleiter »Polymeranwendungen« und Leiter Polymerverarbeitung am Fraunhofer PAZ

+49 345 5589-203

peter.michel@imws.fraunhofer.de

DIGITALE ENTWICKLUNGSPLATTFORM FÜR MASSGESCHNEIDERTE THERMOPLASTE



Durch eine digitale Entwicklungsplattform für die Rezeptierung und Verarbeitung von thermoplastischen Blends und Compositen sollen Entwicklungszyklen beschleunigt und ein besseres Verständnis für resultierende Eigenschaften und das Verarbeitungsverhalten geschaffen werden.

Der Begriff »Industrie 4.0« steht für die vierte industrielle Revolution – eine neue Stufe der digitalen Organisation und Steuerung der Wertschöpfungskette über den gesamten Lebenszyklus von Produkten. Die virtuelle Vernetzung macht es möglich, im Entstehungsprozess eines Bauteils alle relevanten Informationen sämtlicher beteiligter Faktoren zu sammeln, die sowohl Einfluss auf die Eigenschaften als auch auf den Ressourcenverbrauch und die Kosten haben.

Wissenschaftler am Fraunhofer-Pilotanlagencentrum für Polymersynthese und -verarbeitung in Schkopau arbeiten an einer solchen digital begleiteten Prozesskette für Bauteile aus thermoplastischen Misch- und Verbundwerkstoffen (Blends und Composite).

Im Forschungsprojekt »DigiLab« entsteht eine virtuelle Entwicklungsplattform als Beitrag zur Industrie 4.0 in der Kunststoffindustrie, mit der sich die Rezeptur ebenso wie die Verarbeitung von maßgeschneiderten Thermoplasten simulieren lässt. Dabei werden die Prozesskettensimulation, die Materialmodellierung und die Prozesskettenoptimierung gleichermaßen berücksichtigt. Mithilfe von Modellierungs- und

Simulationstools analysiert und identifiziert man die Mikrostruktur- und Eigenschaftsentwicklung von thermoplastischen Blends und Compositen während der Aufbereitung und Verarbeitung. Die Firmen Exipnos GmbH, AppsolutEinfach UG und Ematik GmbH sowie der Polykum e.V. beteiligen sich als assoziierte Partner an dem Forschungsvorhaben.

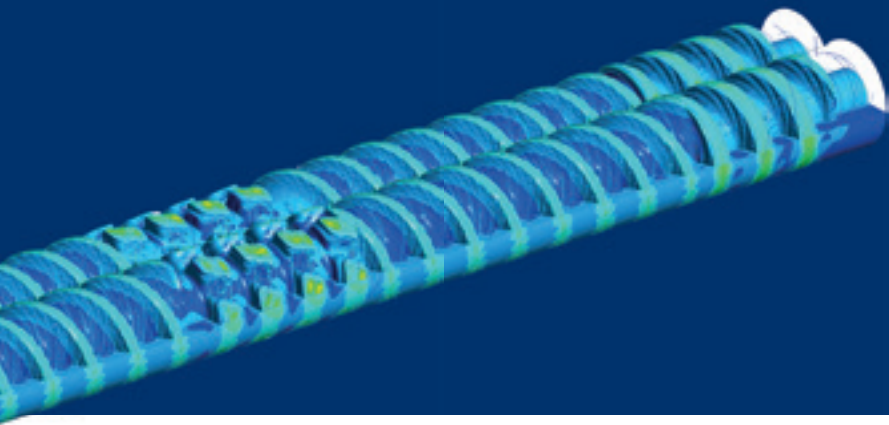
Zunächst ist es erforderlich, die wissenschaftlichen Grundlagen für die Rezeptierung und Verarbeitung von modifizierten und verstärkten Thermoplasten genau zu erforschen. Konkret

wird dafür eine Prozessketten-simulation entwickelt, die die prozessabhängigen Mikrostruktur-Eigenschaftsbeziehungen entlang der Prozesskette abbildet.

Es soll eine Vorhersage möglich werden, wie die Mikrostruktur des Kunststoffes an einzelnen Punkten des Verarbeitungsprozesses beschaffen ist und welche Eigenschaften das Material an diesen Punkten jeweils hat.

Die hierfür zu betrachtende Prozesskette für thermoplastische Kunststoffe besteht im Wesentlichen aus der Kombination zweier Komponenten. Zum Einen ist das die Spritzgussverarbeitung. Zum anderen handelt es sich um das Aufbereitung von Kunststoffen durch die Beimischung von Füllstoffen

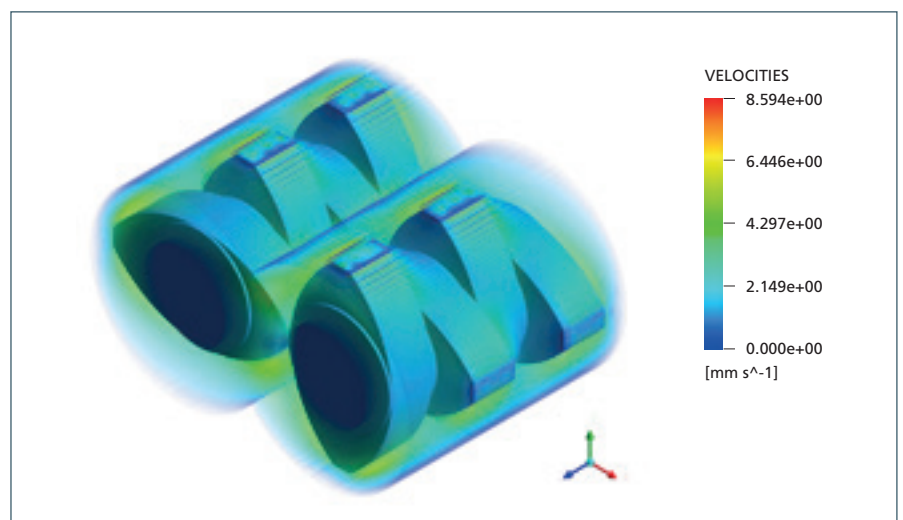
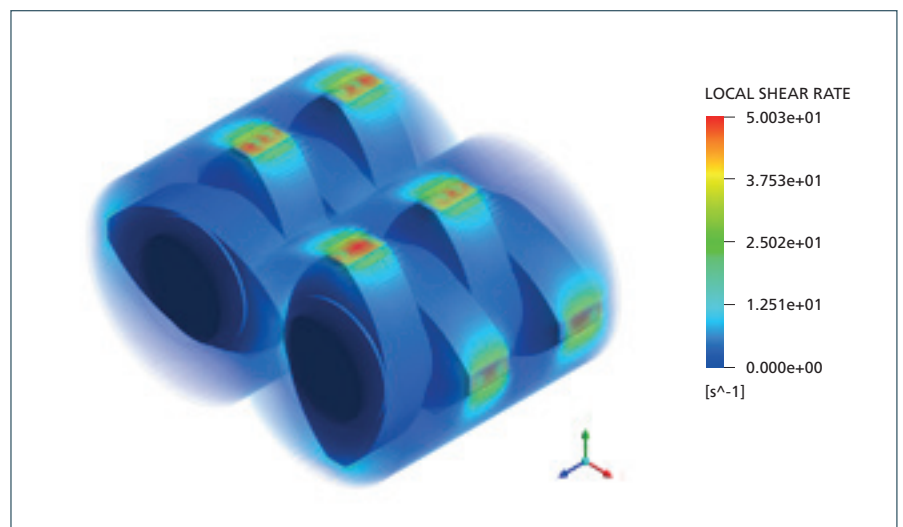
Effiziente Entwicklung von neuen Rezepturen und Bauteilen in der Kunststoffindustrie.



Numerische Simulation der Compoundierung von mehrkomponentigen Thermoplasten zur Prognose der entstehenden Mikrostruktur.

oder Additiven, die Compoundierung, durch maschinelles Aufschmelzen und Formgeben in Ein- und Doppelschneckenextrudern. Ziel des Forschungsprojektes ist es, eine virtuelle Plattform zu entwickeln, die diese beiden bisher getrennt voneinander betrachteten Teilprozesse in einer übergreifenden Prozesskettensimulation abbildet. Sie soll insbesondere für die Optimierung von Direktverarbeitungsprozessen genutzt werden. Dies ist die Grundlage für die Herstellung von prozessabhängigen, maßgeschneiderten und mehrkomponentigen Thermoplasten.

Um zukünftig eine optimale Gestaltung und intelligente Steuerung der Prozessschritte zur Dosierung, Compoundierung und zum Spritzgießen vornehmen zu können, werden alle relevanten Parameter entlang der Material- und Prozessentwicklung für die Herstellung von Thermoplasten ausgewertet. Bei erfolgreicher Umsetzung dieser Entwicklungsplattform würde der Kunststoffindustrie eine effiziente Lösung für die virtuelle Auslegung von Kunststoffverarbeitungsprozessen zur Verfügung stehen. Damit soll das Vorhaben ebenfalls aufzeigen, welche Möglichkeiten in der Digitalisierung der Werkstoffentwicklung stecken, die Fraunhofer im Rahmen des Materials Data Space vorantreibt. Für den industriellen Anwender soll hierdurch ein effizientes Werkzeug zur Auslegung von innovativen Kunststoffprodukten geschaffen werden.



Numerische Simulation der lokalen Schergeschwindigkeit (oben) und lokalen Strömungsgeschwindigkeit (unten) bei der Compoundierung von mehrkomponentigen Thermoplasten zur Prognose der entstehenden Mikrostruktur.

Dr.-Ing. Patrick Hirsch

Studium des Wirtschaftsingenieurwesens an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg,
seit 2008 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IMWS,
+49 345 55 89-264
patrick.hirsch@imws.fraunhofer.de

UD-TAPE-HERSTELLUNG UND MIKROSTRUKTURBASIERTE PROZESSOPTIMIERUNG

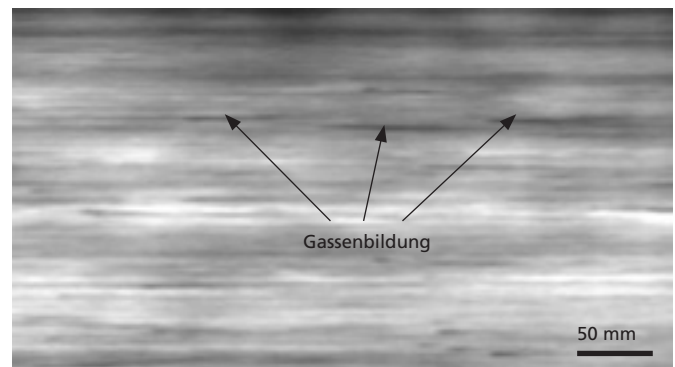
Eine gemeinsam mit dem Maschinenbauunternehmen KraussMaffei Berstorff entwickelte neue Anlage am Fraunhofer Pilotanlagenzentrum in Schkopau zur Herstellung von UD-Tapes eröffnet vielfältige neue Anwendungsfelder für den großserienfähigen Leichtbau.

UD-Tapes sind Bänder mit unidirektional ausgerichteten Verstärkungsfasern, u. a. aus Glas oder Kohlenstoff, die in eine thermoplastische Matrix eingebettet werden. Die Tapeherstellung erfolgt mittels Schmelze-Benetzung von Endlofasern, die unter Spannung über eine Spreizeinrichtung geführt werden, um ein möglichst homogenes und dünnes Faserbett zu erhalten. Auf einer Breite von maximal 500 Millimetern werden die Fasern im Faserbett mit einem Matrixkunststoff imprägniert. Im weiteren Fertigungsprozess wird das Tape gekühlt, randbeschnitten und auf Rollen gewickelt. Die Anlage läuft mit einer Geschwindigkeit von bis zu 20 m/min bei Temperaturen von maximal 350 °C. Die Tapequalität wird von einer Vielzahl von Prozessparametern beeinflusst. Maßgeblich sind u. a. die konstante Tapedicke über die Breite und Länge, die homogene Anordnung der Verstärkungsfasern und ihre vollständige Imprägnierung mit dem thermoplastischen Matrix-Kunststoff.

Die UD-Tape-Anlage erlaubt eine Herstellungsgeschwindigkeit von bis zu 20 m/min bei Temperaturen bis 350 °C.

Zur sicheren Erfüllung der anwendungsrelevanten Anforderungen bei der Tape-Material-Entwicklung ist die prozessbegleitende Charakterisierung der Tapes notwendig. Neben mechanischen und physikalischen Kennwerten, spielt die Untersuchung der Mikrostruktur eine wichtige Rolle. Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen des Tape-Querschnittes geben z. B. Aufschluss über die Anordnung der Fasern als Ergebnis der Spreizung sowie die Imprägnierung der Einzelfilamente. Durch zerstörungsfreie, bildgebende Inline-Prüftechniken gewinnt man bereits im laufenden Prozess Informationen über morphologische Qualitätsmerkmale. Mit Hilfe aktiver thermo-

graphischer Verfahren lässt sich z. B. die Bildung von Gassen zwischen den einzelnen Fasersträngen detektieren, die eine Anpassung der Anlageneinstellungen erfordern. So wird die Entwicklungseffizienz neuer Tapematerialien deutlich erhöht. Die Technologie ist für die Fertigung in Großserie geeignet, ein wichtiger Aspekt etwa für die Automobilindustrie. Dort können dank neuer, leistungsfähiger Leichtbau-Werkstoffe auf Basis von UD-Tapes das Fahrzeuggewicht und damit der Schadstoffausstoß verringert werden.



Inline-Thermographie-Aufnahme eines Polypropylen-Glasfaser-UD-Tapes zeigt eine Gassenbildung zwischen den Fasersträngen.

Benjamin Tillner

Studium der Polymer Material Science an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg,

seit 2015 am Fraunhofer IMWS,

seit 2018 wissenschaftlicher Mitarbeiter

+49 0345 5589-452

benjamin.tillner@imws.fraunhofer.de

Thomas Wagner

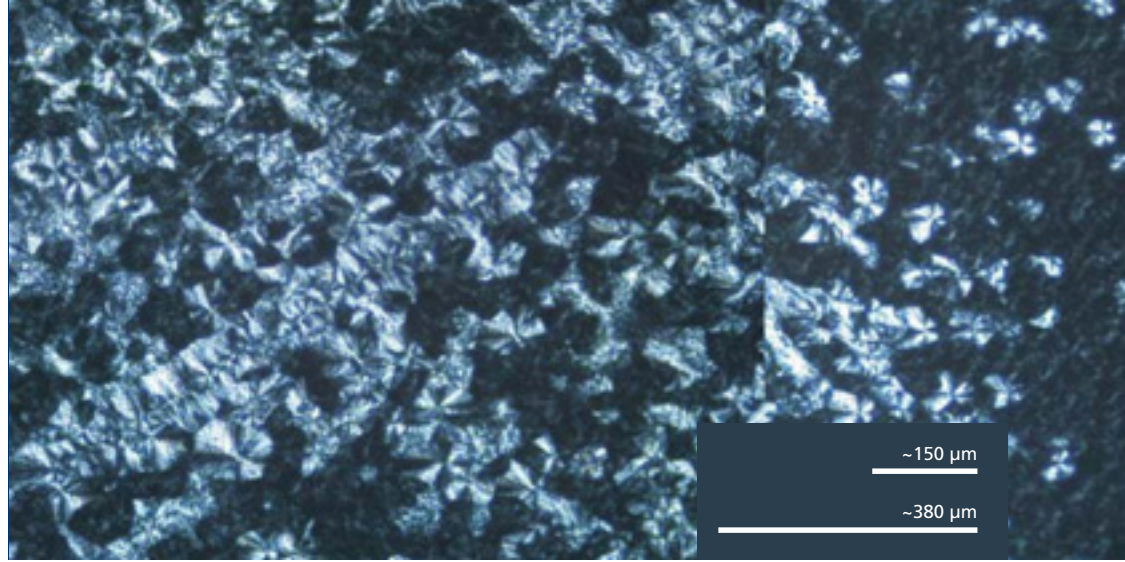
Studium des Wirtschaftsingenieurwesens an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg,

seit 2010 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IMWS,

+49 0345 5589-216

thomas.wagner@imws.fraunhofer.de

Lokal unterschiedlicher
Kristallisationszustand eines
teilkristallinen Polymers in der
Nähe der Außenwand (rechts)
in einer polarisationsoptischen
Aufnahme.



KRISTALLISATIONSTEUERUNG IM SPRITZGUSS

Für die Herstellung optimierter Bauteile und kürzere Entwicklungszeiten arbeitet das Fraunhofer IMWS mit Industriepartnern daran, in Simulationen von Fertigungsprozessen und Kunststoffbauteil-Eigenschaften den Kristallisationszustand von teilkristallinen Polymeren zu berücksichtigen.

Kunststoffbauteile sollen leistungsfähig sein, günstig und schnell herzustellen, gut zu recyceln und vieles mehr. Um diesen Ansprüchen genügende Bauteile zu entwickeln, sind numerische Simulationsmethoden von wachsender Bedeutung. Hersteller setzen zur Vorhersage der Eigenschaften spritzgegossener Kunststoffbauteile mehr und mehr auf mathematische Modelle. Gewöhnlich werden teilkristalline Thermoplaste dabei als homogene Materialien mit einheitlichen mechanischen Eigenschaften betrachtet. Entscheidend für ihre Eigenschaften ist aber auch die lokal unterschiedliche Struktur des kristallisationsfähigen Materials. Der lokal verschiedene und prozessabhängige Kristallisationszustand von Polymeren bleibt in Simulationen bisher weitgehend unberücksichtigt, was deren Aussagekraft beeinträchtigt. Hier setzen Forschungsaktivitäten des Fraunhofer IMWS zur Kristallisationssteuerung im Spritzguss an.

Die Berücksichtigung des Kristallisationszustands von Spritzgussbauteilen verbessert die Simulationsqualität.

Wenn die Kunststoff-Schmelze erstarrt, ordnen sich die Polymerketten in einer speziellen teilkristallinen Struktur.

Ihr Aussehen hängt von den Abkühl- und Strömungsverhältnissen oder auch Füllstoffen im Polymer ab und beeinflusst sowohl die mechanischen, thermischen oder optischen Eigenschaften als auch das Schwindungs- und Verzugsverhalten von Spritzgussteilen. In einem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung

geförderten Projekt mit der Exipnos GmbH und der SimpaTec GmbH arbeitet das Fraunhofer IMWS an der Beseitigung von Schwächen einschlägiger Bauteilsimulationen. Zur Verbesserung der Vorhersagekraft numerischer Simulationen unter Einbeziehung des Kristallisationszustands erforschen wir kristallisationskinetische Modelle und setzen problemangepasste kalorimetrische Messmethoden ein. Ein Vergleich der Vorhersagen mit tatsächlichen Messwerten für Demonstrator-Bauteile wird genutzt, um die Simulationsqualität zu bewerten und zu optimieren. So lassen sich bessere Ergebnisse erzielen und perspektivisch sogar die Kristallisation im Spritzgussprozess steuern. Kunststoffbauteile und ihre Eigenschaften können so noch besser auf konkrete Anwendungsfälle zugeschnitten sowie Entwicklungsprozesse beschleunigt werden.

Prof. Dr. Mario Beiner

Studium der Polymerphysik an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, seit 2011 am Fraunhofer IMWS,
Wissenschaftlicher Leiter Geschäftsfeld Polymeranwendungen
+49 345 5589-247
nasir.mahmood@imws.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Nasir Mahmood

Studium der Polymerwerkstoffe an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg,
seit 2018 wissenschaftlicher Mitarbeiter Fraunhofer IMWS
+49 345 5589-251
nasir.mahmood@imws.fraunhofer.de

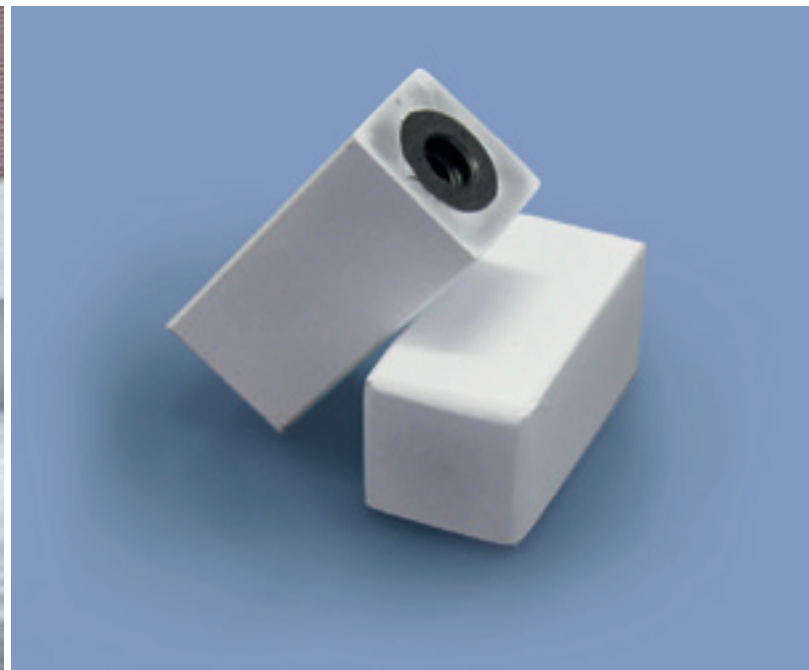
Dr. Heiko Huth

Studium der Physik an der Universität Rostock,
seit 2017 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IMWS
+49 345 5589-7027
heiko.huth@imws.fraunhofer.de

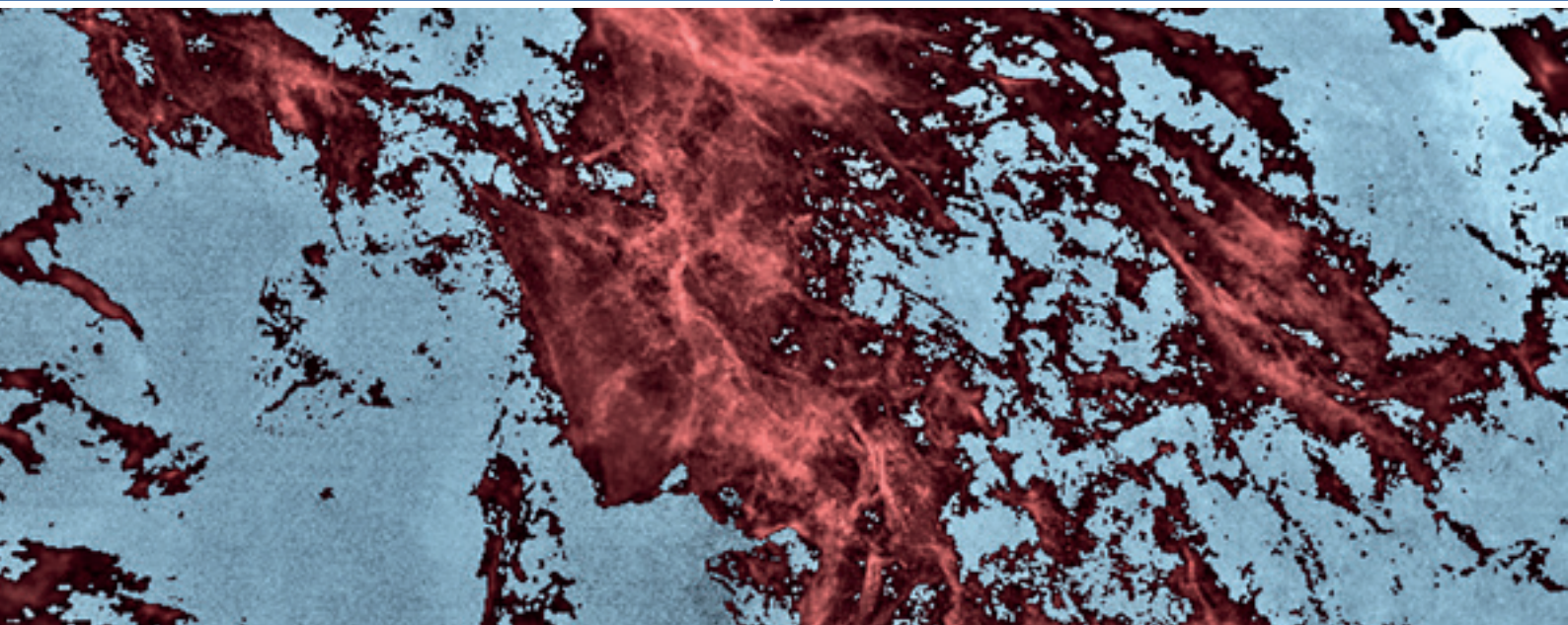
AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERFOLGE



36 | Entwicklung neuer Labormessmethodik zur Bewertung von Strahlpulvern.



39 | Erforschung zuverlässiger biologisch inerer Kunststoffimplantate.



38 | Neue Applikationsformen für eine lokale Antibiotika-Behandlung bei Parodontitis.



»BIOBASIERTE MATERIALIEN FÜR EINE NACHHALTIGE ZUKUNFT«

Interview mit Geschäftsfeldleiter Dr. Christian Schmelzer

Was war Ihr persönliches Highlight im Jahr 2018 mit Blick auf das Geschäftsfeld?

Im August 2018 übernahm ich die Leitung des Geschäftsfeldes »Biologische und Makromolekulare Materialien«. Die damit verbundenen neuen Aufgaben und Gestaltungsmöglichkeiten motivieren mich ebenso wie die engagierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Geschäftsfeldes. Persönlich hat mich zudem sehr gefreut, dass sich das Fraunhofer-interne ATTRACT-Projekt »SkinNext« sehr gut entwickelt hat. Wir konnten es im Herbst 2018 gemeinsam mit den Aktivitäten der Oberflächenfunktionalisierung in der Gruppe »Biofunktionale Materialien für Medizin und Umwelt« dauerhaft etablieren.

Welche Branchen und Märkte sprechen Sie an? Wie können Ihre Kunden von einer Zusammenarbeit profitieren?

Wir arbeiten eng mit Unternehmen aus den Bereichen Medizin, Pflege und Umwelt zusammen. Dabei stehen die Materialforschung für Dental-, Personal Care und Medizinprodukte sowie die Biofunktionalisierung von Oberflächen im Vordergrund. Neben der Forschung im öffentlichen Bereich stehen wir unseren Industriepartnern von der Forschung und Entwicklung über die Qualitätskontrolle bis hin zum Claim Support und zur Unterstützung des auf wissenschaftlichen Erkenntnissen basierten Marketings zur Seite. Was uns antreibt, ist unsere Leidenschaft innovative Lösungen zu entwickeln, die die Lebensqualität der Menschen verbessern.

Das Jahr 2018 war am Fraunhofer IMWS stark von den Themen Nachhaltigkeit und Strukturwandel geprägt. Können Sie ein Projekt aus Ihrem Geschäftsfeld benennen, mit dem Sie sich dabei eingebracht haben?

Das Bevölkerungswachstum ebenso wie die steigende Lebens-

erwartung und Veränderungen im Gesundheitsbewusstsein schaffen neue Herausforderungen für Medizin und Umwelt und damit für die eingesetzten Materialien. Das Thema Nachhaltigkeit ist daher ein fester Bestandteil unserer Arbeit. Im vergangenen Jahr haben wir z. B. im Rahmen des Spitzenclusters BioEconomy das Projekt KosLigCel erfolgreich abgeschlossen. Wir untersuchten hier gemeinsam mit zwei Partnern aus der Wirtschaft umweltfreundliche Materialien als Ersatz für Mikroplastik in Kosmetikartikeln. In weiteren Projekten erforschen wir aktuell den Einsatz von biobasierten Materialien für die Verwendung in Medizinprodukten und Hygieneartikeln.

Welche Aktivitäten stehen 2019 an?

Zunächst freuen wir uns auf die Zusammenarbeit mit Partnern aus Industrie und Forschung in zahlreichen spannenden Projekten. Darüber hinaus gilt es 2019, die strategische Neuausrichtung des Geschäftsfeldes weiter voranzubringen, um so für die Themen von morgen gut aufgestellt zu sein. In diesem Zusammenhang gilt es, wichtige Investitionen auf den Weg zu bringen, uns personell zu verstärken und unsere interdisziplinären Kompetenzen in den Material- und Biowissenschaften zu erweitern.

Dr. Christian Schmelzer

Studium der Physikalischen Technik an der HS Merseburg,

seit 2016 am Fraunhofer IMWS,

seit 2018 Komm. Geschäftsfeldleiter »Biofunktionale Materialien für Medizin und Umwelt«

+49 345 5589-116

christian.schmelzer@imws.fraunhofer.de

INNOVATIVE STRAHPULVER ZUR PROFESSIONELLEN ZAHNREINIGUNG

Pulverstrahlen ist eine Komponente der professionellen Zahnreinigung. Mit Hilfe der entwickelten Labor-Messmethodik zur Bewertung der Reinigungseigenschaften wird das Potenzial des neuen, abtragsarmen auf Trehalose basierten Strahlpulvers gezeigt.

Pulverstrahlen (Air Polishing) ist mit präventiver und therapeutischer Anwendung eine wesentliche Komponente der professionellen Zahnreinigung bzw. des Biofilm-Managements. Dabei wird ein Gemisch aus pulverförmigen Putzkörpern, Wasser und Luft eingesetzt, das in herstellerspezifischen Geräten aufbereitet und mit Hilfe spezieller Düsen auf die Zahnoberflächen gerichtet wird.

Das Verfahren benötigt weniger Zeit als klassische mechanische Methoden und ist für den Patienten bei richtiger Anwendung schmerzfrei. Es gilt daher heute als anerkannt und zeitgemäß. Die Anwen-

dung erfolgte zunächst oberhalb des Zahnfleischsaums (supragingival). Seit etwa 2010 wird das Verfahren auch in der Zahnfleischtasche (subgingival)

zur Entfernung von Ablagerungen auf Zahnwurzeloberflächen und des Biofilms im Rahmen der Erhaltungstherapie bei Parodontitis eingesetzt. Daneben gewinnt das subgingivale Air Polishing auch von Zahnimplantat-Oberflächen an Bedeutung, da eine regelmäßige Biofilmentfernung für den Erhalt des Implantats wesentlich ist. Während die supragingivale Anwendung als präventive Maßnahme eingesetzt wird, ist

das subgingivale Air Polishing in seiner Wirkung durchaus therapeutisch.

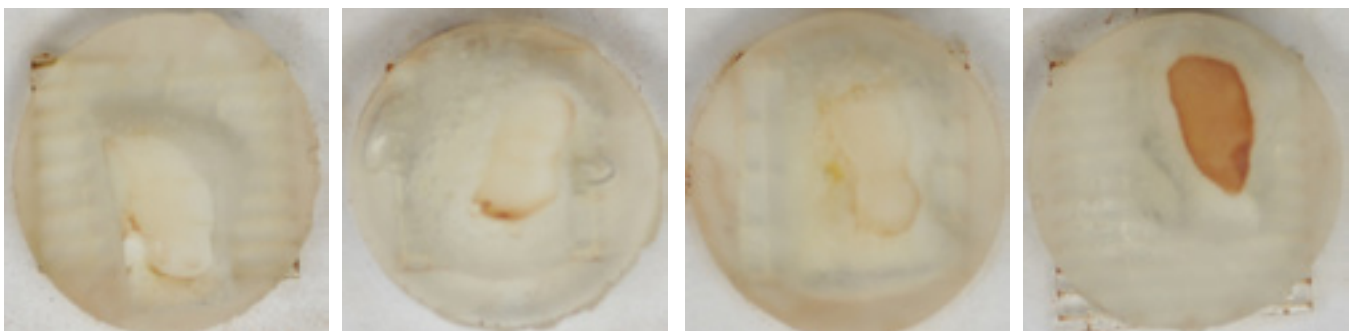
Die Erweiterung der Indikationen und des Anwendungsfelds ging mit der Weiterentwicklung der Strahlpulver und der zugehörigen Applikationsgeräte einher. Während zunächst Natriumbicarbonat supragingival als Putzkörper eingesetzt wurde, entwickelte man für den subgingivalen Einsatz schonende, abtragsarme und wasserlösliche Strahlpulver wie Glycin und Erythritol. Zu stark abreibendes oder intensives Air Polishing kann die Oberfläche von Restaurationen aufrauen,

die Implantat-Oberflächen nachteilig verändern und beim subgingivalen Einsatz für Heilungsprozesse wichtige Gewebe schädigen.

Es gibt relativ wenige Studien, die die komplexen Einflüsse der

Verfahrensparameter, u. a. Pulvermenge oder Strahlgeschwindigkeit des Air Polishing, untersuchen. Die Studien erfassen jeweils nur ausgewählte Anwendungsparameter wie bspw. Auftreffwinkel oder Dauer des Air Polishing pro Flächeneinheit. Damit erfüllen sie oft nicht die Ansprüche an systematische parametrische Studien. Dazu kommt, dass die jeweiligen Geräte eine Art »Black Box« darstellen, da der Zusammen-

Die Reinigungsleistung von Trehalose-basiertem Strahlpulver ist mit anderen Produkten vergleichbar.



Fotografie ausgewählter Proben nach Reinigung mit verschiedenen Prophylaxepulvern: Natriumbicarbonat, Glycin, Trehalose, Wasser (v. l.)



hang zwischen technischen Spezifikationen und deren Auswirkungen auf Parameter wie z. B. Pulvermenge, Zusammensetzung des Gemisches oder Geschwindigkeit des Strahls weitgehend unbekannt sind.

Der Fokus derzeitiger Material- und Technologieforschungen liegt auf der Entwicklung innovativer Strahlpulver, mit denen eine möglichst hohe Reinigungsleistung bei geringstem Abtrag der Zahnhartsubstanz sowie minimaler Schädigung von Zahnfleisch und Rekonstruktionen erzielt werden kann.

In Zusammenarbeit mit den Unternehmen Dürr Dental/orochemie, die abtragsarme Strahlpulver entwickeln, wurde am Fraunhofer IMWS eine experimentelle Methodik zur Bewertung der reinigenden Wirkung von Strahlpulvern etabliert. In der experimentellen Anordnung wurden eingebettete und plan geschliffene Zahnkronen humaner Weisheitszähne mit Schwarztee künstlich verfärbt. Zur Realisierung repräsentativer und reproduzierbarer Strahlbewegungen wurden die verfärbten Zahnproben in einen Aufbau integriert und mit folgenden Parametern behandelt:

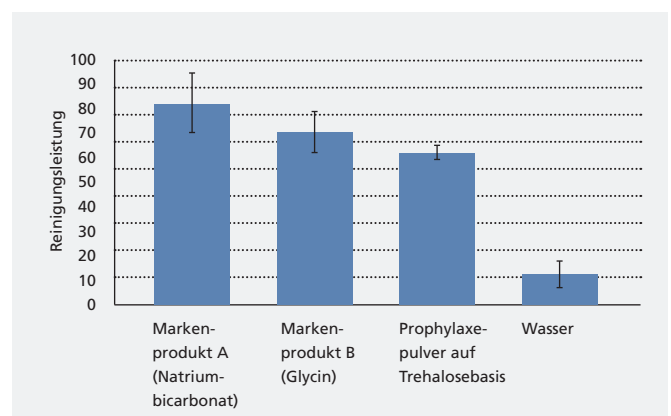
- Zickzack-Bewegung mit einem Fahrweg von 5 mm des Probestisches
- Pulver- und Wasserzufuhr jeweils 50 Prozent
- 1 Zyklus, Geschwindigkeit 15 mm/s
- 4 bar Luftdruck am Pulverstrahlgerät
- Probenabstand 1 cm
- maximale Pulverkammerbefüllung

In dem hier vorgestellten Versuch wurden drei Strahlpulver getestet:

1. Prophylaxepulver auf Basis des Disaccharids Trehalose,
2. ein Markenprodukt A auf Basis von Natriumbicarbonat und
3. ein Markenprodukt B auf Glycinbasis.

Eine Probenbehandlung nur mit Wasser diente als Negativkontrolle. Zur Quantifizierung des Reinigungserfolges wurden fotografische und kolorimetrische Messungen zur Bestimmung der $L^*a^*b^*$ -Werte (Farbkennwerte) vor und nach dem Verfärben sowie nach der Pulverstrahlreinigung durchgeführt. Aus diesen Farbkennwerten erfolgte die Ermittlung der prozentualen Reinigungsleistung.

Unter Beachtung der Standardabweichungen zeigen sich nur geringe Unterschiede in den Reinigungsleistungen. Diese war für Markenprodukt A etwas höher als für Markenprodukt B, gefolgt von dem Trehalose-Prophylaxepulver. Dessen Reinigungsleistung ist mit der des Glycin-basierten Pulvers vergleichbar und somit zur wirksamen Reinigung von Zahnoberflächen geeignet. Die marginale Reinigung durch Wasser bestätigte die Wirksamkeit der getesteten Pulverstrahlmaterialien.



Aus Farbmessungen ermittelte Reinigungsleistung verschiedener Prophylaxepulver

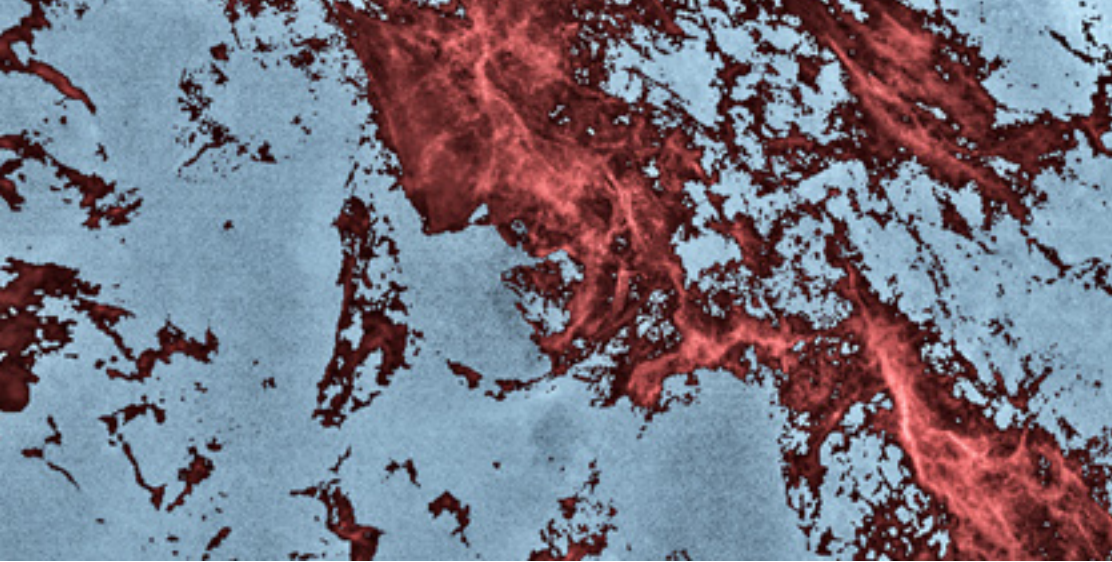
Dipl.-Ing. Maria Morawietz

Studium der Biomedizinischen Technik,

seit 2006 als Projektleiterin am Fraunhofer IMWS

+49 345 55 89-285

maria.morawietz@imws.fraunhofer.de



Zur Bewertung der Haftungseigenschaften verschiedener Testformulierungen (rot) an der Schleimhaut (grau) wurde ein Schleimhaut-Modell mit fluoreszenzmikroskopischer Auswertung entwickelt. Die Abbildung bestätigt eine gute Haftung der Formulierung auf der Schleimhaut.

NEUE APPLIKATIONSSYSTEME ZUR LOKALEN PARODONTITIS-THERAPIE

Parodontitis ist eine chronische Erkrankung des Zahnhalteapparats, die das Risiko für systemische Erkrankungen erhöhen kann. Neue Applikationsformen sollen eine wirksame lokale Antibiotika-Behandlung bei Minimierung der negativen Begleiterscheinungen ermöglichen.

Parodontitis, eine Erkrankung des Zahnbetts, betrifft fast jeden zweiten Erwachsenen in Deutschland. Ursache ist die Interaktion spezifischer oraler Mikroorganismen mit der lokalen Immunantwort. Parodontitis kann zu Zahnverlust führen und auch das Risiko für Diabetes und Herz-Kreislauf-Erkrankungen erhöhen. Da die alleinige Entfernung der pathogenen Beläge oft nicht ausreicht, werden Antibiotika eingesetzt. Die systemische Gabe ist allerdings mit Nebenwirkungen verbunden und zunehmend kontraindiziert. Zusammen mit dem Fraunhofer IZI-MWT, Prof. Karsten Mäder

Die entwickelten Formulierungen sind den bisher auf dem Markt befindlichen deutlich überlegen.

vom Institut für Pharmazie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und Prof. Sigrun Eick vom Labor für Orale Mikrobiologie der Universität Bern forscht ein Team des Fraunhofer IMWS an neuen Applikationsformen. Ziel ist eine einfache Anwendung mit mehrwöchiger hoher lokaler Antibiotika-Konzentration (Tetracyclin). Die Plattform soll später auf andere Substanzen und Einsatzgebiete erweitert werden.

Aufgabe des Fraunhofer IMWS ist es, die physikochemischen Eigenschaften der neuen Applikationsformen zu analysieren. Dazu werden Testmodelle zur Wechselwirkung mit Hart- und

Weichgeweben entwickelt. Im Mittelpunkt stehen die Anhaftungseigenschaften der Formulierungen, die das Transportmittel für Wirkstoffe darstellen. Materialverträglichkeits-

untersuchungen sollen prüfen, ob es negative Interaktionen mit Dentalmaterialien gibt. Hier zeigen die neuen Formulierungen bisher sehr gute Einsetzeigenschaften.

Die Untersuchungen zur Wirkstofffreisetzung erfolgten am Fraunhofer IZI-MWT unter regulatorischen und Pharma-nahen Bedingungen. Dabei wurden, ähnlich der Testungen zur biologischen Wirksamkeit, Ergebnisse erzielt, die belegen, dass die entwickelten Formulierungen den bisher auf dem Markt befindlichen Produkten, sowohl in der Freisetzung als auch in der Handhabung, deutlich überlegen sind.

Das Projekt wird bis September 2019 im Rahmen des Schwerpunkts »S2 Ganzheitliche Wirkstoffsysteme« im Leistungs- und Transferzentrum Chemie- und Biosystemtechnik durchgeführt.



Prüfung der Freisetzung des Wirkstoffs unter Gute Laborpraxis-Bedingungen mittels Massenspektrometrie und HPLC (high performance liquid chromatography).

Dr.-Ing. Sandra Sarembe

Studium der Materialwissenschaften,

seit 2007 am Fraunhofer IMWS, seit 2013 Projektleiterin

+49 345 5589-256

sandra.sarembe@imws.fraunhofer.de

BIOMIMETISCHE BESCHICHTUNGEN FÜR IMPLANTAT-KUNSTSTOFFE

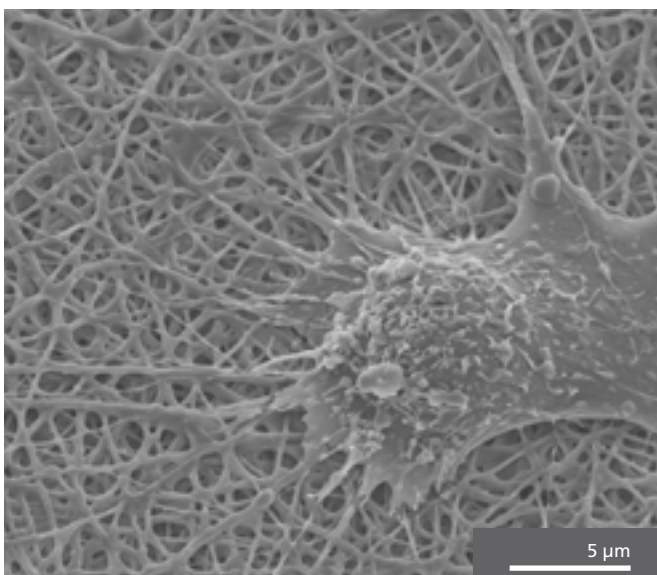
Mittels Elektrosplein-Verfahren werden biomimetische, stabile Protein-Vliesbeschichtungen für Implantate entwickelt, die die Struktur des umliegenden Gewebes nachahmen. Dadurch wird ein besseres Einwachsen der Kunststoffimplantate ermöglicht und deren Zuverlässigkeit erhöht.

Polyetheretherketon (PEEK) ist ein technischer Thermoplast, der sich aufgrund seiner hervorragenden physikalischen Eigenschaften zum bedeutendsten Kunststoff für den Ersatz von Metallimplantaten entwickelt hat. Nachteilig sind jedoch seine biologisch inerten Oberflächeneigenschaften, die die Protein- und Zellanhaftung verhindern und somit die Integration des Implantats erschweren. Optimierungen der Oberflächeneigenschaften von PEEK, durch die biologische Wechselwirkungen ermöglicht werden, sind daher von großem Interesse. Mit diesem Ziel wird in Kooperation mit der SpinPlant GmbH am Fraunhofer IMWS seit 2017 an der Entwicklung einer Beschichtungstechnologie für PEEK-Implantate, basierend auf dem Prozess des Elektrospleinens, gearbeitet.

Zuverlässigere Wirbelsäulenimplantate durch Beschichtungen mit gewebe-ähnlichen Faserstrukturen.

Biologisch verträgliche und abbaubare Fasern aus Bindegewebsproteinen können ein unterstützendes Geflecht für die Verankerung von Zellen bilden, indem sie die Struktur der natürlichen extrazellulären Matrix nachahmen. Proteinnanofasern bzw. -vliese bestehend aus diesen können mittels Elektrosplein hergestellt werden. Der Prozess basiert auf einem starken elektrischen Feld, das durch das Einbringen eines Kunststoffes gestört wird und die Abscheidung der Proteinfasern auf der PEEK-Oberfläche verhindert.

Modifizierungen der elektrischen Eigenschaften von PEEK durch den Zusatz von Kohlenstofffasern sowie des Elektrospleinverfahrens ermöglichen eine reproduzierbare Proteinvliesbeschichtung. Um die hydrolytische und mechanische Stabilität der Proteinvliese zu gewährleisten, musste neben der Proteinquervernetzung eine Funktionalisierung der PEEK-Oberfläche entwickelt werden. Durch ein kombiniertes Verfahren physikalischer und chemischer Modifikationen konnte die Vlieshaftung dahingehend optimiert werden, dass sie der Anwendung als Implantat entspricht. Die erzeugten Beschichtungen werden materialwissenschaftlich und hinsichtlich ihrer biologischen Wechselwirkungen untersucht, um bestmögliche Gewebe-Implantat-Interaktionen zu ermöglichen.



Zell-Substrat-Interaktion einer Knorpelzelle (SW1353) kultiviert auf mit Kollagenvlies beschichtetem PEEK

Dr.-Ing. Andrea Friedmann

Studium der Biotechnologie und des Biomedical Engineering, seit 2007 Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer IMWS
+49 345 5589-258

andrea.friedmann@imws.fraunhofer.de



»OPTISCHE SIMULATIONEN NEHMEN EINE IMMER GRÖßERE ROLLE EIN«

Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Stefan Schweizer

Was war Ihr persönliches Highlight im Jahr 2018 mit Blick auf das Geschäftsfeld?

Wir arbeiten mit renommierten Unternehmen zusammen und unterstützen sie dabei, Verfahren und Produkte zu entwickeln, zu optimieren und auf den Markt zu bringen. Herauszuheben ist dabei die enge und ganzheitliche Zusammenarbeit mit den Industriepartnern. Ein gutes Beispiel, das ich stellvertretend nennen möchte, ist die gemeinsame Forschungsarbeit mit dem ITZ Innovations- und Technologiezentrum GmbH der TRILUX Group zum Wärmemanagement von Sekundäroptiken bei Weißlicht-LEDs. Neben dem gemeinsamen Nutzen aus den wissenschaftlichen Ergebnissen war es selbstverständlich, die Erkenntnisse auch für die Öffentlichkeit aufzubereiten. Die Ergebnisse wurden sowohl in der Fachzeitschrift LICHT als auch auf dem »LED professional Symposium« im September 2018 in Bregenz von Dr. Peter Nolte, Teamleiter »Zuverlässigkeit von Leuchtstoffen«, in einem Vortrag präsentiert.

Welche Branchen und Märkte sprechen Sie an? Wie können Ihre Kunden von einer Zusammenarbeit profitieren?

Mit unserer Arbeit am Fraunhofer-Anwendungszentrum in Soest unterstützen wir die Licht- und Beleuchtungsindustrie, ebenso wie thematisch verwandte Bereiche. Für die Bewertung und Entwicklung von Leuchtstoffen und Leuchtstoffsystemen und Materialien stehen umfassende optische und spektroskopische Analysen, thermische Messmethoden sowie Leistungsmessungen im Labor im Fokus. Dazu verfügen wir über eine exzellente technische Ausstattung sowie über ein serviceorientiertes Team mit ausgezeichneten Kompetenzen. Zusätzlich zu den Geräten am Fraunhofer-Anwendungs-

zentrum stehen für die Forschungsarbeit auch Know-how und Equipment der FH Südwestfalen zur Verfügung.

Welche Aktivitäten stehen 2019 an?

Gut fünf Jahre nach der Gründung des Fraunhofer-Anwendungszentrums für Anorganische Leuchtstoffe ist im Frühjahr 2019 die offizielle Abschlussevaluation angesetzt. Der zugehörige Industriebeirat, Vertreter der Fraunhofer-Zentrale sowie des Ministeriums für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen werden dabei die Arbeit des Fraunhofer AWZ Soest beurteilen. Eine erste Tendenz bot die Industriebeiratssitzung im Dezember 2018, bei der die Bewertung höchst positiv ausfiel. Zudem soll der Anlass mit einem Technologietag zum Thema »Simulation für die Licht- und Beleuchtungsindustrie – Thermomanagement und Optikauslegung« abgerundet werden. Dieser informiert regionale Unternehmen über die Notwendigkeit von Simulationsmethoden in der Produktentwicklung sowie aktuelle Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet.

Prof. Dr. Stefan Schweizer

Studium der Physik an der Universität Gießen,
seit 2007 am Fraunhofer IMWS, seit 2013 Leiter des
Fraunhofer-Anwendungszentrums Soest
+49 2921 378-3410
stefan.schweizer@imws.fraunhofer.de

WÄRMER ALS GEDACHT: SEKUNDÄROPTIK BEIM WÄRMEMANAGEMENT VON LEDs

Das Wärmemanagement ist entscheidend für die Leistung von LEDs. Oft wird dabei die Optik vernachlässigt. Wir haben über Infrarot-Thermografie einen Ansatz entwickelt, mit dem sich ihre Erwärmung bewerten lässt. So können Risiken minimiert und die Lebensdauer der LED verbessert werden.

In Weißlicht-LEDs erzeugt ein blauer LED-Chip mit einem gelbemittierenden Leuchtstoff, eingebettet in einem transparenten Kunststoff (Silikon), weißes Licht. Neben seiner Funktion als Einbettungsmaterial für LED-Chip und Leuchtstoff bietet der Kunststoff eine Möglichkeit zur Lenkung des Lichts. In vielen Leuchten kommt zur präzisen und individuellen Lenkung des Lichts zusätzlich eine zweite Optik zum Einsatz. Das Wärmemanagement der Optiken spielt eine entscheidende Rolle, damit Leuchten die optimale Lichtleistung und die gewünschte Lebensdauer erreichen. Die in der LED entstehende Wärme muss möglichst gut abgeleitet werden. Alle eingesetzten Materialien müssen den entstehenden Betriebstemperaturen standhalten. Bei der Temperaturstabilität der LED-Chips sowie der direkt mit diesen verbundenen Primäroptik wurden in den vergangenen Jahren große Fortschritte erzielt, sodass sie sich nun auch bei deutlich höheren Temperaturen einsetzen lassen.

Wärmemanagement muss alle Komponenten einer Leuchte berücksichtigen.

Untersuchungen des Fraunhofer AWZ in Soest zeigen allerdings, dass die höheren Temperaturen Auswirkungen auf die Sekundäroptik haben können. Diese werden beim Wärmemanagement oft vernachlässigt.

Besteht die Sekundäroptik aus Kunststoff, ist das Wärmemanagement besonders kritisch. Falls die Sekundäroptiken über einen längeren Zeitraum bei hohen Temperaturen betrieben werden, ändern sich ihre Eigenschaften. Im schlimmsten Fall ist sogar eine Verformung vorstellbar, was einem Totalausfall der Optik entspricht – obwohl die Temperaturgrenzen für alle

anderen Bauelemente eingehalten werden.

Das Team »Zuverlässigkeit von Leuchtstoffen« hat eine Methode entwickelt, um das exakte Temperatur-

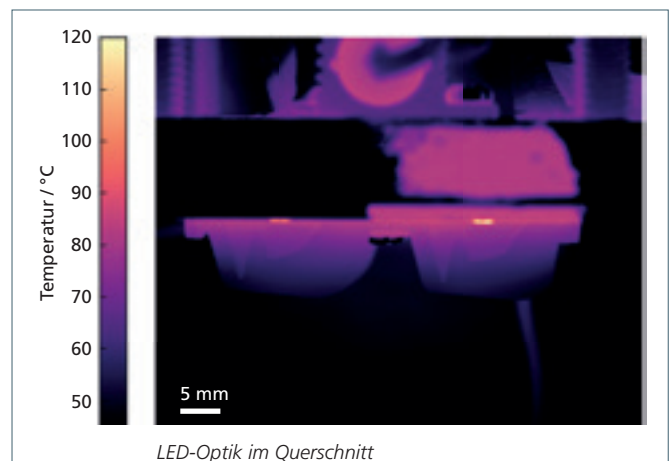
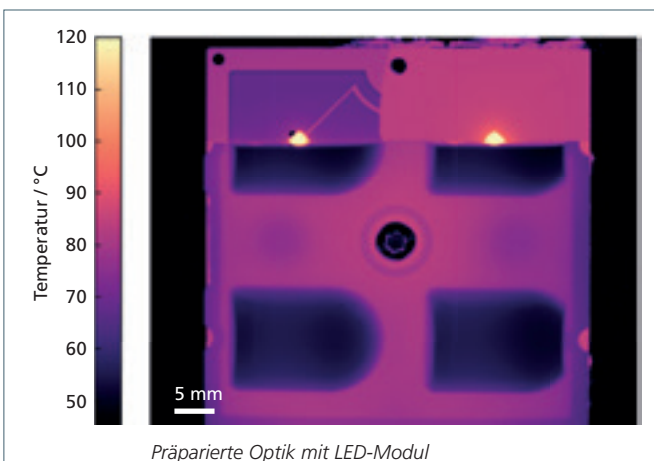
profil von Sekundäroptiken zu messen. Die Optiken werden kontaktlos über Infrarot-Thermografie analysiert und bewertet. So werden Aussagen darüber möglich, welche Materialien für welche Betriebstemperaturen geeignet sind.

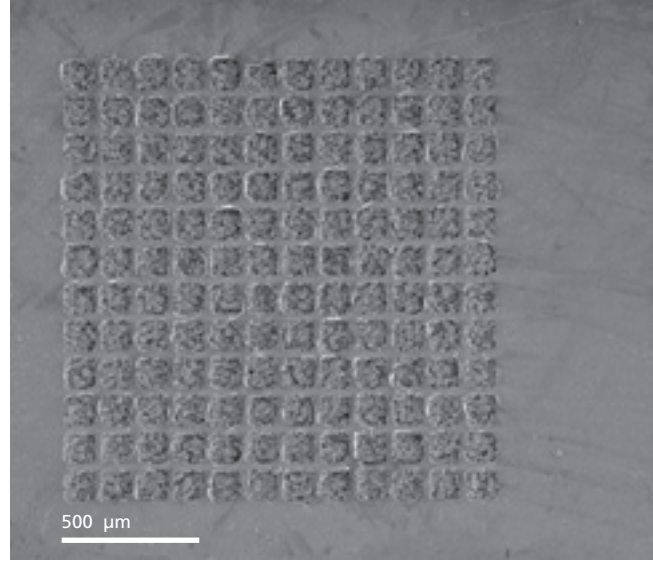
Dr. Peter Nolte

Studium der Physik an der Universität Paderborn,
seit 2014 am Fraunhofer-Anwendungszentrum Soest,
seit 2016 Teamleiter »Zuverlässigkeit von Leuchtstoffen«

+49 2921 378-3555

peter.nolte@imws.fraunhofer.de

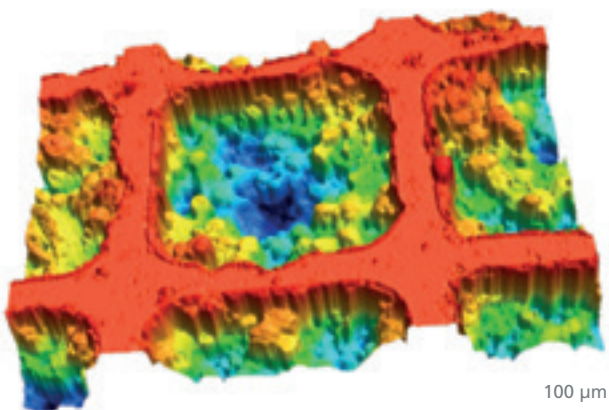




PIXELIERTE LEUCHTSTOFFE FÜR HOCHAUFLÖSENDE WEISSLICHTQUELLEN

Mit Leuchtstoff gefüllte Siliziumstrukturen ermöglichen eine höhere räumliche Auflösung und ein besseres Kontrastverhältnis als herkömmlich verwendete Leuchtstoffe. Die Strukturen ermöglichen zusätzlich eine aktive Luft- oder Wasserkühlung des Leuchtstoffs.

Leuchtdioden (LEDs) sind aus der modernen Beleuchtungstechnik nicht mehr wegzudenken. Insbesondere gewinnen Beleuchtungssysteme mit hoher Lichtausbeute und hoher räumlicher Auflösung zunehmend an Bedeutung. Sie kommen in Projektionssystemen oder Fernsehgeräten zum Einsatz, ebenso im Auto: Dort erhöhen hochauflösende, anpassungsfähige Frontbeleuchtungssysteme im Vergleich zu herkömmlichen Scheinwerfern die Lichtqualität und Sicherheit durch einstellbares, blendfreies Licht. Stand der Technik sind LED-Matrixsysteme und Flüssigkristallanzeigen. Die Weißlichterzeugung basiert auf einem blau-emittierenden LED-Chip oder Laser in Kombination mit einem gelb-emittierenden, pixelierten Leuchtstoff. Die Pixelierung der Leuchtstoffe wird entweder durch Laserstrukturierung oder Ätzen erreicht. Die



Auflösung dieser Systeme hängt davon ab, wie gut die einzelnen Leuchtstoffpixel optisch voneinander entkoppelt sind. Eine vielversprechende Alternative bieten mit Leuchtstoffen gefüllte Siliziumstrukturen, insbesondere bei Anwendungen, die ein sehr hohes Auflösungsvermögen benötigen. Die gewünschten Strukturen werden in einen Siliziumwafer geätzt und anschließend mit Leuchtstoffpulver gefüllt. Die Strukturen werden in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer ISIT entwickelt und ermöglichen eine deutlich höhere räumliche Auflösung, da sehr kleine Pixelstrukturen mit Abmessungen von wenigen Mikrometern erzeugt werden können. Unter Anregung des

Die Leuchtstoffstruktur kann aufgrund ihrer Porosität aktiv mit Luft oder Wasser gekühlt werden.

Leuchtstoffs mit blauer Laserstrahlung überzeugen die Strukturen mit einer hervorragenden Kontrastauflösung sowie einer Lambert'schen, also kugelförmigen Lichtstärkeverteilung. Die Siliziumstrukturen verbessern nicht nur das optische Auflösungsvermögen, sondern tragen mit ihrer hohen thermischen Leitfähigkeit zudem zum Wärmemanagement bei. Je kleiner die Pixel, desto geringer ist die Erwärmung des Leuchtstoffs. Die Porosität der Leuchtstoffschicht erlaubt bei Anwendungen mit sehr hoher Leistungsdichte sogar eine aktive Kühlung des Leuchtstoffs.

Dr. Franziska Steudel

Studium der Physik an der Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg,
seit 2013 am Fraunhofer-Anwendungszentrum Soest,
seit 2016 Teamleiterin »Leuchtstoffdesign«
+49 2921 378-3557
franziska.steudel@imws.fraunhofer.de



»DEN STRUKTURWANDELPROZESS STRUKTURBRUCHFREI GESTALTEN«

Interview mit Leiter PD Dr. Christian Growitsch

Was war Ihr persönliches Highlight im Jahr 2018 mit Blick auf das Geschäftsfeld?

Inhaltlich war sicherlich die sehr intensive Arbeit im Rahmen meiner Rolle als Sherpa von Ralf B. Wehrspohn in der Kommission »Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung« (WSB) ein besonderes Highlight. Die dort gesammelten Erfahrungen und die geknüpften Kontakte haben das CEM sowohl wirtschaftlich als auch hinsichtlich der Wahrnehmung in Industrie und Gesellschaft deutlich vorangebracht.

Welche Branchen und Märkte sprechen Sie an? Wie können Ihre Kunden von einer Zusammenarbeit profitieren?

Das CEM beschäftigt sich mit der ökonomischen Bewertung von Innovations-, Technologie- und Regulierungsfolgen. Unsere Partner kommen vor allem aus der Industrie und der Politik sowie auch, für uns überraschend, aus dem Bereich Verbände und Stiftungen. Wir erklären uns dies mit der besonderen gesellschaftspolitischen Relevanz der Ergebnisse unserer Projekte. Für unsere Industriekunden ist insbesondere die Wirtschaftlichkeit neuer, vor allem nachhaltiger Technologien von Interesse. Das Geschäftsmodell grüner Technologien hängt dabei häufig nicht nur an dem Interesse der Endverbraucher an nachhaltigen Produkten und eingesparten konventionellen Rohstoffen sondern auch an Regulierungsmechanismen wie dem CO₂-Zertifikatepreis. Alle diese Entwicklungen können wir in unseren ökonomischen Modellen berücksichtigen und so Empfehlungen zum optimalen Investitionsumfang und -zeitpunkt geben.

Das Jahr 2018 war am Fraunhofer IMWS stark von den Themen Nachhaltigkeit und Strukturwandel geprägt. Können Sie ein Projekt aus Ihrem Geschäftsfeld benennen,

mit dem Sie sich dabei eingebracht haben?

Ich denke, es ist berechtigt zu sagen, dass das CEM diese Prägung mit seiner Ausrichtung und seinen Projekten maßgeblich mit beeinflusst hat. Unsere Begleitung der Kommission »WSB«, die Unterstützung der Regierung des Landes Sachsen-Anhalt und unsere nachhaltigkeitsorientierten Projekte im Bereich der Montan- und Grundstoffindustrie sowie nicht zuletzt die gemeinsamen Aktivitäten mit dem Fraunhofer CSP, den Geschäftsfeldern »Chemische Umwandlungsprozesse« und »Polymeranwendungen« haben alle zur Profilierung der Themen beigetragen.

Welche Aktivitäten stehen 2019 an?

Wir werden im Rahmen der Leitung der Fraunhofer-Geschäftsstelle Strukturwandel und der Etablierung unseres vom Land geförderten Forschungsfeldes »Economic Structural Dynamics« den Strukturwandelprozess in den Revieren aktiv begleiten. Das Leistungszentrum werden wir zu einem One-Stop-Shop für Innovationen für den Mittelstand der Chemieindustrie weiterentwickeln und mit Jens Schneider und den Kollegen vom Fraunhofer CSP die Energiesystemanalyse sowie vor allem das Thema Energiereviere der Zukunft aufbauen.

Priv.-Doz. Dr. Christian Growitsch

Studium der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften und der Betriebswirtschaftslehre an der Universität Hamburg und der Leuphana Universität Lüneburg,
seit 2016 am Fraunhofer IMWS, seit 2017 als Leiter des Centers for Economics of Materials CEM, seit 2018 Stellvertretender Institutsleiter

+49 345 5589-8001

christian.growitsch@imws.fraunhofer.de

STRUKTURWANDEL FÜR DIE NACHHALTIGE INDUSTRIEGESELLSCHAFT

Im Rahmen der Kommission »Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung« entwickelt das Fraunhofer IMWS Ausstiegspfade aus der Kohleverstromung und arbeitet an einem Maßnahmenkatalog zur Weiterentwicklung der Braunkohlereviere zu Energieregionen der Zukunft mit.

Im Rahmen ihrer Klimapolitik hat die Bundesregierung im Sommer 2018 die Kommission »Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung« eingesetzt. Mitglieder sind insgesamt 24 Akteure aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft, Umweltverbänden und Gewerkschaften ein. Sie berät die Bundesregierung in der Frage, wie die im Pariser Klimaabkommen vereinbarten Ziele für den verminderten Ausstoß von Treibhausgasen erreicht werden können, und wird zugleich Empfehlungen abgeben, mit welchen Maßnahmen der Strukturwandel in betroffenen Bergbau-Regionen und der Umbau des Energiesektors in Deutschland positiv gestaltet werden kann. Die Fraunhofer-Gesellschaft stellt sich dieser Herausforderung in Person von Prof. Ralf B. Wehrspohn, der als einziger Vertreter aus Sachsen-Anhalt von der Bundesregierung in die Kommission berufen wurde.

Er kündigte aus Anlass der Berufung an, sich in den Sitzungen der Kommission sowohl für Nachhaltigkeit als auch für Wirtschaftlichkeit einzusetzen. »Das bedeutet in meinen Augen, dass alle Optionen auf ihren Beitrag für Nachhaltigkeit und hinsichtlich der Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen überprüft werden sollten – und zwar technologieoffen«, so der Institutsleiter des Fraunhofer IMWS. Unterstützt wird Wehrspohn dabei von der Forschungs-

gruppe Center for Economics of Materials CEM, die volkswirtschaftliche Kompetenz mit Know-how zu neuen Werkstoffen, zur Technologie- und Regulierungsfolgenabschätzung sowie zu nachhaltigen Wertschöpfungssystemen verknüpft. Genau diese Kombination kann entscheidende Beiträge für den Auftrag der Kommission liefern. Denn ein klimapolitisch beschleunigtes Ende der Kohleverstromung erfordert ein Instrumentarium zur Gestaltung nachhaltiger Industriestrukturen in den betroffenen Braunkohlereviere, weil erhebliche Konsequenzen für die Reviere und ihre Beschäftigten, die Entwicklung der Strompreise und das Versorgungssicherheitsniveau in Deutschland abzusehen sind.

Die zukunftsfähige und sozialverträgliche Gestaltung des Strukturwandels ist dem Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit und zukünftiger Investitionssicherheit für die Unternehmen in den Regionen in Einklang zu bringen. Auch der weitere Ausbau der Erneuerbaren Energien, Maßnahmen zur Modernisierung und besseren Nutzung der Stromnetze sowie die regulatorischen Rahmenbedingungen haben entscheidenden Einfluss und sind bei der Erarbeitung von Empfehlungen entsprechend zu berücksichtigen.

Beispiele für die im Center for Economics of Materials CEM verknüpfte techno-ökonomische und werkstoffwissenschaft-



Beim Besuch der Kommission in Halle (Saale) kamen auch Experten und Betroffene aus der Region zu Wort. Hier tauscht sich Sachsen-Anhalts Ministerpräsident Dr. Reiner Haseloff mit Beschäftigten des Bergbauunternehmens Mibrag aus.

liche Expertise sind die Pilotanlage Carbondemonstration, die vom Fraunhofer IMWS initiiert wurde, ebenso wie die Potenziale der Wasserstoffwirtschaft und der Kohlenstoff-Kreislaufwirtschaft, für die am Institut vielfältige Konzepte entstehen. Einen Ausschnitt daraus lernten die Kommissionsmitglieder bei einem Besuch in Halle am 20. September 2018 kennen, wo sie auch das Mitteldeutsche Braunkohlerevier besichtigten und sich mit Experten und Betroffenen aus der Region austauschten.

Die Fraunhofer-Gesellschaft übernimmt mit ihrer Beteiligung an diesem Prozess besondere Verantwortung für die Wettbewerbsfähigkeit und Zukunftsfähigkeit der betroffenen Regionen und wird diese auch nach Abschluss der Kommissionsarbeit intensiv unterstützen. Aufbauend auf dem industriellen Erbe der Reviere können die Fraunhofer-Institute ihre Kompetenzen beisteuern, um die Grundlage für eine nachhaltige Industriegesellschaft zu formen und zur Erreichung der gesellschaftlichen, klima- und wirtschaftspolitischen Ziele beizutragen. Die Verbindung neuartiger Prozesse, Produkte und Geschäftsmodelle mit bestehenden industriellen Strukturen unterstützt eine bruchfreie Gestaltung des Strukturwandels und ermöglicht die Realisierung von ökologisch-ökonomischer Nachhaltigkeit ohne soziale Härten.

Priv.-Doz. Dr. Christian Growitsch

Studium der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften und der Betriebswirtschaftslehre an der Universität Hamburg und der Leuphana Universität Lüneburg, seit 2016 am Fraunhofer IMWS, seit 2017 als Leiter des Centers for Economics of Materials CEM, seit 2018 Stellvertretender Institutsleiter

+49 345 5589-8001

christian.growitsch@imws.fraunhofer.de

Dr. Frank Pothen

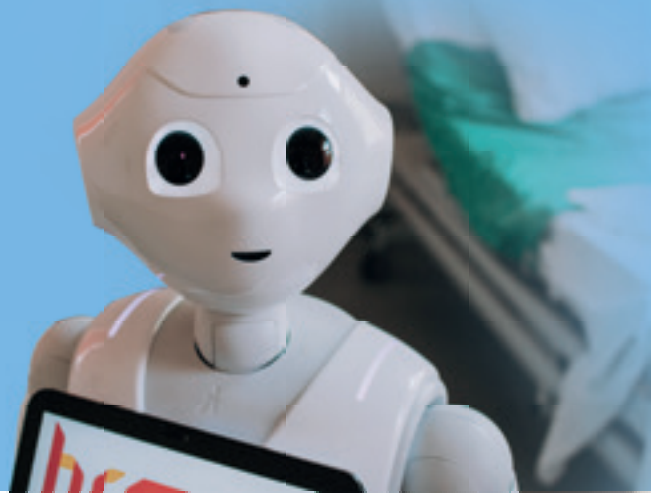
Studium der Volkswirtschaftslehre an der Leibniz Universität Hannover,

seit 2018 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IMWS

+49 345 5589-8018

frank.pothen@imws.fraunhofer.de

ZUSAMMENLEBEN 4.0 – TECHNOLOGISCHE INNO- VATION IN DER PFLEGE



Serviceroboter für die Pflege von morgen

Zusammenleben 4.0 beschäftigt sich mit technologischen und organisatorischen Innovationen im Gesundheitswesen – vom Labortest bis zum Quartiersmaßstab – und der Bewertung gesundheitsökonomischer Effekte.

Die Alterung der Gesellschaft stellt viele westliche Industrienationen vor Herausforderungen, für deren Bewältigung noch keine bewährten Erfahrungen vorliegen. Die neuen Problemlagen betreffen gleichermaßen Fragen des humanen Umgangs mit den Betroffenen, deren Partizipation am öffentlichen Leben, der persönlichen Kommunikation, sowie Aspekte der zukünftigen Wohnungs- und Siedlungsstruktur und schließlich der Finanzierung des Systems. Die These des Projekts »Zusammenleben 4.0« lautet, dass innovative Technologien – von Kommunikation über Robotik bis zu neuen Werkstoffen – neue Arten der Pflege ermöglichen, die den Ansprüchen einer humanen Gesellschaft genügen und zugleich wesentliche Wachstumsimpulse freisetzen können. Verschiedene Forschungs- und Entwicklungsumgebungen, von der Laborwohnung über intelligente Seniorenwohnungen in Kleinserie bis hin zum gemeinsam mit dem Universitätskrankenhaus Halle und Industriepartnern zu entwickelndem Healthcare Innovation Hub, werden installiert. Hier können auf den damit verbundenen unterschiedlichen Betrachtungsebenen die Potenziale technologischer und organisatorischer Innovationen in der ambulanten Pflege ausgelotet werden.

Ein wesentlicher Beitrag des CEM in den damit verknüpften Forschungsprojekten ist die Entwicklung einer Methodik zur ökonomischen Bewertung sowie die Ableitung und Bewertung geeigneter Geschäftsmodelle. Die Quantifizierung des betriebs- wie volkswirtschaftlichen Nutzens von Innovationen erfolgt nach

einem statistischen Modell, dem Kohortenmodell, mit Gruppenbildung bezüglich Altersklassen und Gesundheitszustand. Unter Berücksichtigung von im Projekt empirisch gemessenen Entlastungseffekten finden dazu Statistiken der Krankenkassen Verwendung. Darüber hinaus werden in den transdisziplinären Forschungsprojekten auch weitere Dimensionen des selbstbestimmten Lebens im Alter betrachtet und bewertet. Das Projekt ist ein wichtiger Baustein des WIR!-Bündnisses »Translationsregion für digitalisierte Gesundheitsversorgung«.



Zukunft des Wohnens?

Dipl.-Ing. Norman Klüber

Studium der Architektur, seit 2012 am Fraunhofer IMWS, seit 2018 wissenschaftlicher Mitarbeiter am CEM
+49 345 5589-249
norman.klueber@imws.fraunhofer.de

Priv.-Doz. Dr. Christian Growitsch

Studium der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften und der Betriebswirtschaftslehre an der Universität Hamburg und der Leuphana Universität Lüneburg, seit 2016 am Fraunhofer IMWS, seit 2017 als Leiter des Centers for Economics of Materials CEM, seit 2018 Stellvertretender Institutsleiter
+49 345 5589-8001
christian.growitsch@imws.fraunhofer.de



DIE ROLLE VON STAHL IN DER KREISLAUFWIRTSCHAFT

Das CEM untersuchte, welche Bedeutung der Werkstoff Stahl für den Alltag in Deutschland hat und wie er zur Nachhaltigkeit des Konsums beiträgt. Das Ergebnis zeigt, dass Stahl viele kreislaufwirtschaftliche Prozesse überhaupt erst ermöglicht.

Mit einer jährlichen Produktion von 1800 Millionen Tonnen ist Stahl der wichtigste metallische Werkstoff der Weltwirtschaft. Er kann ohne Qualitätsverlust recycelt werden, aus ihm gefertigte Produkte werden wiederverwendet und instandgesetzt.

Damit ist Stahl prädestiniert als Werkstoff der Kreislaufwirtschaft. Im Auftrag der Wirtschaftsvereinigung Stahl quantifizierte das CEM die Bedeutung von Stahl für den Alltag in Deutschland entlang

globaler Wertschöpfungsketten. Darüber hinaus analysierte das CEM, wie er als Werkstoff und Enabler der Kreislaufwirtschaft die Nachhaltigkeit des Konsums beeinflusst.

Die Untersuchung zeigt, dass Stahl in nahezu allen Gütergrup-

Durch das Recycling von Stahl sinkt der CO₂-Fußabdruck in Deutschland um 117 kg – jedes Jahr.



Stahl ist einer der zentralen Träger unserer Wirtschaft und unseres Wohlstands und kann ein Schlüsselwerkstoff für die Kreislaufwirtschaft sein.

pen eine Rolle spielt, sei es direkt als Blech im Automobil oder indirekt im Gewächshaus einer Tomatenplantage. Die Stahlintensität des Konsums misst, wie viel Stahl erzeugt wird, um die Konsumgüter des Durchschnittsbürgers in Deutschland zu fertigen. Zwischen 1995 und 2015 lag sie im Schnitt bei 179 Kilogramm pro Jahr und Einwohner.

Stahl ist Bestandteil komplexer globaler Wertschöpfungsketten. So dienten im Jahr 2015 mehr als 80 Prozent des in Deutschland erzeugten Stahls der Fertigung von Produkten, die letztendlich im Ausland Verwendung fanden. Gleichzeitig wurden

drei Viertel des Stahls für deutsche Haushalte außerhalb der Bundesrepublik produziert.

Das Recycling von Stahlschrotten spart Treibhausgasemissionen ein und schont Ressourcen. Die

mit der Stahlintensität des Konsums in Deutschland verbundenen CO₂-Einsparungen durch Recycling beliefen sich auf durchschnittlich 117 kg pro Jahr und Einwohner. Dies entspricht in etwa einer mit einem Neuwagen zurückgelegten Distanz von 1000 Kilometern. Durch die Wiederinstandsetzung stahlintensiver Produkte werden in Europa jährlich weitere 7,8 Millionen Tonnen CO₂ eingespart. Aber auch bei anderen Werkstoffen trägt Stahl zur Schließung von Stoffkreisläufen bei: So kommen zum Beispiel Maschinen, Anlagen und Fahrzeuge aus Stahl in nahezu allen Stufen des Glasrecyclings zum Einsatz.

Dr. Frank Pothen

Studium der Volkswirtschaftslehre an der Leibniz Universität Hannover,

seit 2018 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IMWS

+49 345 5589-8018

KURATORIUM

Aufgaben des Kuratoriums

Dem Kuratorium des Fraunhofer-Instituts für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS gehören Persönlichkeiten aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft an, die dem Institut fachlich nahestehen und sich einmal jährlich treffen.

Gemeinsam mit dem Fraunhofer-Vorstand beraten die Mitglieder des Kuratoriums das Institut mit ihrer Expertise bei strategischen Themen, Weichenstellungen am Institut und der Entwicklung von Zukunftsperspektiven. Sie werden vom Fraunhofer-Vorstand im Einvernehmen mit der Institutsleitung berufen und arbeiten ehrenamtlich.

Mitglieder des Kuratoriums

- Dr. Karlheinz Bourdon, KraussMaffei Technologies GmbH
- Dr. Torsten Brammer, Wavelabs Solar Metrology Systems GmbH
- Dr. Christine Garbers, ehem. Colgate-Palmolive Europe Sàrl
- Uwe Girgsdies, Audi AG
- MinDir Hans-Joachim Hennings, Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung des Landes Sachsen-Anhalt
- Dr. Florian Holzapfel, Calyxo GmbH
- Dr. Jürgen Kreiter, Werzalit GmbH + Co. KG
- Dr. Roland Langfeld, Schott AG (Vorsitzender des Kuratoriums)
- Prof. Ingrid Mertig, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
- Dr. Christoph Mühlhaus, Cluster-Chemie-Kunststoffe Mitteldeutschland
- Prof. Stuart S. P. Parkin, Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik
- Dipl.-Ing. Tino Petsch, 3D-Micromac AG
- Dr. Wolfgang Pohlmann, Hella GmbH & Co. KGaA.
- Jef Poortmans, imec vzw
- Dr. Thomas Rhönisch, Rehau AG + Co.
- Bernd Römer, Infineon Technologies AG
- Dr. Carsten Schellenberg, Lanxess – IAB Ionenaustauscher GmbH
- Dr. Frank Stietz, Heraeus Deutschland GmbH & Co. KG
- Hans-Jürgen Straub, X-FAB Semiconductor Foundries AG
- Marco Tullner, Minister für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt
- Dr. Markus Weber, Carl Zeiss AG
- Ingrid Weinhold, MABA Spezialmaschinen GmbH
- Dr. Bert Wölfli, Polifilm Extrusion GmbH



HOCHSCHULPARTNERSCHAFTEN



- 1** Rensselaer Polytechnic Institute RPI, Troy, New York, USA
- 2** CIC nanoGUNE Nanoscience Cooperative Research Center, San Sebastian, Spanien
- 3** Institute of Scientific Instruments of the Academy of Sciences of the Czech Republic (ISI), Brno, Tschechien
- 4** Institut de Recherche en Energie Solaire et Energies Nouvelles (IRESEN), Rabat, Marokko
- 5** Qatar Environment and Energy Research Institute QEERI, Ar-Rayyan, Katar
- 6** Hanyang University, Seoul, Südkorea
- 7** Korea Institute of Energy Research KIER, Daejeon, Südkorea
- 8** Yeungnam University, Gyeongsan, Südkorea
- 9** University of International Business and Economics (UIBE), Peking, China
- 10** Shanghai Advanced Research Institute SARI, Shanghai, China
- 11** Baotou Research Institute of Rare Earths (BRIRE), Baotou, Innere Mongolei, China

- A** Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Burg Giebichenstein Kunsthochschule Halle
- B** Hochschule Anhalt
- C** Hochschule Merseburg
- D** Universität Leipzig, Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig
- E** Technische Universität Dresden
- F** Hochschule Schmalkalden
- G** Technische Universität Ilmenau
- H** Fachhochschule Südwestfalen (Soest)
- I** Technische Universität Bergakademie Freiberg

VERNETZUNG VERBÜNDE UND ALLIANZEN

VERNETZUNG INNERHALB DER FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

VERBÜNDE

Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile

Fraunhofer-Materialforschung umfasst die gesamte Kette von der Entwicklung und Verbesserung von Materialien über die Herstelltechnologie und Charakterisierung der Eigenschaften bis hin zur Bewertung des Einsatzverhaltens. Entsprechendes gilt für die aus den Materialien hergestellten Bauteile und deren Verhalten in Systemen. Neben den experimentellen Untersuchungen werden die Verfahren der numerischen Simulation und Modellierung gleichrangig eingesetzt.

Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn

www.materials.fraunhofer.de

Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik (Gastmitgliedschaft)

Der Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik ist ein Forschungs- und Entwicklungsanbieter für Smart Systems. Die derzeit elf Mitgliedsinstitute und fünf Gastinstitute betreiben international vernetzte Spitzenforschung in der Mikro-/Nanoelektronik sowie Mikrosystem- und Kommunikationstechnik. Sie bieten eine weltweit einzigartige Kompetenzvielfalt und schlagen die Brücke zwischen Grundlagenforschung und Produktentwicklung.

Prof. Dr. Matthias Petzold

www.mikroelektronik.fraunhofer.de

Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung

Die Veränderung von Branchen, Märkten und Technologien müssen von Wirtschaft, Politik, Wissenschaft und Gesellschaft frühzeitig erkannt und verstanden werden, um die langfristigen Auswirkungen in ökonomischer, technologischer, sozialer, politischer sowie kultureller Hinsicht aktiv gestalten zu können. Der Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung verknüpft die sozioökonomische sowie soziotechnische Forschung von fünf Mitgliedsinstituten und einem Gastinstitut,

um Orientierung zu geben und bei der Zukunftsgestaltung zu unterstützen. Das Fraunhofer IMWS bringt insbesondere Expertise zur Ökonomik der Werkstoffe ein.

PD Dr. Christian Growitsch

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

ALLIANZEN

Fraunhofer-Allianz Nanotechnologie

Von der anwendungsorientierten Forschung bis zur industriellen Umsetzung werden Nanotechnologien für optische Anwendungen, den Automobilbau und die Elektroindustrie entwickelt. Multifunktionale Schichten, metallische und oxidische Nanopartikel, Kohlenstoff-Nanoröhren und Nanokomposite werden in Aktuatoren, strukturellen Werkstoffen und biomedizinischen Anwendungen eingesetzt. Darüber hinaus werden Fragen zur Toxizität und dem sicheren Umgang mit Nanopartikeln behandelt.

Prof. Dr. Andreas Heilmann

www.nano.fraunhofer.de

Fraunhofer-Allianz Bau

Ziel der Fraunhofer-Allianz Bau ist es, alle wissenschaftlichen und forschungsrelevanten Fragen zum Thema Bau vollständig und aus einer Hand innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft abbilden und bearbeiten zu können. Der Baubranche steht so ein zentraler Ansprechpartner für integrale Systemlösungen zur Verfügung.

Andreas Krombholz

www.bau.fraunhofer.de

Fraunhofer-Allianz Energie

18 Fraunhofer-Institute bieten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten aus einer Hand an. Die Schwerpunkte liegen bei

Effizienztechnologien, erneuerbaren Energien, Gebäuden und Komponenten, Planung und Betriebsführung integrierter Energiesysteme sowie Speicherung und Mikroenergietechnik.

Dr. Hartmut Schwabe

www.energie.fraunhofer.de

Fraunhofer-Allianz Leichtbau

Die Qualität einer Leichtbaustruktur ist wesentlich bestimmt durch ihre Werkstoffeigenschaften, die konstruktive Formgebung, ihre Bauweise und den Herstellungsprozess. Daher wird in der Allianz Leichtbau die gesamte Entwicklungskette von der Werkstoff- und Produktentwicklung über Serienfertigung und Zulassung bis hin zum Produkteinsatz betrachtet.

Prof. Dr. Peter Michel

<http://s.fhg.de/allianz-leichtbau>

Fraunhofer-Allianz Textil

Um das Potenzial von Hochleistungsfasern für textilverstärkte Leichtbaustrukturen voll auszuschöpfen, sollen Innovationen durch anwendungsnahe und produktspezifische Entwicklungen von textilbasierten Technologien und Anlagensystemen in direkter Verknüpfung mit der Preform- und Bauteilfertigung hervorgerufen werden. Die gesamte textile Fertigungskette wird dazu ausgehend von der Faserherstellung und -funktionalisierung in der Allianz abgebildet.

Prof. Dr. Peter Michel

www.textil.fraunhofer.de

Fraunhofer-Leitprojekt Kritikalität Seltener Erden

Fraunhofer-Institute entwickeln effizientere Herstellungsprozesse für Hochleistungsmagnete, optimieren deren Bauteilauslegung und erforschen Recyclingmöglichkeiten. Ziel ist es, den Primärbedarf an schweren Seltenerd-Elementen bei zwei Demonstrator-Permanentmagneten zu halbieren. Das Fraunhofer IMWS sucht Substitutionsmagnetmaterialien möglichst ohne Seltenerd-Elemente mit elektronentheoretischer Materialsimulation und elektronenmikroskopischer Materialcharakterisierung.

Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn (Koordinator)

www.seltene-erden.fraunhofer.de

Fraunhofer-Leitprojekt eHarsh

Ziel des Leitprojekts »eHarsh« der Fraunhofer Institute IMWS, ENAS, IKTS, ILT, IMS, IPM, IPT und IZM ist die Entwicklung und Bereitstellung einer Technologieplattform, auf deren Basis Sensorsysteme – bestehend aus Sensorik und Elektronik – für den Einsatz in extrem rauer Umgebung (extreme harsh environment) entwickelt und hergestellt werden können. Das Konsortium adressiert damit den schnell zunehmenden Bedarf an intelligenten Steuerungs- und Kommunikationstechniken in Industrie und Gesellschaft, insbesondere in den für Fraunhofer interessanten Forschungsfeldern »Mobilität und Transport«, »Energie und Rohstoffe« sowie »Produktion und Dienstleistungen«.

Prof. Dr. Matthias Petzold

<http://s.fhg.de/eharsh>

PROJEKTE DER MARKTORIENTIERTEN VORLAUFFORSCHUNG (MAVO)

Biomimetischer Synthesekautschuk in innovativen Elastomerkompositen (BISYKA)

Gemeinsam mit den Fraunhofer-Instituten IAP, IME und ISC erforscht das Fraunhofer IMWS die Ursachen für die einzigartigen mechanischen Eigenschaften des Naturkautschuks und deren Übertragung auf Synthesekautschuk, um mit einem »biomimetischen Synthesekautschuk« als Resultat ein innovatives Produkt mit hohem Wertschöpfungspotenzial hervorbringen.

Prof. Dr. Mario Beiner

Prozesskette für formflexible, keramische und glasbasierte Schalt- und Displayelemente (CeGlaFlex)

Das Fraunhofer-Verbundprojekt verfolgt die Herstellung dünner, formflexibler und damit biegsamer transparenter Keramiken, die in tragbarer Elektronik wie Smartphones oder in der Medizintechnik zum Einsatz kommen. Das Forschungsvorhaben der Fraunhofer-Institute IMWS, ILT, IKTS, IPT hat sich insbesondere die Konfektionierung von dünnstglasbasierten Schalt- und Displayelementen in einem Keramik-Dünnglas-Verbund mit einer Dicke im Bereich

von 100 µm zum Ziel gesetzt. Dabei werden transparente und formflexible Keramiken sowie Keramik-Dünnglas-Verbünde bei hoher dreidimensionaler Geometrieflexibilität ohne die Schädigung der Werkstofffunktionen bearbeitet.

Falk Naumann

FluMEMS – MEMS-basierte katalytisch-thermische Sensoren für Gase und Flüssigkeiten

Im Rahmen des Fraunhofer-Verbundprojektes FluMEMS wird gemeinsam mit den Fraunhofer-Instituten IPM und IMS an neuen Lösungen für die Detektion explosiver Gasgemische gearbeitet. Hierfür werden sogenannte Pellistorkonzepte, die das Gas katalytisch zersetzen, mit MEMS-basierten Lösungen kombiniert. Durch die gleichzeitige Verwendung einer integrierten Auswertelektronik eines CMOS-Chips in Kombination mit hochsensitiven thermischen Sensoren und neuen katalytischen Niedertemperatur-schichten, soll erstmals ein kompaktes, langzeitstabiles und kostengünstiges »Ultra-Low-Power«-Sensorsystem für den quantitativen Nachweis brennbarer Gase realisiert werden.

Falk Naumann

MITTELSTANDSORIENTIERTE EIGENFORSCHUNG MEF

Plasma-gestützte Antifoulingbeschichtungen für keramische Membranen (ABEKA)

Keramische Membranen zeichnen sich durch ihre hohe Leistung, Langlebigkeit und Robustheit aus. Wie bei allen membranbasierten Trennprozessen wird die hohe Effizienz jedoch durch (Bio-)Fouling, also die Ausbildung von Belägen aus Schwebstoffen (Fouling) und Mikroorganismen (Biofouling) beeinträchtigt. Zusammen mit dem Fraunhofer IKTS befasst sich das Fraunhofer IMWS mit einer materialseitigen Lösung dieses Problems, indem dünne Antihafbeschichtungen aus vorwiegend hydrophilen Polymeren mittels Plasmapolymerisation auf keramischen Membranoberflächen abgeschieden werden. Im wässrigen Milieu bilden diese Polymerbeschichtungen hydrogelartige Oberflächen mit

geringer Rauheit aus, auf die die Foulingbildner nicht oder nur sehr schwach adhären können. Die Reduzierung der Belagbildung ermöglicht eine deutliche Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Trennprozesse über längere Betriebszeiten.

Dr. Ulrike Hirsch

Verbesserte Werkstoffmodellierung für Polymere durch In-situ 3D-Analyse von Fehlstellen (3D-PolyFeh)

Gemeinsam mit dem Fraunhofer IWM erforscht das Fraunhofer IMWS neue Methoden zur Charakterisierung und Modellierung fehlerbehafteter Polymerwerkstoffe (z. B. Poren in Verklebungen) auf der Basis von 3D Volumen-Verformungsmessung mittels In-situ-Röntgen-Computertomographie und angepasster Finite-Elemente-Simulation.

Ralf Schlimper

Entwicklung von Verfahren für solar und optisch funktionale gebäudeintegrierbare Glaselemente mit kleinen Knickradien (SoGlas)

Im Projekt werden Verfahren zur Darstellung von kleinen Biegeradien geknickter Glaselemente mit photovoltaisch und optisch funktionalen Eigenschaften bearbeitet. Statt flächig oder leicht gekrümmt gestalteter Verbundglasstapel werden stufige oder abgekantete Glasformate angestrebt. Die Verfahren Glasbiegen und Laminieren von Glas sollen weiterentwickelt und grundlegende Fragen zur Erzielung der erforderlichen Genauigkeit beim Biegeprozess und der Temperatur- und Druckverteilung beim Laminierprozess gelöst werden. Die Ergebnisse bieten das Potenzial der Herstellung von Glasverbänden/Sandwichtopologien mit solarer, lichttechnischer oder optischer Funktionsintegration mit individuell einstellbaren Knickradien und Formen, wie sie beispielsweise unter dem Aspekt gestalterisch und architektonisch anspruchsvoller Fassaden- und bauteilintegrierter Lösungen für Häuserfronten oder Dachflächen gesucht werden.

Sebastian Schindler

Entwicklung einer großserientauglichen Prozesskette zur Herstellung von thermoplastischen FVK-Hybridbauteilen für automobile Außenhautanwendungen (Fiber-Coat)

Im Forschungsvorhaben »Fiber-Coat« verfolgen das Fraunhofer ICT und das Fraunhofer IMWS die Charakterisierung und Entwicklung einer Prozesskette zur Herstellung eines Multi-Material-Verbundes, basierend auf thermoplastischen Faserverbunden mit duroplastischen Beschichtungen, unter Berücksichtigung funktionalisierter Grenzflächenanbindungen. Durch die Hybridisierung sollen lokal verstärkte und tragfähige Außenhautanwendungen in Sandwichstrukturbauweise, mit einer in der Fahrzeug-Industrie geforderten lackierfähigen Class-A-Oberfläche, ermöglicht werden.

Dr. Patrick Hirsch

fer IMWS angesiedelt ist. Durch den interdisziplinären Diskurs zwischen angewandter Forschung und Kunst sollen auch mit künstlerischen Methoden gesellschaftliche Herausforderungen identifiziert und ihnen begegnet werden.

Lisett Fankhänel

<https://www.art-design.fraunhofer.de/>

WEITERE FRAUNHOFER-NETZWERKE, -PROJEKTE UND -PROGRAMME

Fraunhofer Materials Data Space

Der Fraunhofer Materials Data Space stellt unternehmensübergreifend digitale Daten zu Materialien und Werkstoffen entlang der gesamten Wertschöpfungskette bereit. Durch die Vernetzung werden kürzere Entwicklungszeiten, lernende Fertigungsverfahren und neue Geschäftsmodelle möglich, zudem ergeben sich enorme Potenziale für Materialeffizienz, Produktionseffizienz und Recycling. Der Fraunhofer-Verbund MATERIALS liefert mit dieser Plattform die Grundlage für die Werkstoffentwicklung, -herstellung und -verarbeitung innerhalb von Industrie 4.0.

Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn

www.fraunhofer-materials-data-space.de

Netzwerk Wissenschaft, Kunst und Design

Wie kann Wissenschaft durch Kunst inspiriert werden – und umgekehrt? Welche Parallelen gibt es in der Arbeit von Forschenden und Kreativen? Wie können sie vom gegenseitigen Dialog profitieren? Diesen Fragen geht das Netzwerk »Wissenschaft, Kunst und Design« nach, dessen Geschäftsstelle am Fraunho-

VERNETZUNG MIT EXTERNEN PARTNERN

Max-Planck – Fraunhofer Kooperationsprojekt HEUSLER

Das Fraunhofer IMWS erforscht gemeinsam mit zwei Max-Planck-Instituten in Dresden und Halle, welche strukturellen und chemischen Möglichkeiten es gibt, um auf der Basis von intermetallischen Heusler-Phasen neuartige Materialien zu erzeugen, die gute hartmagnetische Eigenschaften haben, aber keine Seltenerd-Elemente enthalten.

Prof. Dr. Thomas Höche
<http://s.fhg.de/heusler>

Leistungs- und Transferzentrum Chemie- und Biosystemtechnik

Das Leistungs- und Transferzentrum »Chemie- und Biosystemtechnik« führt orientierende Grundlagenforschung, anwendungsorientierte Forschung und industrielle Entwicklung enger zusammen, um die Wertschöpfung in der Region Halle-Leipzig entscheidend zu stimulieren. Mit dem Leistungszentrum werden sowohl die Exzellenz in der Forschung als auch eine nachhaltige regionale wirtschaftliche Entwicklung stimuliert. Das strategische Ziel ist die Erforschung und Optimierung verfahrenstechnischer Prozessketten der Kunststoff verarbeitenden, chemischen, biotechnologischen und biomedizinischen Industrie vom Rohstoff bis zum Produkt, um den Weg zu einer Chemie 4.0 zu bahnen.

PD Dr. Christian Growitsch (Sprecher)
www.chemie-bio-systemtechnik.de

Sonderforschungsbereich Polymere unter Zwangsbedingungen

In diesem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) seit 2011 geförderten Verbundprojekt forscht das Fraunhofer IMWS gemeinsam mit der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und der Universität Leipzig an grundlegenden Fragestellungen im Bereich der Struktur und Dynamik weicher Materie. Schwerpunktmäßig wird der Einfluss von Zwangsbedingungen auf Strukturbildungsprozesse in synthetischen und biologischen Polymersystemen und Kompositen untersucht.

Prof. Dr. Mario Beiner
www.natfak2.uni-halle.de/sfbtr102

Spitzencluster BioEconomy

Das Cluster verbindet die für die Bioökonomie relevanten Forschungs- und Industriebereiche in Mitteldeutschland mit dem Ziel, die Entwicklung, Skalierung und Anwendung von innovativen technischen Prozessen voranzutreiben. Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der nachhaltigen stofflichen Nutzung biobasierter, nachwachsender Rohstoffe aus dem Non-Food-Bereich (insbesondere von Holz) sowie auf der Herstellung werthaltiger Produkte für verschiedene Industriebereiche, verbunden mit der energetischen Nutzung von Reststoffen über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg.

*Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn (Stellv. Vorsitzender),
 Andreas Krombholz (Themengebietsleiter Biokunststoffe)*
www.bioeconomy.de

Spitzencluster SolarValley Mitteldeutschland

Im Zentrum der Arbeit des Clusters steht das Ziel, Solarstrom noch wettbewerbsfähiger zu machen. Dies gelingt in der Umsetzung eines Strategiekonzepts, in dem Wirtschaft, Wissenschaft und Bildung eng verzahnt zusammenarbeiten. Dabei soll die Photovoltaik als bedeutendste Energietechnologie dieses Jahrhunderts etabliert werden.

Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn
www.solarvalley.org



Zwanzig20 HYPOS

Mit dem Projekt HYPOS Hydrogen Power Storage & Solutions East Germany soll »Grüner« Wasserstoff aus erneuerbarem Strom im großtechnischen Maßstab für energietechnische Anwendungen hergestellt werden – als effizienter Energieträger mit hervorragender Transport- und Speicherfähigkeit. Das HYPOS-Projekt wird im Rahmen des Programms »Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation« durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

*Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn (Stellv. Vorsitzender),
Dr.-Ing. Nadine Menzel (Themenfeld Strombereitstellung)
www.hypos-eastgermany.de*

NanoMikro-Netzwerk Sachsen-Anhalt

Im NanoMikro-Netzwerk Sachsen-Anhalt werden Nanotechnologie und Mikrosystemtechnik als Innovationsquellen und Schlüsseltechnologien für die Zukunftsfelder des Landes Sachsen-Anhalt besonders gefördert. Koordiniert wird das Netzwerk von der science2public – Gesellschaft für Wissenschaftskommunikation e.V. Dem NanoMikro-Netzwerk gehören Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen sowie Unternehmen – vor allem Kleinunternehmen sowie kleine und mittlere Unternehmen – aus Sachsen-Anhalt, aber auch Akteure wie das Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung auf Landesebene und das Bundesumweltamt mit Sitz in Dessau-Roßlau auf Bundesebene sowie Intermediäre an. Das Netzwerk wird aus Mitteln des Landes Sachsen-Anhalt und der Bundesrepublik Deutschland gefördert.

*Andreas Dockhorn
www.nanomikro.com*

KOMPETENZFELDER UND ORGANIGRAMM

Institutsleitung: Ralf B. Wehrspohn, Matthias Petzold (stv.), Christian Growitsch (stv.), Thomas Merkel (VL)

Geschäftsfelder

WERKSTOFFE UND BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK Matthias Petzold	FRAUNHOFER CSP, ABT. ZTN Ralph Gottschalg	OPTISCHE MATERIALIEN Thomas Höche	CHEMISCHE UMWANDLUNGSPROZESSE Bernd Meyer	POLYMER-ANWENDUNGEN Peter Michel	BIOLOGISCHE UND MAKROMOLEKULARE MATERIALIEN Christian Schmelzer*
Bewertung elektronischer Systemintegration Sandy Klengel	Diagnostik und Metrologie Christian Hagendorf	Mikrostruktur optischer Materialien Christian Patzig	Wasserelektrolyse (Fraunhofer ELP) Nadine Menzel*	Thermoplastbasierte Faserverbundhalbzeuge Ivonne Jahn	Charakterisierung medizinischer und kosmetischer Pflegeprodukte Andreas Kiesow
Diagnostik Halbleitertechnologien Frank Altmann	Modul- und Systemzuverlässigkeit Matthias Ebert	Mikrostrukturbasierte Materialprozessierung Michael Krause	Kohlenstoff-Kreislauf-Technologien Freiberg Denise Klinger*	Bewertung von Faserverbundsystemen Ralf Schlimper	Biofunktionale Materialien Christian Schmelzer
	Materialien und Prozesse Sylke Meyer			Polymerbasiertes Materialdesign Mario Beiner	
AWZ FÜR ANORGANISCHE LEUCHTSTOFFE SOEST Stefan Schweizer				Thermoplastbasierte Faserverbundbauteile Matthias Zschebye	

Infrastruktur

Thomas Merkel, Verwaltung		Ralf B. Wehrspohn, Wissenschaftsmanagement			
Projekte und Finanzen Sven Heßler	Technische Dienste und IT Sebastian Gerling	Gerätebau und Konstruktion Andreas Krombholz	Büro Institutsleitung Heike Gehritz	Stab Institutsleitung Andreas Dockhorn	
Personal und Dienstreisen Constanze Päldecke	Recht und Compliance Thomas Merkel		Presse- und Öffentlichkeitsarbeit Michael Kraft	Center for Economics of Materials CEM Christian Growitsch	

* kommissarisch

PREISE UND EHRUNGEN

Hugo-Junkers-Preis des Landes Sachsen-Anhalt, 1. Platz in der Kategorie »Produktentwicklung/ Dienstleistungen/Start-Up«



**Kai Kaufmann,
Markus Patzold,
Dominik Lausch**

»DENKweit GmbH,
kontaktlose ortsaufgelöste
Analyse elektrischer Ströme«
12.12.2018,
Magdeburg/Deutschland

Hugo-Junkers-Preis des Landes Sachsen-Anhalt, 1. Platz in der Kategorie »Angewandte Forschung«



Christian Thieme

»Neuartige Glaskeramik mit
niedriger Wärmedehnung«
12.12.2018,
Magdeburg/Deutschland

Supplier-Award der Firma Micronas-TDK



**Frank Altmann und
Michél Simon-Najasek**

06.11.2018,
Freiburg/Deutschland

Distinguished Scientist der Chinese Academy of Sciences' President's International Fellowship Initiative (PIFI) und High-End Foreign Talent der Provinz Shanxi (China)



Bernd Meyer

05.09.2018,
Taiyuan/China

Innovationspreis des TÜV Süd



**Thomas Höche und
Michael Krause**

Entwicklung des Probenpräpa-
rationsgeräts microPREP™
26.06.2018,
München/Deutschland

EUREKA Innovation Award in der Kategorie »Large cooperation SME collaboration«



**Matthias Petzold und
Frank Altmann**

22.05.2018,
Helsinki/Finnland

Best of Track des International Symposium on Micro- electronics in der Session »Novel Materials/Processes«

Bianca Böttge

»Reliability of novel ceramic encapsulation materials
for electronic packaging«
11.10.2018, Pasadena/USA

Best Poster Award in der Kategorie »PV Modules & Systems« der International Photovoltaic Power Genera- tion and Smart Energy Exhibition & Conference (SNEC)

Christian Hagendorf und Volker Naumann

»Rapid pid testing and assesment of pid stability at installed pv modules«
01.06.2018, Shanghai/China

Best Poster Award der International Conference on Integrated Power Electronics Systems (SIPS)

Bianca Böttge und Sandy Klengel

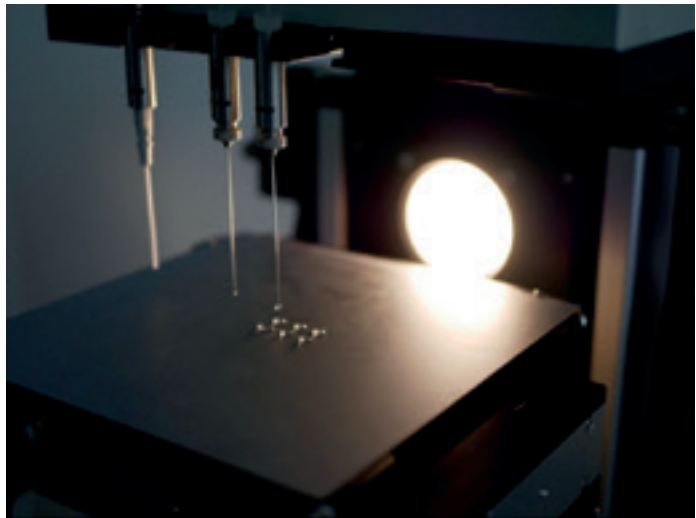
»Novel specimen design to test engineering plastics for power electronic
applications«
22.03.2018, Stuttgart/Deutschland

TECHNISCHE AUSSTATTUNG AM FRAUNHOFER IMWS

NEUE GERÄTE UND VERFAHREN

- Elektrospinnanlage FLUIDNATEK
- Kontaktwinkelmessgerät KRÜSS Drop Shape Analyzer
- Headspace-Probengeber mit Headspace-Steuersoftware
- Thermo Sensoric High Speed Digital Camera

Kontaktwinkelmessgerät KRÜSS Drop Shape Analyzer.



GERÄTE UND VERFAHREN DER KERNKOMPETENZ MIKROSTRUKTURDIAGNOSTIK

Ionen-/Elektronenmikroskopie

- Transmissionselektronenmikroskop (TEM/STEM 200 kV) mit Röntgenanalysesystem (Nanospot-EDX)
- Transmissionselektronenmikroskop (EF-TEM 60-300 kV) mit Cs-Bildkorrektur, EDS, EELS, HAADF, STEM, NBD, und Tomographie
- Fokussierende Ionenstrahlanlage (FIB) mit integriertem IR-Mikroskop
- Rasterelektronenmikroskope (REM) mit Röntgenanalyse (EDX, WDX) und Beugungsanalyse (EBSD)
- FIB-/REM-Anlage mit Gaseinlass-System in situ-lift-out-System
- FIB-/REM-Anlage mit Gaseinlass-System, EBSD- und EDXAnalytik und in situ-Manipulator
- Plasma-FIB-Anlage mit Gaseinlass-System
- REM mit elektronenstrahlinduzierter Strommessung (EBIC) und 4fach-Nanoprober-System
- Atmosphärisches REM (ESEM) mit in situ-Zugmodul und in situ-Heizmodul
- Kombinierte ESEM-FIB-Anlage mit Kryo-Transferkammer und in situ-Kryo-Präparationseinrichtungen

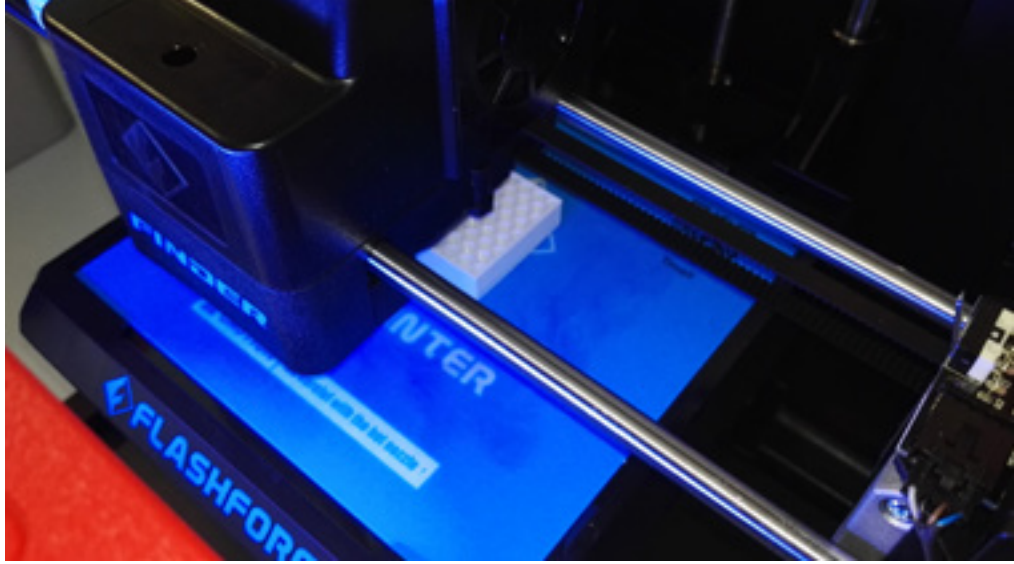
Präparationstechniken

- Präzisionsdrahtsägen, diverse Schleif-/Poliermaschinen, Präzisionsschleifanlagen für die Zielpräparation
- Laserpräparations-Anlage
- Ar-Ionenätzenanlagen, Plasma-Cleaner, C-Bedampfung und Platin Sputter-Coating
- Softmatter-Präparation mit Rotationsmikrotom, Ultramikrotom, Kryo-Ultramikrotom, Kritisch-Punkt-Trocknung sowie Kryofixierung

Zerstörungsfreie Prüfverfahren

- Röntgenmikroskop CARL ZEISS XRadia 810 Ultra
- 3D-Röntgen-CT-Inspektionsanlagen (180 kV Nanofokus, 225 kV Mikrofokus) mit in situ-Verformungseinrichtungen
- Röntgendiffraktometer für Spannungsmessung, Textur- und Phasenanalyse mit Hochtemperatureinrichtung bis 1200 °C und Dünnschichtanalyseeinrichtung
- Bruker Röntgendiffraktometer AXS D8 Advance
- Luftgekoppelter Ultraschall-Messplatz (Scanfläche 1500 x 1000 mm²)

Der 3D-Drucker Flashforge wird eingesetzt, um die Additive Fertigung mit Polymermaterialien zu optimieren.



- Akustische Rastermikroskope (15 MHz – 400 MHz und 400 MHz – 2 GHz)
- Puls-Phasen-Thermographie

Physikalisch und chemische Oberflächenanalytik

- μ XRF-Anlage mit W- und Rh-Röhre
- Time-of-Flight-Sekundärionen-Massenspektroskopie (ToF-SIMS)
- Photoelektronenspektroskopie mit Abtragsmodus, Tiefenprofil (XPS, UPS) sowie Auger-Elektronenspektroskopie (AES)
- Kontaktwinkelmessung
- Plasmaanalytiksystem (OES, VI-Probe, SEERS)
- Material- und Spurenanalyse
- Massenspektroskopie mit induktions-gekoppeltem Plasma (ICP-MS) mit Laserablation, chemische Extraktion und elektrothermische Vaporisation
- Optische Emissionsspektrometrie mit ICP mit elektrothermischer Verdampfung
- Dichte- und Porositätsmesseinrichtungen
- Restgasanalysator
- Gaspermeationsmessgerät

Topografie- und Konturmessung

- Rasterkraftmikroskope (AFM) in Kombination mit Licht- und Fluoreszenzmikroskopie
- Weißlichtinterferometer
- Konfokal-Laserscanningmikroskope (CLSM)
- Profilometer und Rauheitsmesseinrichtungen
- Interferometrische Eigenspannungsmessung
- Bestimmung Wafergeometrie (Dicke, Dickenvariation, etc.)
- Interferometer mit Phasenschieber für Konturmessung von Asphären

Lichtoptische und spektrometrische Verfahren UV-IR

- Lichtmikroskope, Hell-/Dunkelfeld- und DIK-Modus
- Digitalmikroskop
- Quantitative Bildanalysesysteme
- UV/VIS/NIR-Spektrometer und Spektralellipsometer
- Elektrolumineszenz- und Photolumineszenz-Spektroskopie
- Infrarot-Mikroskopie

- FTIR-Spektroskopie und -Mikroskopie mit ATR-Messeinrichtungen
- Konfokales Ramanmikroskop und Raman-Spektrometer
- IR-Spannungsoptik-Messungen
- Verfahren zur Messung der Ladungsträgerlebensdauer (Mikrowellen-Photoconductance-Decay, quasistatische Photoleitfähigkeit)
- Farbanalysator
- Zeitaufgelöste Fluoreszenz und ortsaufgelöste Elektrolumineszenz im UV-VIS-NIR-Bereich
- Nano- und Femtosekunden-Lasersysteme für Festkörper und Molekülspektroskopie, inklusive Detektion mit Nanohubs oder Nanoharp für sehr kurze Lebensdauer
- Photolumineszenz-Messplatz zur ortsaufgelösten Charakterisierung von Si-Blöcken, Wafer und Zelle

Elektrische Charakterisierung

- Messplätze zur Ladungsträgerlebensdauerermessung (Si-Block, Wafer)
- 4-Punkt-Methode und Wirbelstrommethode zur Leitfähigkeitsmessung
- Elektrolumineszenz-Messplatz zur Zellen-Charakterisierung
- Elektrolumineszenz-Messplatz zur PV-Modul-Charakterisierung
- Thermografie-Messplatz zur PV-Modul-Charakterisierung
- Messplatz zur Bestimmung der internen und externen Quanteneffizienz von Solarzellen
- Sonnensimulator für Solarzellen
- Sonnensimulator für PV-Module
- Messequipment zur Freifeld-Charakterisierung von PV-Modulen
- Wechselrichterprüfplatz

Elektrochemische Charakterisierung

- Rotierende Scheiben und Ringscheibenelektroden
- Voltametrische Methoden (Zyklovoltametrie – CV, lineare Voltametrie – LSV)
- Korrosionsmesszelle mit Potentiostaten
- Elektrochemische Impedanzspektroskopie – EIS
- Chrono-Methoden (Amperometrie, Potentiometrie, Coulometrie)

- Zyklische Lade- und Entladevorgänge – CCD
- PEM-Elektrolyseteststand für Einzelzellen (50 cm²) und Shortstacks (10 x 50 cm²) bis 30 bar
- Headspace-Probengeber, Headspace-Steuersoftware

Thermophysikalische Messverfahren

- Dynamische Differentialkalorimetrie bis 1500 °C
- Thermogravimetrische Analyse (TGA)
- Differential-Thermoanalyse
- Dilatometer für Messungen bis 1400 °C
- Klimaprüfkammern

Polymeranalytik

- Dynamische Differentialkalorimetrie (DSC)
- Dynamisch-Mechanische Analyse (DMA)
- Thermomechanische Analyse (TMA)
- Hochdruckkapillarviskosimeter
- Schmelzindexmessgeräte (MFI)
- HDT-Wärmeformbeständigkeits- und Vicat-Erweichungstemperaturmessung

- Dielektrische Analyse (DEA)
- TGA mit FT/IR-Kopplung
- Karl-Fischer-Titration zur Feuchtebestimmung in Kunststoffen
- Licht-Klimaprüfschrank und Klimaprüfschrank
- Rotationsrheometer
- Temperatur- und Wärmeleitfähigkeitsmessung (Light-Flash-Methode) bis 300 °C
- Soxhlet-Extraktor

Prüfung von Mikrokomponenten

- In situ-Verformungseinrichtungen für Rastermikroskope
- Pull- und Schertester für die mikroelektronische Verbindungstechnik
- Mikrooptischer Kraftmessplatz mit Manipulationseinrichtungen
- Mikrosystem-Analysator (MSA) zur berührungslosen Verformungs- und Vibrationsanalyse
- Versuchsstände zur Festigkeits- und Lebensdauerermessung von Mikrosystemen

GERÄTE FÜR DIE PHOTOVOLTAIK UND VERFAHREN DER KERNKOMPETENZ MIKROSTRUKTURDESIGN

Oberflächen- und Grenzflächentechnologien

- Mehrkammerbeschichtungsanlage für keramische und metallische Multilagen- und Compositbeschichtungen
- Plasma-CVD-Beschichtungsanlagen
- Hochfrequenz-Magnetron-Beschichtungsanlagen
- Plasmabehandlungsanlagen für Polymerfolien
- Plasmaätzenanlagen
- Nasschemische Beschichtungsanlagen (Spin-Coating, Rakelbeschichtung, Tauchbeschichtung)
- Elektrostatische Spinneinrichtung
- Elektrosinnanlage FLUIDN
- Hochleistungspulvermühle
- Ionenätzenanlage zur Probenpräparation und Oberflächenbearbeitung
- Waferbondanlage mit Plasmaaktivierung
- Drahtbondtechnik zur Kontaktierung von mikroelektronischen Bauelementen
- Anlage zum Laserschweißen von Polymerfolien
- Mikrowellenkammerofen (6 kW, Nutzraum: 500 x 900 x 900 mm³) mit Reflexionsmessung

Waferfertigung

- Draht- und Bandsägen zum Squaren, Croppen
- Schleifmaschinen zur Oberflächen- und Fasenbearbeitung von Blöcken

- IR-Durchleuchtungssystem zur Identifizierung von SiC/SiN-Einschlüssen in Blöcken
- Drahtsägen für multi- und monokristalline Wafer (slurrybasiertes Sägen, Diamantdrahtsägen)
- Vorreinigungsanlage zum Ablösen der Wafer nach Sägen
- Inline-Feinreinigungsanlage zur Endreinigung der Wafer
- Inline-Messanlage mit Sortiereinheit zur Waferendkontrolle und Klassifizierung

Solarmodulfertigung

- 3D-Vakuumlaminator
- Automatisches Dispenssystem für Leitkleber
- Variable Zellstring-Layup-Station
- Vollautomatischer Industrie Tabber/Stringer für ganze und halbe Zellen mit 3 oder 4 Busbars
- Halbautomatische Zellverlötungsanlage
- Laborglasreinigungsautomat
- Labor- und Großmodullaminator
- Präzisionsprüfmaschinen für Verbindungs- und Lotmaterial
- RTP-Ofen
- Siebdrucker
- Thermoschockprüfschrank
- Universalprüfmaschinen von 1N bis 400 kN, uni- und multiaxial
- UV-Vernetzungseinheit
- Vakuumlaminator
- Tension/Torsion-Prüfmaschine 10 kN

Ertrags- und Leistungsmessung

- Hochspannungstestequipment mit bis zu 1 kV angelegter Spannung
- Leistungsmessung im Labor mit Klasse AAA Modulflasher bis zu 2,6 x 2,6 m²
- Leistungsmessung im Freifeld mit kontinuierlicher U-I-Kennlinienaufzeichnung, Temperatur und Einstrahlung am Modul
- Umweltmesstechnik für direkte, indirekte und globale Einstrahlung, Luftdruck und -feuchte sowie Windgeschwindigkeit und -richtung

Polymerverarbeitung

- 3D-Drucker Flashforge Typ: Finder
- 3D-Drucker Markforged Typ: Mark One
- Diverse Spritzgießwerkzeuge für Maschinen mit Zuhaltkraft zwischen 50 Tonnen und 3200 Tonnen
- Minicomounder mit konischen Doppelschnecken
- Messkneten mit 60 bzw. 300 ml Kammervolumen für Thermoplast- und Elastomerverarbeitung, Drehmoment bis 300 Nm, elektrisch und flüssig temperiert
- Minispritzgießanlage
- Arburg Spritzgießanlage, Allrounder 320S 500-150, universell einsetzbare hydraulische Spritzgießmaschine
- Injection Molding Compounder KM 3200 bis 24 500MX IMC, Schließkraft 3200 Tonnen, max. Schussgewicht 20000 g (PS)
- Spritzgießmaschine KM 200 bis 1000 C2, Schließkraft 200 Tonnen, max. Schussgewicht 476 g (PS), Werkzeug-Temperierung bis 140 °C, separate zweite Spritzeinheit SP 160, vertikal
- Vollautomatisierte Verarbeitungszelle mit Infrarot-Heizstation für die Verarbeitung von kontinuierlich-faserverstärkten Thermoplasten im Hybridspritzguss
- Doppelschneckenextruder ZE25A x 48D UTX Schneckendurchmesser 25 mm, Gangtiefe 4,2 mm, Verfahrenslänge 48D, $D/d = 1.46$, max. Schneckendrehzahl 1200 min⁻¹, Drehmoment 2x103 Nm, Durchsatz bis 100 kg/h
- Schmelzepumpe Maag extrex® 28-5 GP
- Doppelschneckenextruder ZE40Ax48D UTX Schneckendurchmesser 44 mm, Gangtiefe 7,2 mm, Verfahrenslänge 48D, $D/d = 1.46$, max. Schneckendrehzahl 1200 min⁻¹, Drehmoment 2x580 Nm, Durchsatz bis 400 kg/h
- Doppelschneckenextruder ZE40Rx56D/93D UTX Schneckendurchmesser 47 mm, Gangtiefe 10,3 mm, Verfahrenslänge 56D oder 93D, $D/d = 1.46$, max. Schneckendrehzahl 1200 min⁻¹, Drehmoment 2x530 Nm, Durchsatz bis 400 kg/h
- Schmelzepumpe Witte EXTRU 92,6
- Einschneckenextruder KME45XS, Schneckendurchmesser 45 mm, Verfahrenslänge, 30D Glattrohrzylinder, Schneckendrehzahl 200 min⁻¹, Drehmoment 1000 Nm, Durchsatz bis 100 kg/h
- Downstream-Equipment für Profilextrusion mit bis zu 425 mm breiten Profilgeometrien
- UD-Tape-Anlage zur Herstellung von 500 mm breiten unidirektionalen endlosfasergefüllten thermoplastischen Tapes mittels Schmelzedirektimprägnierung, Verarbeitungstemperatur bis 350 °C, Aufnahme von bis zu 120 Roving-Spulen, statisches und dynamisches Spreizsystem, Produktionsgeschwindigkeit 2–20 m/min, Gesamtdurchsatz max. 360 kg/h
- Faserschneide, Stapellängen 1,5 – 98 mm
- Trockenlufttrockner, Trocknungstemperatur-Einstellung bis 160 °C
- Polymer-Pulvermühle, Shredderanlage
- Laminat-Pressen (400 x 400 mm), temperierbar bis 400 °C, Schließkraft 51 kN – 1647 kN, Hubhöhe 350 mm
- Doppelbandpresse (Breite 1 000 mm) temperierbar bis 250 °C, Pressdruck 0 – 80 N/cm², Geschwindigkeit 0,2– 8 m/min, Spaltlänge 0 – 150 mm, Heizleistung 84 kW, Kühlleistung 60 kW
- Pulverstreuung für Kunststoffmahlgut, Korngröße 50–500 µm, Schüttdichte 0,5 – 0,7 kg/l, Auftragsgewicht 5– 800 g/m², Geschwindigkeit 0,5–20 m/min

VERANSTALTUNGEN, MESSEN | VORLESUNGEN

Vom Fraunhofer IMWS organisierte Fachveranstaltungen

First CEM-Workshop on Total Design Management and Global Value Chains

08.02.–09.02.2018, Halle (Saale)

Kautschuk – Innovationen in der Region

15.02.2018, Halle (Saale)

16. Treffen des DGG-DKG Arbeitskreises

»Glasig-kristalline Multifunktionswerkstoffe«

22.02.–23.02.2018, Halle (Saale)

Einweihung des Röntgenmikroskops

Carl Zeiss Xradia 810 Ultra

06.04.2018, Halle (Saale)

Fachtag Wissenschaftskommunikation

16.04.2018, Halle (Saale)

3rd ELITE User Meeting 2018

24.04.2018, Halle (Saale)

Nanoprobing/EBAC-Workshop in Kooperation mit IMINA/Point Electronic

24.04.2018, Halle (Saale)

7. Fraunhofer CAM Workshop 2018

25.–26.04.2018, Halle (Saale)

Zukunftstag

26.04.2018, Halle (Saale)

Feierliche Inbetriebnahme UD-Tape-Anlage

03.05.2018, Halle (Saale)

Sondermodul Workshop

05.06.2018, Halle (Saale)

Braunkohlentag 2018

07.06.2018, Halle (Saale)

PolyMerTec 2018

13.06.–15.06.2018, Merseburg

Abschlusstreffen Fraunhofer-Leitprojekt

»Kritikalität Seltener Erden«

14.06.–15.06.2018, Halle (Saale)

Biopolymer Processing & Molding 2018

19.06.–20.06.2018, Halle (Saale)

Mitteldeutscher Kunststofftag 2018

26.06.–27.06.2018, Erfurt

Thementag – Elastomerbasierte Compounds und andere vernetzte Polymersysteme

23.08.2018, Halle (Saale)

Talent Take Off

11.10.2018, Halle (Saale)

Ultramikrotomie-Workshop

15.–18.10.2018, Halle (Saale)

Poland-Czech Republic-Germany Workshop on Integrated Technology Development for effective and sustainable Utilization of domestic Carbon Resources

18.10.2018, Dresden

Deutsch-Koreanischer Workshop

22.10.2018, Halle (Saale)

PV Days

23.10.–24.10.2018, Halle (Saale)

Talent School

26.10.–28.10.2018, Halle (Saale)

Weitere öffentlichkeitswirksame Veranstaltung

17. Lange Nacht der Wissenschaften

06.07.2018, Halle (Saale)

Alumnitreffen des Fraunhofer AWZ Soest

21.09.2018, Soest

Tag der offenen Tür DOW Schkopau

22.09.2018, Schkopau

European Symposium on Reliability of Electron Devices, Failure Physics and Analysis ESREF

01.10.2018, Aalborg (Dänemark)

Maus-Türöffner-Tag

03.10.2018, Soest

Spatenstich Fraunhofer PAZ-Ausbau

01.11.2018, Schkopau

Herbstfest des Fraunhofer IMWS

13.11.2018, Halle (Saale)

Messen mit Beteiligung des Fraunhofer IMWS

JEC World 2018

06.03.–08.03.2018, Paris, Frankreich

Hannover Messe 2018

23.04. – 27.04.2018, Hannover

NPE – The Plastics Show 2018

07.05. – 11.05.2018, Orlando, Florida, USA

68th IEEE Electronic Components and Technology Conference (ECTC) 2018

29.05. – 01.06.2018, San Diego, USA

PCIM/SMT Hybrid Packaging 2018

05.06. – 07.06.2018, Nürnberg

BIO World Congress

16.07. – 19.07.2018, Philadelphia

Vorlesungen Wintersemester 2017/2018

Fachhochschule Südwestfalen

- Physik I | Prof. Dr. Stefan Schweizer
- Physik III | Prof. Dr. Stefan Schweizer

Hochschule Anhalt

- Cell and Materials Diagnostics | Prof. Dr. Manfred Fütting, Dr. Christian Hagendorf
- Electric Grid and Solar Energy Integration | Prof. Dr. Ralph Gottschalg
- FuE-Verträge | Thomas Merkel
- Microsystem Technology | Prof. Dr. Andreas Heilmann

Hochschule Merseburg

- Diagnostik Solar Cells | Dr. Christian Hagendorf
- Photovoltaik MMMP | Dr. Christian Hagendorf, Stefanie Meyer
- Werkstoffdiagnostik und Zuverlässigkeit Mikrosystemtechnik (Master) | Prof. Dr. Matthias Petzold, Robert Klengel; Sebastian Tismer; Michael Kögel; Jörg Jatzkowski; Michel Simon-Najasek; Christian Grosse; Dr. Andreas Graff; Georg Lorenz; Dr. Michael Krause; Dr. Stefan Schulze

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

- Microsystem Technology | Prof. Dr. Andreas Heilmann
- Mikrostrukturiertes Materialdesign | Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn
- Polymer in Industry | Prof. Dr. Peter Michel
- Polymer Processing | Prof. Dr. Peter Michel

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig HTWK

- Integrationsmodul II | Prof. Dr. Jens Schneider
- Photovoltaik als Energiequelle | Prof. Dr. Jens Schneider

Burg Giebichenstein Kunsthochschule Halle

- Konstruktion/Werkstoffe | Andreas Krombholz

Vorlesungen Sommersemester 2018

Fachhochschule Südwestfalen

- LED-Technologie | Prof. Dr. Stefan Schweizer
- Physik II | Prof. Dr. Stefan Schweizer

Hochschule Anhalt

- Arbeitsrecht | Thomas Merkel
- Sensor- und Aktortechnik | Prof. Dr. Andreas Heilmann
- Solar Systems and Component Reliability | Dr.-Ing. Matthias Ebert

Hochschule Merseburg

- Einführung in die Mikrosystemtechnik – Bachelor Maschinenbau, Mechatronik, Physiktechnik | Prof. Dr. Matthias Petzold, Dr. Andreas Graff; Dr. Peter Dold; Frank Altmann; Robert Klengel; Sandy Klengel; Sebastian Schindler
- Spezielle Kunststoffverarbeitung – Studiengang BKT6 | Prof. Dr. Peter Michel

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

- Angewandte Institutionenökonomik | Dr. Inéz Labucay
- Energie- und Umweltökonomik | PD Dr. Christian Growitsch
- Mechanische Eigenschaften von Materialien | Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn, Hanke Thomas
- Structure Analysis and Proteomics | Dr. Christian Schmelzer
- Structure and Morphology | Prof. Dr. Mario Beiner
- Surface Science | Prof. Dr. Andreas Heilmann
- Processing of Polymer Blends and Composites | Prof. Dr. Peter Michel

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig HTWK

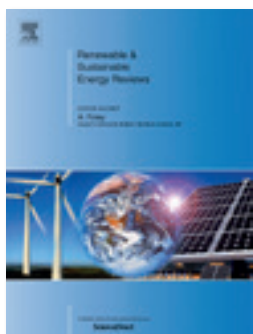
- Bauteilbewertung und -versagen | Prof. Dr.-Ing. Stephan Schönfelder
- Vernetzte Energiesysteme | Prof. Dr. Jens Schneider

Technische Universität Ilmenau

- Werkstoffkunde Kunststoffe | Sven Henning

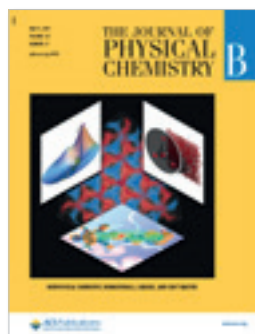
VERÖFFENTLICHUNGEN AM FRAUNHOFER IMWS

Highlight-Papers



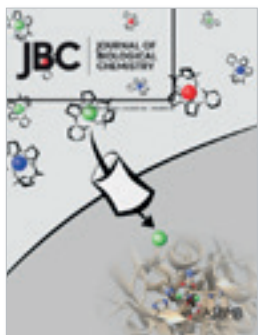
Ilse, K.; Figgis, B.; Naumann, V.; Hagendorf, C.; Bagdahn, J.
Fundamentals of soiling processes on photovoltaic modules

Renewable and Sustainable Energy Reviews 2018/98 (2018) 239-254



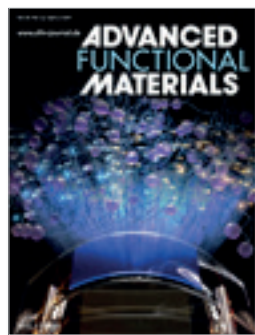
Gupta, G.; Danke, V.; Babur, T.; Beiner, M.
Interrelations between side chain and main chain packing in different crystal modifications of alkoxy-lated polyesters

Journal of Physical Chemistry B 121 (2017) 4583-4591



Schröder, C. U.; Heinz, A.; Majovsky, P.; Karaman, B.; Brinckmann, J.; Sippl, W.; Schmelzer, C. E. H.
Elastin is heterogeneously cross-linked

Journal of Biological Chemistry 293 (2018) 15107-15119



Zhang, H.; Li, Xiaopeng, Hähnel, A.; Naumann, V.; Lin, C.; Azimi, S.; Schweizer, S. L.; Maijenburg, A.; Wehrspohn, R. B.
Bifunctional heterostructure assembly of nife Idh nanosheets on nicop nanowires for highly efficient and stable overall water splitting

Advanced Functional Materials 2018 (2018) 1706847



Wiesemann, N.; Bütof, L.; Herzberg, M.; Hause, G.; Berthold, L.; Etschmann, B.; Brugger, J.; Martinez-Criado, G.; Dobritzsch, D.; Baginsky, S.; Reith, F.; Nies, D.

Synergistic toxicity of copper and gold compounds in cupriavidus metallidurans

Applied and Environmental Microbiology 83/23 (2017); 621/2017 (2018) 15107-15119

Erteilte Patente 2018

Altmann, Frank / Riediger, Thorsten

Verfahren zur Detektion von durch Unterbrechungen charakterisierbare Fehlstellen in Leitbahnnetzwerken
Patent-Nr. DE 10 2007 037 377 B4

Spohn, Uwe / Hirsch, Ulrike / Rühl, Marco / Teuscher, Nico / Heilmann, Andreas / Schellenberg, Carsten

Verfahren zur Herstellung von Antifouling-Beschichtungen von Dünnschichtkompositmembranen für die Umkehrosmose und die Nanofiltration, derartige Dünnschichtkompositmembranen und deren Verwendung
Patent-Nr. EP 3 180 112 B1

Dissertationen

Dipl.-Ing. Clemens Formann

TU Bergakademie Freiberg

Process chain evaluation for coupling power generation with syngas-based chemical syntheses

Dipl.-Phys. Kai Kaufmann

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Laserinduzierte Lift-Off-Prozesse in Cu(In, Ga)Se₂-Düschicht-solarzellen bei Wellenlängen von 1064 nm und 1342 nm

Dipl.-Phys. Stephan Krause

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Selektive und eingeschlossene Laserablation von TCO- und dünnen Si-Schichten mit kurzen (ns) und ultrakurzen Pulsen (ps, fs)

Dipl.-Phys. Yong-Tae Kim

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

One-dimensional plasmonic nanostructures prepared by template synthetic method for surface-enhanced Raman spectroscopy (SERS)

M.Eng. Frank Zobel

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Entwicklung des Float-Zone-Verfahrens zur Herstellung von Siliziumeinkristallen für solare Anwendungen

M.Sc. Angela Cristina Mora Huertas

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Degradation of skin elastin in ageing and disease: an ex vivo quantitative proteomic approach

M.Sc. Ibrahim Kolawole Muritala

TU Bergakademie Freiberg

Investigation of trace components in autothermal gas reforming processes

M.Sc. Jens Hirsch

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Induktiv gekoppelte maskenlose Plasmatexturierung von kristallinem Silizium durch SF₆/O₂ für die industrielle Photovoltaik

M.Sc. Stefan Ackermann

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Zuverlässigkeitsuntersuchungen und Vergleich von AEM-Membran-Elektroden-Einheiten

Dipl.-Ing. Sebastian Schulze

TU Bergakademie Freiberg

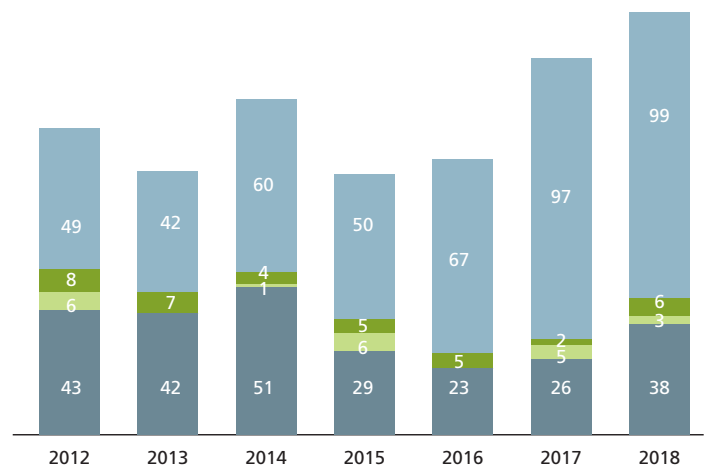
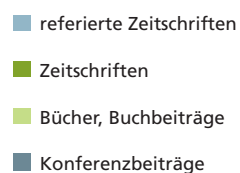
Carbon conversion processes of single particles and packed beds: Detailed simulation and model development

Dipl.-Ing. André Bader

TU Bergakademie Freiberg

Modeling of heavy oil entrained-flow gasification

Publikationen insgesamt





»POTENZIALE FÜR DIE GEWICHTS- UND KRAFTSTOFFEINSPARUNG«

Interview mit Kyung Min Yu, Gastwissenschaftlerin am Fraunhofer IMWS

Wie sind Sie auf die Idee gekommen, am Fraunhofer IMWS einen Gastaufenthalt zu machen?

Ich arbeite als Ingenieurin bei der Hyundai Motor Company in Seoul, ein südkoreanischer Automobilhersteller der Hyundai Motor Group, und bin dort für die Entwicklung von Verbundwerkstoffen für den Leichtbau von Fahrzeugverkleidungen zuständig. Vor meinem Aufenthalt am Fraunhofer IMWS erforschte ich den Einsatz von Polymeren als Leichtbaumaterial für Verkleidungen, beispielsweise für den Kotflügel oder die Heckklappe von Fahrzeugen. Die Hyundai Motor Company gibt 15 bis 20 interessierten Personen jährlich die Möglichkeit mit dem Programm »project based joint research task« ins Ausland zu gehen, um dort an Universitäten oder Institutionen neue Technologien zu erforschen. Diese Chance nahm ich wahr und bewarb mich im Sommer 2018. Ich hatte zuvor intensiv nach Institutionen recherchiert, die sich mit dem Erforschen von Polymer-Sandwichstrukturen befassen. Durch meine Suchanfrage im Internet kam ich auf die Webseite des Fraunhofer IMWS und die Leichtbauprojekte, die Dr. Ralf Schlimper betreut.

Wie lief der Prozess für Ihren Aufenthalt hier bei uns ab?

Nach der Zusage von meinem Arbeitgeber für das Auslandsprogramm nahm ich mit Dr. Schlimper per E-Mail Kontakt auf. Der Austausch führte zu einem Treffen in Halle am Fraunhofer IMWS, wobei wir über ein mögliches neues Projekt und die Forschungsinhalte redeten. Nach meiner Rückkehr in Südkorea erhielt ich dann die Zusage vom Fraunhofer IMWS. Danach begann die Planung für meinen 10-monatigen Aufenthalt. Hierbei stellte mir mein Arbeitgeber eine Person zur Seite, die für mich die Organisation aller wichtigen Aufgaben in Deutschland übernahm.

Woran forschen Sie während Ihres Gastaufenthalts?

Ich forsche am Institut im Geschäftsfeld »Polymeranwendungen« im Projekt InSaRo. Hier bin ich an der Entwicklung einer Sandwich-Verbundplatte aus Polymeren für den Einsatz in der Fahrzeugkarosserie beteiligt. Normalerweise bestehen Karosserieteile aus Stahl, wodurch das Gesamtgewicht des Automobils und der Kraftstoffverbrauch erhöht wird. Der Einsatz von sogenannten Sandwichstrukturen hingegen, die aus leichten hexagonalen Polymerwabenkernen und festen Deckschichten bestehen, bieten Potenziale für die Gewichts- und damit Kraftstoffeinsparung.

Wie wird der Aufenthalt finanziert?

Mein Arbeitgeber, die Hyundai Motor Company, finanziert mir durch das Programm meinen gesamten Aufenthalt. Ich werde bei allen Kosten, die in den 10 Monaten anfallen, unterstützt.

Welchen Mehrwert bietet der Gastaufenthalt bei uns für Ihre Laufbahn?

Ich denke, es ist eine gute Chance für mich zu lernen, wie man neues, leichteres Material entwickelt, um dieses dann zu testen. Nach meinem Projekt gehe ich zurück nach Südkorea und werde weiter an Polymer-Sandwichverbundplatten forschen, um dann aus diesen neue Karosserie-Bauteile herzustellen.

Kyung Min Yu

2002 Master-Abschluss in Werkstofftechnik an der Seoul National University

seit 2003 Ingenieurin bei Hyundai Motor Company in Seoul



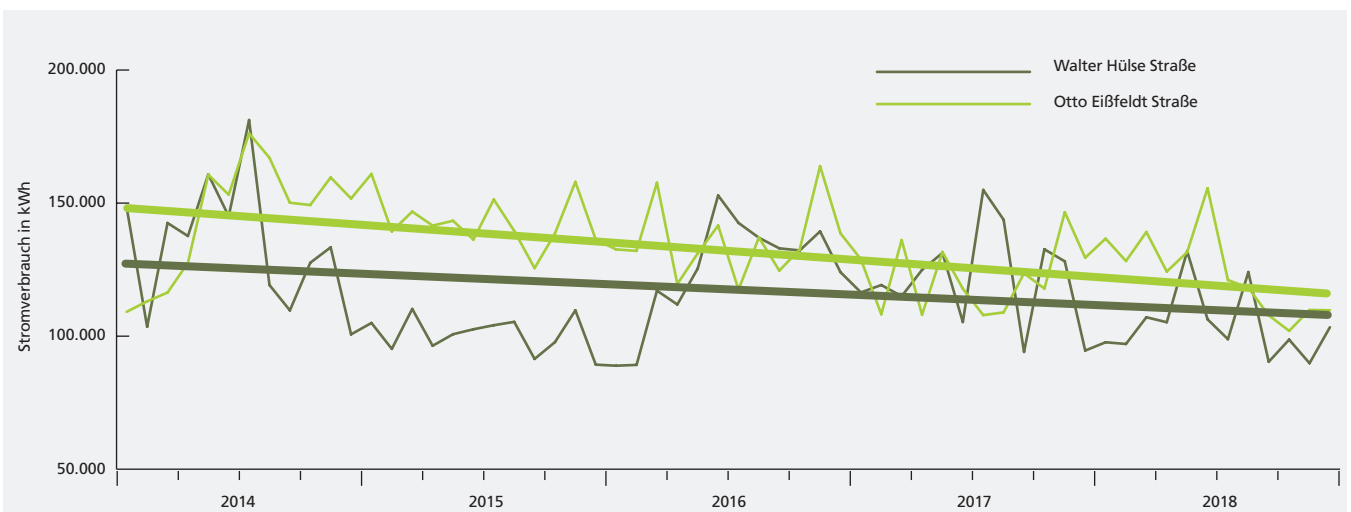
NACHHALTIGKEITSBERICHT

Am Fraunhofer IMWS tragen wir nicht nur mit unseren Forschungsergebnissen zu mehr Nachhaltigkeit bei. Auch unser eigenes Agieren am Institut soll möglichst nachhaltig gestaltet sein. Deshalb nehmen wir permanent beispielsweise die Betriebskosten in den Blick und suchen nach Möglichkeiten, Energie zu sparen, Abfall zu vermeiden oder Prozesse zu optimieren. Eine eigens geschaffene AG Nachhaltigkeitsmanagement koordiniert diese Aktivitäten, bewertet die entstehenden Verbesserungsvorschläge und bindet externe Dienstleister ein.

Im Jahr 2018 lag der Schwerpunkt auf der weiteren Ertüchtigung der Liegenschaften für einen reduzierten Ressourcenverbrauch. Am Standort in der Otto-Eißfeldt-Straße haben die schon 2017 eingeleiteten Maßnahmen weiter Wirkung erzielt, vor allem im Hinblick auf den Gesamtstromverbrauch. Passend zu unseren dort konzentrierten Aktivitäten in der Photovoltaik gibt es neben und auf dem Gebäude in der Otto-Eißfeldt-Straße nun einen Solarpark. 196 Solarmodule wurden in einer Freifeldanlage und 162 weitere auf dem

Gebäudedach installiert und für Messungen eingesetzt. Insgesamt verfügen sie über 100 kWp nominale Leistung. Der von der Anlage erzeugte Strom wird vom Fraunhofer CSP selbst genutzt.

In der Walter-Hülse-Straße konnte der Energieverbrauch im Vergleich zum Vorjahr um 15 Prozent gesenkt werden, unter anderem durch die Optimierung der Klimakammerversuche sowie der Lüftungsanlage. Auch die Beleuchtung wird sukzessive auf stromsparende LED-Technik umgestellt. An verbrauchsauffälligen Punkten wurden weitere Zähler zur Untersuchung des Lastverlaufs und Optimierungsvermögens installiert. Am Standort Heideallee sind im Erweiterungsbau alle Räume bereits mit einer Einzelraumregelung für Wärme ausgestattet («Smart Home»). Dies wird einen erheblichen Beitrag zur Energieeffizienz des neuen Gebäudes leisten. In einem Pilotprojekt wird die Einzelraumregelung 2019 auch in ersten Räumen der Walter-Hülse-Straße erprobt. Zudem sind Druckluftoptimierung, Optimierung der Kälteanlagen und eine Visualisierung des Energieverbrauchs in allen Liegenschaften geplant.



KÖPFE 2018

Warum kommt der Ketchup nicht aus der Flasche? Dr. Sven Henning beantwortete diese Frage anschaulich für die Besucherinnen und Besucher der Langen Nacht der Wissenschaften.



Dr. Dominik Lausch, Markus Patzold und Dr. Kai Kaufmann (von links) bieten mit der von ihnen gegründeten DENKweit GmbH eine neue Lösung an, mit der sich der Gesundheitszustand elektronischer Komponenten, etwa von Batterien oder Solarmodulen, messen lässt. Das Unternehmen ging aus dem Fraunhofer IMWS hervor und wurde beim Innovationspreis des Landes Sachsen-Anhalt als bestes Startup des Jahres 2018 ausgezeichnet.

Sachsen-Anhalts Ministerpräsident Dr. Reiner Haseloff (links) und Fraunhofer-Präsident Prof. Dr. Reimund Neugebauer besuchten im Sommer 2018 das Center for Economics of Materials. Sie informierten sich, wie die gemeinsame Einrichtung von Fraunhofer IMWS und Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg mit ihrer techno-ökonomischen Expertise beispielsweise bei der Gestaltung des Strukturwandels in den bisherigen Kohlerevieren beraten kann.

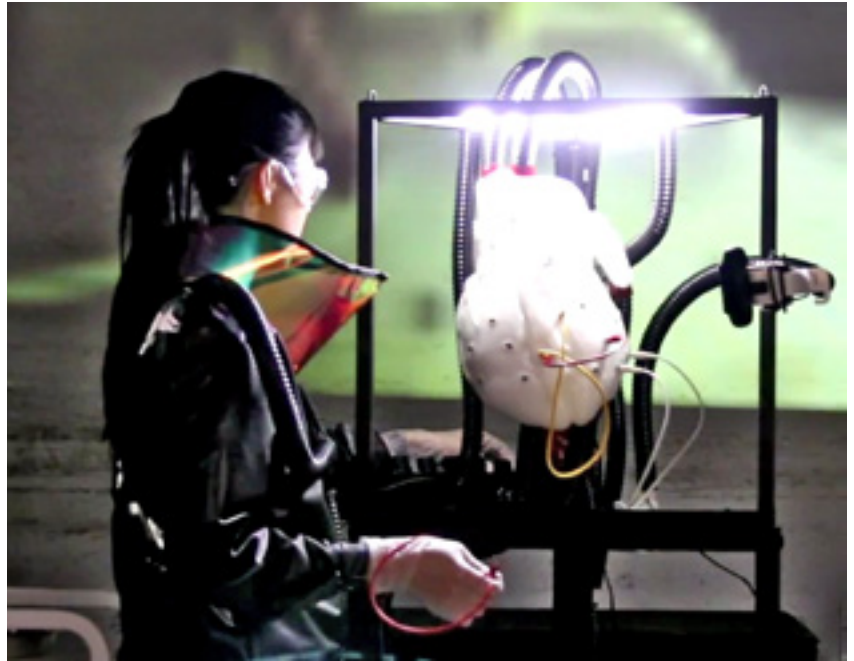


Im Juni 2018 wurde das Fraunhofer IMWS zur Kulisse für die erste Staffel der ARD-Fernsehserie »In aller Freundschaft – die Krankenschwestern«. Produktionsleiter Christian Scheerer von Saxonia Media (links) koordinierte die Dreharbeiten.



196 Solarmodule der modernsten Generation sind in der neuen Freifeldanlage am Fraunhofer CSP installiert und werden für Messungen eingesetzt. Gemeinsam mit weiteren Modulen auf dem Gebäudedach verfügen sie über 100 kWp nominale Leistung. Der von der Anlage erzeugte Strom wird in Teilen auch vom Fraunhofer CSP selbst genutzt. Jens Fröbel koordiniert die Aktivitäten.

Prof. Dr. Armin Willingmann, Minister für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung des Landes Sachsen-Anhalt, war Schirmherr beim »Fachtag Wissenschaftskommunikation«. Das Fraunhofer IMWS gehörte zu den Initiatoren der Veranstaltung, bei der Vertreter aus Wirtschaft, Wissenschaft, Medien und Kreativbranche gemeinsam Konzepte entwickelten, wie man innovative Ideen erfolgreich kommunizieren kann.



Die Performance WHOSE SCALPEL der Künstlerin Yen Tzu Chang thematisiert die Zukunft der Beziehung von Mensch und Maschine in der Chirurgie. Das Werk ist ein Beispiel für das inspirierende Zusammenspiel von »Wissenschaft, Kunst und Design«, das seit 2018 in einem gleichnamigen Netzwerk von der Fraunhofer-Gesellschaft gefördert wird. Die Geschäftsstelle ist am Fraunhofer IMWS angesiedelt.

Zwei Forschungsfahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb nahm das Fraunhofer IMWS 2018 entgegen. In Kooperation mit Partnern erfolgen ökonomische und ökologische Analysen zum Fahrzeugkonzept unter Realbetriebs-Bedingungen. Institutsleiter Prof. Dr. Ralf Wehrspohn (links) und Volker Ciesiolka, Geschäftsführer der PS Union Halle, freuen sich über den Start der Zusammenarbeit.



Johann Carl Beurich alias DorFuchs war im Rahmen der »Talent School« zu Gast am Fraunhofer IMWS. Der erfolgreiche YouTuber berichtete den Schülerinnen und Schülern, die drei Tage lang am Institut in die wissenschaftliche Arbeit hineinschnuppern konnten, wie seine Mathematik-Lieder entstehen.

AUSBLICK

»Vorstellungskraft ist die unübertroffene Fähigkeit zur Entdeckung. Sie ist es, die in unerforschte Welten um uns herum vordringt.«

Aus zwei Gründen ist dieser Ausspruch ein guter Leitsatz für die Aktivitäten, die 2019 für das Fraunhofer IMWS im Mittelpunkt stehen werden.

Zum einen stammt das Zitat von Ada Lovelace (1815–1872), einer britischen Mathematikerin, die einige der ersten Algorithmen der Geschichte formuliert hat. Die Möglichkeiten, die sich aus ihren visionären Ideen entwickelt haben, wollen auch wir am Institut noch besser erschließen. Deshalb werden wir uns sowohl in Fraunhofer-Netzwerke rund um Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz einbringen als auch in eigenen Projekten die Potenziale dieser Methoden erschließen, etwa in der Kunststoffverarbeitung oder bei der automatischen Bilderkennung von Mikrostrukturaufnahmen.

Zum anderen spricht aus den eingangs erwähnten Sätzen eine rastlose und kreative Neugier, die dazu beiträgt, Horizonte zu erweitern und weit über die Gegenwart hinaus zu blicken. Sich mit Limits nicht abzufinden und den Fähigkeiten des eigenen Verstands zu vertrauen – das ist das Credo von Ada Lovelace und auch eine wichtige Antriebskraft für die Arbeit am Fraunhofer IMWS.

Sehr intensiv werden wir diesen Ansatz im Jahr 2019 nutzen, um den Strukturwandel in den Braunkohlerevieren durch technologische Innovationen erfolgreich zu gestalten. Auch hier gilt es, nicht nur nach dem Bewahren des Bestehenden zu streben, sondern die Chancen zukunftsfähiger Konzepte für Wachstum und Beschäftigung zu erkennen und zu ergreifen. Mit der Gründung des Centers for Economics of Materials CEM und des Geschäftsfelds »Chemische Umwandlungsprozesse« sowie mit unseren bereits entstehenden oder geplanten Pilotanlagen haben wir dafür die Weichen gestellt.

Gerade die Kohlenstoff-Kreislaufwirtschaft und die Herstellung, Nutzung und Speicherung von Grünem Wasserstoff bieten enorme Potenziale sowohl für den Klimaschutz als auch für Wertschöpfung. Wir wollen 2019 und darüber hinaus dabei mithelfen, diese Ideen gemeinsam mit Partnern aus Mitteldeutschland, etwa im Rahmen des Leistungs- und Transferzentrums Chemie- und Biosystemtechnik, und aus anderen Regionen voranzutreiben. Die bisherigen Kohlereviere können zu Modellregionen für ein modernes Energiesystem und eine nachhaltige Rohstoffversorgung der Industrie werden – unsere Expertise soll dazu beitragen.

Das sichtbarste Resultat bei der Dynamik und Zukunftsfähigkeit unserer Themen wird die bauliche Entwicklung rund um das Institut sein. 2019 werden wir den Erweiterungsbau des Fraunhofer-Kompetenz-Zentrums für angewandte Elektronenmikroskopie und Mikrostrukturdiagnostik (Fraunhofer CAM) eröffnen, in dem auch das neue Geschäftsfeld »Optische Materialien und Technologien« sein Zuhause finden wird, ebenso wie zahlreiche neue Geräte. Mit dieser Investition bauen wir unsere internationale Spitzenposition im Bereich der Mikrostrukturdiagnostik aus und können unseren Kunden künftig noch bessere Möglichkeiten für die Entwicklung neuer Material- und Defektanalyse-Techniken bieten.

Impressum

Herausgeber

Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von
Werkstoffen und Systemen IMWS
Walter-Hülse-Straße 1
06120 Halle (Saale)
+49 3 45 55 89-0
info@imws.fraunhofer.de
www.imws.fraunhofer.de

Redaktion

Michael Kraft, Luisa Mehl, Fraunhofer IMWS
Annette Lippstreu, pandamedien GmbH & Co. KG
Redaktionsschluss: 31. Dezember 2018

Anschrift der Redaktion

Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von
Werkstoffen und Systemen IMWS
Öffentlichkeitsarbeit
Walter-Hülse-Straße 1
06120 Halle (Saale)
+49 3 45 55 89-204
info@imws.fraunhofer.de
www.imws.fraunhofer.de

Gestaltung und Produktion

pandamedien GmbH & Co. KG, Halle (Saale)

Druck

Reprocenter GmbH, Halle (Saale)

Alle Rechte vorbehalten.

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.

Abbildungsverzeichnis

Titel, S. 4, 5, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 20, 22, 23, 28, 32, 30, 31, 33, 34,
36, 38, 39, 46, 48, 57, 58, 59, 66, 67, 68, 69: © Fraunhofer IMWS
U2: © FhG_Jürgen Lösel
S. 8: © MEV
S. 9, 40: © Matthias Ritzmann
S. 14: © CSP, Grosser
S. 14: © Adrian Heller, ai.L der HTWK Leipzig
S. 15, 25, 35, 43: © Lisa Ossowski Photography
S. 16: © Ringo Köpge, Montage Cornelia Dietze (Fraunhofer CSP)
S. 17: © Fraunhofer CSP
S. 18: © CSP, Grosser
S. 19: © Christiane Rex, Fraunhofer CSP
S. 19: © Adrian Heller, ai.L der HTWK Leipzig
S. 20: © Pixabay-Bruno Glaetsch
S. 21: © Karsten Möbius
S. 24: © pexels.com-Magda Ehlers
S. 24, 26: ©TU Bergakademie Freiberg-IEC
S. 27: © iStock-samxmeg
S. 27: © shutterstock
S. 29: © Matthias Ritzmann
S. 37: © Dürr Dental AG
S. 41: © AWZ, Nolte
S. 42: © Fraunhofer AWZ Soest, Steudel
S. 46: Visualisierung N. Klüber, Fraunhofer IMWS und S. Jecht,
Bauhaus Universität Weimar
S. 47: © iStock
S. 55: © Pixabay-Gerd Altmann
S. 57: © IMG Sachsen-Anhalt, Andreas Lander
S. 57: © Egbert Schmidt
S. 57: © TÜV Süd AG; Uhlendorf
S. 68: © Andreas Lander
S. 69: © Fraunhofer-Verbund IUK



Das Fraunhofer IMWS arbeitet nach
einem Qualitätsmanagementsystem,
das nach ISO 9001 zertifiziert ist.
Zertifikatsnummer DE07/3361

