



# Fraunhofer

## IMWS

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR  
MIKROSTRUKTUR VON WERKSTOFFEN UND SYSTEMEN IMWS



# HIGHLIGHTS 2019

## JAHRESBERICHT

## SEHR GEEHRTE LESERINNEN UND LESER,

Personal, Projekte, Gebäude und Geräte – in all diesen Bereichen gab es 2019 erhebliche Neuerungen für das Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS. So hat unser bisheriger Leiter Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn zum 1. Oktober 2019 eine neue Funktion als Vorstand für Technologiemarketing und Geschäftsmodelle der Fraunhofer-Gesellschaft übernommen. Als bisheriger Stellvertreter und neuer kommissarischer Institutsleiter darf daher erstmals ich Ihnen an dieser Stelle eine Auswahl unserer Aktivitäten und Projektergebnisse vorstellen. Zunächst möchte ich aber die Gelegenheit nutzen, Ralf Wehrspohn für seine Erfolgsbilanz seit 2006 herzlich zu danken: Unter seiner Leitung stieg der Betriebshaushalt des Instituts von ca. 5 auf ca. 24 Millionen Euro, zudem wurden wir im Januar 2016 zum zweiten eigenständigen Fraunhofer-Institut in Sachsen-Anhalt.

Auch 2019 waren wir dank der engagierten Tätigkeit aller Mitarbeitenden sehr erfolgreich. Wir konnten die wissenschaftliche Exzellenz unserer Teams weiter stärken und zahlreiche Projekte zum Nutzen unserer industriellen und öffentlichen Auftraggeber erfolgreich abschließen. Eine wichtige Weichenstellung war die Eröffnung des Erweiterungsbaus des Fraunhofer-Centers für angewandte Mikrostrukturdiagnostik CAM. Mit den zusätzlichen räumlichen Möglichkeiten und der exzellenten technischen Ausstattung sind wir in unserer Kernkompetenz Mikrostrukturdiagnostik auch im internationalen Maßstab bestens für die kommenden Jahre gerüstet. Ich möchte allen danken, die dazu beigetragen haben, an erster Stelle unseren Zuwendungsgebern, die mit dieser Investition unterstreichen, wie relevant die Forschungsbeiträge unseres Instituts für Industrie und Gesellschaft sind.

Im neuen Gebäude hat neben dem Bereich »Werkstoffe und Bauelemente der Elektronik« unter der neuen Leitung von Dipl.-Phys. Frank Altmann auch der von Prof. Dr. Thomas Höche geleitete Bereich »Optische Materialien und Technologien« die Arbeit aufgenommen, der zu Beginn des Jahres 2019 als neues Geschäftsfeld ausgegründet wurde und sein Profil weiter geschärft hat.

Gleiches gilt für das Geschäftsfeld »Chemische Umwandlungsprozesse« unter Leitung von Prof. Dr. Bernd Meyer, der auch die neue Außenstelle für Kohlenstoff-Kreislauf-Technologien an der TU Bergakademie Freiberg leitet. Wir sind insgesamt dabei, unsere neuen Kompetenzfelder im Bereich Wasserstoff und Kohlenstoff zu bündeln und mit Blick auf den zukünftigen Bedarf an kreislauffähigen Prozessen auszubauen. Damit möchten wir auch die Strukturwandelprozesse in unserer Region und die Transformation zu einer nachhaltigen Industriegesellschaft in enger Zusammenarbeit mit dem Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft und dem Center for Economics of Materials, das künftig am Fraunhofer IMW angesiedelt ist, aktiv mitgestalten. Auf den folgenden Seiten finden Sie einige Beispiele der dazu angestoßenen Projekte.

Durch den Bedarf an Werkstoffforschung und an verbesserten Technologien in Bereichen wie der Mobilität der Zukunft, der nachhaltigen Energieversorgung, einem intelligenten Umgang mit begrenzten Ressourcen oder auch im Gesundheitsbereich haben wir mehr als genug Themen, die Expertise in unseren Kernkompetenzen in Mikrostrukturanalytik und -design benötigen. Deswegen haben wir im Jahr 2019 auch unsere Strategieentwicklung neu angestoßen. Wir hoffen, gemeinsam mit Ihnen die genannten Herausforderungen angehen zu können und in gemeinsamen Aktivitäten dafür erfolgreich Lösungen zu entwickeln.

Ich bedanke mich herzlich für die Zusammenarbeit im vergangenen Jahr und freue mich auf spannende Forschungsfragen, inspirierende Begegnungen und mutige Projekte, vor allem aber auf die Möglichkeit, mit unserer Arbeit zu Nachhaltigkeit, Fortschritt und zur Wettbewerbsfähigkeit unserer Kunden beizutragen.

Prof. Dr. Matthias Petzold

# INHALT

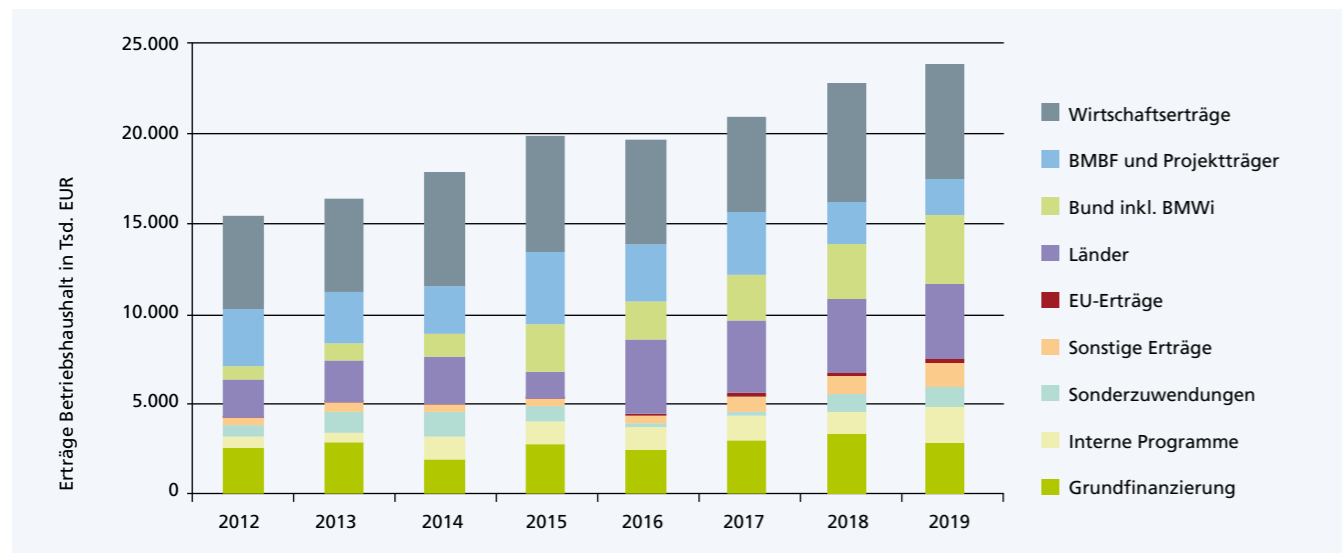
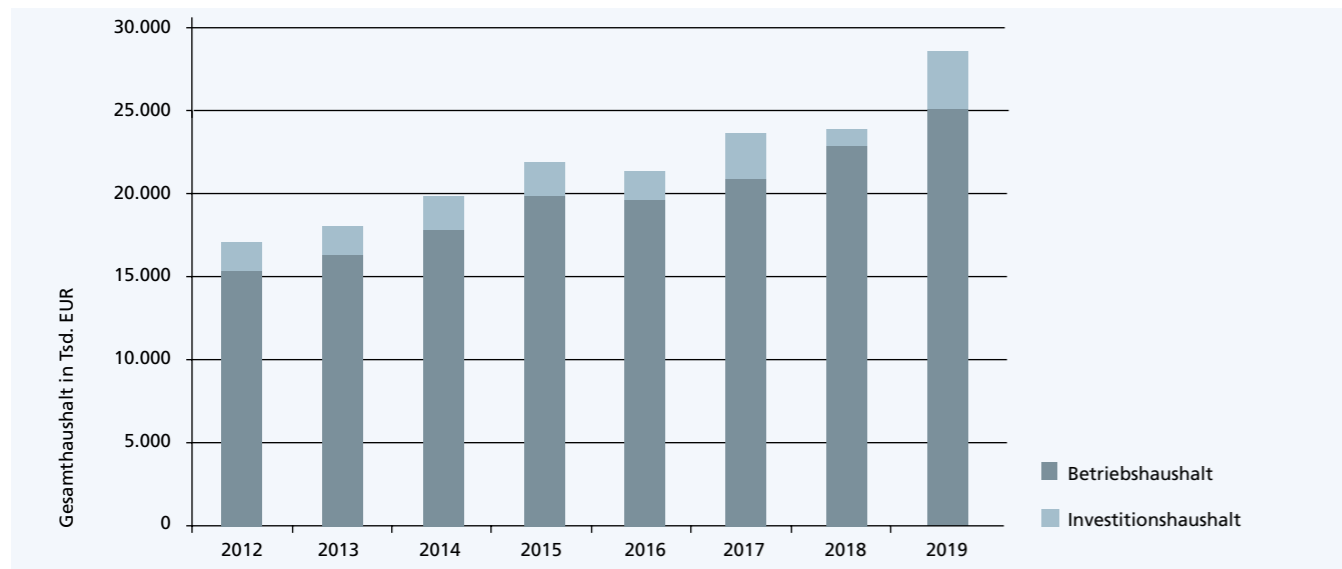
Vorwort . . . . .	1		
Das Institut in Zahlen . . . . .	4		
<b>Werkstoffe und Bauelemente der Elektronik</b> . . . . .	<b>6</b>		
Interview mit Geschäftsfeldleiter Dipl. Phys. Frank Altmann . . . . .	7		
Fraunhofer CAM stärkt Spitzenposition als Zentrum für Materialdiagnostik . . . . .	8		
Korrosionsanfälligkeit schneller erkennen. . . . .	10		
Leistungshalbleiter aus Galliumnitrid als Beitrag zu mehr Energieeffizienz . . . . .	11		
<b>Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP</b> . . . . .	<b>12</b>		
Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Ralph Gottschalg . . . . .	13		
Mehr Lichtausbeute in Solarzellen durch Plasmatexturierung . . . . .	14		
Ertragsoptimierung mit Anti-Soiling-Beschichtungen von Photovoltaikmodulen . . . . .	16		
Ultrahochreines Pentachlordisilan für Mikroelektronik . . . . .	17		
<b>Optische Materialien und Technologien</b> . . . . .	<b>18</b>		
Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Thomas Höche . . . . .	19		
Fluoreszierende Markierungen für High-Tech-Gläser . . . . .	20		
Nanostrukturbasierte Entwicklung von Glaskeramik . . . . .	21		
<b>Chemische Umwandlungsprozesse</b> . . . . .	<b>22</b>		
Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Bernd Meyer. . . . .	23		
Fraunhofer-Außenstelle für Kohlenstoff-Kreislauf-Technologien . . . . .	24		
Großelektrolyseur Leuna – Gewinner im Ideenwettbewerb. . . . .	25		
<b>Polymeranwendungen</b> . . . . .	<b>26</b>		
Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr.-Ing. Peter Michel . . . . .	27		
Reifen mit weniger Abrieb . . . . .	28		
Standardisiertes Testverfahren zur Qualitätskontrolle von Sandwichbauteilen . . . . .	30		
Kindersitz aus naturfaserverstärkten Biopolymeren . . . . .	31		
		<b>Biologische und Makromolekulare Materialien</b> . . . . .	<b>32</b>
		Interview mit Geschäftsfeldleiter Dr. Christian Schmelzer . . . . .	33
		Entwicklung von Antifouling-Beschichtungen zur Meerwasserentsalzung . . . . .	34
		Neue Behandlungsmethode bei Parodontose . . . . .	36
		Biomimetische Materialien für eine schnelle Wundheilung . . . . .	37
		<b>Anwendungszentrum für Anorganische Leuchtstoffe</b> . . . . .	<b>38</b>
		Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Stefan Schweizer . . . . .	38
		Bildgebendes Verfahren zur Untersuchung von Wärmepfaden. . . . .	39
		Lumineszierende Gläser als Lichtkonverter . . . . .	40
		<b>Center for Economics of Materials CEM</b> . . . . .	<b>41</b>
		Interview mit Leiter PD Dr. Christian Growitsch. . . . .	41
		Innovation ist der Schlüssel für erfolgreichen Strukturwandel. . . . .	42
		Einsatz von Schrott mindert CO <sub>2</sub> -Ausstoß erheblich in der Stahlherstellung . . . . .	44
		Leistungs- und Transferzentrum Chemie- und Biosystemtechnik Mitteldeutschland . . . . .	45
		Köpfe 2019 . . . . .	46
		Preise und Ehrungen . . . . .	48
		Veröffentlichungen am Fraunhofer IMWS . . . . .	50
		Vernetzung . . . . .	52
		Technische Ausstattung am Fraunhofer IMWS . . . . .	53
		Veranstaltungen, Messen . . . . .	54
		Mission . . . . .	56
		Kernkompetenzen . . . . .	57
		Kuratorium . . . . .	58
		Hochschulpartnerschaften. . . . .	59
		Interview mit Dr. Dominik Lausch, Gründer der DENKweit GmbH . . . . .	60
		Organigramm . . . . .	61
		Nachhaltigkeitsbericht. . . . .	62
		Ausblick. . . . .	63
		Impressum. . . . .	64

# DAS INSTITUT IN ZAHLEN

## Haushalt

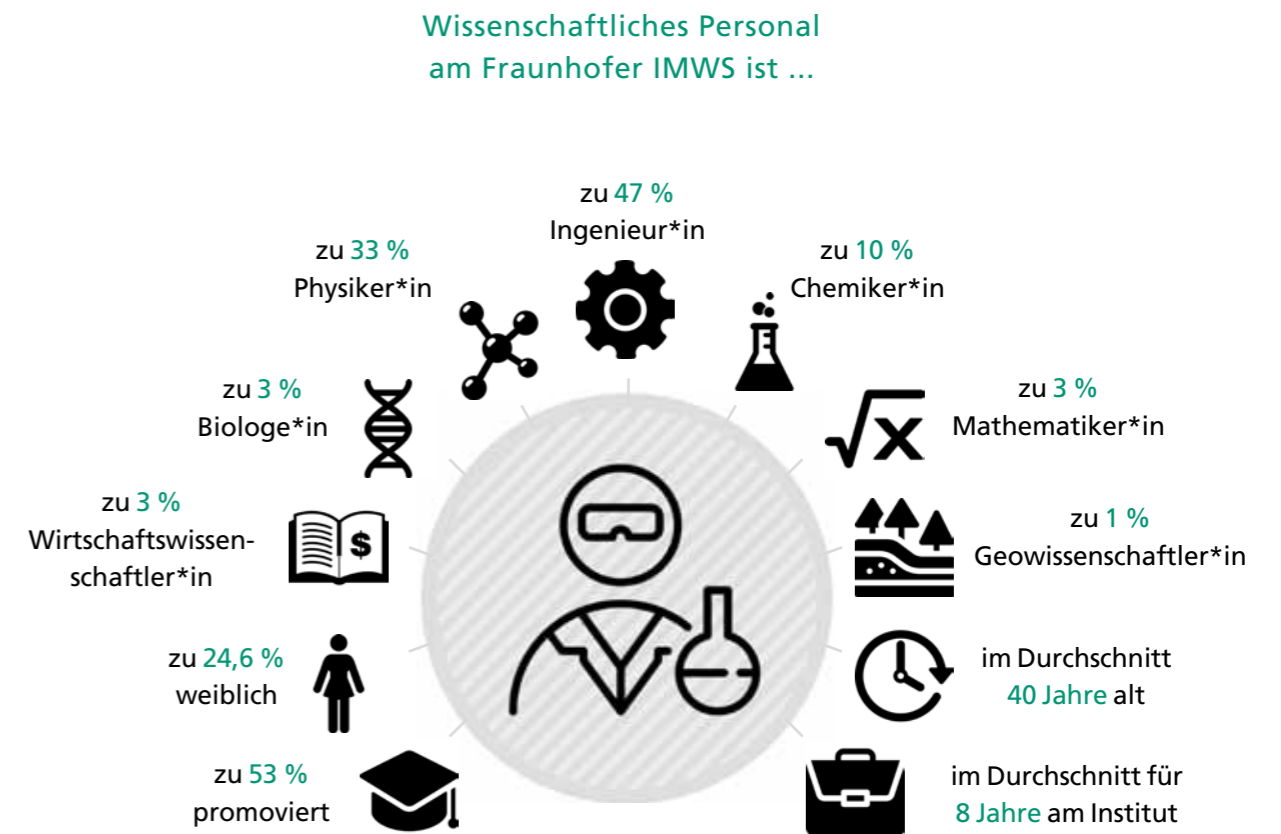
Der Haushalt des Fraunhofer IMWS setzt sich zusammen aus einem Betriebshaushalt und einem Investitionshaushalt. Der Betriebshaushalt des Fraunhofer IMWS belief sich im Jahr 2019 auf 24,0 Millionen Euro. Im Betriebshaushalt sind alle Personal- und Sachanwendungen enthalten. Er wird finan-

ziert durch externe Erträge aus Industrie und öffentlicher Hand und durch institutionelle Förderung (Grundfinanzierung). Der Anteil der Industrieerträge am Betriebshaushalt 2019 liegt bei 27,0 Prozent. Der Investitionshaushalt 2019 beträgt 3,4 Millionen Euro.



## Personalentwicklung

Ende 2019 sind am Fraunhofer IMWS insgesamt 258 Mitarbeitende als Stammpersonal beschäftigt. Dazu gehören 119 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Einschließlich der Auszubildenden, wissenschaftlichen Hilfskräfte sowie Praktikantinnen und Praktikanten umfasst die Belegschaft des Instituts 335 Personen.



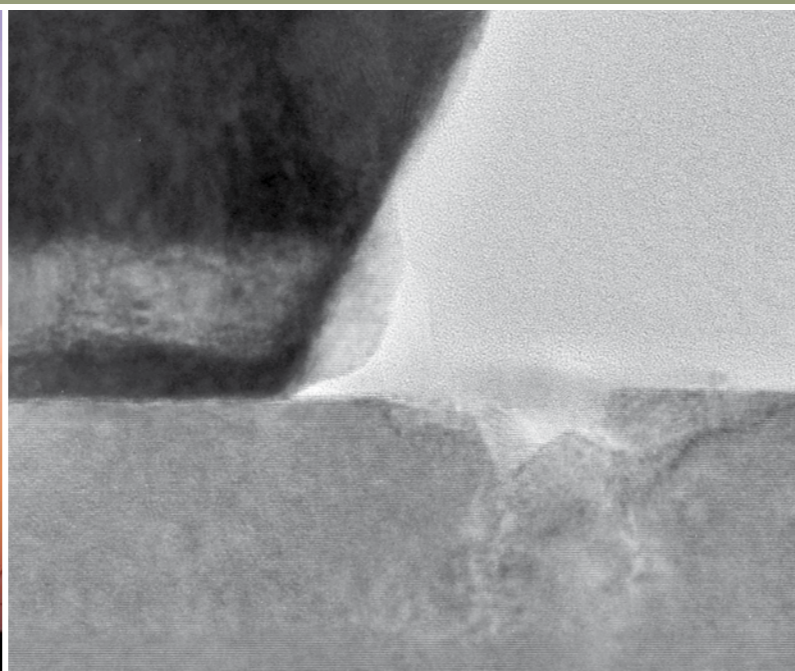
## AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERFOLGE



**08** | Im September 2019 wurde der Erweiterungsbau des Fraunhofer CAM feierlich eröffnet. Er bietet mehr Platz für Labore und Mitarbeiter und erweitert die Analysemöglichkeiten.



**10** | Ist Elektronik korrosiven Prozessen ausgesetzt, etwa in Windrädern, kann das bis zum Ausfall eines Bauteils führen.



**11** | Im Projekt »Ultimate GaN« wird Galliumnitrid als Halbleitermaterial erforscht.



## »DIE NEUEN TECHNISCHEN MÖGLICHKEITEN WERDEN WIR ERFOLGREICH FÜR UNSERE KUNDEN EINSETZEN«

Interview mit dem kommissarischen Geschäftsfeldleiter Dipl. Phys. Frank Altmann

### Das Jahr 2019 brachte für das Fraunhofer IMWS etliche Veränderungen. Was wird Ihnen mit Blick auf das Geschäftsfeld besonders in Erinnerung bleiben?

Für mich persönlich war das der Wechsel unseres bisherigen Geschäftsfeldleiters Prof. Matthias Petzold in die Position des Institutsleiters. Ich bin als sein bisheriger Stellvertreter nachgerückt und leite seit Oktober kommissarisch das Geschäftsfeld. Ein Highlight, das unsere Arbeit noch für viele Jahre prägen wird, war die Eröffnung unseres CAM-Erweiterungsbaus. Einerseits sind wir in den vergangenen Jahren stark gewachsen, das neue Gebäude ist also in gewisser Hinsicht auch ein Ausdruck unseres Erfolgs in der Zusammenarbeit mit der Industrie. Andererseits bietet er uns durch die Erweiterung unserer Ausstattung mit modernsten Forschungsgeräten noch bessere Möglichkeiten, unsere Industrie- und Forschungspartner zu unterstützen und neue Lösungen im Bereich der Fehlerdiagnostik zur Verfügung stellen zu können.

### Welche Märkte stehen für Sie im Fokus und welche Vorteile bieten sich für Unternehmen durch eine Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IMWS?

Unsere Kunden bilden die gesamte Elektronik-Zuliefererkette vom Halbleiter bis zur Baugruppe ab. Ein Schwerpunkt liegt auf der Automobilindustrie, weil dort besonders hohe Anforderungen an Prozessqualität, Zuverlässigkeit und Lebensdauer der Bauteile gestellt werden. Umso wichtiger ist dann eine breit aufgestellte und sehr leistungsfähige Fehlerdiagnostik, in der unsere Kernkompetenz liegt. Unser Know-how bezüglich der Mikrostruktur von Werkstoffen und des sich daraus ableitenden Materialverhaltens ermöglicht es uns, Defektmechanismen zu

durchschauen, Ausfallrisiken zu erkennen und auch die »Fehlerphysik« als Grundlage dieser Prozesse zu verstehen.

### Das autonome Fahren ist ein Themenfeld, bei dem Sie besonders unterstützen möchten. Wie sieht Ihr Beitrag dort aus?

Wir unterstützen unsere Auftraggeber vor allem hinsichtlich der Zuverlässigkeit und Qualitätssicherung von elektronischen Bauteilen. Die Herausforderungen sind hier beträchtlich: Es geht um mehr Performance der Bauelemente auf immer kleinerem Raum unter gleichzeitiger Gewährleistung der hohen Zuverlässigkeitsanforderungen, bei immer kürzeren Innovationszyklen. Das erfordert die Optimierung von Materialien und Herstellungsprozessen, ebenso wie die Bereitstellung von neuen effizienteren Methoden zur Fehlerdiagnostik, z. B. unterstützt durch KI basierte Signalanalytik.

### Welche Aktivitäten sind für 2020 geplant?

2019 stand sehr stark im Zeichen der personellen Wechsel und der Eröffnung und Inbetriebnahme unseres Erweiterungsbaus. Nun wird es vor allem darum gehen, die neuen technischen Möglichkeiten im Sinne unserer Kunden erfolgreich einzusetzen.

#### Dipl. Phys. Frank Altmann

Studium der Physik,  
seit 1996 am Fraunhofer IMWS, seit 2019 Geschäftsfeldleiter  
»Werkstoffe und Bauelemente der Elektronik«  
+49 345 5589-139  
frank.altmann@imws.fraunhofer.de

# NEUE GERÄTE, NEUE LABORE: FRAUNHOFER CAM STÄRKT SPITZENPOSITION ALS ZENTRUM FÜR MATERIALDIAGNOSTIK

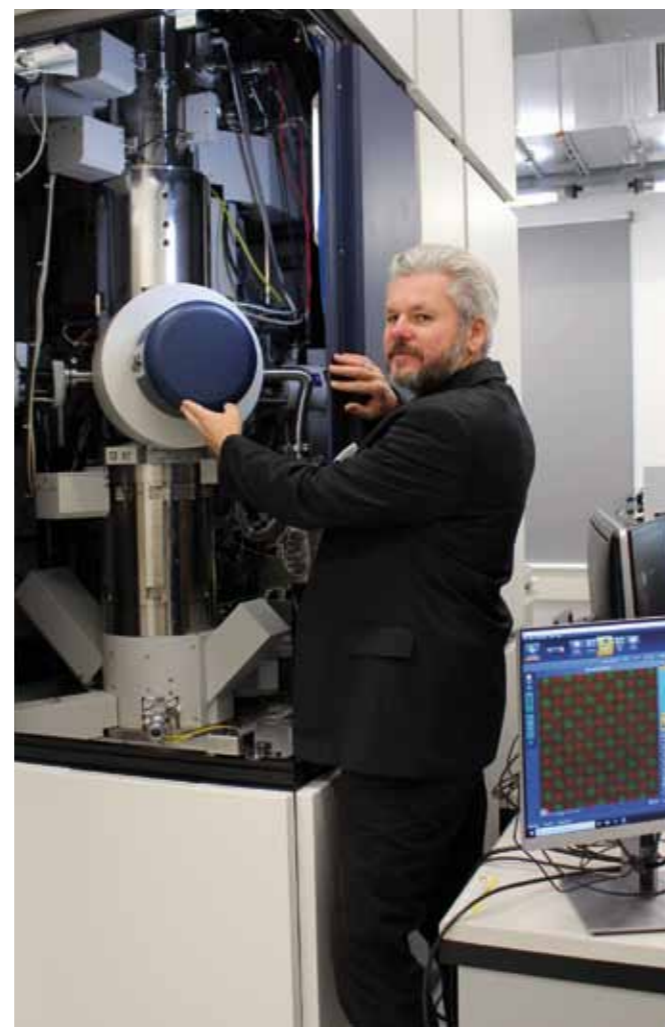
Mit der Erweiterung des Fraunhofer-Centers für angewandte Mikrostrukturdiagnostik CAM baut das Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS in Halle (Saale) seine internationale Spitzenposition im Bereich der Mikrostrukturdiagnostik aus. Mit neuen Geräten und neuen Räumlichkeiten gibt es im gerade eröffneten Gebäude noch bessere Möglichkeiten, Materialien bis auf die atomare Ebene zu untersuchen und somit beispielsweise die Zuverlässigkeit und Lebensdauer von Bauteilen für das autonome Fahren zu steigern. Insgesamt wurden dafür 9,9 Millionen Euro investiert.

»What Went Wrong?« (»Wo steckt der Fehler?«) lautet der Schriftzug, den Künstler Michael Krenz an der Wand des neuen Gebäudes angebracht hat. Genau dieser Frage gehen die Mitarbeitenden am Fraunhofer CAM mit Blick auf Werkstoffe und Bauelemente der Elektronik sowie Optische Materialien und Technologien nach: Mit neusten Diagnostikmethoden und modernsten Analytikgeräten untersuchen sie, wie Defekte entstehen, welche Veränderungen in der Mikrostruktur von Werkstoffen bei der Herstellung und im Einsatz auftreten und wie leistungsfähigere Materialien entwickelt werden können.

»Bauteile beispielsweise für neue Assistenzsysteme in der Automobiltechnik können nur zuverlässig funktionieren, wenn das Verhalten der eingesetzten Werkstoffe bis ins kleinste Detail verstanden ist. Dieses Know-how bieten wir unseren Auftraggebern. Mit den zusätzlichen Möglichkeiten heben wir die traditionell in Halle vorhandenen Kompetenzen in der Mikrostrukturaufklärung noch einmal auf ein neues Niveau. Ich freue mich sehr darüber und danke allen, die zur Erweiterung des Fraunhofer CAM beigetragen haben«, sagt Prof. Ralf B. Wehrspohn, bis Ende September 2019 Leiter des Fraunhofer IMWS, zur Eröffnung des Gebäudes.

Dr. Reiner Haseloff, Ministerpräsident des Landes Sachsen-Anhalt, betonte den Beitrag, den die Forschungseinrichtung für wichtige Zukunftsthemen wie Digitalisierung, neue Mobili-

tätskonzepte sowie energieeffiziente und CO<sub>2</sub>-reduzierte Fertigungsprozesse leistet: »Mit seiner international anerkannten Expertise unterstützt das Fraunhofer CAM nicht nur Konzerne von Weltrang, sondern auch Hidden Champions in der Region. Durch die Erweiterung entsteht eine noch bessere Schnittstelle zwischen wissenschaftlicher Exzellenz und Anwendern aus der Industrie. Damit erschließen wir Wachstumspotenziale in Schlüsseltechnologien.«



Frank Altmann präsentiert das Höchstauflösungs-Transmissionselektronenmikroskop, das im neuen Gebäude zur Verfügung steht.



Die Eröffnung des neuen Gebäudeteils feierte das Fraunhofer CAM mit Gästen aus Industrie, Wissenschaft und Politik.

Seit dem Baubeginn im Februar 2017 sind 778 m<sup>2</sup> an zusätzlicher Nutzfläche entstanden. Im Zuge der Erweiterung wurden 25 neue HighTech-Arbeitsplätze geschaffen. Die Kosten belaufen sich insgesamt auf ca. 9,9 Millionen Euro, wovon rund 4,5 Millionen Euro in neue Gerätetechnik investiert wurden. Das Gesamtprojekt wurde gefördert durch Mittel des Bundes, des Landes Sachsen-Anhalt und des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE).

Zu den neuen Forschungsgeräten gehören etwa ein sondenkorrigiertes Höchstauflösungs-Transmissionselektronenmikroskop, das erste Gerät seiner Leistungsklasse in Europa, ein Flugzeit-Sekundärionenmassenspektrometer für Oberflächenanalytik und ein Rasterelektronenmikroskop für Nanoprobung, das kombiniert mit fokussierender Ionenstrahltechnik eingesetzt werden kann. Mit seinem dadurch erweiterten Gerätepark steht das Fraunhofer CAM an der weltweiten Spitze der Technik und baut seine Alleinstellungsmerkmale aus. So kann einerseits dem erheblich gestiegenen Bedarf der Kunden begegnet werden, die auf das Fraunhofer CAM als Partner setzen, um höchsten Sicherheits- und Zuverlässigkeitsanforderungen gerecht zu

*»Ohne zuverlässige Elektronik sind die Herausforderungen der Digitalisierung oder einer verbesserten Ressourceneffizienz nicht zu meistern.«*

werden. Andererseits existieren nun beste Rahmenbedingungen, um mit Geräteherstellern neue und effizientere Material- und Defektanalyse-Techniken zu entwickeln. Die Bedeutung der Qualitätssicherung von elektronischen Komponenten, nicht nur für das autonome Fahren oder die Elektromobilität, nimmt immer mehr zu. Ohne zuverlässige Elektronik mit verstandenen und vorhersagbaren Materialreaktionen sind die Herausforderungen der Digitalisierung oder einer verbesserten Ressourceneffizienz nicht zu meistern.

Sein neues Zuhause wird im erweiterten Gebäude auch das 2018 gegründete Geschäftsfeld »Optische Materialien und Technologien« des Fraunhofer IMWS finden. Dort werden Hightech-Komponenten und Materialien der Nanotechnologien untersucht und weiterentwickelt, insbesondere für hochkomplexe optische Anwendungen wie Spiegel für extremes ultraviolettes Licht, moderne Brillengläser, Glaskeramiken oder Effektlacke. »Solche Anwendungen basieren auf komplexen, nur aus wenigen Atomlagen bestehenden Schichtsystemen oder nanostrukturierten Komponenten. Um hier die Fertigungsprozesse zu beherrschen oder das Marktpotenzial neuer Lösungen abschätzen zu können, ist höchstauflösende Analytik unabdingbar«, sagt Prof. Thomas Höche, Leiter des Geschäftsfelds. »So, wie sich die Werkstoffe kontinuierlich verändern und immer leistungsfähiger werden, müssen sich auch unsere Analytik-Werkzeuge und -methoden weiterentwickeln. Dafür sind wir am neuen Fraunhofer CAM hervorragend aufgestellt.«



**Prof. Matthias Petzold**

Studium der Physik an der Martin-Luther-Universität

Halle-Wittenberg,

seit 1992 am Fraunhofer IMWS,

seit 2019 kommissarischer Institutsleiter

+49 345 5589-130

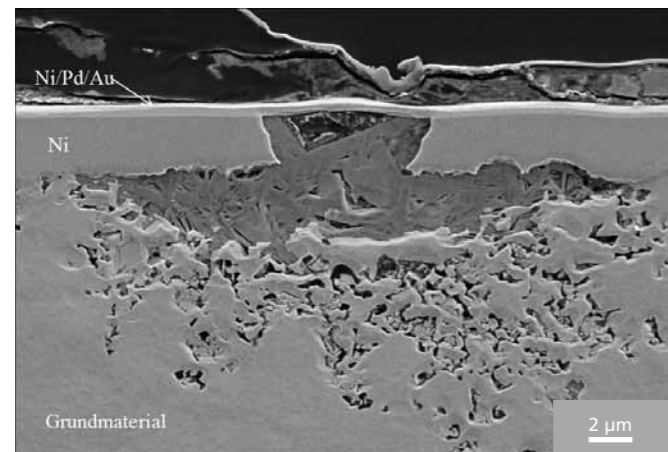
matthias.petzold@imws.fraunhofer.de

## KORROSIONSANFÄLLIGKEIT SCHNELLER ERKENNEN

Materialien elektronischer Baugruppen sind durch Umgebungsbedingungen wie Feuchtigkeit, Temperatur und Schadstoffbelastung korrosiven Prozessen ausgesetzt. Korrosion – also die Zersetzung des Werkstoffs durch ablaufende chemische Reaktionen – tritt meist lokal auf und führt zu erheblichen Beeinträchtigungen von Bauteilen und Systemen; immer häufiger ist sie Ursache für den Ausfall von elektronischen Baugruppen.

Der Anteil an Ausfällen durch korrosive Prozesse hat bei elektronischen Baugruppen in den vergangenen fünf Jahren deutlich zugenommen. Grund sind die fortschreitende Miniaturisierung und der breite Einsatz von Steuerelektronik beispielsweise in der Automobil- und Leistungselektronik.

Bisherige Standardtests zur Korrosionsprüfung sind sehr langwierig, aufwendig und können keine fundierten Erkenntnisse zum Korrosionsverhalten an realen Baugruppen liefern. Ein besonderes Problem stellen Steckverbinder oder Leiterplatten dar – Baugruppen, die aufgrund ihrer Komplexität für eine lokale chemische Analyse schwer zugänglich sind. Das Fraunhofer IMWS erarbeitet gemeinsam mit der ECH Elektrochemie Halle GmbH eine effizientere und umweltschonendere Prüfmethode für die Erforschung lokaler elektrochemischer Prozesse an Bauelementen und Kontakten von Automobil- und Leistungselektronik.



Korrosion Defekt Querschnitt Fraunhofer IMWS © Fraunhofer IMWS Rasterelektronenmikroskopische (REM)-Analyse der Defektbildung im Querschnitt eines korrodierten Schichtsystems Bronze-Ni-NiPd-Au

entere und umweltschonendere Prüfmethode für die Erforschung lokaler elektrochemischer Prozesse an Bauelementen und Kontakten von Automobil- und Leistungselektronik.

Die Prüfmethode beruht auf standardisierten elektrochemischen Messungen und basiert auf der Entwicklung einer lokal einsetzbaren, miniaturisierten Korrosionsmesszelle. Im Fokus steht die Erforschung der Mikroprüfmethode für typische Schichtsysteme der Elektronikindustrie, wie Substrate mit Kupfer-Nickel-Nickel/Palladium-Gold-Beschichtung (ENIG, ENEPIG). Dabei sollen Fragestellungen zur Schichtkontrolle, Dichtheit und Ausfallphänomenen, wie der Black Pad Effekt – die Korrosion von stromlos abgedeckten Nickel-Gold-Oberflächen – untersucht werden. Die ablaufenden Materialreaktionen werden durch hochauflösende physikalische Methoden (Rasterelektronenmikroskopie SEM, energiedispersive Röntgenanalyse EDX, Transmissionselektronenmikroskopie TEM) aufgeklärt und verstanden.

Ergebnis des Projekts ist ein miniaturisiertes Prüfgerät der ECH Elektrochemie Halle GmbH. Dieses erlaubt es erstmals, korrosive Prozesse lokal zu charakterisieren, ohne auf die aufwendige Herstellung von Modellproben oder Referenzprobenkörpern angewiesen zu sein. Das sorgt für eine vielfach beschleunigte und effizientere Bewertung neuer Materialien und Materialkombinationen hinsichtlich ihres Korrosionsverhaltens.

### Sandy Klengel

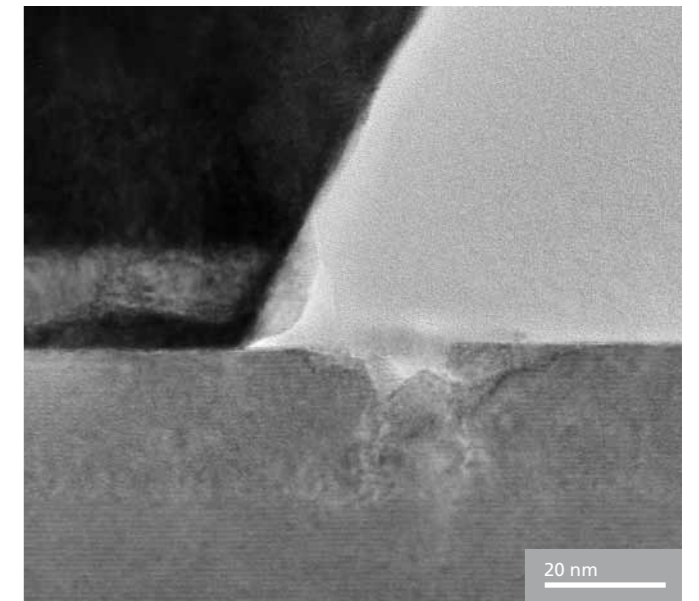
Studium der Feinwerk- und Mikrotechnik an der TU Dresden, seit 2014 Gruppenleiterin am Fraunhofer IMWS, Forschung im Bereich »Mikrostruktur von Materialien der Aufbau- und Verbindungstechnik«  
+49 345 5589-125  
sandy.klengel@imws.fraunhofer.de

## LEISTUNGSHALBLEITER AUS GALLIUMNITRID ALS BEITRAG ZU MEHR ENERGIEEFFIZIENZ

Energiesparchips, die auf dem neuen Halbleitermaterial Galliumnitrid (GaN) basieren, entwickeln 26 Partner aus neun europäischen Ländern im Projekt »UltimateGaN« weiter. Das Fraunhofer IMWS ist einer der Projektpartner und bringt seine Kompetenzen in der Fehlerdiagnostik und bei der Entwicklung von Analyseverfahren ein.

Die Digitalisierung, die Elektromobilität und die verstärkte Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energien sorgen für einen Bedarf an Leistungshalbleitern, die Strom effizienter als bisherige Lösungen wandeln können. Um diese zu global wettbewerbsfähigen Kosten bereitstellen zu können, haben sich für »UltimateGaN« 26 Partner zu einem der größten europäischen Forschungsprojekte zusammengeschlossen. Sie setzen auf Galliumnitrid (GaN) als neues Halbleitermaterial, um innovative Leistungs- und Hochfrequenzelektronik zu ermöglichen. Die Anwendungsfelder der neuen Energiesparchips sind vielfältig und umfassen beispielsweise kürzere Ladezeiten für Elektroautos, einen schnelleren Datentransfer zwischen Anlagen, Objekten und Maschinen oder eine effizientere Netzeinspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien.

Das Fraunhofer IMWS bringt dabei seine langjährige Erfahrung in der hochauflösenden Mikrostrukturanalytik und komplexen Fehlerdiagnostik für Halbleiterbauelemente ein, ebenso seine Kompetenzen in der Entwicklung neuer Untersuchungsverfahren. Die Aktivitäten konzentrieren sich auf die Strukturcharakterisierung und hochauflösende Fehleranalytik lateraler und vertikaler GaN-Architekturen und leisten einen Beitrag zu einem tieferen Verständnis der auftretenden Fehlermodi und Degradationsmechanismen. Dazu gehören die Charakterisierung von Grenzflächeneigenschaften am Gate und Ohm-Kontakt und zwischen GaN-Stack und Passivierung, die Entwicklung speziell angepasster Analysemethoden für die Lokalisierung und physikalische Analyse von Defekten sowie die Bestimmung von Defektrisiken beim Kontaktieren der aktiven GaN-Strukturen. Neue Analysemethoden sind notwendig, weil GaN spezielle Materialeigenschaften hat, die längst nicht so gut erforscht sind wie die



Pitting-Defekt am Gate eines High-Electron-Mobility-Transistors (HEMT) aus GaN. Diese »Gröbchenbildung« entsteht durch mechanische Verspannungen und elektrochemische Oxidation.

von Silizium, aber genau die gewünschten höheren Leistungsdichten ermöglichen. Bauteile auf GaN-Basis lassen sich in kleineren und leichteren Bauelementstrukturen umsetzen, die den Strom effizienter schalten sowie höhere Datenübertragungsraten ermöglichen. Stromverluste werden bis zur Hälfte reduziert.

»UltimateGaN« ist im Mai 2019 gestartet, hat eine Laufzeit von drei Jahren und wird von Infineon Austria geleitet. Das Projekt wird aus Investitionen der Industrie, Förderungen der einzelnen beteiligten Länder sowie dem ECSEL Joint Undertaking finanziert.

### Dipl. Phys. Frank Altmann

Studium der Physik, seit 1996 am Fraunhofer IMWS, seit 2019 kommissarischer Geschäftsfeldleiter »Werkstoffe und Bauelemente der Elektronik«  
+49 345 5589-139  
frank.altmann@imws.fraunhofer.de

## AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERFOLGE



**14** | Plasmatexturierung von Siliziumnitrid kann die Lichtausbeute von Solarzellen verbessern.



**16** | Anti-Soiling-Beschichtungen können den Einsatz von Photovoltaik in Wüstenregionen effizienter machen.



**17** | Precursoren auf Basis von Pentachlordisilan bieten Potenziale für leistungsfähigere Mikroelektronik.



## »ZUVERLÄSSIGKEIT UND BETRIEBSFÜHRUNG VON SYSTEMEN WERDEN IMMER WICHTIGER«

Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Ralph Gottschalg

### Was wird Ihnen mit Blick auf das Fraunhofer CSP aus dem Jahr 2019 besonders in Erinnerung bleiben?

Der sehr intensive Strategieprozess, den wir 2019 durchlaufen haben, wird uns für die anstehenden Aufgaben gut rüsten. Stolz bin ich auf unsere fachliche Anerkennung: Kolleginnen und Kollegen aus unserem Geschäftsfeld haben 2019 insgesamt sechs Wissenschaftspreise gewonnen. Persönlich habe ich mich sehr über die Wahl zum stellvertretenden Vorsitzenden der »Operation and Maintenance and Asset Management Task Force« von Solar Power Europe gefreut. Für diesen Industrieverband werde ich nun die Erstellung der Qualitätsrichtlinien begleiten.

### Welche Märkte stehen für Sie im Fokus und welche Vorteile bieten sich für Unternehmen durch eine Zusammenarbeit mit Fraunhofer?

Wir sind an erster Stelle ein etablierter Partner für die Photovoltaikindustrie in Deutschland und Europa bei der stetigen Verbesserung der Qualität und Zuverlässigkeit von deren Produkten und bei der Reduzierung von Risiken – angefangen bei der Materialauswahl über die Produktionsprozesse bis hin zur Installation von Anlagen und der Vermeidung von Garantiefällen. Wir verfügen über herausragende Expertise in Mess- und Bewertungsmethoden und können mit unserer sehr guten Ausstattung Maßstäbe in der Diagnostik und Metrologie von Solarzellen, bei der Fehlerdiagnostik und der physikalischen Ursachenaufklärung von Defekten und Degradationsprozessen setzen. Zudem bieten wir kompetente Unterstützung bei Materialrückverfolgungen, Polymer- und chemischer Analytik sowie der Bewertung und Automatisierung von Prozessen, einschließlich der möglichen Integration von Industrie 4.0-Ansätzen.

### Welche großen Trends sehen Sie – jenseits von Wirkungsgradsteigerung und Kostensenkung – in der Photovoltaik?

Der Fokus wird nicht mehr so stark auf der Herstellung eines wettbewerbsfähigen Produkts liegen, sondern stärker auf Werterhalt und -maximierung. Dies erhöht die Relevanz von Zuverlässigkeit und Wartung von Photovoltaik-Systemen sowie von Fragestellungen rund um die Nachhaltigkeit der Technologie. Der zweite Trend ist hoffentlich, dass die phänomenale Leistung deutscher Firmen im Downstream-Bereich, etwa bei Systemplanung und -bau, Betriebsführung oder Wartung, endlich entsprechend unterstützt wird, um auch im internationalen Wettbewerb bestehen zu können. Bisher lag der Fokus der Wahrnehmung sehr stark auf der Modulproduktion. Doch gerade Downstream gibt es mittlerweile viel wichtigere Beiträge zu regionaler Wertschöpfung und regionalen Arbeitsplätzen.

### Welche Aktivitäten sind für 2020 geplant?

Das Thema Simulation wird immer wichtiger, für Zuverlässigkeitsfragen ebenso wie bei Energieertragsprognosen und somit die Unterstützung von Downstream-Themen. Wir werden daran arbeiten, die Möglichkeiten von maschinellem Lernen und künstlicher Intelligenz noch besser für den Markt zu erschließen.

**Prof. Dr. Ralph Gottschalg, PhD**  
 Studium der Physik,  
 seit 2018 Geschäftsfeldleiter am Fraunhofer CSP  
 +49 345 5589-5001  
[ralph.gottschalg@csp.fraunhofer.de](mailto:ralph.gottschalg@csp.fraunhofer.de)



# MEHR LICHTAUSBEUTE IN SOLARZELLEN DURCH PLASMATEXTURIERUNG VON SILIZIUMNITRID

Um die Lichtreflexion zu verringern, werden Silizium-Solarzellen einer Oberflächenbehandlung überzogen. Einen neuen Ansatz verfolgt dabei ein Forschungsprojekt des Fraunhofer-Centers für Silizium-Photovoltaik CSP und der Hochschule Anhalt: Statt das Silizium selbst zu behandeln, könnte eine darüber liegende Schicht aus Siliziumnitrid (SiN) mit einem Plasma texturiert werden. Das könnte erstmals den Einsatz von Plasmatexturierung in der industriellen Solarzellenfertigung möglich machen.

Solarzellen sollen möglichst wenig Licht reflektieren, damit ein großer Teil der auftreffenden Lichtenergie in Strom umgewandelt werden kann. Um die Reflexion zu reduzieren, werden die Oberflächen von kristallinen Silizium-Solarzellen speziell angepasst. Üblich ist die nasschemische Texturierung durch Flusssäure/Salpetersäure (HF/HNO<sub>3</sub>) oder Kaliumhydroxid/Isopropylalkohol (KOH/IPA) zum Erzeugen von Oberflächenstrukturen im µm-Maßstab. Innerhalb dieser Strukturen wird das Licht mehrfach abgelenkt; Schichtdicke, Strukturbreite und Brechungsindex werden dabei so gewählt, dass ursprünglich reflektiertes Licht wiederum in die Zelle zurückgelenkt werden kann. So lässt sich die Gesamtreflexion einer Solarzelle reduzieren. Bei einer unbehandelten Oberfläche werden – je nach Wellenlänge – zwischen 25 und 80 Prozent des eintreffenden Lichts reflektiert, nach der nasschemischen Bearbeitung liegen diese Werte deutlich niedriger.



Diese Lösung hat allerdings eine natürliche Grenze durch die geometrische Optik: Weil die Breite der durch die Oberflächenbehandlung entstehenden Strukturen größer ist als die Lichtwellenlänge, lässt sich nur eine mittlere Verringerung der Reflexion erzielen. In einem gemeinsamen Projekt mit der Hochschule Anhalt will ein Team des Fraunhofer CSP bis Ende März 2020 eine andere Idee weiterentwickeln: die sogenannte maskenlose Plasmatexturierung von Silizium (»Black-Silicon-Method«). Statt mit nasschemischen Verfahren wird das Silizium dabei mit fluor- und sauerstoffhaltigen Plasmen behandelt. Auf der Solarzellen-Oberfläche entstehen Nanostrukturen, die kleiner als die Lichtwellenlänge sind. So werden nahezu »lichtschluckende« Oberflächen möglich.

Auch diese Methode hat allerdings mehrere Nachteile, insbesondere für die industrielle Fertigung von Silizium-Solarzellen. Durch die Plasma-Behandlung verschlechtern sich die elektrischen Eigenschaften und damit der Wirkungsgrad der Zellen, unter anderem, weil die Siliziumoberfläche einem Ionenbeschuss aus dem Plasma ausgesetzt wird, was die Lebensdauer der Ladungsträger verringert, und zudem während des Plasmaprozesses verunreinigt wird. Nicht zuletzt lässt sich das Verfahren kaum in die bereits extrem ausgereiften Produktionsprozesse der Solarindustrie integrieren, da zahlreiche Prozessparameter angepasst werden müssten, um plasmatexturierte Wafer nutzen zu können.

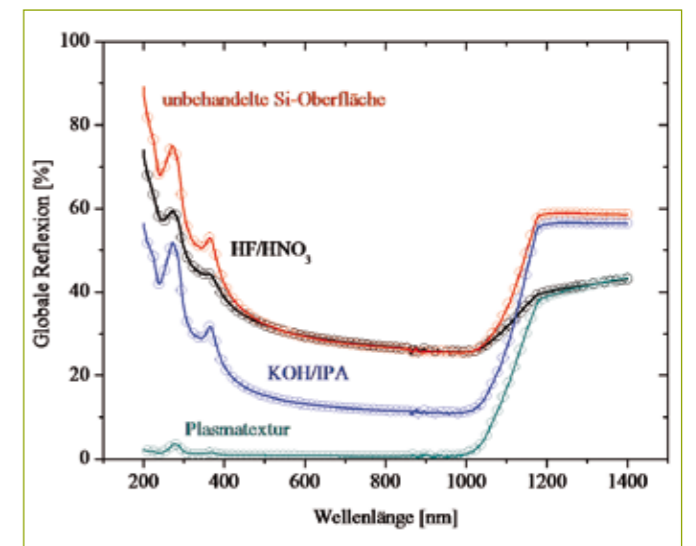
Im Reinraum arbeiten Projektleiterin Dr. Sylke Meyer und Mitarbeiterin Sahar Jafari (vorne) an der neuen Technologie.

Der Ansatz des Projekts ist deshalb, nicht das Silizium selbst zu texturieren, sondern eine darüber liegende Schicht aus Siliziumnitrid mit dem Plasma zu behandeln. So sollen die exzellenten optischen Eigenschaften der Plasmatextur erhalten bleiben, ohne dass die elektrischen Eigenschaften sich verschlechtern. Diese Lösung ließe sich auch problemlos für die industrielle Solarzellenproduktion nutzen, weil dieser Schritt auch nachträglich mit einer fertigen Solarzelle passieren kann, ohne dass die dafür genutzten Anlagen umgerüstet werden müssen.

Für die Idee, eine auf dem Silizium abgeschiedene SiN-Schicht durch ein fluor-, wasserstoff-, kohlenstoff- und sauerstoffhaltiges Gasgemisch zu texturieren (»Black-Silicon-Nitride-Method«) hat das Projektteam einen Patentantrag eingereicht. Alle mit der Black-Silicon-Method verbundenen Probleme (Vergrößerung der Siliziumoberfläche, Ionenbeschuss, Verunreinigung) ließen sich damit umgehen. Die SiN-Schicht dient zugleich zur Oberflächenpassivierung und kann sogar genutzt werden, um neben der Lichtausbeute weitere Eigenschaften der Zelle zu optimieren, etwa die Stabilität gegen Defekte wie Potential-induzierte oder Licht-induzierte Degradation.

Es gibt bereits einige Ansätze, wie im Labor die Nachteile der Plasmatexturierung von Silizium ausgeglichen werden. Diese sind jedoch zu aufwendig und teuer, um sie in der Industrieproduktion von Solarzellen umzusetzen. Das Projektteam will einige dieser Ideen aufgreifen und für die Black-Silicon-Nitride-Method nutzbar machen.

Mit einer Machbarkeitsstudie haben die Forscherinnen und Forscher bereits nachgewiesen, dass sich auf der Siliziumoberfläche eine SiN-Schicht durch ein PECVD-Verfahren (plasma-enhanced chemical vapour deposition) abscheiden lässt, und dass diese anschließend durch einen maskenlosen Plasmaätzschritt texturiert werden kann, ohne das darunter liegende Silizium durch das Plasma zu beschädigen. Im aktuellen Projekt gilt es, den Prozess für die Fertigung von 6"-Wafers mit einer homogenen Texturierung über die gesamte Oberfläche weiter-



Vergleich der globalen Reflexion zwischen einer unbehandelten Siliziumoberfläche (rot), sauren nasschemischen HF/HNO<sub>3</sub> (schwarz), alkalischen KOH/IPA (blau) und einer Si-Plasmatextur (grün).

entwickeln. Die Ergebnisse werden dazu beispielsweise mit Rasterelektronenaufnahmen der Oberflächenmorphologie des plasmatexturierten Siliziumnitrids analysiert.

Das erlaubt Rückschlüsse auf die Ätzchemie, physikalischen Komponenten und die Reaktionskinetik. Daraus können optimierte Einstellungen beispielsweise für Druck, Gasflüsse und Temperatur während der Texturierung abgeleitet werden. Zusätzlich untersucht das Projektteam die optischen und elektrischen Eigenschaften. Ergebnis des Projekts soll ein Gerätekonzept für einen Prototypen zur industriellen Anwendung sein, der Prozessstabilität, Durchsatz und die Möglichkeit zur Integration in eine vorhandene Solarzellenproduktion berücksichtigt.

## Dr. Sylke Meyer

Studium der Biochemie, seit 2009 am Fraunhofer CSP, seit 2016 Gruppenleiterin »Materialien und Prozesse« +49 345 5589-5116

sylke.meyer@csp.fraunhofer.de

## ERTRAGSOPTIMIERUNG MIT ANTI-SOILING-BESCHICHTUNGEN VON PHOTOVOLTAIKMODULEN

Der Einsatz von Photovoltaikmodulen in sonnenreichen Gebieten, vor allem in Wüstenregionen wie Marokko, Saudi-Arabien oder Dubai, nimmt zu. Neue Solarparks entstehen, da die Sonneneinstrahlung im sogenannten Sonnengürtel der Erde meist doppelt so hoch ist wie in unseren gemäßigten Breiten. Beim Einsatz der Solarmodule in der Wüste kommt es jedoch zu Ablagerungen von Sand- und Staubpartikeln auf den Moduloberflächen, was als »Soiling« bezeichnet wird. In einem neuen Projekt arbeitet ein Team des Fraunhofer CSP gemeinsam mit Partnern an Lösungen für dieses Problem.

Viel Sonne, dazu viel Platz, der wegen der Bodenbeschaffenheit weder als Wohngebiet noch für Agrarflächen infrage kommt: Der Einsatz von Photovoltaikmodulen in Wüstengebieten bietet reizvolle Möglichkeiten und wird aktuell auch wieder intensiver als Option für die Erzeugung von Wasserstoff und anderen flüssigen Treibstoffen in Betracht gezogen. Die Anlagen müssen sich dort jedoch besonderen Anforderungen stellen. Die Temperaturschwankungen und -unterschiede sowie die UV-Strahlungsbelastung sind in Wüstenregionen deutlich erhöht. Dazu kommen Verschmutzungen der Solarmodule durch aufgewirbelten Sand und Staub, die sich auf der Moduloberfläche anlagern und durch Taubildung verfestigen. Tritt dieses »Soiling« auf, erreicht weniger Sonnenlicht die Solarzellen, sodass weniger Strom produziert wird und somit der Ertrag geringer ist.

Aktuell wird die Reinigung von verschmutzten Photovoltaikanlagen hauptsächlich mechanisch durchgeführt, das heißt durch Abwischen oder Abbürsten mit Reinigungsgeräten oder durch den Einsatz von Reinigungsrobotern. An einer effizienteren Lösung forschen derzeit Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Fraunhofer CSP mit Industriepartnern im Rahmen des Forschungsprojekts »PV-Foil«.

Im Forschungsverbund sollen neuartige Oberflächen mit Antischmutz-Eigenschaften für die Anwendung auf Photovoltaikmodulen entwickelt und charakterisiert werden. Wenn dies dem



Die Verschmutzung von Solarmodulen mit Sand und Staub mindert die Erträge in Wüstenregionen.

Forschungsverbund gelingt, kann damit ein wichtiger Beitrag zum Einsatz von Photovoltaik im Sonnengürtel und damit für den Klimaschutz geleistet werden.

»Tritt »Soiling« auf, erreicht weniger Sonnenlicht die Solarzellen, sodass weniger Strom produziert wird ... «

Die optimierten Oberflächen sollen demnach dafür sorgen, dass Staub und Wüstensand weniger an den Modulen anhaftet und somit natürliche Reinigungsmechanismen, wie zum Beispiel Wind, effizienter wirken können. Durch die Untersuchungen soll in den sonnenreichen Regionen die Stromausbeute der Solarpaneele sowie die Planungssicherheit für die Betreiber hinsichtlich des zu erwartenden Ertrags erhöht und zugleich die Betriebskosten für Reinigung und Wartung gesenkt werden.

**Dr. Christian Hagendorf**  
Studium der Physik,  
seit 2007 am Fraunhofer IMWS,  
seit 2009 Gruppenleiter »Diagnostik und Metrologie«  
+49 345 55 89-5100  
christian.hagendorf@csp.fraunhofer.de

## ULTRAHOCHREINES PENTACHLORDISILAN FÜR DIE NÄCHSTE GENERATION VON MIKROELEKTRONIK

Die Beschichtung moderner Bauteile der Mikroelektronik erfordert möglichst niedrige Prozesstemperaturen. Die PSC GmbH möchte Pentachlordisilan (PCDS) als leistungsfähiges, innovatives Ausgangsmaterial für diesen anspruchsvollen Prozess anbieten. Am Fraunhofer CSP werden parallel dazu neue Methoden der Ultrapurenanalyse entwickelt, um sicherzustellen, dass die Herstellungsverfahren höchsten Qualitätsansprüchen gerecht werden.

Besonders attraktiv für die Beschichtung von Mikroelektronik-Bauteilen ist das Verfahren der chemischen Abscheidung. Damit lassen sich auch komplex geformte Oberflächen gut und gleichmäßig beschichten, und genau das ist bei modernen Chips gefragt, denn sie verfügen auf engstem Raum über sehr filigrane, dreidimensionale Architekturen. Das Prinzip der chemischen Abscheidung besteht darin, dass gasförmige Ausgangsmaterialien (Precursoren), über ein Substrat geleitet und dabei chemisch zerlegt werden, wodurch auf der Substratoberfläche eine neue Schicht als Feststoff abgeschieden wird.

Die dafür benötigten Precursoren sind das Hauptprodukt der PSC GmbH in Bitterfeld-Wolfen. Gemeinsam mit dem Fraunhofer CSP möchte die PSC GmbH neue Precursoren entwickeln, die noch niedrigere Abscheidetemperaturen möglich



Die Proben während des Analyseprozesses nicht zu verunreinigen, ist eine besondere Herausforderung des Projekts.

machen als die bisher gängigen Ausgangsstoffe, für die häufig Disilane wie Hexachlordisilan ( $\text{Si}_2\text{Cl}_6$ , HCDS) genutzt werden. Nur dadurch werden die notwendigen, besonders niedrigen Prozesstemperaturen zugänglich, die für hochintegrierte Chips unerlässlich sind: In solchen Bauteilen sind einzelne Schichten oft nur noch wenige Nanometer breit, deshalb vertragen sie im Herstellungsprozess keine hohen Temperaturen.

Als aussichtsreiches Material hat das Unternehmen bereits Pentachlordisilan ( $\text{HSi}_2\text{Cl}_5$ , PCDS) identifiziert. Gemeinsam mit dem Fraunhofer-Team soll eine Möglichkeit gefunden werden, PCDS hochrein in großen Mengen zu produzieren. Neben dem eigentlichen Herstellungsverfahren, das von der PSC GmbH entwickelt wird, sind dazu auch neue Analysemethoden notwendig, die am Fraunhofer CSP entstehen sollen.

Damit neue Mikroelektronik-Materialien bei der Herstellung stabil und später im Einsatz zuverlässig sind, werden ultrahochreine Qualitäten benötigt. Das bedeutet, dass lediglich Verunreinigungen im unteren einstelligen Parts-per-Billion-Bereich erlaubt sind. Sonst können beispielsweise metallische Elemente zu Schäden an den Schaltkreisen führen. Um das zu verhindern, werden im Projekt geeignete, zuverlässige und routinetaugliche Methoden der Ultrapurenanalyse entwickelt. Das Fraunhofer CSP bringt dabei seine große Expertise in der Ultrapurenanalytik von Silizium ein. Zudem steht für das Projekt eine exzellente Ausstattung zur sensitiven Elementanalyse zur Verfügung.

**Dr. Sylke Meyer**  
Studium der Biochemie, seit 2009 am Fraunhofer CSP,  
seit 2016 Gruppenleiterin »Materialien und Prozesse«  
+49 345 5589-5116  
sylke.meyer@csp.fraunhofer.de

## AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERFOLGE



**20** | Mit Fluoreszenzmarkierungen lassen sich Gläser beispielsweise für die Produktrückverfolgung kennzeichnen.



**21** | Die Keimbildungsprozesse bei der Synthese von Glaskeramiken, die etwa in Kochfeldern Anwendung finden, wurden auf der Nanoskala untersucht.



## „DIE NEUE AUSSTATTUNG VERSCHAFFT UNS WICHTIGE ALLEINSTELLUNGSMERKMALE“

Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Thomas Höche

### Das Jahr 2019 brachte für das Fraunhofer IMWS etliche Veränderungen. Was wird Ihnen mit Blick auf das Geschäftsfeld besonders in Erinnerung bleiben?

Das ist sicherlich die Eröffnung unseres neuen Gebäudes. Nach der Gründung des Geschäftsfelds »Optische Materialien und Technologien« im Jahr 2018 haben wir darin sehr schnell ein Zuhause mit exzellenten Forschungsbedingungen gefunden. Auch die Strukturen innerhalb des Geschäftsfelds haben sich weiter etabliert. Unsere Sichtbarkeit für die Kunden ist erneut gewachsen, auch durch die Workshops und Symposien, die wir in Halle veranstaltet haben. In unserem Neubau steht das erste in Europa verfügbare Rastertransmissionselektronenmikroskop HF5000 von Hitachi. Während eines Einweihungs-Workshops konnten wir einem internationalen Fachpublikum die neuen Untersuchungsmöglichkeiten vorstellen, die sich mit dem Gerät für die Nano- und Oberflächenanalytik ergeben. Durch diese neue Instrumentierung verfügen wir über ein weiteres wichtiges Alleinstellungsmerkmal.

### Welche Märkte stehen für Sie im Fokus und welche Vorteile bieten sich für Unternehmen durch eine Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IMWS?

Unsere Kunden kommen beispielsweise aus der optischen Industrie, der Lackindustrie und dem Spezialmaschinenbau. Wir sind Spezialisten für die Anwendung mikrostrukturdiagnostischer Analysetechniken im Kontext optischer Materialien. Unsere Kenntnisse in der Diagnostik nutzen wir, um darauf aufbauend neue Werkstoffe schneller zu entwickeln. Zugleich verbessern wir Prozesse der Laser-basierten Materialbearbeitung und profitieren auch dabei von unserem vertieften Verständnis der Mikrostruktur.

### Was sind typische Anwendungsfelder für diese Expertise?

Wir unterstützen bei der Entwicklung von Gläsern und Glaskeramiken und bringen dabei unsere Kompetenzen zur Etablierung von Mikrostruktur-Eigenschafts-Beziehungen ein. Effektpigmente, etwa für Autolacke, sind ein weiteres Themenfeld, ebenso optische Schichten für Lithographie, Lasertechnik oder Ophthalmik. Ein gutes Anwendungsbeispiel ist die preisgekrönte, niedrigdehnende Glaskeramik namens LEAZit™, die wir entwickelt haben. Dieses neuartige Material lässt sich beispielsweise für High-Tech-Produkte wie Laserspiegel oder als dehnungsanpassender Füllstoff einsetzen. Wir sind in Gesprächen mit interessierten Partnern aus der Industrie, die diese Innovation auf den Markt bringen möchten.

### Welche Aktivitäten sind für 2020 geplant?

Wir werden an der Kommerzialisierung von LEAZit™ arbeiten. Auch für das von uns gemeinsam mit der 3D Micromac AG entwickelte Gerät microPREP™, das sich weltweit sehr erfolgreich im Bereich Laserpräparation etabliert hat, wird es neue Features geben. Und wir haben aus dem Bereich der Vorlaufentwicklung noch einige tolle Ideen, die nun gemeinsam mit bestehenden und neuen Partnern umgesetzt werden sollen.

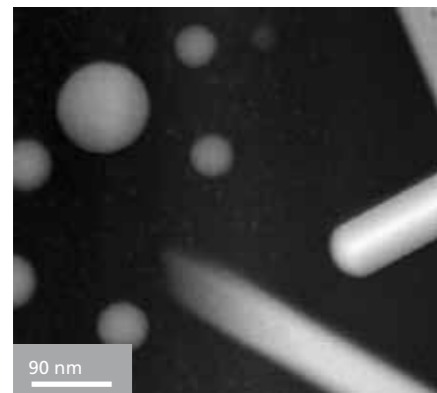
**Prof. Dr. rer. nat. habil. Thomas Höche**  
Studium der Physik an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, seit 2010 am Fraunhofer IMWS, seit 2019 Geschäftsfeldleiter »Optische Materialien und Technologien«  
+49 345 5589-197  
[thomas.hoeche@imws.fraunhofer.de](mailto:thomas.hoeche@imws.fraunhofer.de)

## FLUORESZIERENDE MARKIERUNGEN FÜR HIGH-TECH-GLÄSER

Wie kann man ein Glasobjekt so kennzeichnen, dass es sich innerhalb einer größeren Charge oder für die Produktrückverfolgung eindeutig zuordnen lässt? Bei der Beantwortung dieser Frage haben die boraident GmbH und das Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS in Halle (Saale) auf Laser-basierte, fluoreszierende Markierungen gesetzt und in einem gemeinsamen Projekt einen entsprechenden Prozess entwickelt.

Lasermarkierungen sind einer der Schwerpunkte im Angebot der boraident GmbH in Halle (Saale), die Produkte für kundenspezifische Anwendungen auf Glas und anderen transparenten Medien entwickelt. Diese Markierungen spielen bereits im Herstellungsprozess eine zentrale Rolle: Mittels verschiedener Identifikationsmerkmale lässt sich stets erkennen, welches Glas sich an welcher Position oder in welchem Produktionsschritt befindet. Drucken ist dabei zur Kennzeichnung in der Regel ungeeignet, weil Glas sehr glatt ist und die Tinte nicht aufsaugt.

Gemeinsam mit dem Fraunhofer IMWS wurde nun innerhalb des drei Jahre laufenden Projekts eine neue Technologie zur Kennzeichnung von Glasoberflächen entwickelt. Das Projektkonsortium setzte dabei auf die Erzeugung von Fluoreszenzmarkierungen auf Glasoberflächen, die bei Tageslicht im sichtbaren Spektralbereich



Abgebildete Nanostruktur eines mit  $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3$  /  $\text{Ba}_2\text{TiSi}_2\text{O}_8$ : $\text{Tb}^{3+}$  Lösung beladenen makroporösen Glases nach thermischer Kollabierung

weitgehend unsichtbar und dauerhaft sind, während sie unter UV-Anregung im sichtbaren Spektralbereich fluoreszieren, um ihre (maschinelle) Lesbarkeit zu ermöglichen. Solche Markierungen, die mit einem Laserprozess auf dem oder im Glas eingebracht werden können, bieten den zusätzlichen Vorteil, dass das Glas durch die Markierung nicht beschädigt wird, was bei anderen Verfahren, wie beispielsweise Bedrucken des Glases, passieren kann.

»Beide Seiten haben von der Zusammenarbeit sehr profitiert. Unser Industriepartner boraident konnte sein Prozess-Know-how zur Laserbeschriftung von Glasoberflächen erweitern und wir haben unsere materialwissenschaftliche Innovationskraft, einschließlich der Entwicklung fluoreszierender Materialien sowie die Mikrostrukturdiagnostik zur beschleunigten Material- und Prozessentwicklung eingebracht«, erklärt Prof. Thomas Höche, Leiter des Geschäftsfelds »Optische Materialien und Technologien« am Fraunhofer IMWS, den Ansatz. Als vielversprechende Anwendungsmöglichkeiten nennt er etwa die Produktsicherheit und den Fälschungsschutz, die gerade bei High-Tech-Gläsern immer wichtiger werden, wie sie in der Medizin, der Chemieindustrie oder der Telekommunikation eingesetzt werden. Mit dem vom Fraunhofer IMWS entwickelten Verfahren kann man einem Glas beispielsweise die Information mitgeben, von welchem Hersteller es stammt – und zwar über den gesamten Lebenszyklus des Glases und so individuell, dass die Markierung schwer zu kopieren ist. Im Projektverlauf wurden diverse Ansätze verfolgt, beginnend von fluoreszierenden Nanopulvern über Fluoreszenzpartikel-respektive wässrige Seltenerdösungen-beladene makroporöse Gläser, die thermisch kollabiert werden, bis hin zu Salzlösungen, die mittels Laserbestrahlung in die Glasoberfläche hinein implantiert werden. Ergebnis des Projekts ist eine praktisch umsetzbare und widerstandsfähige Lösung der angegangenen Fragestellung.

**Dr. Araceli de Pablos Martín**

Chemiestudium an der Universidad Autónoma in Madrid, seit 2012 am Fraunhofer IMWS, wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Gruppe »Mikrostrukturbasierte Materialprozessierung«  
+49 345 55 89-227

araceli.pablos-martin@imws.fraunhofer.de

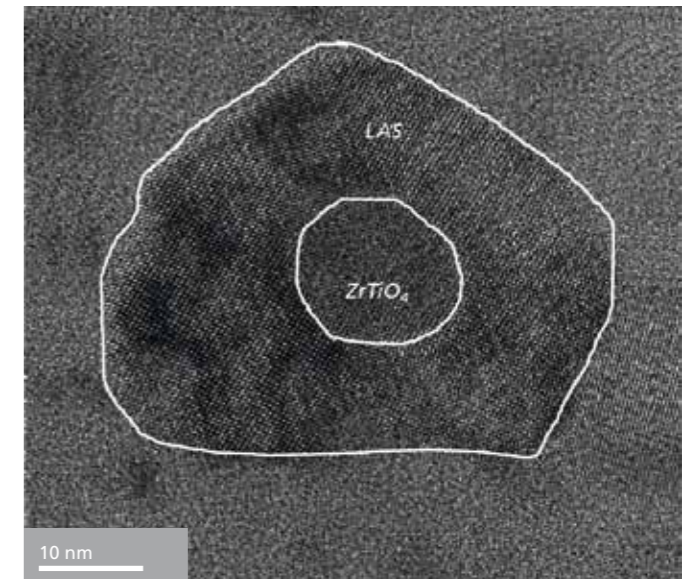
## NANOSTRUKTURBASIERTE ENTWICKLUNG VON GLASKERAMIK

In einem gemeinsamen Projekt mit dem Otto-Schott-Institut der Universität Jena werden die komplexen, auf der Nanoskala ablaufenden Keimbildungsprozesse bei der Synthese von Nullausdehnungsglaskeramiken untersucht.

Lithiumalumosilicat (LAS)-Glaskeramiken finden als Nullausdehnungsmaterialien breiten Einsatz überall da, wo mit starken Temperaturschwankungen einhergehende Ausdehnungen vermieden werden müssen. Ein prominentes Beispiel hierfür sind Glaskeramik-Kochfelder. Möglich wird die Nullausdehnung durch ein fein abgestimmtes Zusammenspiel spezieller kristalliner Ausscheidungen im Material mit dem Glas, das sie umgibt. LAS-Kristalle können die aus der Alltagserfahrung ungewöhnliche Eigenschaft einer negativen thermischen Ausdehnung aufweisen. Werden sie in einem Glas mit positiver thermischer Ausdehnung erzeugt, kann die Gesamtausdehnung des Verbundmaterials auch bei großen Temperaturschwankungen verschwindend sein. Die komplexen Kristallisationsprozesse, die bei der Herstellung solcher Materialien auftreten, sind allerdings nach wie vor nicht vollständig verstanden. Die gängigen Glaszusammensetzungen weisen zum Teil mehr als 15 wechselwirkende Komponenten auf. Gleichzeitig stellt die geringe Größe und Elektronenbestrahlungsempfindlichkeit der kristallinen Ausscheidungen, die sich typischerweise im Bereich von 3 – 30 nm bewegt, die Analyse vor hohe Anforderungen.

Das DFG-Projekt in Zusammenarbeit mit der Universität Jena hat zum Ziel, ein breiteres Verständnis der ablaufenden Prozesse auf der Nanoskala zu schaffen, um die Entwicklung zukünftiger Glaskeramiken zu beschleunigen und deren Eigenschaften zu verbessern. Besonderes Augenmerk liegt auf der Rolle der Keimbildner – winziger Kristalle, meist aus  $\text{ZrO}_2$  oder  $\text{TiO}_2$  beziehungsweise einer Mischung dieser. Sie werden benötigt, um das Wachstum der gewünschten LAS-Phase mit einstellbarer Größenverteilung auszulösen.

Ein weiterer Schwerpunkt des Projektes liegt in der Reduktion der Glaszusammensetzung auf möglichst wenige Komponenten, um



Hochauflöst abgebildete Nanostruktur einer LAS-Glaskeramik: Aufwachsen eines LAS-Kristalls auf einen  $\text{ZrTiO}_4$ -Keimkristall.

die ablaufenden Kristallisationsprozesse an diesen Modellgläsern besser verstehen zu können. So konnte unter anderem gezeigt werden, dass sich auch aus vereinfachten Grundgläsern mit nur sechs Komponenten und einem Keimbildner die gewünschten LAS-Phasen bilden. Diese konnten erstmals elektronenmikroskopisch so hochauflöst abgebildet werden, dass es möglich wurde, die Orientierungsbeziehung zwischen Keimbildner und LAS-Kristall zu bewerten.

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

Studium der Physik an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, seit 2010 am Fraunhofer IMWS, seit 2018 Geschäftsfeldleiter »Optische Materialien und Technologien«  
+49 345 5589-197

thomas.hoeche@imws.fraunhofer.de

## AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERFOLGE



**24** | In Freiberg hat die Fraunhofer-Außenstelle für Kohlenstoff-Kreislauf-Technologien ihre Arbeit aufgenommen.



**25** | Im Chemiapark Leuna soll künftig Wasserelektrolyse im Großmaßstab eine nachhaltige Chemieindustrie unterstützen.

## »NACHHALTIGE LÖSUNGEN SIND IN DER CHEMISCHEN INDUSTRIE STARK NACHGEFRAGT«

Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Bernd Meyer

### Was wird Ihnen mit Blick auf das Geschäftsfeld aus dem Jahr 2019 besonders in Erinnerung bleiben?

Sinnbildlich für die große Dynamik in unserem Themenfeld war die Eröffnung der Außenstelle Kohlenstoff-Kreislauf-Technologien in Freiberg: Hier werden wir künftig an der effizienten, ressourcenschonenden und klimaneutralen Nutzung von Kohlenstoffträgern forschen. Wir haben mit dem Netzwerk NK2 eine Plattform für die Kohlenstoffkreislaufwirtschaft geschaffen, in der sich Partner aus Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Zivilgesellschaft sektorübergreifend austauschen können. Nicht zuletzt war der Erfolg des Reallabors »Green-HydroChem« ein Highlight. Damit wollen wir in Mitteldeutschland das weltweit größte Elektrolyse-Anlage-Projekt zur Erzeugung von Grünem Wasserstoff etablieren.

### Welche Märkte stehen für Sie im Fokus und welche Vorteile bieten sich für Unternehmen durch eine Zusammenarbeit?

Alle Unternehmen, die an der Umsetzung einer nachhaltigen und effizienten Kreislaufwirtschaft für kohlenstoffintensive Prozesse mitwirken möchten, finden in uns einen kompetenten, kreativen und innovativen Ansprechpartner. Dazu gehören die chemische Industrie, das verarbeitende Gewerbe, der Maschinen- und Anlagenbau und nicht zuletzt Firmen aus der Energie-, Abfall- und Recyclingwirtschaft. Die größte Nachfrage besteht derzeit bei der chemischen Industrie, denn hier gilt es, die bisher noch zum großen Teil auf fossilen Quellen beruhende Rohstoffbasis zu verbreitern und im Großmaßstab das chemische Recycling von Kunststoffabfällen aufzubauen. Wir bieten dazu erstklassiges Prozessverständnis, umfassendes

Technologie-Know-how, Testanlagen im industriennahen Maßstab und ein sehr gutes Netzwerk.

### Die Aktivitäten des Fraunhofer IMWS im Bereich der Kohlenstoff- und Wasserstofftechnologien könnten perspektivisch in ein neues, eigenes Fraunhofer-Institut überführt werden. Was ist die Idee dahinter?

Ein solches Institut könnte die Unternehmen insbesondere in der Chemieindustrie und anderen energieintensiven Branchen in Mitteldeutschland auf dem Transformationspfad zu einer nachhaltigen Industriegesellschaft mit vielen Impulsen unterstützen. In der Region könnte eine erstklassige Anlaufstelle für weltweit gefragte Zukunftstechnologien entstehen.

### Was ist für 2020 geplant?

Der Baustart für unsere Elektrolyseplattform in Leuna wird ein wichtiges Signal dafür sein, dass wir bei der Realisierung unserer Großprojekte vorankommen und Mitteldeutschland als Pilotregion für die Chemie 4.0 etablieren wollen. Parallel arbeiten wir auch an der Entwicklung der Modulplattform »GreenCarbonChem« in Leuna. In verschiedenen Etappen werden wir hier neue Vergasungssysteme für das chemische Recycling von kohlenstoffhaltigen Abfällen entwickeln und etablieren.

**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

## AUSSENSTELLE FÜR KOHLENSTOFF-KREISLAUF-TECHNOLOGIEN AN DER TU BERGAKADEMIE FREIBERG

An der TU Bergakademie Freiberg wird künftig an der effizienten, ressourcenschonenden und klimaneutralen Nutzung von Kohlenstoffträgern geforscht. Das sächsische Ministerium für Wissenschaft und Kunst unterstützt die Anschubfinanzierung einer Forschungsgruppe zu Kohlenstoff-Kreislauf-Technologien, die als Außenstelle des Fraunhofer IMWS fungieren wird.

Kohlenstoff ist ein zentraler Baustein der Volkswirtschaft und in unzähligen Produkten unseres täglichen Lebens enthalten. Der Bedarf der Industrie an Kohlenstoff wird weitgehend aus primären Kohlenstoffquellen wie Erdöl, Erdgas oder Kohle gedeckt. Mit neuen Prozesse und Technologien im großtechnischen Maßstab wollen die Forscher des Instituts für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (IEC) der TU Bergakademie und des Fraunhofer IMWS künftig eine möglichst CO<sub>2</sub>-emissionsarme, effiziente und ressourcenschonende Nutzung weiterer Kohlenstoffquellen ermöglichen. Dabei sollen Kunststoff- und Biomasseabfälle, aber auch erneuerbare Energieträger wie Wind- und Solarstrom sowie Grüner Wasserstoff einbezogen werden.

Als das führende Institut in Europa für Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der thermisch-chemischen Wandlung primärer und sekundärer Kohlenstoffquellen, insbesondere von Kohlen, Erdgas und kohlenstoffhaltigen Abfällen, möchte das IEC zu wirtschaftlichen und nachhaltigen Lösungen für drängende gesellschaftliche Fragen beitragen und diese gemeinsam dem Fraunhofer IMWS in die Anwendung bringen. So könnte beispielsweise Plastikmüll zur Rohstoffquelle für die Kohlenstoff-Kreislaufwirtschaft werden statt unser Ökosystem zu belasten. Das Potenzial ist groß: Allein in Deutschland werden gegenwärtig rund 47 Millionen Tonnen kohlenstoffhaltige Abfälle in thermischen Abfallbehandlungs- und Feuerungsanlagen verwertet. Innerhalb der nächsten 10 bis 15 Jahre sollen Prozesse und Technologien im großtechnischen Maßstab entwickelt werden, die eine CO<sub>2</sub>-emissionsarme stoffliche Nutzung der bisher verbrannten, primären und sekundären Kohlenstoffquellen gewährleisten. Diese Lösungen sollen durch Wiedereinkopplung aller Kohlenstoffquellen in die Prozessketten (chemisches



Prof. Dr. Klaus-Dieter Barbknecht, Rektor der TU Bergakademie Freiberg, PD Dr. Christian Growitsch, stv. Institutsleiter des Fraunhofer IMWS, Dr. Eva-Maria Stange, Staatsministerin im Ministerium für Wissenschaft und Kunst des Freistaats Sachsen, und Prof. Dr. Bernd Meyer, Direktor des Instituts für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (IEC) der TU Bergakademie Freiberg und Leiter des Geschäftsfelds »Chemische Umwandlungsprozesse« am Fraunhofer IMWS (von links) eröffneten die neue Forschungseinrichtung.

Recycling) den Kohlenstoff-Kreislauf schließen. Zugleich soll die wirtschaftlich konkurrenzfähige Herstellung von Massenprodukten (zum Beispiel Basischemikalien, Kunststoffe) und hochpreisigen Spezialprodukten (zum Beispiel Kohlenstoff-Fasern, Extraktionsstoffe) auf Basis einheimischer Kohlenstoffträger ermöglicht werden, einschließlich von Reststoffen mit einem möglichst breiten Qualitätsspektrum.

Im Laufe der vierjährigen Aufbauphase sind auch Geräteinvestitionen im Bereich Analytik von Kohlenstoffträgern und deren Konversionsprodukten sowie Testanlagen im Pilotmaßstab geplant. Dort sollen unter industrienahen Bedingungen die verschiedenen Einsatzstoffe in unterschiedlichen Umwandlungskonzepten getestet werden.

### Dr. Roh Pin Lee

Studium in Psychologie, Umwelt und Ressourcenmanagement sowie Betriebswirtschaftslehre, seit 2019 am Fraunhofer IMWS, wissenschaftliche Mitarbeiterin der Gruppe »Kohlenstoff-Kreislauf-Technologien«

+49 345 5589-8218

roh-pin.lee@imws.fraunhofer.de

## GROSSELEKTROLYSEUR LEUNA SOLL REALLABOR DER ENERGIEWENDE WERDEN

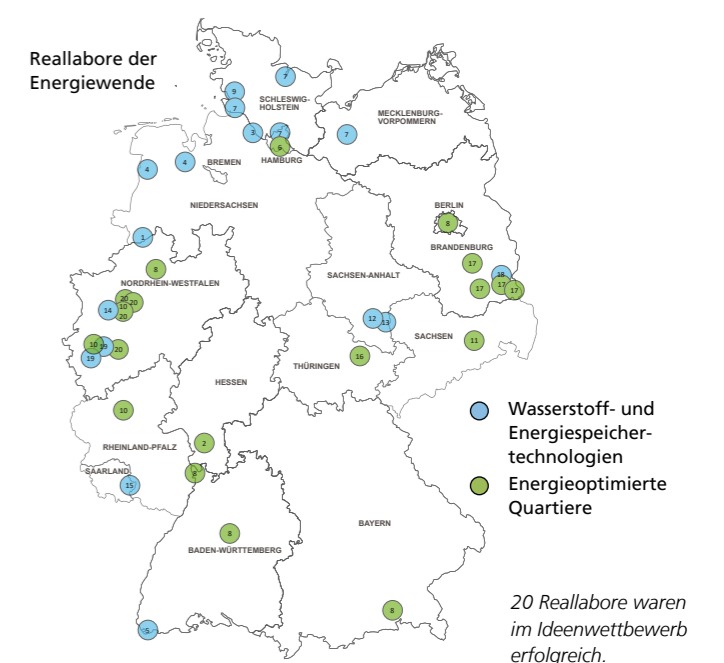
GreenHydroChem Mitteldeutschland wird gefördert

Bundeswirtschaftsminister Peter Altmaier hat das »GreenHydroChem Mitteldeutschland« als einen der Gewinner im Ideenwettbewerb »Reallabore der Energiewende« des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) ausgewählt. Das mit über 100 Megawatt weltweit größte Elektrolyse-Anlage-Projekt zur Erzeugung von Grünem Wasserstoff wurde von den Partnern Siemens AG, Linde Aktiengesellschaft und dem Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS geplant und geht nun in die Konkretisierungsphase über.

»Gemeinsam mit unseren Partnern werden wir die Erzeugung und Speicherung von Grünem Wasserstoff sowie dessen Anwendung in verschiedenen Nutzungspfaden im Rahmen der Sektorkopplung demonstrieren«, erklärt Florian Bergen, Projektverantwortlicher bei Siemens und Gesamtkoordinator des Reallabors GreenHydroChem. »Damit versorgen wir die Region ‚Mitteldeutsches Chemiedreieck‘ erstmals im industriellen Maßstab mit Grünem Wasserstoff.« Die Nutzung Erneuerbarer Energien aus Wind und Sonne zur Erzeugung von umweltfreundlichem Wasserstoff beziehungsweise seine weitere Veredelung zu CO<sub>2</sub>-neutralen chemischen Grundstoffen oder Kraftstoffen (e-Fuels) werden wesentlich zur CO<sub>2</sub>-Reduktion im Mobilitäts- und Chemiesektor beitragen. Der Grüne Wasserstoff reduziert die anfallenden Treibhausgas-Emissionen um bis zu 91 Prozent. Das Reallabor GreenHydroChem wird somit in den industriellen Wertschöpfungsketten einen wichtigen Beitrag zur Energiewende sowie zur Weiterentwicklung der Wirtschaftsregion Mitteldeutschland leisten. GreenHydroChem Mitteldeutschland soll bis 2024 in Leuna realisiert werden.

»Mit diesem Schritt bringen wir eine innovative Technologie aus Deutschland in die industrielle Skalierung, an der schon heute vor allem Regionen mit hoher installierter Wind- und Photovoltaikleistung starkes Interesse zeigen«, erklärt Armin Schnettler, Leiter der Konzernforschung Energie, Siemens Corporate Technology. »So kann sich Deutschland nicht nur

als weltweiter Vorreiter beim Thema Energiewende positionieren, sondern auch dem Ruf unseres Landes als führende Exportnation neue Impulse verleihen.« Im Juli dieses Jahres haben die Siemens AG und die Fraunhofer-Gesellschaft gemeinsam mit dem Freistaat Sachsen den Bau eines Wasserstoff-Innovationszentrums in Görlitz beschlossen. »Die dort gewonnenen Erkenntnisse sollen direkt in das Reallabor einfließen. Damit wird noch deutlicher, welch herausragendes Potenzial Wasserstoff und Power-to-X haben, um die Sektorkopplung umzusetzen und mit innovativen Technologien die Gestaltung des Strukturwandels zu meistern«, sagt Ralf B. Wehrspohn, Leiter des Fraunhofer IMWS und künftiger Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft für Technologiemarketing und Geschäftsmodelle.



### Dominik Härle

Studium in Wirtschaftsingenieurwesen, Maschinenbau, Umwelt-, Verfahrens- & Energietechnik, seit 2016 am Fraunhofer IMWS, Gruppenleiter »Wasserstoff-Material-Diagnostik«

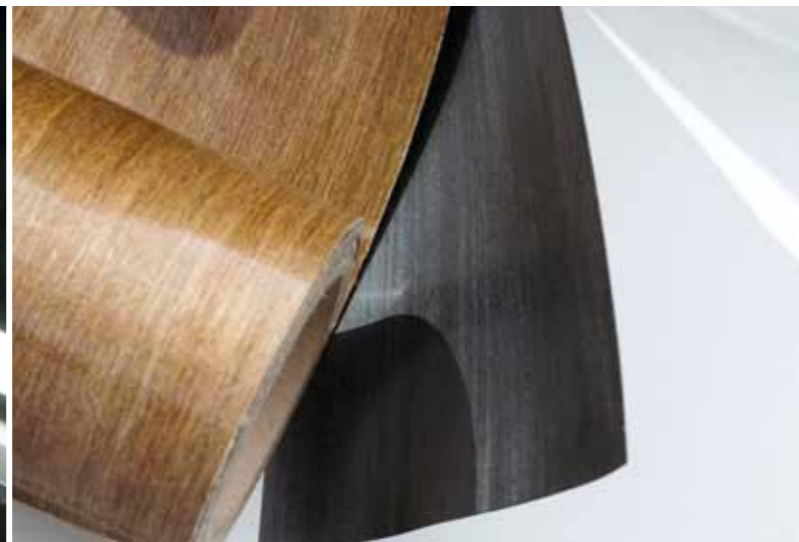
+49 345 5589-236

dominik.haerle@imws.fraunhofer.de

## AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERFOLGE



**30** | Ein neues Verfahren ermöglicht standardisierte Tests von hoch belastbaren Sandwichmaterialien.



**31** | Mit einem Kindersitz-Demonstrator werden die Möglichkeiten von Biopolymeren für Leichtbau-Strukturanwendungen gezeigt.



**28** | Biomimetischer Synthesekautschuk (BISYKA) ermöglicht Reifen mit weniger Abrieb.

## »WIR ERLEBEN EINE ERFREULICHE RENAISSANCE IM LEICHTBAU«

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

### Was wird Ihnen mit Blick auf das Geschäftsfeld besonders aus dem Jahr 2019 in Erinnerung bleiben?

Ein Highlight ist der Start von »digitalTPC«. In diesem Verbundprojekt entwickeln wir gemeinsam mit drei weiteren Fraunhofer-Instituten einen digitalen Zwilling für thermoplastische Composite. Das ist für uns ein spannendes, neues Umfeld – nicht unbedingt naturwissenschaftlich oder ingenieurwissenschaftlich geprägt, sondern von Daten, IT und KI getrieben. Mit dem Ansatz der digitalen Abbildung einer kompletten Wertschöpfungskette mit Blick auf Material und Materialveränderungen nähern wir uns einer ganz neuen Interpretation des Begriffs »digitaler Zwilling«. Der Industriebeirat des Projekts sieht große Potenziale in dieser bahnbrechenden Idee.

### Welche Märkte stehen für Sie im Fokus und welche Vorteile bieten sich für Unternehmen durch eine Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IMWS?

Wir erleben gerade – beispielsweise durch die Leichtbau-Initiative des BMWi – eine Renaissance des Leichtbaus, die für uns sehr erfreulich ist, denn thermoplastbasierte Leichtbaulösungen sind eine wichtige Säule unseres Kerngeschäfts. Wir unterstützen Kunden aus dem Automotive-Bereich, um Fahrzeuggewicht zu reduzieren und die Reichweite zu erhöhen. Ein weiteres wichtiges Mobilitäts-Thema ist der Reifenmarkt. Hier forschen und entwickeln wir Kautschukkomposite im Hinblick auf Optimierung des Rollwiderstands und des Abriebverhaltens. Weitere Anwendungen für unsere Innovationen gibt es bei Sportgeräten oder im Bereich Stadtinfrastruktur/Bauwesen.

### Kunststoffe haben seit den Schlagworten »Mikroplastik« und »Ocean Waste« ein Imageproblem. Wie reagieren Sie darauf?

Unsere Antwort ist Nachhaltigkeit, vor allem durch Energie- und Materialeffizienz. Der thermoplastbasierte Leichtbau ist ein gutes Beispiel dafür, was Kunststoffe hier leisten können, denn er sorgt für CO<sub>2</sub>-Einsparungen, zudem entstehen langlebige Bauteile und Wirtschaftsgüter. Seit vielen Jahren sind wir im Bereich der Biopolymere tätig und erschließen neue Anwendungsfelder für solche Kunststoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe. Unser BISYKA-Reifen aus biomimetischen Synthesekautschuk ist ein unmittelbarer Beitrag zur Reduktion von Mikroplastik in der Umwelt, das ja zum erheblichen Teil von Reifen stammt: Dieser Reifen hat bis zu 30 Prozent weniger Abrieb.

### Was ist für 2020 geplant?

Erstmals veranstalten wir mit der Thermhex Waben GmbH die internationale Faserverbund-Sandwich-Tagung. Wir bringen uns auch wieder in die Organisation des Mitteldeutschen Kunststofftages ein, der erstmals gemeinsam mit dem Biopolymer-Kongress ausgerichtet wird. Natürlich freuen wir uns alle auf den Abschluss der baulichen Erweiterung unseres Pilotanlagenzentrums in Schkopau. Mit den neuen Anlagen möchten wir noch bessere Produkte für unsere Kunden entwickeln.

#### 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](mailto:peter.michel@imws.fraunhofer.de)

# SYNTHESEKAUTSCHUK ÜBERTRIFFT NATURKAUTSCHUK: REIFEN MIT WENIGER ABRIEB

Natürlicher Kautschuk aus Kautschukbäumen ist ein begrenzter Rohstoff. Synthetisch hergestellter Kautschuk reicht bisher im Abriebverhalten jedoch nicht an das natürliche Produkt heran und eignet sich daher nicht für LKW-Reifen. Ein neuartiger Synthetikautschuk erzeugt nun erstmals 30 bis 50 Prozent weniger Abrieb als Naturkautschuk.

LKW-Reifen müssen einiges aushalten: Durch die großen Lasten, die die »Brummies« durch die Lande transportieren und die vielen Kilometer, die sie Tag für Tag auf den Straßen zurücklegen, nutzen sie sich stark ab. Die Laufflächen der Reifen sind daher überwiegend aus Naturkautschuk aus Kautschukbäumen hergestellt, der die bisher hervorragendsten Abriebeigenschaften aufweist. Der künstlich hergestellte Synthetikautschuk kann zumindest in diesem Punkt bisher nicht an Naturkautschuk heranreichen. Das Problem beim Naturkautschuk: Die Versorgungssicherheit für diesen wichtigen Rohstoff ist gefährdet. In Brasilien, dem Ursprungsland des Kautschuks, vernichtet der Pilz *Microcyclus* ganze Plantagen. Greift der Pilz auch auf den asiatischen Raum über, wo sich heute wichtige Anbaugelände befinden, ist die Weltproduktion für Gummi bedroht.

## Biomimetischer Synthetikautschuk mit optimiertem Abriebverhalten (BISYKA)

Forscherinnen und Forscher der Fraunhofer-Institute für Angewandte Polymerforschung IAP, für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS, für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME, für Werkstoffmechanik IWM und für Silicatiforschung ISC haben die Eigenschaften von Synthetikautschuk daher nun optimiert. »Unser Synthetikautschuk BISYKA, kurz für Biomimetischer Synthetikautschuk, hat sogar noch bessere Eigenschaften als Naturkautschuk«, sagt Dr. Ulrich Wendler, der das Projekt am Fraunhofer-Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung PAZ in Schkopau leitet. Das Fraunhofer PAZ ist eine gemeinsame Initiative des Fraunhofer IAP und des Fraunhofer IMWS. »Die Reifen aus Synthetikautschuk verlieren 30 Prozent weniger Masse als das Äquivalent aus Naturkautschuk, der Profilverlust beträgt sogar nur die Hälfte. Zudem lässt sich der Synthetikautschuk mit Bestandsanlagen in großtechnischem Maßstab

produzieren. Das heißt: Der Synthetikautschuk bietet eine hervorragende Alternative zum Naturkautschuk – auch im Bereich der Hochleistungs-LKW-Reifen.«

## Gezielte Analyse von Löwenzahn-Kautschuk

Doch wie haben die Forscherinnen und Forscher diese Steigerung erreicht? Am Fraunhofer IME untersuchten die Wissenschaftler Kautschuk aus Löwenzahn. Dieser besteht wie der Kautschuk aus den Kautschukbäumen zu etwa 95 Prozent aus Polyisopren, die verbleibenden Prozente aus Biokomponenten wie Proteinen oder Lipiden. Der Vorteil gegenüber dem Baumkautschuk: Statt sieben Jahren hat der Löwenzahn eine Generationsfolge von nur drei Monaten. Kautschuk aus Löwenzahn bietet somit eine ideale Ausgangsposition, um den Einfluss der Biokomponenten auf die Kautschuk-Eigenschaften zu untersuchen. Dazu schalteten die Fraunhofer-Forschenden die involvierten Schlüsselbiokomponenten gezielt aus.

Nachdem die für das Abriebverhalten wichtigen Biokomponenten identifiziert waren, synthetisierten die Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer IAP den BISYKA-Kautschuk – aus den jeweiligen Biomolekülen und funktionalisiertem, hochmikrostruktureinem Polyisopren. Die Kolleginnen und Kollegen am Fraunhofer IWM und IMWS untersuchten die daraus erhaltenen Kautschukvarianten auf ihre Eigenschaften. Dazu nutzten sie die Dehnkristallisation: Dehnt man Naturkautschuk auf die dreifache Länge, bilden sich kristalline Bereiche – der Kautschuk verhärtet sich. »Die Dehnkristallisation von BISYKA-Kautschuk entspricht der des Naturkautschuks«, erläutert Wendler. Für LKW-Reifen wird der Kautschuk üblicherweise mit Ruß gemischt, daher die schwarze Farbe. Der Trend geht allerdings dazu, statt Ruß Silicate zuzumischen. Hier kommt die Expertise des Fraunhofer ISC ins Spiel: Am Institut wird untersucht, wie neuartige Silicafüllstoffe zu opti-



Erste Tests von Reifen mit dem naturidentischen, biomimetischen Synthetikautschuk BISYKA zeigen, dass diese etwa 30 bis 50 Prozent weniger Abrieb im Vergleich zu Naturkautschukreifen erzeugen.

malen Alternativen für Naturkautschuk in der Automobilindustrie führen können.

## Synthetikautschuk überzeugt in Praxistests

Nach der Entwicklung des BISYKA-Kautschuks wurde er getestet: Hält er, was er aufgrund der Dehnungskristallisation verspricht? Dies ließen die Forscher von einem externen und somit unabhängigen Partner untersuchen: dem Prüflabor Nord. Dazu wurden vier PKW-Reifen gefertigt, deren Lauffläche aus BISYKA bestand, und mit solchen verglichen, deren Lauffläche aus Naturkautschuk gefertigt war. Die Tests wurden direkt an einem Auto durchgeführt, das 700 Kreise in die eine Richtung und 700 Kreise in die andere Richtung fuhr. Das Ergebnis: Während der Naturkautschuk-Reifen nach dem Test um 850 Gramm leichter war und 0,94 Millimeter an Profil verlor, büßte der BISYKA-Reifen lediglich 600 Gramm Gewicht und 0,47 Millimeter Profil ein. Auch der Rollwiderstand ist beim Synthetikautschuk besser: Während der Naturkautschuk auf der Rollwiderstandsampel beim Wert C liegt, erreicht BISYKA den besseren Wert B. »Bisher haben wir nur erste Tests mit der BISYKA-Reifenmischung durchgeführt, die

äußerst vielversprechend sind. Als nächsten Schritt möchten wir den BISYKA-Kautschuk weiter optimieren. Dies betrifft vor allem den Anteil und die Zusammensetzung der Biokomponenten. Parallel dazu wird die Rezeptur der Laufflächenmischung für LKW-Reifen auf den neuen Kautschuk angepasst«, sagt Wendler. Aktuell sind der Forscher und sein Team auf der Suche nach Kooperationspartnern, die das Produkt auf den Markt bringen.

Am 4. April 2019 stellten die Forscherinnen und Forscher ihre Ergebnisse bei einem Transferworkshop auf der Jahrestagung der Deutschen Kautschuk-Gesellschaft Ost in Merseburg vor.

### 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  
mario.beiner@imws.fraunhofer.de



## STANDARDISIERTES TESTVERFAHREN ZUR QUALITÄTSKONTROLLE VON HOCH BELASTBAREN SANDWICHBAUTEILEN

Sandwichstrukturen für den Leichtbau, wie sie zum Beispiel in der Flugzeugindustrie, in Rotorblättern von Windkraftanlagen oder in Leichtbaufahrzeugen eingesetzt werden, bestehen aus festen Deckschichten, die durch einen sehr leichten Kernwerkstoff auf Abstand gehalten werden. Sie sind mechanisch hoch belastbar und gleichzeitig extrem leicht. Wird die feste Verbindung zwischen Deckschicht und Kern jedoch durch eine Fehlbelastung beschädigt, kann das im Extremfall zum Bauteilversagen führen. Durch neue Erkenntnisse über Mikrostruktur-Versagensprozesse in solchen Bauteilen mittels In-situ-Röntgentomographie hat das Fraunhofer IMWS ein standardisiertes Testverfahren zur Bestimmung der Bruchzähigkeit entwickelt, um die Belastungsgrenzen solcher Sandwichbauteile zuverlässig vorherzusagen und Schadensfälle zu verhindern.

Unter Einwirkung von Schlagbeanspruchungen, Überbelastungen oder auch infolge von Fertigungs- oder Reparaturfehlern können sich die lasttragenden Deckschichten in Sandwichstrukturen vom stützenden Kern lösen; man spricht in dem Fall von einem Disbond-Schaden. Bleibt der Schaden zum Beispiel aufgrund seiner zunächst geringen Ausdehnung oder nicht direkten Sichtbarkeit unentdeckt, kann er sich im weiteren Einsatz unbemerkt ausbreiten, die Tragfähigkeit der Sandwichstruktur herabsetzen und im Extremfall zum vollständigen Verlust der Bauteilintegrität führen.

In einem Forschungsvorhaben gemeinsam mit dem Institut für Luft- und Raumfahrttechnik der TU Dresden wurde eine Standardtestmethode entwickelt, mit der die Bruchzähigkeit zur Quantifizierung des Widerstands von Sandwichmaterialien gegen die Ausbreitung eines Disbond-Schadens – also die lokale Ablösung der Deckschicht vom Kern – analysiert und damit zuverlässig vorhergesagt werden kann.

Auf Basis der Ergebnisse wurde eine Spezifikation für die Durchführung des Prüfverfahrens an leichten Wabenkern-



Versuchsaufbau eines Single Cantilever Beam Tests (SCB) einer Wabenkern-Sandwichprobe

Sandwichmaterialien mit sehr dünnen Deckschichten erarbeitet und in eine internationale Initiative zur Standardisierung des Tests eingebracht. Die erhobenen Daten und Ergebnisse fließen nun direkt in einen neuen Standard der internationalen Standardisierungsorganisation ASTM ein und werden in das CMH-17 Composite Materials Handbook aufgenommen – ein von internationalen Zertifizierungsstellen und Flugaufsichtsbehörden anerkanntes mehrbändiges Handbuch zur Auslegung von Composite-Strukturen.

### Dr.-Ing. Ralf Schäuble

Studium der Elektrotechnik an der Technischen Universität Chemnitz

seit 1996 am Fraunhofer IMWS, wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Gruppe »Faserverbundstrukturen«

+49 0345 5589-151

ralf.schaeuble@imws.fraunhofer.de

## KINDERSITZ AUS NATURFASERVERSTÄRKTEN BIOPOLYMEREN

Am Beispiel einer Kindersitz-Demonstratorstruktur fürs Auto demonstriert das Fraunhofer IMWS, welche Möglichkeiten Faser-Kunststoff-Verbunde auf Basis von Biopolymermatrix und kontinuierlicher Naturfaserverstärkung (Bio-NFK) für Leichtbau-Struktur-anwendungen bieten. Projektpartner sind Evonik Nutrition & Care GmbH, SachsenLeinen GmbH, TU Chemnitz und EDAG Engineering GmbH, sowie GK Concept GmbH, Britax Römer Kindersicherheit GmbH, Knoten Weimar GmbH und ID Berlin.

Im Verbundprojekt soll ein nachhaltiges und völlig biobasiertes Hybridbauteil mit hohen Struktur- und Sicherheitsanforderungen entwickelt werden. Im Ergebnis sollen die neu entwickelten Materialien, Technologien und Bauweisen anhand eines hybridspritzgegossenen Demonstrators in Form einer Kindersitzschale validiert werden.

Auf Grundlage von biobasiertem Polyamid werden neben holzfaserverstärkten Spritzgusscompounds auch flachsfaserverstärkte UD-Tapes als endlosfaserverstärkter Hochleistungsverbund entwickelt, die in der Kindersitzschale als lokale Verstärkungskomponente dienen. Für die Herstellung der Tapes wird ein neues Verfahren zur Nutzung von Wergfasern – ein preiswert verfügbares Sekundärprodukt der Bastlangfaseraufbereitung – konzipiert und umgesetzt.

Zusätzlich zu verfahrenstechnologischen Aufgabenstellungen der optimalen Strukturordnung im Faser-Verbund-Halbzeug werden werkstoffliche Fragestellungen der Faser-Matrix-Interaktion in den entwickelten Materialsystemen untersucht. Verschiedene Additive mit teilweise potenziell strahlungsvernetzender Charakteristik werden hinsichtlich ihrer Eignung zur Verbesserung der mechanischen (Zugfestigkeit, Dehnungsverhalten, Schlagzähigkeit) und physikalischen (H<sub>2</sub>O-Aufnahme, Wärmeformbeständigkeit) Werkstoffeigenschaften in Abhängigkeit von Strahlungsintensität geprüft.

Im Anschluss werden aus den flachsfaserbasierten UD-Tapes maßgeschneiderte Verstärkungseinleger (Laminat) gepresst.



Welche Kräfte auf den Kindersitz aus Biopolymer einwirken, wird im Projekt gemessen und simuliert.

Die Faserorientierungen in den Verstärkungseinlegern werden an die späteren Belastungsfälle im Einsatz der Kindersitzschale angepasst und endkonturnah mit geringem Verschnitt aufgebaut. Anhand des im Hybrid-Spritzguss hergestellten Biopolymer-Demonstrators sollen fundierte Aussagen über die Prozess-Struktur-Eigenschafts-Beziehungen sowie Belastungsgrenzen von Bio-NFK-Bauteilen getroffen und das Ziel eines erhöhten Leichtbaugrades in Kombination mit einer wirtschaftlichen und nachhaltigen Fertigungsmethodik erreicht werden.

Neben der verfahrenstechnischen Fertigung des Demonstrators sollen auch Aussagen über die Wiederverwertung möglich werden, dazu werden Recyclingkonzepte für biobasierte Leichtbaustrukturen betrachtet.

### Ivonne Jahn

Studium der Werkstoffwissenschaften, seit 2007 am Fraunhofer IMWS, Gruppenleiterin »Thermoplastbasierte Faserverbund-Halbzeuge«

+49 345 5589-474

ivonne.jahn@imws.fraunhofer.de

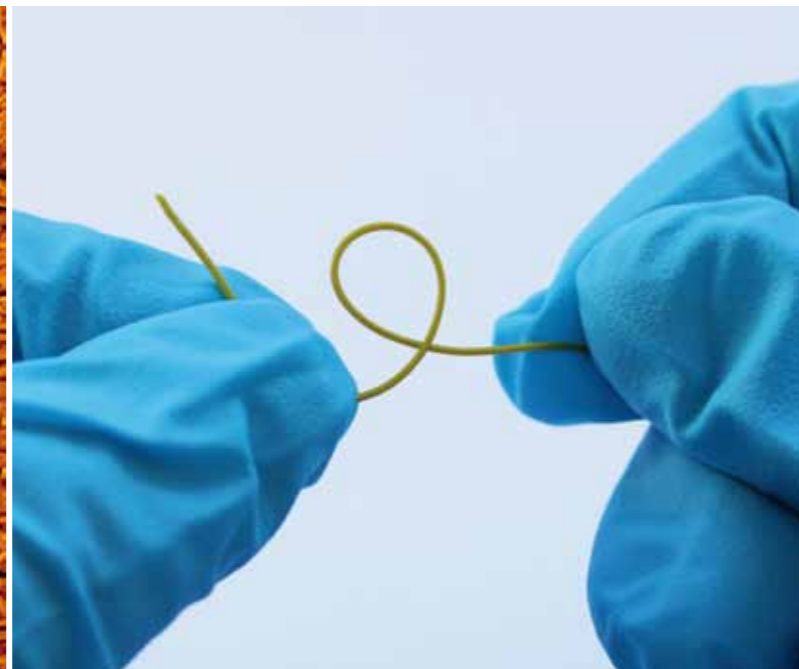
### Dr. Matthias Zschoy

Maschinenbaustudium, seit 2014 am Fraunhofer IMWS, Gruppenleiter »Thermoplastbasierte Faserverbund-Bauteile«

+49 345 5589-475

matthias.zschoy@imws.fraunhofer.de

## AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSERFOLGE



**34** | Für Membranfilter bei der Gewinnung von Trinkwasser wurden neue Antifouling-Technologien geschaffen.

**36** | Stäbchen statt Pillen: Eine neue Methode verspricht Verbesserungen bei der Parodontose-Behandlung.



**37** | Elastin und Kollagen bieten vielversprechende Möglichkeiten für Materialien zur Wundheilung.



## »INNOVATIVE MATERIALIEN FÜR GESUNDHEIT UND LEBENSQUALITÄT SIND UNSERE LEIDENSCHAFT«

Interview mit Geschäftsfeldleiter Dr. Christian Schmelzer

**Das Jahr 2019 brachte für das Fraunhofer IMWS etliche Veränderungen. Was wird Ihnen mit Blick auf das Geschäftsfeld besonders in Erinnerung bleiben?**

Wir haben im vergangenen Jahr sowohl unsere wissenschaftlichen als auch unsere wirtschaftlichen Ziele erreicht und können daher ein positives Resümee ziehen. Neben dem erfolgreichen Abschluss einiger spannender Projekte mit unseren Partnern aus Industrie und Forschung war 2019 durch personelle und technische Verstärkung gekennzeichnet, wodurch wir wichtige neue Kompetenzen hinzugewannen. Ein Highlight war die positive Zwischenevaluierung des Attract-Projekts »SkinNext« Ende des Jahres. Gemeinsam mit Kolleginnen und Kollegen aus der Martin-Luther-Universität, der Fraunhofer-Zentrale und der Institutsleitung wurden im Rahmen eines fachlichen Kolloquiums dabei auch die Weichen für die nächste Projektphase gestellt.

**Welche Märkte stehen für Sie im Fokus und welche Vorteile bieten sich für Unternehmen durch eine Zusammenarbeit?**

Innovative Lösungen zu entwickeln, die die Lebensqualität der Menschen verbessern, ist unsere Leidenschaft. Deshalb erforschen und verbessern wir Materialien für Dental-, Personal Care und Medizinprodukte Seite an Seite mit unseren Industriepartnern aus den Bereichen Medizin, Pflege und Umwelt. Wir unterstützen die Unternehmen einerseits bei der Forschung, Entwicklung und Qualitätskontrolle mit unserem spezifischen Know-how und können durch unsere Forschungsergebnisse andererseits die Entwicklung eines Claims zur Positionierung des Produktes begleiten. Um unser Portfolio weiterhin mit neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen zu untersetzen, leisten wir wertvolle Grundlagenforschung im Rahmen öffentlich geförderter und interner Projekte.

**Die Biologisierung wird als Megatrend bezeichnet, auch im Hinblick auf Werkstoffe. Wie bringt sich Ihr Geschäftsfeld dabei ein?**

Wie der Name unseres Geschäftsfeldes bereits vermuten lässt, ist dieser Megatrend für uns ein wichtiges Thema. Wir forschen beispielsweise an der Biologisierung von Implantatoberflächen, damit diese mit körpereigenen Zellen interagieren können und somit Abstoßungsreaktionen verringert werden. 2019 startete zudem das Verbundprojekt »NewChi«, in dem wir gemeinsam mit deutschen und französischen Partnern neue Quellen für die Herstellung des Biopolymers Chitosan erschließen, das insbesondere in Medizin, Kosmetik und der Wasseraufbereitung große Bedeutung hat.

**Was ist für 2020 geplant?**

Wir werden den erfolgreich gestarteten Prozess unserer strategischen Neuausrichtung weiter voranbringen. Dieser wird von nun an durch einen Beirat aus führenden Fachleuten der Wirtschaft unterstützt. Im Laufe des Jahres werden wir außerdem wichtige Investitionen tätigen, um unsere instrumentelle Ausstattung für die Mikrostrukturanalytik sowie die Entwicklung von Biomaterialien zu erneuern und zu erweitern und somit den Anforderungen unserer Partner und Kunden auch zukünftig entsprechen zu können.

**Dr. Christian Schmelzer**

Studium der Physikalischen Technik an der HS Merseburg, seit 2016 am Fraunhofer IMWS,

seit 2018 Geschäftsfeldleiter »Biologische und Makromolekulare Materialien«

+49 345 5589-116

[christian.schmelzer@imws.fraunhofer.de](mailto:christian.schmelzer@imws.fraunhofer.de)

# ENTWICKLUNG VON ANTIFOULING-BESCHICHTUNGEN FÜR UMKEHROSMOSE-MODULE ZUR MEERWASSERENTSALZUNG

Sauberes Trinkwasser ist ein kostbares Gut, das jedoch aufgrund fehlender Süßwasserquellen nicht allen Ländern in ausreichender Menge zur Verfügung steht. Ein sehr energieeffizienter Prozess zur Gewinnung von Trinkwasser aus Meer- oder Brackwasser ist die Membranfiltration im Umkehrosmoseverfahren (reverse osmosis, RO).

Die Filtrationsleistung der dabei verwendeten Membranmodule (Abbildung 1) verringert sich während der Nutzung durch die Ablagerung löslicher Schwebstoffe, Salzkristalle und Mikroorganismen. Dieses Biofouling findet sowohl auf den RO-Membranen und als auch auf den Abstandshaltern zwischen den Membranen, den sogenannten Feed-Spacern, statt und beeinträchtigt signifikant den Filtrationsprozess.

Im Verbundprojekt »Innovative Membranspacer« wurde in Zusammenarbeit mit der IAB Ionenaustauscher Bitterfeld GmbH (LANXESS AG) am Fraunhofer IMWS das Biofouling auf den Feed-Spacer-Netzen untersucht. Es wurden funktionelle Polymerbeschichtungen entwickelt, die das Biofouling verhindern.

Eine besondere Herausforderung für die Beschichtung und für deren materialwissenschaftliche Charakterisierung ist die netzartige Geometrie und die gekrümmte Oberfläche der Feed-Spacer. Daher wurden zusätzlich Beschichtungen auch an Modellfolien durchgeführt, die aus dem Feed-Spacer-Granulat, einer Polypropylen (PP)- und Highdensity-Polyethylen (HDPE)-Mischung, extrudiert wurden.

Mehrere Beschichtungstechnologien wurden miteinander kombiniert, um wirksame und langzeitstabile Antifouling-Beschichtungen zu erhalten. Zuerst wurde durch eine Plasmaaktivierung die Oberfläche des Feed-Spacers (Polyethylen/Polypropylen-Blend) aktiviert und funktionelle Gruppen erzeugt. An diese funktionellen Gruppen binden zwitterionische Polymere (Sulfobetaine) und bilden durch Hydratation der Kopfgruppen eine hydrogelartige Barrierschicht (Abbildung 2). Die mit zwitterionischen Sulfobetainmethacrylat beschichteten Feed-Spacer zeigen eine Erhöhung der Hydrophilie, eine reduzierte Oberflächenrauheit und eine deutliche Reduzierung der Biofilmbildung (Abbildung 3). Aufgrund der Unterdrückung verschiedener physikalisch-chemischer Wechselwirkungen können sowohl Makromoleküle als auch Mikroorganismen erschwert adhären und es kommt zu einem Antifouling-Effekt.

Die entwickelte Technologie zur Antifouling-Ausrüstung von Feed-Spacern kann in den industriellen Maßstab überführt werden. Damit könnte die Lebensdauer von Umkehrosmose-Modulen zur Süßwassergewinnung erhöht, der Energieeinsatz verringert und letztendlich auch die Nachhaltigkeit der Meerwasserentsalzung verbessert werden.

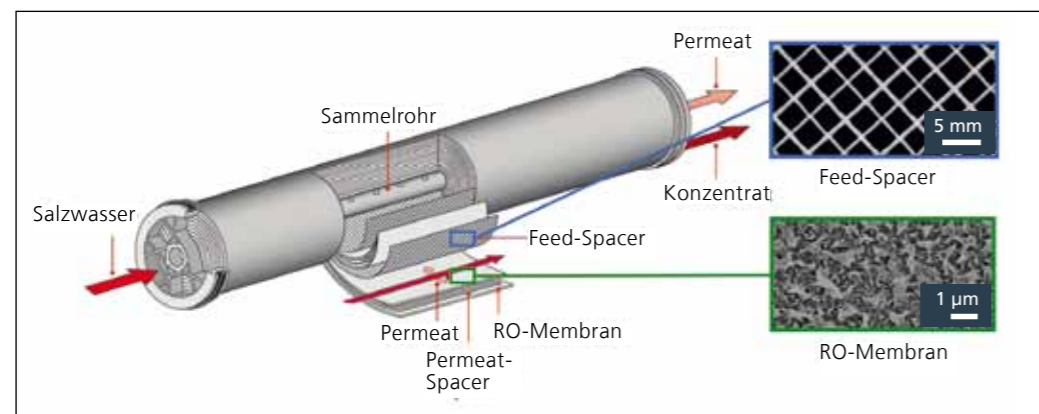


Abb 1. Aufbau eines Wickelmoduls für die Umkehrosmose.

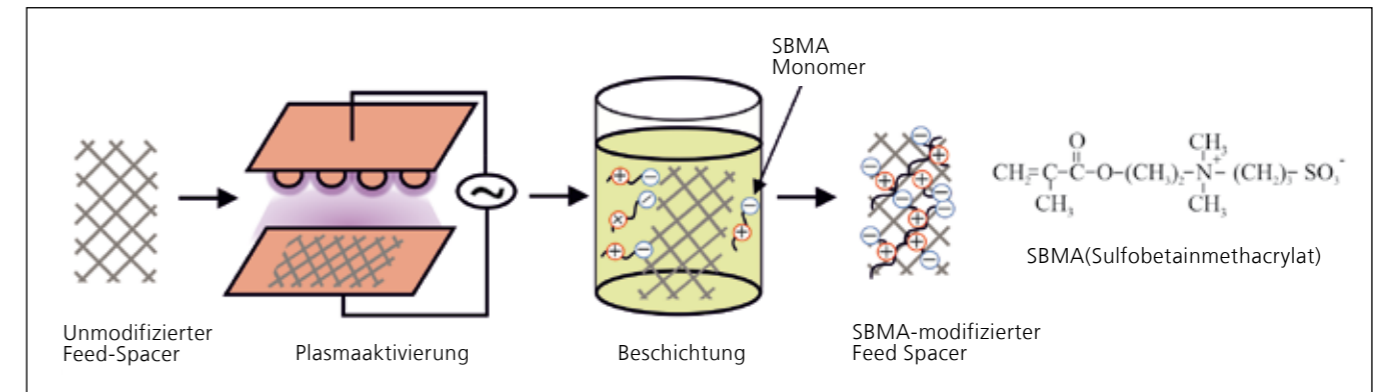


Abb 2. Schematische Darstellung einer zweistufigen Antifouling-Beschichtung

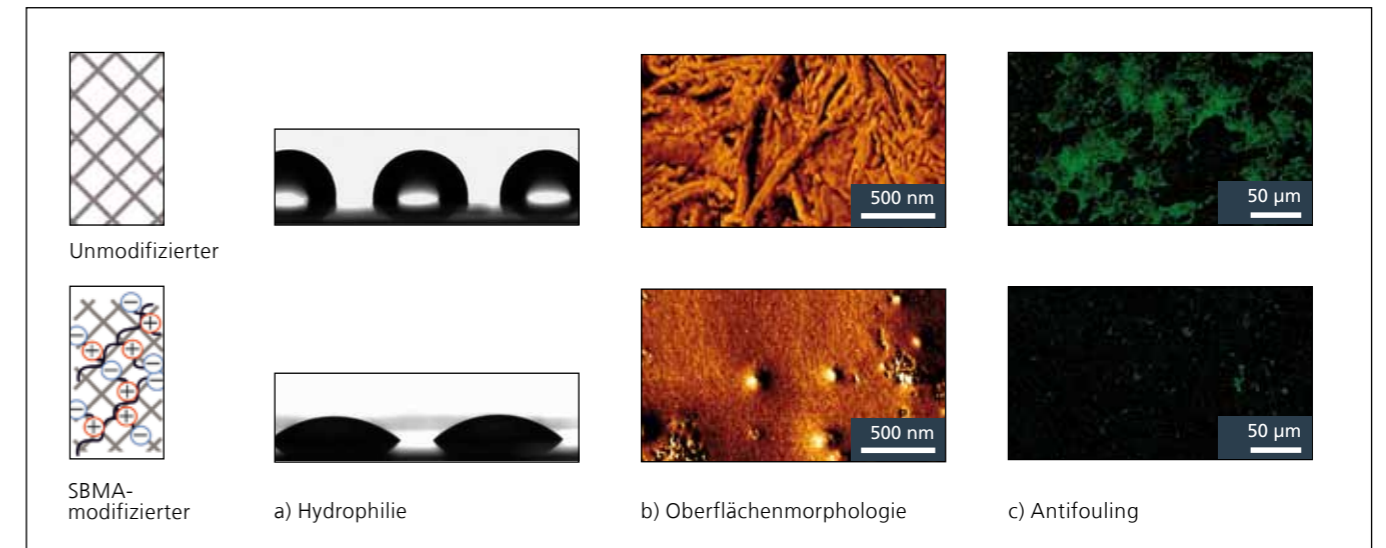


Abb 3. Die Oberflächeneigenschaften von nichtmodifizierten (oben) und zwitterionisch-modifizierten (SBMA Beschichtung) Feed-Spacer-Materialien: a) Wasserkontaktwinkel; b) Oberflächenmorphologie (AFM-Phasenbild); c) Antifouling Effekt – unterschiedliche Anhaftung des Bakteriums Pseudomonas fluorescens

**Prof. Dr. Andreas Heilmann**  
 Habilitierter Physiker auf dem Gebiet der Experimentalphysik, seit 1997 am Fraunhofer IMWS, seit 2018 wissenschaftlicher Leiter des Geschäftsfeldes »Biologische und makromolekulare Materialien«  
 +49 345 55 89-180  
 andreas.heilmann@imws.fraunhofer.de

**Magdalena Jabłońska**  
 Studium des Chemieingenieurwesens an der FHS Münster und der TU Krakow,  
 seit 2014 am Fraunhofer IMWS, Mitarbeiterin der Gruppe »Biologische und makromolekulare Materialien«  
 +49 345 55 89-187  
 magdalena.jablonska@imws.fraunhofer.de

## NEUE BEHANDLUNGSMETHODE BEI PARODONTOSE

Neuartige bioabbaubare Stäbchen versprechen eine besser verträgliche Behandlung von Parodontitis. Dafür haben Forscher der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU) einen bereits bekannten Wirkstoff neu kombiniert und diese Erfindung zusammen mit zwei Fraunhofer-Einrichtungen, darunter das Fraunhofer IMWS, zum Patent angemeldet. Patienten könnten damit viele Nebenwirkungen erspart werden.

Parodontose ist eine Volkskrankheit, die meist durch eine bakterielle Entzündung des Zahnfleisches, die Parodontitis, ausgelöst wird. Die Entzündung wirkt sich auf den ganzen Körper aus und ist oft Ursache für weitere Krankheiten wie Herzinfarkt oder Lungenentzündung. Daher ist nach mechanischen Verfahren zur Zahnreinigung oft eine Antibiotika-Gabe notwendig. Diese erfolgt normalerweise über Tabletten, wodurch der ganze Körper belastet wird – inklusive Nebenwirkungen wie Durchfall, Bauchschmerzen oder Übelkeit.

Besser wäre es, das Antibiotikum würde nicht im ganzen Körper, sondern nur im Mundraum wirken. Die Arbeitsgruppe der MLU hat daher ein bewährtes Antibiotikum (Minocyclin) mit einem ebenso bewährten Hilfsstoff der Pharmaindustrie (Magnesiumstearat) kombiniert. Dieser Komplex setzt das Antibiotikum langsam frei, und zwar an Ort und Stelle. Für eine einfache Applikationsweise nutzt das Forschungsteam biegsame, bioabbaubare Polymer-Stäbchen, die den Antibiotika-Komplex enthalten. Diese können einfach in die Zahnfleischtasche geschoben werden.

Am Fraunhofer IMWS wurden in verschiedenen Testmodellen die Adhäsions-, Benetzungs- und rheologischen Eigenschaften der entwickelten Formulierungen untersucht, beispielsweise hinsichtlich der Frage, wie sie mit dem Hart- und Weichgewebe unter möglichst realen Bedingungen im Mundraum wechselwirken.



Biegsames, bioabbaubares Parodontosestäbchen mit Antibiotikakomplex  
© Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg/Fakultätsmarketing NF1

Beim Hugo-Junkers-Preis, dem Innovationspreis des Landes Sachsen-Anhalt, wurde die gemeinsame Entwicklung, die schon in wenigen Jahren marktreif sein könnte, mit dem dritten Preis in der Kategorie »Innovativste Projekte der angewandten Forschung« ausgezeichnet. Das Projekt wurde durch das Land Sachsen-Anhalt mit Mitteln aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) im Rahmen des Leistungszentrums Chemie- und Biosystemtechnik finanziell unterstützt.

MARTIN-LUTHER-UNIVERSITÄT  
HALLE-WITTENBERG



**Fraunhofer**  
IZI

**Dr. Andreas Kiesow**

Studium Mikrosystemtechnik TU Chemnitz, seit 1999 am  
Fraunhofer IMWS, seit 2009 Gruppenleiter »Charakterisierung  
medizinischer und kosmetischer Pflegeprodukte«  
+49 345 5589-256  
andreas.kiesow@imws.fraunhofer.de

## BIOMIMETISCHE MATERIALIEN FÜR EINE SCHNELLE WUNDHEILUNG

Die Haut ist nicht nur das größte, sondern auch eines der vielseitigsten Organe des Menschen. Ihr kommt vor allem eine Schutzfunktion zu, indem sie für die inneren Organe eine Barriere zur Umwelt schafft.

Äußere Umwelteinflüsse, intrinsische Alterungsprozesse sowie Verletzungen schädigen jedoch das Hautgewebe und führen zu einem teilweise irreversiblen Funktionsverlust. Besonders problematisch sind schlecht heilende und chronische Wunden, da häufig keine Produkte für eine adäquate Wundversorgung zur Verfügung stehen und die Behandlung daher oft langwierig ist. Forschungserfolge der vergangenen Jahre zu Alterungs- und Heilungsprozessen auf molekularer Ebene, ebenso wie die (Weiter-)Entwicklung und Verbesserung innovativer Fertigungsverfahren ermöglichen die Herstellung neuartiger, resorbierbarer Biomaterialien, durch deren Verwendung der Funktionsverlust minimiert, die Behandlungsdauer verkürzt und die Heilungschancen verbessert werden können.

Seit 2016 erforschen und entwickeln Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Fraunhofer IMWS daher im Rahmen des Projekts »SkinNext«, gefördert durch das »Attract«-Programm

der Fraunhofer-Gesellschaft, neuartige Biomaterialien für die dermale Anwendung. Dabei fokussieren sich die Forschenden insbesondere auf die Faserproteine Elastin und Kollagen, die im Bindegewebe vorkommen und für die Elastizität, Dehnungs- und Zugfestigkeit der Haut und anderer Organe verantwortlich sind. Ausgehend von Proteinen, die aus tierischen Geweben isoliert werden, entstehen Hydrogele, die im Prozess des Gefrier-trocknens zu offenporigen, äußerst porösen Schwämmen weiterverarbeitet werden. Diese zeichnen sich durch ein hohes Quellvermögen aus und können Wundflüssigkeit aufnehmen, ein für die Wundheilung notwendiges feuchtes Milieu erhalten und gleichzeitig als »Opfersubstrat« überschüssige und für die Wundheilung nachteilige Enzyme in der Wunde binden. Darüber hinaus entwickelt das Team mithilfe der Technik des Elektrosinnens, bei der unter Einfluss eines elektrischen Feldes Nanofasern aus viskosen Proteinlösungen erzeugt werden, proteinbasierte Vliesstoffe. Diese imitieren in ihrer Zusammensetzung und Mikrostruktur die Fasern des Bindegewebes und sind daher ein optimales Grundgerüst für die Zellbesiedlung. Gegenwärtig fokussiert sich das Team des Fraunhofer IMWS auf die Transformation der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in marktreife Produkte und strebt deren Zertifizierung an.



links: makroskopische Aufnahme eines runden Elastin/Gelatine-Schwammes (Halbzeug für eine Wundauflage) mit einem Durchmesser von 4 cm. Rechts daneben: (2 Würfel) sind Aufnahmen dieses Schwammes mittels Mikro-CT zu sehen, die die poröse Struktur dieses Schwammes zeigen. Die Kantenlänge des Würfels beträgt 5 mm.

**Tobias Hedtke**

Studium der Biochemie an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, seit 2017 am Fraunhofer IMWS, Doktorand in der Gruppe »Biofunktionale Materialien für Medizin und Umwelt«  
+49 345 5589-287  
tobias.hedtke@imws.fraunhofer.de

**Dr. Christian Schmelzer**

Studium der Physikalischen Technik an der HS Merseburg, seit 2016 am Fraunhofer IMWS, seit 2018 Geschäftsfeldleiter »Biologische und Makromolekulare Materialien«  
+49 345 5589-116  
christian.schmelzer@imws.fraunhofer.de

## BILDGEBENDES VERFAHREN ZUR UNTERSUCHUNG VON WÄRMEPFADEN

## »STANDORT SOEST HAT SICH ALS WICHTIGER PARTNER FÜR LICHT- UND BELEUCHTUNGS- INDUSTRIE ETABLIERT«

Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Stefan Schweizer

### Das Jahr 2019 brachte für das Fraunhofer IMWS etliche Veränderungen. Was wird Ihnen mit Blick auf das Geschäftsfeld besonders in Erinnerung bleiben?

Das Fraunhofer-Anwendungszentrum für Anorganische Leuchtstoffe soll auch künftig dazu beitragen, die Zukunfts- und Wettbewerbsfähigkeit der Licht- und Beleuchtungsindustrie zu steigern. Dies ist das Ergebnis der zum Ende der 5-jährigen Startphase durchgeführten Evaluation unserer 2013 gegründeten Forschungseinrichtung. Die Gutachter aus dem Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen und der Fraunhofer-Gesellschaft zeigten sich sehr zufrieden mit der Entwicklung, ebenso der Industriebeirat des Anwendungszentrums. Wir freuen uns, dass unsere Arbeit der vergangenen Jahre so viel Anerkennung gefunden hat. Insbesondere das Lob seitens unserer Partner aus der Industrie zeigt, dass unsere Forschungsaktivitäten strategisch gut gewählt sind und wir uns auf dem richtigen Weg befinden.

### Welche Märkte stehen für Sie im Fokus und welche Vorteile bieten sich für Unternehmen durch eine Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IMWS?

Wir stellen Dienstleistungs- und Forschungskompetenz für die regionale Industrie bereit. Aber auch national möchten wir uns als Partner für Forschungsthemen rund um Licht- und Beleuchtung, aber auch thematisch verwandter Bereiche platzieren. 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. Wir

verfügen über eine exzellente technische Ausstattung und arbeiten mit unseren Industriepartnern dienstleistungs- und serviceorientiert zusammen.

### Was ist für 2020 geplant?

Ein vorrangiges Thema wird der Ausbau unserer Aktivitäten auf dem Gebiet der Infrarotthermografie sein. Hier gilt es, insbesondere die messtechnischen Grenzen bei der Bestimmung des transienten Temperaturverhaltens auszuloten. Im vergangenen Jahr haben wir beim Deutschen Patentamt eine Erfindungsmeldung zur Thematik »thermische Strukturfunktion« eingereicht. Das von uns entwickelte Verfahren soll helfen, das thermische Verhalten von Werkstoffen und Systemen genauer zu verstehen.

In enger Kooperation mit der Fachhochschule erweitern wir unser Messportfolio auf dem Gebiet der Charakterisierung von Oberflächen. Hier soll ein Gerät zur Bestimmung der bidirektionalen Streufunktion (BSDF) beschafft werden, das es erlaubt, das Streuverhalten von Oberflächen genau zu beschreiben.

### 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

Ausreichende Kühlung von wärmeempfindlichen Bauteilen ist in vielen Gebieten der Technik unerlässlich. Ein Verfahren zur bildgebenden Untersuchung und Quantifizierung von Wärmepfaden soll dabei helfen, Schwachstellen aufzuspüren und zu bewerten.

In den letzten Jahren hat sich die Leuchtdiode (LED) als universelle künstliche Lichtquelle etabliert. Sie sind traditionellen Leuchtmitteln sowohl in Effizienz als auch in Langlebigkeit weit überlegen. Allerdings führt bei leuchtstoffbasierten Weißlicht-LEDs die Konvertierung von blauem in gelbes Licht zu einer starken Erwärmung des Leuchtstoffs und somit der LED. Insgesamt wird etwa 25 Prozent der elektrischen Energie, die den LED-Chip erreicht, in Wärme umgewandelt. Erhöhte Temperaturen beschleunigen Alterungsprozesse; die Lebenszeit der LED und damit der Leuchte sinkt. Das Wärmemanagement ist somit ein wichtiger Teil in der Entwicklung einer Leuchte. Während der innere Aufbau der LED hinsichtlich des Wärmetransports bereits durch ihren Hersteller optimiert wird, liegen die weiteren Komponenten des Wärmepfades in der Verantwortung des Leuchtenherstellers.

Infrarotthermografie ist eine kontaktfreie Methode zur effizienten Messung der Oberflächentemperatur. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, die Temperatur auf einer ausgedehnten Fläche zu messen. Obwohl statische Temperaturentnahmen es ermögli-

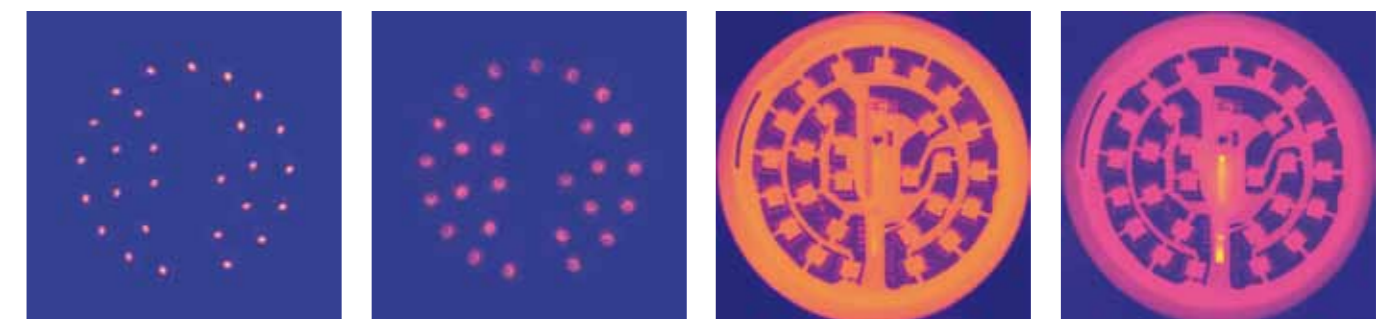
chen, übermäßig warme Bereiche eines Prüflings zu lokalisieren, liefern sie keine detaillierten Informationen darüber, welche Komponente des Wärmepfades die Schwachstelle darstellt. Um diese Herausforderung anzugehen, wurde am Fraunhofer-

»Das Verfahren soll einzelne thermische Komponenten eines Wärmepfades sichtbar machen und quantifizieren.«

Anwendungszentrum für Anorganische Leuchtstoffe in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Südwestfalen ein bildgebendes Verfahren entwickelt, das diese Schwachstellen aufspürt und bewertet. Hierzu wurde ein Algorithmus zur Auswertung zeitaufgelöster Temperaturmessungen entwickelt, der eine bildliche Darstellung der thermischen Eigenschaften der einzelnen Komponenten eines Wärmepfades ermöglicht (siehe Abbildung). Aufgrund des schlechteren thermischen Kontakts können so beispielweise Schwachstellen in der Verlotung zwischen LED und Leiterplatte erkannt werden.

### Dr. Peter W. 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



Unterschiedliches thermisches Verhalten einzelner Komponenten eines Retrofit-LED-Leuchtmittels



Unter Blaulichtanregung weiß leuchtender,  
Dysprosium-dotierter Glasstab

## LUMINESZIERENDE GLÄSER ALS LICHTKONVERTER

Intelligente Lichtsteuerung und fortschrittliche Beleuchtungskonzepte wie Human Centric Lighting (HCL) stellen gesteigerte Anforderungen an die Lichtumgebung. Dafür gilt es, die LED-Technik weiterzuentwickeln. Ein Lösungsansatz stellen Leuchtstoffe auf Basis lumineszierender Gläser dar.

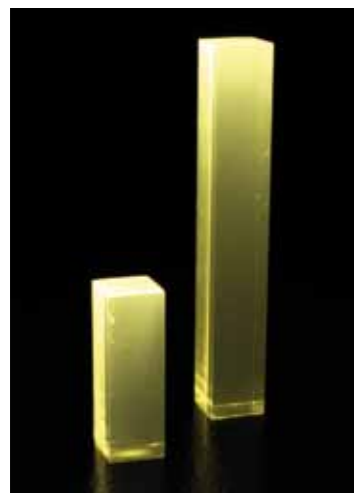
Eine typische Weißlicht-LED besteht aus einem blauen LED-Chip, der mit einem Leuchtstoff-Polymer-Komposit bedeckt ist. Der Leuchtstoff konvertiert hierbei einen Teil des blauen Lichts in gelbes. Durch Wärmeentwicklung innerhalb dieses Komposits selbst kann es im Laufe der Zeit zu Veränderungen des Farbeindrucks der LED kommen. Das Fraunhofer Anwendungszentrum für Anorganische Leuchtstoffe beschäftigt sich mit der Entwicklung alternativer Leuchtstoffsysteme. Mit Metallionen aus der Gruppe der Seltenen Erden angereicherte Gläser versprechen einen langzeitstabilen Farbeindruck und könnten daher die Lebensdauer von Weißlicht-LEDs erheblich erhöhen. Die glasbasierten Leuchtstoffe zeichnen sich durch

hervorragende Materialeigenschaften aus und können in beliebige Formen gebracht werden. Letzteres lässt eine Vielzahl an Designs zu und ermöglicht auch den Einsatz als lumineszierendes optisches Bauteil.

Ein Ansatz sind Gläser auf der Basis von Lithiumaluminiumborat (LiAlB), optisch aktiviert mit der Seltenen Erde Dysprosium ( $Dy^{3+}$ ). Die Lumineszenz-Ausbeute hängt hierbei stark von dem Mischungsverhältnis der beiden Grundkomponenten Lithium- und Boroxid sowie der Konzentration an Dysprosium ab. Der Farbeindruck verschiebt sich hierbei mit zunehmendem Lithiumoxid-Gehalt ins Gelbliche, während für eine höhere  $Dy^{3+}$ -Konzentration eine Verschiebung ins Grünliche zu beobachten ist.

Um das Glassystem detailliert bewerten zu können, wird es in verschiedene Geometrien gebracht. Ein interessanter Ansatz für neue Beleuchtungskonzepte stellen Glasstäbe dar, da sie gleichzeitig als Lichtleiter und Lichtkonverter eingesetzt werden können. Das Lumineszenz-Verhalten derartiger Lichtstäbe kann zum einen über die Länge, zum anderen über die Höhe der Dysprosium-Aktivierung eingestellt werden. Bei ultravioletter und/oder blauer Anregung weisen die Lichtstäbe eine winkelabhängige Lichtstärke- und Farbortverteilung auf, die durch optische Simulationen vorausgesagt werden kann.

**Dr. Bernd Ahrens**  
Studium der Physik an der Universität Paderborn,  
seit 2007 am Fraunhofer IMWS,  
Teamleiter (komm.) »Leuchtstoffdesign«  
Fraunhofer-Anwendungszentrum Soest  
+49 2921 378-3554  
bernd.ahrens@imws.fraunhofer.de



Dysprosium-dotiertes Boratglas  
als Lichtstab

## »WIR HABEN ZUKUNFTSWEISENDE KONZEPTE ENTWICKELT«

Interview mit Leiter PD Dr. Christian Growitsch

### Das Jahr 2019 brachte für das Fraunhofer IMWS etliche Veränderungen. Was wird Ihnen mit Blick auf das Geschäftsfeld besonders in Erinnerung bleiben?

Das Jahr 2019 stand für das CEM ganz im Zeichen des Strukturwandels. Einerseits aufgrund der engen Zusammenarbeit mit der Landesregierung und unseren industriellen Partnern. Hier konnten wir interessante und wie ich finde zukunftsweisende Konzepte entwickeln: Für einen nachhaltigen Fortschritt der Region und ihrer Unternehmen. Aber auch für das CEM selbst: So haben wir im Frühjahr des Jahres die Geschäftsstelle Strukturwandel der gesamten Fraunhofer-Gesellschaft in Halle etablieren können.

### Welche Märkte stehen für Sie im Fokus und welche Vorteile bieten sich für Unternehmen durch eine Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IMWS?

Das CEM bewertet Innovations-, Technologie- und Regulierungsfolgen. Unsere Partner kommen vor allem aus der Industrie und der Politik aber auch aus Verbänden und Stiftungen. Für unsere Industriekunden analysieren wir die Wirtschaftlichkeit neuer, insbesondere nachhaltiger Technologien, aber als Volkswirte eben auch deren Rückwirkungen in die Gesellschaft. Wir konnten in verschiedenen Analysen zeigen, dass gesamtwirtschaftlich sinnvolle Investitionen aktuell noch nicht stattfinden, weil sie sich einzelwirtschaftlich nicht rentieren. Aus solchen Formen des sogenannten Marktversagens ergibt sich politischer Handlungsbedarf, zum Beispiel in Form sachgerechter Regulierung von Kohlendioxidemission oder Umweltschäden. Auch hier kam es im vergangenen Jahr aber zu strukturellem Wandel aufgrund neuer Gesetze, so dass wir für unsere Kunden optimale Investitionszeitpunkte berechnen konnten. Diese Analysen sind auch für die Kollegen in den anderen Geschäftsfeldern interessant, weil sie eine Grundlage

für neue Geschäftsmodelle passend zu den technologischen Innovationen des Fraunhofer IMWS liefern.

### Was ist für 2020 geplant?

Für die Kollegen des CEM und mich wird der Wandel im Jahr 2020 deutlich gravierender sein als in 2019: Das CEM wird nach äußerst erfreulicher Entwicklung einen neuen Heimathafen am Fraunhofer IMW finden. Die Geschäftsstelle des Leistungszentrums ist künftig im Bereich der neuen stellvertretenden Institutsleiterin Sylvia Schattauer angesiedelt. Ich persönlich wechsle in die Münchener Zentralverwaltung der Fraunhofer-Gesellschaft und werde dort im Vorstandsbereich Technologiemarketing und Geschäftsmodelle die ökonomische Vorausschau aufbauen. Die Geschäftsstelle Strukturwandel wechselt formal mit, bleibt aber tatsächlich in Halle (Saale): Strukturwandel der Kohleregionen kann man glaubwürdig nur in einem Revier begleiten. Wir bündeln dazu alle Fraunhofer-Kompetenzen in Mitteldeutschland.

**PD Dr. Christian Growitsch**  
Studium der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften und der Betriebswirtschaftslehre in Hamburg und Lüneburg,  
seit 2016 am Fraunhofer IMWS, seit 2017 als Leiter des Centers for Economics of Materials CEM, seit 2018 Stellvertretender Institutsleiter, ab 2020 Direktor Technologiemarketing Fraunhofer-Gesellschaft  
+49 345 5589-8001  
christian.growitsch@imws.fraunhofer.de

# INNOVATION IST DER SCHLÜSSEL FÜR ERFOLGREICHEN STRUKTURWANDEL

Nach dem erfolgreichen Abschluss der Arbeit in der Kommission »Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung« (WSB) Anfang 2019 hat das Fraunhofer IMWS mit vielfältigen Aktivitäten den technologieorientierten Strukturwandel weiter unterstützt. Die Kommissionsarbeit hat viele zukunftsweisende Impulse gegeben. Wir waren dabei mit der Überzeugung aktiv: Innovation ist der entscheidende Schlüssel für die erfolgreiche Gestaltung des Strukturwandels!

Diese Perspektive fand im Abschlussbericht der Kommission intensive Berücksichtigung, etwa durch Empfehlungen für nachhaltige, sektorübergreifende Technologieentwicklungen, die Schaffung dafür geeigneter regulatorischer Freiräume sowie eine Forschungs- und Transferoffensive mit der Etablierung von Reallaboren als neuem Instrument. Diesen Rückenwind möchten wir nutzen, um gemeinsam mit unseren Partnern aus Industrie und Politik Transformationspfade zu einer nachhaltigen Industriegesellschaft zu entwerfen, umzusetzen und kontinuierlich weiterzuentwickeln. Innovative, nachhaltige Technologien und neue Geschäftsmodelle sind die Voraussetzung für gute neue Jobs, in den einstigen Braunkohlerevieren und darüber hinaus.

Am Center for Economics of Materials CEM wurden die entsprechenden Projekte im Rahmen der Leitung der Fraunhofer-Geschäftsstelle Strukturwandel koordiniert. Das CEM brachte dabei seine Expertise bei der ökonomischen Bewertung von Innovations-, Technologie- und Regulierungsfolgen sowie zu nachhaltigen Wertschöpfungssystemen ein. Dieses Profil und die Präsenz in der Region – an erster Stelle durch die Aktivitäten des Leistungs- und Transferzentrums Chemie- und Biosystemtechnik – erlauben es uns, als zentraler Akteur den Strukturwandelprozess in den bisherigen Kohlerevieren und in der deutschen Industrie insgesamt aktiv zu begleiten.

»Strukturwandel« meint dabei längst nicht nur den Ausstieg aus der Kohleverstromung. Letztlich gilt es, industrielle Prozesse insgesamt ressourcenschonend und klimaneutral zu gestalten, dabei zugleich den sozialen Frieden und die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen zu wahren sowie die nötige Investitionssicherheit zu schaffen. Unsere Überzeugung, dabei erfolgreich sein zu können, erwächst aus dem Gedanken, die Entwicklung einer weitgehend CO<sub>2</sub>-neutralen Energieversorgung und die Entstehung zirkulärer Wirtschaftsprozesse nicht als klimapolitisch getriebene Gängelung zu begreifen, sondern als Motor für neue Wertschöpfungspotenziale.

Diese Perspektive sollte auch eine zukunftsweisende Strukturpolitik berücksichtigen. Das Beispiel Mitteldeutschland zeigt: Die Stärkung der dynamischen Städte ist dabei ebenso wichtig wie die der etablierten Industriestandorte im ländlichen Raum, von deren wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit viele andere Branchen profitieren. Im Zusammenspiel von urbaner Entwicklung und industriellem Wandel wird eine bruchfreie Gestaltung des Strukturwandels ohne soziale Härten und Deindustrialisierung möglich.

Die Dualität von Wasserstoff und Kohlenstoff spielt dabei eine zentrale Rolle. Grüner Wasserstoff, erzeugt mittels Elek-

trolyse unter Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energien, kann in der Produktion von zahlreichen Produkten der chemischen Industrie fossile Rohstoffe als Ausgangsmaterial ersetzen. Nachwachsende Rohstoffe, Reststoffe und kohlenstoffhaltige Abfälle stellen Kohlenstoff bereit, der im Kreislauf geführt werden kann, statt am Ende der Produktlebenszeit in Form von CO<sub>2</sub> das Klima zu belasten. Diese beiden Ansätze gemeinsam ermöglichen eine klimaneutrale Industrie und eröffnen zudem enorme Potenziale für den Mobilitätssektor, etwa mit wasserstoff- und batterieelektrischen Antrieben oder synthetischen Kraftstoffen. Sie liefern damit die Grundlage neuer, nachhaltiger industrieller Symbiosen.

Mitteldeutschland verfügt über signifikante Standortvorteile für die Nutzung von Grünem Wasserstoff, nachhaltigen Kohlenstoffträgern sowie der Etablierung einer Kreislaufwirtschaft: Braunkohle und Chemie haben die Region geprägt, in den entsprechenden Industriezweigen sind über Generationen hinweg Kompetenzen in der Verfahrenstechnik und der Organisation komplexer Wertschöpfungssysteme gewachsen. Damit einher gehen eine ungewöhnlich hohe Industrieakzeptanz und eine ausgeprägte Technologieoffenheit. Nicht zuletzt hat bereits die Erfahrung des Strukturwandels nach dem Ende der DDR das Bewusstsein geschaffen: Nur Mut, Kreativität und Innovationsstärke können dazu beitragen, das industri-

elle Erbe zu bewahren und den Übergang in eine nachhaltige Industriegesellschaft zu meistern.

Um die Kompetenzen der Fraunhofer-Gesellschaft in den Bereichen der techno- und sozioökonomischen Forschung zu bündeln, wurde das CEM zum Jahreswechsel 2019/2020 in das fachlich passgenaue Fraunhofer IMW überführt. Mit der Angliederung trägt Fraunhofer auch der besonderen gesellschaftlichen Bedeutung des Strukturwandels Rechnung. Mitteldeutschland kann auf diese Weise ein Innovationslabor für eine nachhaltige Energie- und Industrieregion werden, die sich sowohl einen Vorsprung im Wettbewerb sichern als auch Vorbild für andere Regionen in Europa sein kann.

**PD Dr. Christian Growitsch**  
 Studium der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften und der Betriebswirtschaftslehre in Hamburg und Lüneburg, seit 2016 am Fraunhofer IMWS, seit 2017 als Leiter des Centers for Economics of Materials CEM, seit 2018 Stellvertretender Institutsleiter, ab 2020 Direktor Technologiemarketing Fraunhofer-Gesellschaft  
 +49 345 5589-8001  
[christian.growitsch@imws.fraunhofer.de](mailto:christian.growitsch@imws.fraunhofer.de)



Im Chemiapark Leuna wird unter anderem eine Elektrolyse- und -versuchsplattform entstehen. Fraunhofer unterstützt dabei, in Mitteldeutschland eine Modellregion für nachhaltige Chemieindustrie zu etablieren. © InfraLeuna GmbH/H. Fechner

# EINSATZ VON SCHROTT MINDERT CO<sub>2</sub>-AUSSTOSS DER STAHLHERSTELLUNG



Der Einsatz hochwertiger Stahlschrotte sorgt dafür, dass die Stahlproduktion ökonomisch und ökologisch nachhaltig ist.

Schrott ist ein zentraler Rohstoff für die Stahlherstellung und trägt erheblich zur Minderung von Emissionen bei. Das ist das Ergebnis der veröffentlichten Studie »Schrottbonus. Externe Kosten und fairer Wettbewerb in den globalen Wertschöpfungsketten der Stahlherstellung«, die das Center for Economics of Materials CEM im Auftrag der Bundesvereinigung Deutscher Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen BDSV erstellt hat. Demnach senkt der Einsatz von Stahlschrotten in Europa die Kosten des Klimawandels um bis zu 20 Milliarden Euro pro Jahr.

Die Verwendung von Schrott spart, im Vergleich zur Herstellung von Stahl aus Erzen, CO<sub>2</sub>-Emissionen. Auch andere Umweltschäden, wie beispielsweise die Versauerung von Gewässern, Sommersmog oder Eutrophierung, werden durch den Schrotteinsatz gemindert. Um diese Einsparungen verdeutlichen zu können, wurde für die Studie der Indikator »Schrottbonus« eingeführt. Er gibt die Klima- und Umweltkosten an, die durch den Einsatz einer Tonne Schrott in der Stahlherstellung vermieden werden.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler kommen zu dem Ergebnis, dass die Stahlindustrie mit dem Einsatz einer Tonne recyceltem Schrott aus rostfreiem Edelstahl in der Edelstahlproduktion 4,3 Tonnen CO<sub>2</sub> einspart. Beim Kohlenstoffstahl und dem Einsatz von einer Tonne Stahlschrott beträgt die Einsparung durchschnittlich 1,67 Tonnen CO<sub>2</sub>. Das bedeutet: Nutzt man eine Tonne Schrott aus Kohlenstoffstahl als Rohstoffinput, statt Erze einzusetzen, wird so viel CO<sub>2</sub> eingespart wie ein durchschnittlicher Pkw mit Benzinmotor in Deutschland bei einer Fahrtstrecke von etwa 9.000 km ausstößt. Der Schrottbonus liegt zwischen 79 und 213 Euro pro Tonne Kohlenstoffstahlschrott und sogar zwischen 158 und 502 Euro pro Tonne Edelstahlschrott, hat das Forscherteam errechnet.

Die vermeidbaren Belastungen werden in der Studie durch Lebenszyklusanalysen ermittelt, die die Entstehung von Emissionen während der Herstellung von Stahl entlang der Wertschöpfungskette in den Blick nehmen.

Dies beinhaltet eine lückenlose Aufzeichnung der Ökobilanz der verwendeten Werkstoffe von der Förderung, Herstellung und Nutzung der Rohmaterialien über den Einsatz von Energieträgern bis zur Verwertung von Reststoffen.

Die Studie trägt einen wesentlichen Teil dazu bei, das Bewusstsein für die Bedeutung von Schrott als Rohstoff für die Stahlproduktion zu stärken. Das Stahlrecycling ist integraler Bestandteil einer zirkulären Wirtschaft. Damit ist der Einsatz hochwertiger Schrotte Ausdruck einer ökonomisch und ökologisch nachhaltigen Stahlproduktion. Das ist ein wichtiger Hebel zum effizienten Einsatz von Materialien und Rohstoffen, bei dem das Fraunhofer CEM seine Auftraggeber berät.

»Das Stahlrecycling ist integraler Bestandteil einer zirkulären Wirtschaft.«

Die Ergebnisse der Studie unterstreichen die Bedeutung des Stahlrecyclings und zeigen, wie es vor allem durch Forschung und Entwicklung, mit einem Fokus auf den Mittelstand, quantitativ und qualitativ gestärkt werden kann. Zusätzliche Förderung und politische Maßnahmen in diesem Bereich sind ein effizienter Beitrag zum Klimaschutz und steigern gleichzeitig die Wettbewerbsfähigkeit der Stahl- und Stahlrecyclingwirtschaft. Für uns ist der Schrottbonus ein Bonus für Schrott«, äußerte sich BDSV-Präsident Andreas Schwenter zur Veröffentlichung der Studie.

**Dr. Frank Pothen**  
Studium der Volkswirtschaftslehre an der Leibniz Universität Hannover,  
seit 2018 am Fraunhofer IMWS, kommissarischer Leiter  
Center for Economics of Materials CEM  
+49 345 131886-131  
frank.pothen@imw.fraunhofer.de

# DAS LEISTUNGS- UND TRANSFERZENTRUM CHEMIE- UND BIOSYSTEMTECHNIK MITTELDEUTSCHLAND (LTZ CBS)

Das Leistungs- und Transferzentrum Chemie- und Biosystemtechnik Mitteldeutschland (LTZ CBS) ist als zentrale Anlaufstelle zur Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft mit überregionaler Ausstrahlung implementiert und arbeitet als Katalysator für die Wechselwirkung von Forschung, regionaler Wirtschaft und Politik zur Beschleunigung des Technologie- und Wissenstransfers.

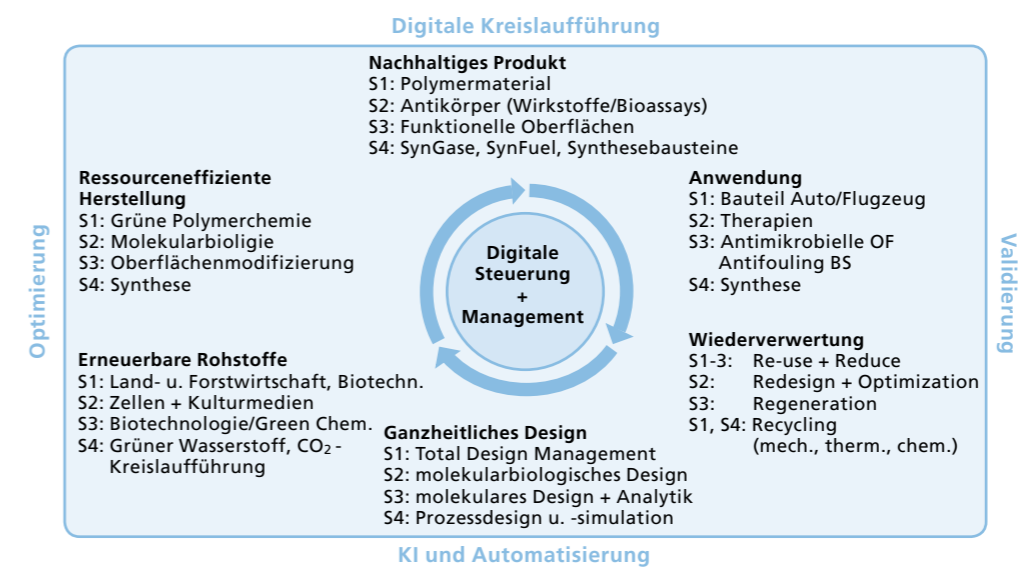
Die Aktivitäten des LTZ CBS fokussieren sich besonders auf kleine und mittlere Unternehmen. In der Kooperation mit Forschungseinrichtungen werden gezielt innovative Transferleistungen erbracht und gefördert. Die Verbindung von außeruniversitären Forschungseinrichtungen mit Universitäten/Hochschulen und der Industrie schafft Synergien und neue Möglichkeiten zur nachhaltigen Weiterentwicklung ganzer Branchen und Industriezweige.

Das LTZ CBS setzt vier Schwerpunkte, die miteinander verknüpft werden: S1: Polymer- und biopolymerbasierte Materialsysteme, S2: Ganzheitliche Wirkstoffsysteme, S3: Nachhaltige Grenzflächenchemie und -physik und S4: CO<sub>2</sub>-neutrale Kohlenstoff-

und Wasserstoffkonversion. Bei der Auswahl von Projekten stehen das Innovationspotenzial und die Verwertungsperspektive möglicher Produkte im Vordergrund, um eine ganzheitliche Nachhaltigkeit gemäß der Sustainable Development Goals der UNO zu erreichen.

Eine möglichst hohe Wertschöpfung und Kreislaufführung sowie eine maximierte Rohstoff- und Energieeffizienz bedeuten in vielen Fällen Klimaneutralität, Umweltverträglichkeit sowie soziale Ausgewogenheit und Stabilität. Die Kreislaufführung ermöglicht die Minimierung von Abprodukten sowie des Energieverbrauchs und eröffnet über die Digitalisierung, Konnektivität und Anwendung der künstlichen Intelligenz den Weg zur ganzheitlichen Prozessoptimierung. Kreativität und Wissen müssen, auch abgeleitet aus dem Informationsfluss, zunehmend als gleichrangige, zukünftig sogar als vorrangige Ressource begriffen werden, was Bildung, Forschung, Qualifikation und Weiterbildung als Transfer einschließt.

Schema: Ganzheitliche Nachhaltigkeit – Chemie- und Biosystemtechnik 4.0 – basierend auf interdisziplinärer Forschung und Entwicklung



**Dr. Uwe Spohn**  
Studium der Chemie, seit 2003 am Fraunhofer IMWS, wissenschaftlicher Mitarbeiter im Leistungs- und Transferzentrum Chemie- und Biosystemtechnik  
+49 345 5589-123  
uwe.spohn@imws.fraunhofer.de

**Phillip Suttmeier**  
Studium der Wirtschaftswissenschaften und Politikwissenschaften, seit 2016 am Fraunhofer IMWS, Referent für Kommunikation & Vertrieb im Leistungs- und Transferzentrum Chemie- und Biosystemtechnik  
+49 345 5589-8021  
phillip.suttmeier@imws.fraunhofer.de



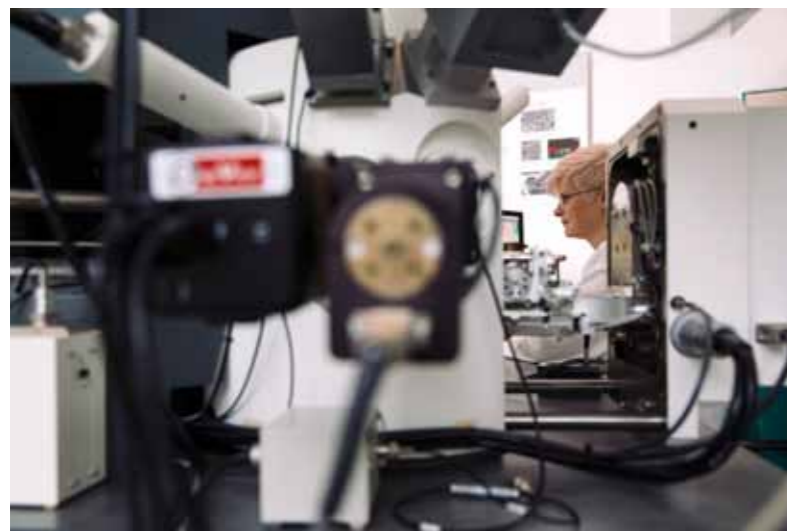
# KÖPFE 2019

*Dr. Sylvia Schattauer gehört seit Oktober 2019 zur Institutsleitung des Fraunhofer IMWS. Sie koordiniert vor allem die Wasserstoff- und Kohlenstoffaktivitäten.*



*Prof. Dr. Bernd Meyer, Leiter des Geschäftsfelds »Chemische Umwandlungsprozesse« ist einer der Initiatoren des Nationalen Netzwerks für Kohlenstoffkreislaufwirtschaft NK2. Mittlerweile haben sich zahlreiche namhafte Unternehmen aus den Bereichen Energie, Chemie, Abfallwirtschaft und Anlagenbau angeschlossen, die sich beispielsweise in Workshops austauschen.*

*Sandy Klengel arbeitet im Labor unter anderem an der Verbesserung von Materialien für die elektronische Systemintegration. Sie ist eine von rund 260 Mitarbeitenden, die bei einem ausgezeichneten Arbeitgeber tätig sind: Das Fraunhofer IMWS wurde vom Statistikdienstleister Statista als einer der zehn besten Arbeitgeber in Halle (Saale) ausgezeichnet. Besonders positiv wird darin das Engagement des Forschungsinstituts für die Stadt und die Region bewertet.*



*Benedikt Gröger (links) und David Krack waren zwei der Teilnehmer der Talent School 2019. Insgesamt 13 Schülerinnen und Schüler lernten in dem dreitägigen Workshop die wissenschaftliche Arbeit am Fraunhofer IMWS kennen.*



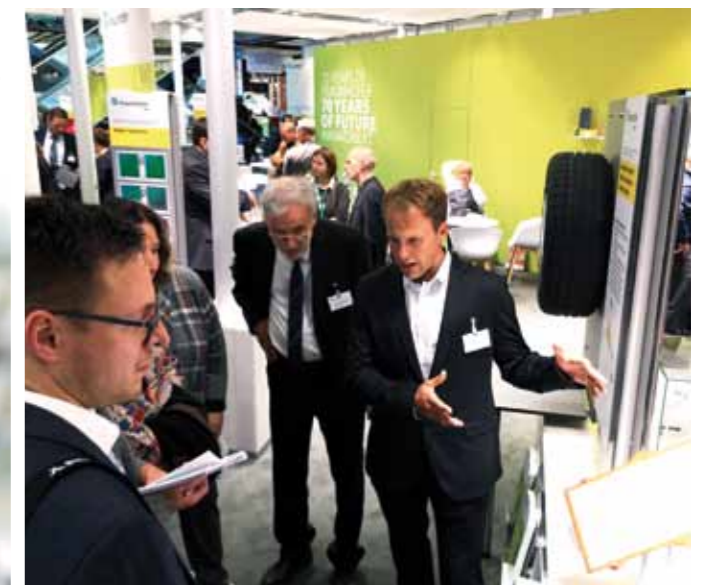
*Die erste Wasserstofftankstelle in Halle (Saale) wurde im Mai 2019 eröffnet. Joachim Heider (Linde AG), Lorenz Jung (H2 Mobility), Volker Ciesiolka (PS Union), Dr. Reiner Haseloff (Ministerpräsident des Landes Sachsen-Anhalt) und der ehemalige Institutsleiter Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn (von links) freuen sich über die neuen Möglichkeiten zur nachhaltigen Mobilität.*

*Patrick Diehle arbeitet am neuen Hitachi HF 5000. Mit dem Rastertransmissionselektronenmikroskop lassen sich noch präzisere Erkenntnisse über Nanostrukturen gewinnen.*



*Fingerabdrücke, sowie fettige Schlieren und Spuren auf Edelstahl- und Metalloberflächen erfordern oft aufwändiges Polieren. Einen Soll/Gel-Nanolack, der solche lästigen Spuren verhindert, bewertet Dr. Jessica Klehm in einem Entwicklungsprojekt mit Partnern, das 2020 abgeschlossen wird.*

*Der virtuelle Joseph führt Interessierte in einem Film durch die Elektrolyseplattform Leuna. Die Pilotanlage existiert bisher nur als Legomodell, in dem Joseph zuhause ist, wird künftig aber im Industriemaßstab nachweisen, wie Grüner Wasserstoff effizient produziert und eingesetzt werden kann. Luisa Mehl und Lisa Ossowski haben in einem Animationsfilm gezeigt, was die Pilotanlage künftig leisten wird.*



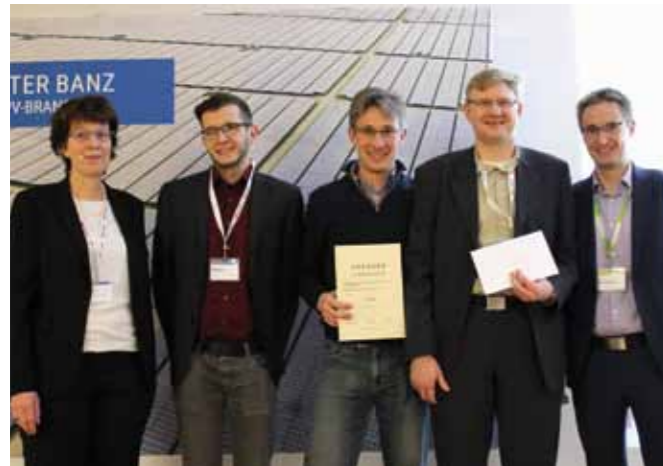
*Thomas Gläber, Mitarbeiter im Geschäftsfeld »Polymeranwendungen« am Fraunhofer IMWS, präsentierte auf der Kunststoffmesse K in Düsseldorf die Organosandwich-Technologie.*

# PREISE UND EHRUNGEN

## Forscherpreis des VDI-Bezirksverbands Leipzig

Manuel Meusel

»Analyse des Verhaltens verschiedener Arten von LEDs in einem kommerziellen LED-basierten Sonnensimulator bezüglich der Temperaturabhängigkeit des Spektrums sowie der Ein- und Ausschaltvorgänge«  
09.01.2019, Leipzig/Deutschland



## Zweiter Preis beim Best Poster Award des 34. PV Symposiums

Matthias Pander, Bengt Jäckel, David Daßler und Matthias Ebert

»Prognose des potenziellen Leistungs-/Ertragsverlusts durch LeTID anfällige Module«, 20.03.2019, Kloster Banz/Deutschland

## Best Session Paper der Electronic Components Technology Conference (ECTC)

Bianca Böttge, Falk Naumann, Sandy Klengel und Matthias Petzold

»Material characterization of advanced cement-based encapsulation systems for efficient power electronics with increased power density«, 28.05.2019, Las Vegas/USA

## Outstanding Interactive Presentation Paper der Electronic Components Technology Conference (ECTC)

Sebastian Brand, Bianca Böttge, Michael Kögel, Falk Naumann und Frank Altmann

»Non-destructive Assessment of the Porosity in Silver (Ag) Sinter Joints Using Acoustic Waves«, 28.05.2019, Las Vegas/USA



Julius Rubers links wurde mit dem Werkstoffpreis der Schott AG geehrt. Maria Gaudig und Dr. Stephan Krause erhielten Anerkennungspreise.

## Werkstoff-Preis der Schott AG

Julius Rubers

»Modifikation von PEEK-Materialien durch Applikation von elektrogesponnenen Proteinfasern für biomedizinische Anwendungen«, 13.06.2019, Halle (Saale)

## Posterpreis der 120. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Angewandte Optik (DGaO)

Franziska Steudel

»Simulation lumineszierender Optiken«, 14.06.2019, Darmstadt

## Best Poster Award der 46th IEEE PVSC

Klemens Ilse

»Quantification of abrasion-induced arc transmission losses from reflection spectroscopy«, 21.06.2019, Chicago/USA



## Overall Student Award der 36. EU PVSEC

Klemens Ilse

»Physics of soiling and dust adhesion – Lessons learnt from laboratory soiling tests«, 13.09.2019, Marseille/Frankreich

## Outstanding Paper der 22nd Microelectronics and Packaging Conference (EMPC) & Exhibition

Sandy Klengel, Jan Schischka, Tino Stephan, Robert Klengel, Matthias Petzold

»Influence of copper wire material to corrosion resistant packages and systems for high temperature applications«, 19.09.2019, Pisa/Italien

## Best Attendee Award der ISTFA

Michael Kögel, Sebastian Brand, Frank Altmann

»Machine learning assisted signal analysis in Acoustic Microscopy for non-destructive defect identification«, 14.11.2019, Portland/USA

## Hugo-Junkers-Preis des Landes Sachsen-Anhalt, 3. Platz in der Kategorie »Innovativste Projekte der angewandten Forschung«

Andreas Kiesow, Sandra Sarembe

»PARODEX – Extrudate zur Parodontitisbehandlung«, 04.12.2019, Dessau-Roßlau



## Nachwuchspreis der Heinz-Bethge-Stiftung für angewandte Elektronenmikroskopie

Klemens Ilse

»Microstructural investigation and simulation of natural processes on PV modules«, 22.11.2019, Halle (Saale)



## Best Student Oral Award der International Conference on Sustainable Energy-Water-Environment IC-SEWEN 19

Hamed Hanifi

»Optimum PV Module interconnection layout and mounting orientation to reduce inhomogeneous soiling losses in desert environment«, 05.12.2019, Qatar

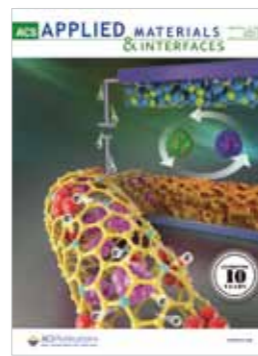
# VERÖFFENTLICHUNGEN AM FRAUNHOFER IMWS

## Highlight-Papers



Patzig, C.; Reißaus, S.; Krause, M.; Berthold, L.; Höche, T.  
**Sr[Li<sub>2</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>]:Eu<sup>2+</sup> — A high performance red phosphor to brighten the future**

*Nature Communications 10 (2019)*



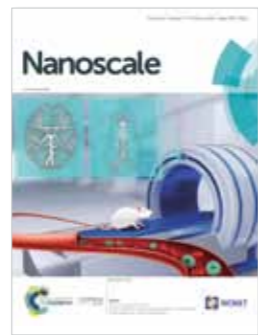
Esmaeilzadeh, P.; Menzel, M.; Groth, T.  
**Cyclic Redox-Mediated Switching of Surface Properties of Thiolated Polysaccharide Multilayers and Its Effect on Fibroblast Adhesion**

*ACS Applied Materials & Interfaces 10, 37 (2018)*



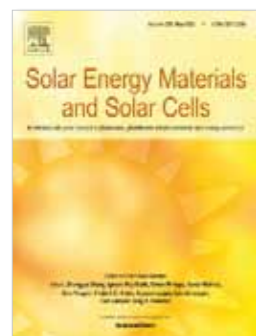
Romier, B.; Ivaldi, C.; Sartelet, H.; Heinz, A.; Schmelzer, C. E. H.; et. al.  
**Production of Elastin-Derived Peptides Contributes to the Development of Nonalcoholic Steatohepatitis**

*Diabetes 2018 Aug; 67(8), 1604-1615*



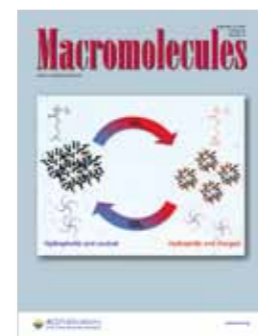
Niepel, S. M.; Ekambaram, B. K.; Schmelzer, C. E. H.; Groth, T.  
**Polyelectrolyte multilayers of poly (L-lysine) and hyaluronic acid on nanostructured surfaces affect stem cell response**

*Nanoscale 11 (2019)*



Ilse, K.; Zahid Khan, M.; Voicu, N.; Naumann, V.; Hagendorf, C.; Bagdahn, J.  
**Advanced performance testing of anti-soiling coatings – Part II: Particlesize dependent analysis for physical understanding of dust removal processes and determination of adhesion forces**

*Solar Energy Materials and Solar Cells, Volume 202 (2019)*



Danke, V.; Beiner, M.; Saalwächter, K.; Schäfer, M.  
**Structure and Dynamics in a Polymorphic Nanophase-Separated 2 Stiff Comblike Polymer**

*Macromolecules 2019, 52, 18, 6943-6952*

## Erteilte Patente 2019

**Busch, Michael / Werrlich, Stefan / Nagel, Frank / Jahn, Ivonne**

Vorrichtung und Verfahren zum Einbringen von Fasern in einen Extruder  
Patent-Nr. EP 3 013 552 B1

**Henning, Sven / Heilmann, Andreas / Fütting, Manfred / Rosonsky, André / Probst, Jörn / Dembski, Sofia / Maas-Diegeler, Gabriele**

Vorrichtung zur Probenuntersuchung für ein Atmosphärisches oder druckvariables Rasterelektronenmikroskop, Mikroskopiesystem sowie Mikroskopieverfahren  
Patent-Nr. DE 10 2018 132 770.6

**Kaufmann, Kai / Meier, Rico / Ackermann, Thomas / Schönfelder, Stephan / Hagendorf, Christian**

Verfahren und Anordnung zur Überwachung des Ritzprozesses beim Ritzten von Bauteilen mit einem Ritzwerkzeug  
Patent-Nr. DE 10 2016 221 626 B4

**Krause, Michael / Höche, Thomas**

Verfahren zur Präparation einer Probe für die Mikrostrukturdiagnostik sowie Probe für die Mikrostrukturdiagnostik  
Patent-Nr. DE 10 2015 219 298 B4

**Thieme, Christian / Rüssel, Christian**

Ceramics and glass ceramics exhibiting low or negative thermal expansion  
US 10,501,367 B2

**Turek, Marko / Hagendorf, Christian / Luka, Tabea**

Verfahren und Vorrichtung zur Prüfung von Solarzellen oder Solarmodulen auf Alterungsbeständigkeit  
Patent-Nr. 3 182 582 B1

**Turek, Marko / Hagendorf, Christian / Probst, Leonhard**

Messvorrichtung und Verfahren zur Messung der Intensitätsverteilung einfallender Lichtstrahlen  
Patent-Nr. EP 3 407 035 B1

**Turek, Marko / Hagendorf, Christian / Sporleder, Kai**

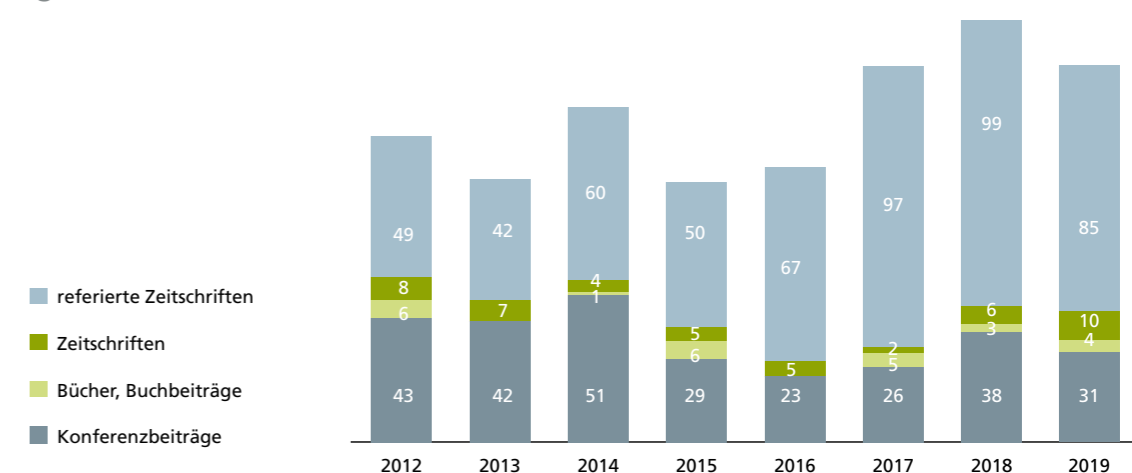
Gerät und Verfahren zur schnellen, großflächigen und spektral sensitiven Reflexionsmessung mit hoher Ortsauflösung  
Patent-Nr. EP 3 460 999 B1

## Dissertationen

**Dipl. Phys. Johannes Ziegler  
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg**

*Metalloxide als Alternative Emitterschichten auf strukturiertem Silizium*

## Publikationen insgesamt



# VERNETZUNG

Das Fraunhofer IMWS arbeitet in zahlreichen Netzwerken mit Partnern aus Industrie, Wissenschaft und Zivilgesellschaft zusammen, sowohl innerhalb von Fraunhofer-Formaten als auch mit externen Einrichtungen.

## VERNETZUNG INNERHALB DER FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

- Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS
- Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik (Gastmitgliedschaft)
- Fraunhofer-Allianz Nanotechnologie
- Fraunhofer-Allianz Bau
- Fraunhofer-Allianz Energie
- Fraunhofer-Allianz Leichtbau
- Fraunhofer-Allianz Textil
- Fraunhofer-Leitprojekt eHarsh
- Fraunhofer-Leitprojekt Manitu

Im Rahmen der mittelstandsorientierten Eigenförderung von Fraunhofer (MEF) haben 2019 folgende Projekte begonnen:

### OffEIA

Offshore-Demonstrator für elektrochemisches Antifouling  
*Ansprechpartner: andreas.krombholz@imws.fraunhofer.de*

### AlgenComposite

Biologisierung technischer Compounds durch den Einsatz von Algenfasern  
*Ansprechpartnerin: stefanie.meyer@imws.fraunhofer.de*

Im Rahmen der marktorientierten Vorlaufforschung von Fraunhofer (MAVO) haben 2019 folgende Projekte begonnen:

### MESIC

Im Projekt »Mehrlagenkeramische Einbettung von SiC-Halbleiterbauelementen« arbeiten die Fraunhofer-Institute IISB (Federführung), IKTS, IMWS und IWM zusammen. Gemeinsam werden sie in Kombination von Kompetenzen der Elektronik und Materialwissenschaft ein weltweit neuartiges, thermisch

extrem stabiles (> 400 °C) und hochkompaktes Modulkonzept für SiC-Bauelemente erforschen und entwickeln.  
*Ansprechpartner: frank.altmann@imws.fraunhofer.de*

### digitalTPC

Im Rahmen der Zusammenarbeit mit Fraunhofer SCAI, IZFP und ICT soll ein digitaler Zwilling für thermoplastische Composite entwickelt werden. Dabei wird die sich gerade am Markt etablierende großserienfähige Hybrid-Spritzgusstechnologie eingesetzt, bei der kontinuierlich faserverstärkte Thermoplast-Composite-Halbzeuge umgeformt und hinterspritzt werden. Die Federführung liegt beim Fraunhofer IMWS.  
*Ansprechpartner: peter.michel@imws.fraunhofer.de*

## VERNETZUNG MIT EXTERNEN PARTNERN

- Leistungs- und Transferzentrum Chemie- und Biosystemtechnik  
[www.chemie-bio-systemtechnik.de](http://www.chemie-bio-systemtechnik.de)
- Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik – Fraunhofer IMWS Kooperationsprojekt HEUSLER  
<http://s.fhg.de/heusler>
- DFG-Sonderforschungsbereich Polymere unter Zwangsbedingungen  
[www.natfak2.uni-halle.de/sfbtrr102](http://www.natfak2.uni-halle.de/sfbtrr102)
- BMBF-Spitzencluster BioEconomy  
[www.bioeconomy.de](http://www.bioeconomy.de)
- BMBF-Spitzencluster SolarValley Mitteldeutschland  
[www.solarvalley.org](http://www.solarvalley.org)
- BMBF-Zwanzig20-Projekt HYPOS  
[www.hypos-eastgermany.de](http://www.hypos-eastgermany.de)
- NanoMikro-Netzwerk Sachsen-Anhalt  
[www.nanomikro.com](http://www.nanomikro.com)

# TECHNISCHE AUSSTATTUNG AM FRAUNHOFER IMWS

## NEUE GERÄTE

Das Fraunhofer IMWS stellt seinen Kunden ein einzigartiges und umfangreiches Angebot für die Fehleranalyse und Werkstoffcharakterisierung zur Verfügung. Dazu gehört eine technische Ausstattung auf höchstem Niveau – innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft verfügt das Fraunhofer IMWS über die umfassendste Ausstattung zur Mikrostrukturaufklärung, in die seit 1992 mehr als 35 Millionen Euro investiert wurden. Die technische Ausstattung wird permanent erweitert und modernisiert, um den Kunden High-Tech und erstklassigen Service bieten zu können. Hier eine Auswahl der 2019 neu hinzugekommenen Geräte.

- Höchstauflösungs-Rastertransmissionselektronenmikroskop, 220-keV, sondenkoriigiert [Abb 2]
- Flugzeit-Sekundärionenmassenspektrometer für Oberflächenanalytik
- Rasterelektronenmikroskop für Nanoprobing, kombinierbar mit fokussierender Ionenstrahltechnik
- Komprehensiver Gaschromatograph mit Flugzeitmassenspektrometer (GCxGC-TOF-MS) zur umfassenden Analytik komplexer Gemische organischer Verbindungen
- Laser-Spektroskopiesystem für schnelle und präzise Multi-elementanalysen, einschließlich 3D-Oberflächenvermessung, Probengröße bis 600 x 400 x 140 mm [Abb 1]
- Scannendes Hyperspektralkamerasystem im SWIR- und VNIR-Bereich
- Gaschromatograph und Massenspektrometer (GC/MS) mit vielfältigen Probeaufgabenmöglichkeiten, vielseitig einsetzbar für die Analytik von organischen Verbindungen und Gemischen



Links Abbildung 2, unten Abbildung 1



# VERANSTALTUNGEN UND MESSEN

Vom Fraunhofer IMWS (mit-)organisierte  
Fachveranstaltungen

**Gründungsveranstaltung des Nationalen Netzwerks für  
Kohlenstoffkreislaufwirtschaft NK2**

22.01.2019, Espenhain

**Jahresversammlung der DKG Ost – Deutsche  
Kautschuktagung**

04.04.2019, Merseburg

**Technologietag: Simulation für die Licht- und  
Beleuchtungsindustrie**

09.04.2019, Soest

**Elite-User-Workshop**

09.04.2019, Halle (Saale)

**8. CAM-Workshop »Innovation in Failure Analysis and  
Material Diagnostics of Electronics Components«**

10.04.–11.04.2019, Halle (Saale)

**Workshop »Innovative Chemical Utilization of Carbon and  
Renewable Resources for a Circular Carbon Economy«**

15.04.2019, Berlin

**7. TEM-Präparatorentreffen**

07.05.2019, Halle (Saale)

**Seminar Qualitätssicherung in der Generativen Fertigung**

24.05.2019, Halle (Saale)

**Arbeitskreis-Treffen Mikrostrukturcharakterisierung im  
Rasterelektronenmikroskop**

27.05.–28.05.2019

**36. ITG Diskussionssitzung »Fehlermechanismen bei  
kleinen Geometrien«**

28.05.–29.05.2019, Grainau

**HYPOS-Dialog »Innovative Wasserstoffsensoren  
(Verbund HyProS)«**

19.06.2019, Halle (Saale)

**Inauguration Event Hitachi HF5000**

27.06.–28.06.2019, Halle (Saale)

**Pyrolysetag**

18.09.2019, Freiberg



Die Qualitätssicherung von 3D-gedruckten Bauteilen stand im Mittelpunkt eines Workshops im Mai 2019 am Fraunhofer IMWS.

**Workshop des Nationalen Netzwerks für Kohlenstoff-  
kreislaufwirtschaft NK2**

19.09.2019, Chemnitz

**»The Role of Social Norms and Preferences in Overcoming  
Undersupply of Public Goods: New Developments  
in Empirical and Theoretical Research«**

09.09.–10.09.2019, Freiberg

**Marie-Skłodowska-Curie-Workshop**

**»Innovative Training Networks«**

21.10.–22.10.2019, Halle (Saale)

**PV Days**

22.10.–24.10.2019, Halle (Saale)

**Global Value Chains Workshop**

04.11.2019, Halle (Saale)

**Forum Rathenau – Denkwerkstatt »Kohlenstoff als  
Werkstoff für Innovationen zwischen Tradition und  
Zukunft«**

15.11.2019, Zschornowitz

**International Conference on Wafer Bonding**

**– WaferBond'19**

02.12.–04.12.2019, Halle (Saale)



Zur »Langen Nacht der Wissenschaften« konnten sich die Gäste beispielsweise zur Zukunft der Beleuchtung informieren.

**Weitere öffentlichkeitswirksame Veranstaltung**

**Tag der offenen Tür der Stadt Halle (Saale)**

12.01.2019, Halle (Saale)

**15 Jahre Weinberg Campus e.V.**

05.02.2019, Halle (Saale)

**Tag der Berufe**

06.03.2019, Halle (Saale)

**Zukunftstag für Mädchen und Jungen**

28.03.2019, Halle (Saale)

**Gründungsveranstaltung des Geschäftsfeldes**

**»Optische Materialien und Technologien«**

23.05.2019, Halle (Saale)

**Lange Nacht der Wissenschaften**

05.07.2019, Halle (Saale)

**Feierliche Eröffnung des Fraunhofer**

**CAM-Erweiterungsbau**

18.09.2019, Halle (Saale)

**Herbstfest des Fraunhofer IMWS für die  
kooperierenden Hochschulen**

23.10.2019, Halle (Saale)

**Talent School**

25.10.–27.10.2019, Halle (Saale)



Zur Hannover Messe stellte das Fraunhofer IMWS seine Wasserstoffaktivitäten vor.

**Messen mit Beteiligung des Fraunhofer IMWS**

**JEC World 2019**

12.03.–14.03.2019, Paris, Frankreich

**Hannover Messe 2019**

01.04.–05.04.2019, Hannover

**SMTconnect**

07.05.–09.05.2019, Nürnberg

**Bopolymer**

21.05.–22.05.2019, Halle (Saale)

**Electronic Components and Technology Conference  
(ECTC)**

28.05.–31.05.2019, Las Vegas/USA

**Intersolar Europe**

15.06.–17.06.2019, München

**K-Messe**

15.10.–24.10.2019, Düsseldorf

**VDI-Kongress Electronics In Vehicles**

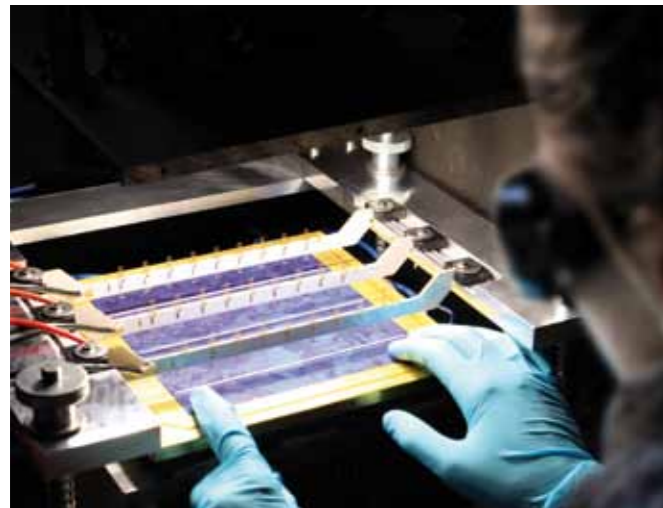
16.10.–17.10.2019, Bonn

# UNSERE MISSION



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

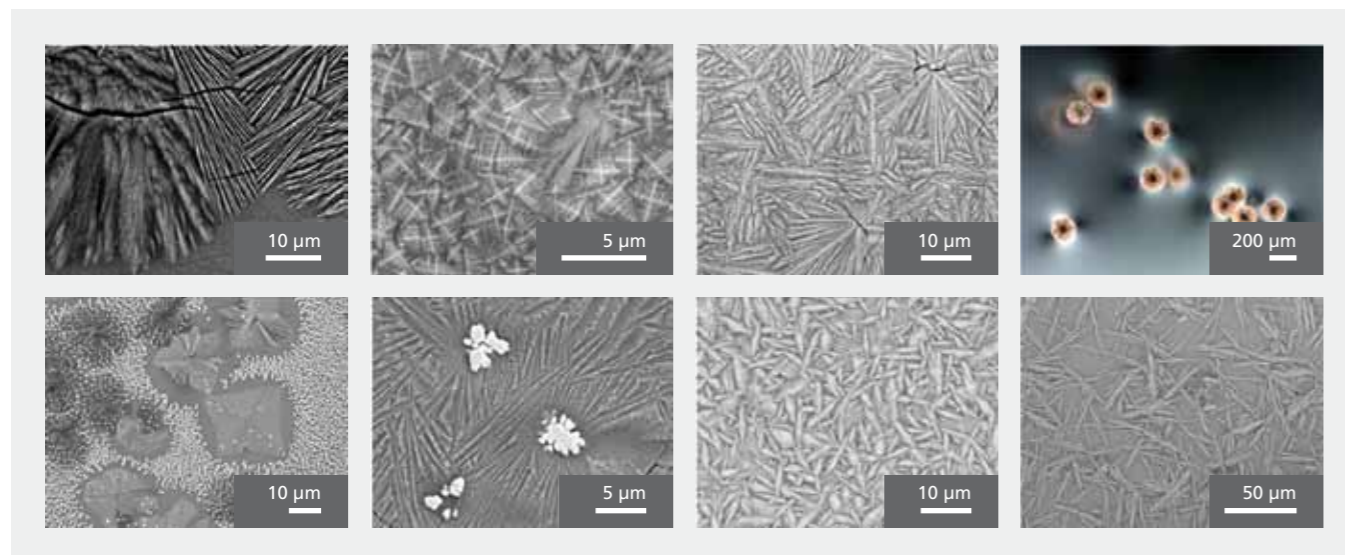
Mikrostrukturbasierte Technologieentwicklung und Diagnostik für effiziente und zuverlässige Werkstoffe, Bauteile und Systeme



Unsere 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 im mikrostrukturbasierten Materialdesign.

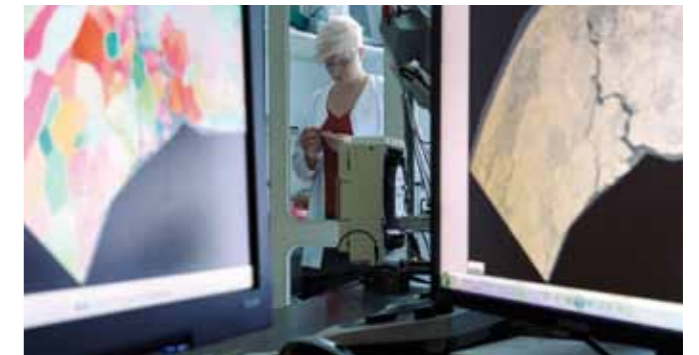


Unsere Kernkompetenz »Mikrostrukturdesign«: Durch die Realisierung homogener Volumenkeimbildung konnte die neuartige, niedrigdehnende Keramik LEAZit™ entwickelt werden.

# KERNKOMPETENZEN

## Mikrostrukturdiagnostik – discovered by Fraunhofer IMWS

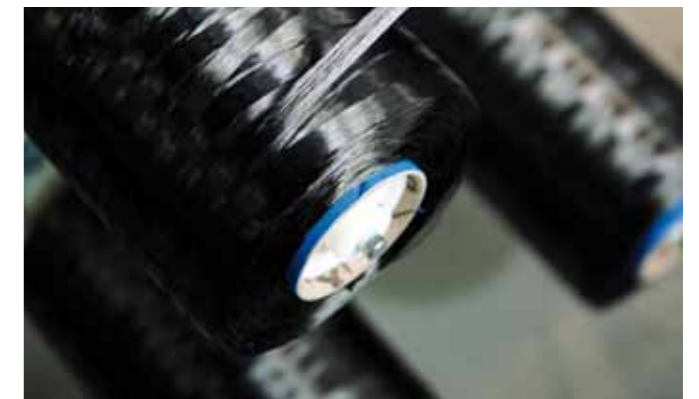
Das Fraunhofer IMWS verfügt über ausgezeichnetes Know-how und bietet innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft die umfassendste Ausstattung zur Mikrostrukturaufklärung. Bis zur atomaren Ebene bestimmen wir damit mikrostrukturelle Werkstoff- und Bauteilmerkmale und die daraus resultierenden Eigenschaften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



Mit modernster Technik sind tiefe Einblicke in Materialien und deren Verhalten im Einsatz möglich.

## Mikrostrukturdesign – designed by Fraunhofer IMWS

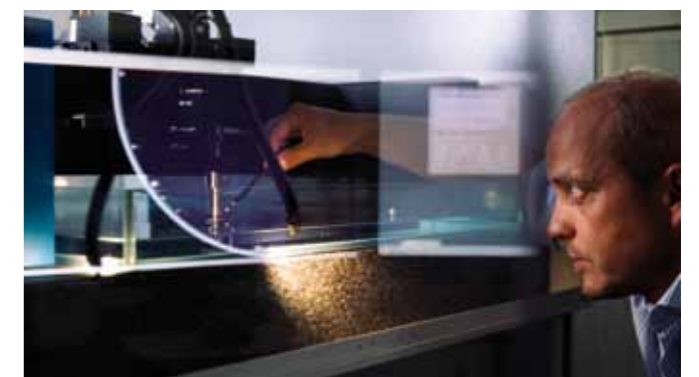
Das Verständnis und die Beherrschung der Mikrostruktur ermöglichen uns Eingriffe in fundamentale Materialeigenschaften. Mit Hilfe von Mikrostrukturdesign bringen wir unser Material-Know-how bereits während der Entwicklungsphase ein und unterstützen unsere Kunden am Beginn der Wertschöpfungskette mit 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.



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

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

# 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

- Prof. Dr. Jörg Bagdahn, Hochschule Anhalt
- Dr. Steffen Bornemann, Folienwerk Wolfen GmbH
- Dr. Torsten Brammer, Wavelabs Solar Metrology Systems GmbH
- Dr. Christine Garbers, ehem. Colgate-Palmolive Europe Sàrl
- Thomas Gerke, Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung des Landes Sachsen-Anhalt
- Uwe Girgsdies, Audi AG (stv. Vorsitzender des Kuratoriums)
- Prof. Dr. Frank Gonser, Sanofi-Aventis Deutschland GmbH
- Dr. Andreas Grassmann, Infineon Technologies AG
- Dr. Sandra Hofmann, Trinseo Deutschland GmbH
- Dr. Florian Holzapfel, Pedanios GmbH
- Prof. Ingrid Mertig, Institut für Physik, 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.
- Dr. Carsten Schellenberg, Lanxess – IAB Ionenaustauscher GmbH
- Matthias Sieverding, KraussMaffei Technologies GmbH
- Dr. Frank Stietz, Heraeus Deutschland GmbH & Co. KG (Vorsitzender des Kuratoriums)
- Hans-Jürgen Straub, X-FAB Semiconductor Foundries AG
- Marco Tullner, Minister für Bildung des Landes Sachsen-Anhalt
- Dr. Jürgen Ude, Staatssekretär im Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung des Landes Sachsen-Anhalt
- Dr. Markus Weber, Carl Zeiss AG
- Dr. Bert Wölfli, Polifilm Extrusion GmbH

# AUSWAHL DER 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



# ORGANIGRAMM

## »DIGITALISIERUNG IST SCHLÜSSEL ZUR GESTALTUNG DER ZUKUNFT«

Interview mit Dr. Dominik Lausch, Geschäftsführer der DENKweit GmbH

Am Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS in Halle (Saale) haben Dr. Dominik Lausch und sein Team eine innovative Technologie entwickelt, die moderne Sensorik und Neuronale Netze verbindet. Darauf basierend hat er mit Kollegen die DENKweit GmbH gegründet. Im Interview erklärt er die Idee hinter der Innovation – die denkbar einfach ist.

**Sie sind Geschäftsführer der DENKweit GmbH, einer Fraunhofer-Ausgründung. Was bedeutet Ihnen Ihre Arbeit für die Fraunhofer-Gesellschaft heute?**

Bei Fraunhofer zu arbeiten ist vielfältig. Fraunhofer bietet attraktive Programme und damit einmalige Möglichkeiten: Ich hatte mich beim Fraunhofer INNOVATOR-Programm beworben. Eine Ausgründung war mein erklärtes Ziel. Mit dem Fokus auf klare Antworten und einfache Anwendung geben wir bei DENKweit gerade richtig Gas!

**Dafür spricht auch die Tatsache, dass Ihr Unternehmen 2019 mit dem IQ Innovationspreis Mitteldeutschland ausgezeichnet wurde.**

Unsere Technologie ermöglicht schon im Produktionsprozess eine leistungsfähige Qualitätskontrolle von Batteriezellen für Elektroautos. Sie können zerstörungsfrei, kontaktlos und in Echtzeit auf Anomalien untersucht werden.

**Wie geht das?**

Der Stromfluss in einer Batterie erzeugt ein Magnetfeld und damit einen magnetischen Fingerabdruck. Elektrische Defekte verändern dieses Magnetfeld. So können wir mit unseren Messdaten auf diese Veränderungen, also die Defekte, rückschließen.

Da wir auch einzelne Batteriezellen untersuchen können, gehen wir damit ein aktuelles Problem der E-Mobilität an. Bisher musste beim Verdacht auf einen Defekt das ganze Modul ausgebaut und im Labor analysiert werden. Unser Verfahren lässt sich aber auch auf andere elektronische Komponenten wie beispielsweise Solarmodule übertragen.

**Ihr Versprechen: revolutionäre Technologien und mehr Wirtschaftlichkeit in Zukunftsmärkten. Dazu gehört auch die Photovoltaik. Welche Vorstellung haben Sie als Wissenschaftler und Gründer von der Zukunft?**

Die Photovoltaik ist ein wichtiger Baustein unserer Energiezukunft. Wir brauchen alternative Energielieferanten. Ich glaube aber, dass es die Politik in Europa verschlafen hat, die richtigen Weichen zu stellen: Viele Leute verstehen die Zukunft nicht. Dabei ist das Verständnis dafür, dass Digitalisierung der Schlüssel ist, absolut essenziell.

Dr. rer. nat. Dominik Lausch war Teamleiter am Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS in Halle (Saale) und ist heute Geschäftsführer der DENKweit GmbH. Die Fraunhofer-Ausgründung bietet eine effiziente Qualitätskontrolle in der Produktion von Batteriezellen, Solarmodulen oder Leistungselektronik an. Die Technologie ist unter anderem mit dem Hugo-Junkers-Preis und dem IQ Innovationspreis Mitteldeutschland ausgezeichnet worden.

Institutsleitung: Matthias Petzold\*, Christian Growitsch (stv.), Thomas Höche (stv.), Sylvia Schattauer (stv.), Thomas Merkel (VL)

Geschäftsfelder					
<b>WERKSTOFFE UND BAUELEMENTE DER ELEKTRONIK</b> Frank Altmann*	<b>FRAUNHOFER CSP, ABT. ZIN</b> Ralph Gottschalg	<b>OPTISCHE MATERIALIEN</b> Thomas Höche	<b>CHEMISCHE UMWANDLUNGSPROZESSE</b> Bernd Meyer	<b>POLYMERANWENDUNGEN</b> Peter Michel	<b>BIOLOGISCHE UND MAKROMOLEKULARE MATERIALIEN</b> Christian Schmelzer
Bewertung elektronischer Systemintegration Sandy Klengel	Diagnostik und Metrologie Christian Hogendorf	Mikrostruktur optischer Materialien Christian Patzig	Wasserstoff-Material-Diagnostik Nadine Menzel* Dominik Hürle*	Thermoplastbasierte Faserverbundhalbzuge Ivonne Jahn	Charakterisierung medizinischer und kosmetischer Pflegeprodukte Andreas Kiesow
Diagnostik Halbleitertechnologien Frank Altmann	Modul- und Systemzuverlässigkeit Matthias Ebert	Prozessierung Michael Krause	Kohlenstoff-Kreislauf-Technologien Freiberg Denise Klinger	Bewertung von Faserverbundsystemen Ralf Schlimper	Biofunktionale Materialien Christian Schmelzer*
	Materialien und Prozesse Sylka Meyer			Polymerbasiertes Materialdesign Mario Beiner	
				Thermoplastbasierte Faserverbundbauteile Matthias Zscheyge	
<b>AWZ FÜR ANORGANISCHE LEUCHTSTOFFE SOEST</b> Stefan Schweizer					

Infrastruktur				
Thomas Merkel, Verwaltung		Matthias Petzold, Wissenschaftsmanagement		
Projekte und Finanzen Sven Heßler	Technische Dienste und IT Sebastian Gerling	Gerätebau und Konstruktion Andreas Kromholz	Büro Institutsleitung Jane Schmidt	Referent Institutsleitung Andreas Dockhorn
Personal und Dienstreisen Constanze Pölecke	Recht und Compliance Thomas Merkel		Presse- und Öffentlichkeitsarbeit Michael Kraft	Center for Economics of Materials CEM Christian Growitsch

\* kommissarisch



# NACHHALTIGKEITSBERICHT

Auch 2019 spielt Nachhaltigkeit am Fraunhofer IMWS eine große Rolle. Die Betriebskosten werden jährlich betrachtet und ausgewertet, damit die Potenziale für Energieeinsparung und Prozessoptimierung am Institut möglichst vollständig ausgeschöpft werden.

Im Mai wurde der neue Teil des Gebäudes in der Heideallee Betrieb genommen. Durch die zusätzlichen Geräte und Räume steigt der Energieverbrauch am Fraunhofer IMWS um etwa 25 Prozent. Für den vorherigen Bestand bleibt der Verbrauch im Vergleich zum Vorjahr jedoch stabil.

In der Walter-Hülse-Straße konnten die bereits im Vorjahr erzielten Einsparungen bei der Geräteausstattung im Technikum um weitere 10 Prozent gesenkt werden. Die überdurchschnittliche erhöhte Auslastung der TCT-Kälteanlage sorgt jedoch insgesamt für einen Anstieg des Verbrauchs um 10 Prozent. Die weitere Optimierung der Lüftungsanlage sowie die elektronische Raumregelung für Wärme führten zu weiter sinkenden Kosten für Fernwärme.

Auch in der Otto-Eißfeldt-Straße sorgte die verstärkte Auslastung der wissenschaftlichen Anlagen insgesamt für einen Anstieg des Energieverbrauchs von 10 Prozent. Vor allem die Bereitstellung von Druckluft und Kälte sind hier relevant. Hingegen wirkt sich die 2018 installierte Photovoltaikanlage positiv aus. Sie erzeugt unter anderem für das Fraunhofer CSP selbst Strom. So konnten Spitzenlasten vermieden und hierdurch eine Kostenersparnis erzielt werden.

## Soziales Engagement

Zum Einsatz für Nachhaltigkeit am Fraunhofer IMWS gehört auch die soziale Komponente. In zahlreichen Projekten unterstützt das Institut bürgerschaftliches Engagement, Citizen Science oder ähnliche Aktivitäten in Halle (Saale) und der Region. So beteiligte sich das Institut an den Veranstaltungen des OpenLabNet. Durch dieses Projekt soll der Wissenschaftsstandort Halle (Saale) allen Bürgerinnen und Bürgern zugänglich gemacht werden, um Kooperationen aus Forschung,

Wissenschaft, Bildung, Technik und Design zu stimulieren. Das Institut präsentierte sich unter anderem mit dem 3D-Druck-Vefahren und vermittelte Kenntnisse zu Methodik und Gerätetechnik zur Umweltsensorierung, vor allem für die Feinstaubmessung. Ein Format, das vom OpenLabNet initiiert und vom Fraunhofer IMWS unterstützt wird, ist die »nAchtschicht«. Dabei arbeiten Profis aus der Kreativbranche eine Nacht lang kostenlos für Projekte aus ehrenamtlichen Initiativen. »Wir unterstützen das als Institut sehr gerne, aus zwei Gründen. Erstens bietet Halle viele spannende Initiativen, die wir beflügeln und mit denen wir uns vernetzen möchten. Zweitens sind Kreativität, Engagement und Inspiration nicht an feste Tageszeiten gebunden – die nAchtschicht ist dafür der beste Beweis«, sagt Institutsleiter Prof. Dr. Matthias Petzold dazu.

Im Rahmen des Wettbewerbs »Zukunftsstadt halle.neu.stadt 2050« war das Fraunhofer IMWS maßgeblich an der Entwicklung des »Fliegenden Klassenzimmers« beteiligt, in denen mit einer Laborausstattung an verschiedenen Standorten naturwissenschaftlich gearbeitet werden kann. Ende November 2019 wurden drei neue Module dem Campus des Christian-Wolff-Gymnasiums in Halle zur Verfügung gestellt. Sie sollen für Projekte der MINT-Fächer sowohl im schulischen als auch außerschulischen Rahmen Platz bieten.

Das Projekt wurde zusätzlich im Rahmen der Veranstaltung des Kompetenzzentrums Soziale Innovation – Sachsen-Anhalt vorgestellt. In diesem Format engagiert sich das Fraunhofer IMWS gemeinsam mit Partnern für die erfolgreiche Gestaltung des sozialen Wandels in Sachsen-Anhalt, etwa durch Social Entrepreneurship. Das vom Land Sachsen-Anhalt geförderte Kompetenzzentrum hat das Ziel, die je eigenen Dynamiken der zwei Innovationsstränge, das heißt der sozial wirksamen Effekte und Initiativen einerseits und der technologisch erzeugten Neuerungen andererseits, zu Zwecken der Erschließung, Aufbereitung und perspektivischen Fortentwicklung von innovativen Ideen und Praxen zusammenzuführen und damit eine nachhaltige Gestaltung des gesellschaftlichen Wandels zu unterstützen.

# AUSBLICK

Personal, Projekte, Gebäude und Geräte – der Vierklang, mit dem das Vorwort dieses Jahresberichts begonnen hat, wird natürlich auch 2020 wieder viel Dynamik am Fraunhofer IMWS beinhalten.

Den Rahmen dafür bildet die Weiterentwicklung der Institutsstrategie, an der wir 2020 intensiv arbeiten werden. Unterstützt werden wir dabei von unserem Kuratorium, ergänzend dazu durch Industriebeiräte für die einzelnen Geschäftsfelder. Ziel ist es, Markt- und Technologietrends zu identifizieren und daraus abgeleitet unsere Angebote für die künftigen Bedarfe unserer Auftraggeber zu schärfen. Als Voraussetzung dafür werden wir die internen Prozesse so weiterentwickeln, dass sie möglichst effizient und kundenorientiert sind. Dr. Roland Langfeld, ehemals Leiter der Zentralforschung bei der Schott AG und bis Ende 2019 Vorsitzender unseres Kuratoriums, wird die Institutsleitung dabei beraten. Dazu gehört auch die Weiterentwicklung unserer Digitalisierungsaktivitäten, unter anderem in der MAVO »digitalTPC«, beim Einsatz künstlicher Intelligenz in der Signalanalytik oder der KI-basierten Zustandsüberwachung von Solaranlagen.

Eine wichtige Komponente der strategischen Weiterentwicklung ist die Etablierung der Kohlenstoff- und Wasserstoffaktivitäten. Diese sind derzeit im Geschäftsfeld »Chemische Umwandlungsprozesse« zusammengeführt. Die große Bedeutung dieser Technologien insbesondere für die Gestaltung des Strukturwandels wird für weiteres Wachstum in diesen Forschungsfeldern sorgen. Um ideale Rahmenbedingungen dafür zu schaffen, werden wir prüfen, ob diese Aktivitäten bereits in naher Zukunft in ein eigenes Fraunhofer-Institut für Wasserstoff- und Kohlenstoff-Prozesstechnik IWKP überführt werden können. Dr. Sylvia Schattauer, seit 1. Oktober 2019 stellvertretende Institutsleiterin am Fraunhofer IMWS und zuvor im Fraunhofer-Vorstandsstab tätig, koordiniert diesen Prozess, bei dem wir 2020 erhebliche Fortschritte anstreben.

Ein sehr unmittelbarer Ausdruck dafür wird der Spatenstich für die Elektrolysetest- und -versuchsplattform ELP und die Skalierungsplattform Hy2Chem in Leuna sein. Gemeinsam mit unseren Partnern wollen wir den Standort für die industrielle Umsetzung von Verfahren zur Herstellung von Grünem Wasserstoff vorbereiten. Die Präsenz unmittelbar im Chemiapark, damit in direkter Nachbarschaft unserer Kunden als künftigen Anwendern dieser Technologie, wird nicht nur ein entscheidender Erfolgsfaktor für die Pilotanlage sein, sondern ist ein sehr sinnbildlicher Ausdruck unserer Nähe zur Industrie. Das gilt auch für das Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung PAZ im ValuePark Schkopau, dessen Erweiterung 2020 ebenfalls voranschreiten wird.

Nicht zuletzt wird die Neubesetzung der Stelle der Institutsleitung eine wichtige Aufgabe sein. Ziel ist es, einen erfolgreichen und reibungslosen Übergang zu ermöglichen, damit die neue Institutsleitung ein weiterhin stark aufgestelltes Institut übernehmen kann. Wissenschaftliche Exzellenz und zufriedene Auftraggeber sind dafür die wichtigste Grundlage. Kreativ, flexibel und schlagkräftig in unserem Kerngeschäft, der Projektarbeit gemeinsam mit der Industrie, zu sein – darauf liegt deshalb 2020 unser Hauptaugenmerk.

## 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  
Redaktionsschluss: 31. Dezember 2019

### 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

4iMEDIA GmbH, Leipzig

### Druck

Reprocenter GmbH, Halle (Saale)

Alle Rechte vorbehalten.

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.

### Abbildungsverzeichnis

Titel, U2, S. 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 26, 27,  
30, 32, 34, 35, 37, 38, 41, 45, 46, 47, 53, 54, 56, 57, 60:

© Fraunhofer IMWS

S. 6: © MEV-Verlag

S. 12: © Fraunhofer CSP, © QEERI/Ben Figgis

S. 14, S. 15: © Fraunhofer CSP

S. 16: © QEERI/Ben Figgis

S. 18: © Pixabay

S. 22: © TU Bergakademie Freiberg, © InfraLeuna GmbH / T. Weiskopf

S. 25: © BMWi

S. 26: © EDAG Engineering GmbH, © Fraunhofer IAP

S. 28: © Fraunhofer IAP

S. 31: © EDAG Engineering GmbH

S. 32: © Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

S. 36: © Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

S. 39, S. 40: © Fraunhofer AWZ Soest

S. 43: © InfraLeuna GmbH / H. Fechner

S. 44: © Birgit Brüggemann / Oryx Stainless

S. 45: © H2 MOBILITY Deutschland GmbH & Co. KG,  
© Fraunhofer Gesellschaft

S. 48: © T. Liegl / Conexio GmbH

S. 54: © Hannover Messe

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

