

## Über das Institut

---

Das Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS ist ein methodisch ausgerichtetes Fraunhofer-Institut in den Fachdisziplinen Materialwissenschaft und Werkstofftechnik. Das Fraunhofer IMWS ist Ansprechpartner für die Industrie und öffentliche Auftraggeber für alle Fragestellungen, die die Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen betreffen – mit dem Ziel, Materialeffizienz und Wirtschaftlichkeit zu steigern und Ressourcen zu schonen.

# Jahresbericht 2022

---

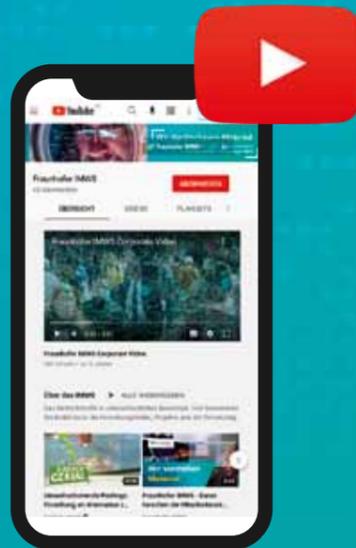
## Forschungshighlights

# Abonnieren Sie unsere Social-Media-Kanäle



Auf unserer Unternehmensseite bei LinkedIn präsentieren wir ausführliche Informationen über unsere Aktivitäten.

Bei Twitter erhalten Sie unsere Neuigkeiten kurz und knapp in 280 Zeichen.



Spannende Videos über unsere Arbeit finden Sie auf unserem YouTube-Kanal. Anschauen lohnt sich!

## Grußwort

### Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

zum ersten Mal kann ich an dieser Stelle die Höhepunkte unserer Forschungsaktivitäten präsentieren und eine Jahresbilanz des Instituts ziehen. Am 1. Februar habe ich die Institutsleitung von Prof. Dr. Matthias Petzold übernommen, dem ich an dieser Stelle nochmals einen großen Dank für seine Unterstützung und die Übergabe eines sehr gut aufgestellten Instituts aussprechen möchte. Die Besetzung meiner Position als Leiterin geht mit einem Verfahren zur Berufung an die Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg einher. Gerne können Sie auf Seite 38 mehr über mich und meine Vision für das Institut erfahren.

Nach meinem erfolgreichen Start im Februar, wurden wir als neues Team bereits im April, durch die Cyber-Attacke, vor eine große Herausforderung gestellt. Jetzt waren Zusammenhalt und der außerordentliche Einsatz der Mitarbeitenden gefragt, um die Auswirkungen des Angriffes, der mit einem größeren Datenverlust einherging, schnell einzugrenzen. So ein Engagement ist nicht selbstverständlich und hat mir gezeigt, dass ich auf ein großartiges Team bauen kann. Auch das Verständnis und die Unterstützung der Fraunhofer-Gesellschaft, unserer Kunden und der Politik möchte ich hervorheben und hier nochmals meinen Dank aussprechen.

Im zurückliegenden Jahr haben wir in verschiedenen Forschungsprojekten unsere Kompetenzen im Bereich der Mikrostruktur von Werkstoffen und der Erforschung des Materialverhaltens eingebracht und konnten so unsere Kunden aus der Industrie und Wirtschaft bei ihren Problemstellungen unterstützen. Einige dieser Projekte werden auf den folgenden Seiten vorgestellt. Sie zeigen, dass bei unserer Arbeit am Institut, neben Forschung und Innovation auch den Themen Technologiesouveränität, Nachhaltigkeit und Resilienz ein hoher Stellenwert beigemessen wird.

Zu den herausragenden Aktivitäten des Jahres zählte die Ausgründung der »matrihealth GmbH«. Das Spin-off des Instituts war seit 2020 als Gründungsprojekt unter dem Namen »matriheal« bekannt geworden und will als eigenständiges Unternehmen Elastin schnell, kosteneffizient und skalierbar herstellen. Ein weiteres Highlight stellt die Gründung der »Fraunhofer Innovation Platform for Hydrogen Energy at Korea Institute of

Energy Technology« (FIP-H2ENERGY@KENTECH) in Südkorea dar. Zusammen mit fünf weiteren Fraunhofer-Instituten und koreanischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern forschen wir an der Entwicklung von Technologien entlang der gesamten Wasserstoff-Wertschöpfungskette.

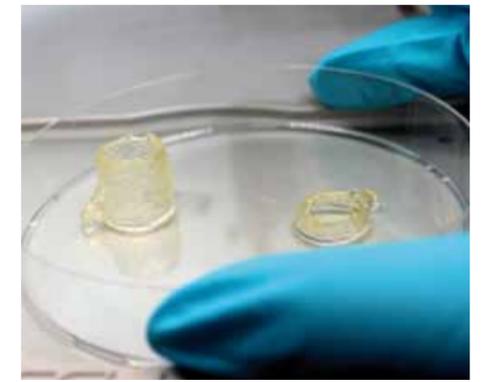
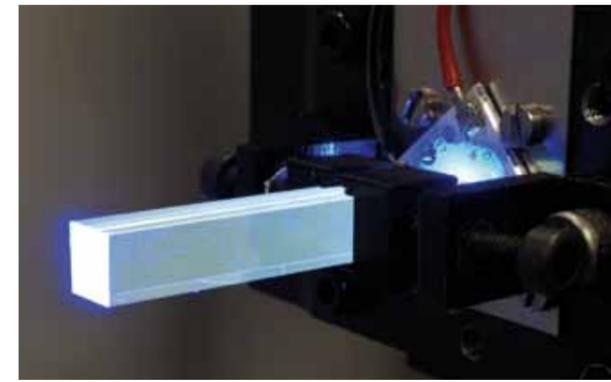
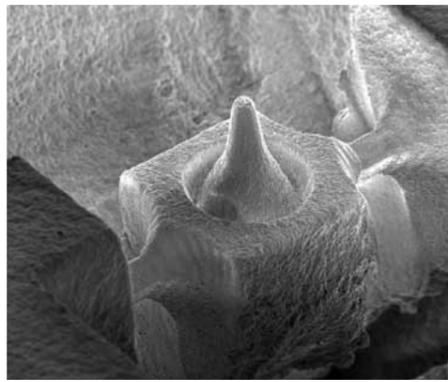
In diesem Jahr hatten wir Veränderungen bei den Führungspositionen zu verzeichnen. Nicht nur die Position der Institutsleitung wurde neu besetzt, auch haben wir Prof. Dr. Michel als Leiter des Geschäftsfeldes »Polymeranwendungen« im Frühjahr mit großem Dank für seine engagierte Arbeit in den Ruhestand verabschiedet. Seine Nachfolge tritt Prof. Dr.-Ing. Maik Feldmann an, der damit gleichzeitig auch für den Bereich »Polymerverarbeitung« am Fraunhofer-Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung PAZ in Schkopau verantwortlich ist. Parallel zu seiner neuen Aufgabe hält er eine Professur an der Hochschule Merseburg inne.

Den Höhepunkt im Veranstaltungskalender kennzeichnete das Festkolloquium zum 30-jährigen Jubiläum der Fraunhofer-Aktivitäten in Halle (Saale). Zusammen mit Vertreterinnen und Vertretern aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft erlebten wir eine großartige Veranstaltung, der unter anderem auch Prof. Dr. Armin Willingmann, Minister für Wissenschaft, Energie, Klimaschutz und Umwelt und stellvertretender Ministerpräsident des Landes Sachsen-Anhalt, Prof. Dr. Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, Dr. Robert Chau, Direktor von Intel Europe Research und Intel Senior Fellow – Intel Corporation (USA) und Berthold Hellenthal, Leiter des Kompetenzzentrums Progressive Semiconductor Program, AUDI AG.

Am Ende des Jahres können wir ein sehr positives wirtschaftliches und finanzielles Ergebnis vorweisen. Wir haben die Herausforderungen, die uns im Laufe des Jahres gestellt wurden, erfolgreich gemeistert und sind gestärkt daraus hervorgegangen. An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Kunden, Zuwendungsgebern, wissenschaftlichen Einrichtungen sowie bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ganz herzlich bedanken.

Ihre Erica Lilleodden

# Inhalt



<b>Grußwort</b> .....	<b>1</b>
<b>Jubiläumsevent – 30 Jahre Fraunhofer in Halle (Saale)</b> .....	<b>4</b>
<b>Institut in Zahlen</b> .....	<b>6</b>
Haushalt .....	6
Personalentwicklung .....	7
<b>Werkstoffe und Bauelemente der Elektronik</b> .....	<b>8</b>
Interview mit Geschäftsfeldleiter Frank Altmann .....	9
Robuste Sensoren für raue Umgebungsbedingungen .....	10
Leistungshalbleiter aus Galliumnitrid steigern Energieeffizienz und schonen Ressourcen .....	11
<b>Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP</b> .....	<b>12</b>
Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Ralph Gottschalg .....	13
Expertinnen und Experten diskutieren Comeback der deutschen Solarindustrie .....	14
Ideale Vernetzungsgrade bei Solarmodulen durch optimierte Qualitätskontrolle .....	15
<b>Optische Materialien und Technologien</b> .....	<b>16</b>
Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Thomas Höche .....	17
Laserbasierte Probenpräparation für die hochaufgelöste 3D-Strukturaufklärung .....	18
Oberflächennahe Schädigung von Calciumfluorid beim Einsatz in optischen Komponenten .....	19
<b>Kohlenstoff-Kreislauf-Technologien</b> .....	<b>20</b>
Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Martin Gräbner .....	20
Chemisches Recycling von kohlenstoffhaltigen Abfällen .....	21
<b>Polymeranwendungen</b> .....	<b>22</b>
Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Maik Feldmann .....	23
TS-Moulding: Neuartige Fertigungstechnologie für Sandwichbauteile in Großserienanwendungen .....	24
Weniger Prozessabbrüche und Baufehler durch halbautomatisierte Qualitätssicherung für 3D-gedruckte Bauteile .....	26
Umwelt- und ressourcenschonende Kunststoffersatzprodukte aus Mehl .....	27
<b>Biologische und makromolekulare Materialien</b> .....	<b>28</b>
Interview mit Geschäftsfeldleiter Priv.-Doz. Dr. Christian Schmelzer .....	29
Innovative Biotinten für den 3D-Biodruck .....	30
Zahnverfärbungen bei Chlorhexidin-Behandlungen im Zusammenhang mit der Getränkeauswahl .....	31

<b>Anwendungszentrum für Anorganische Leuchtstoffe</b> .....	<b>32</b>
Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Stefan Schweizer .....	32
Lumineszierende Lichtstäbe – höhere Leuchtdichte für Projektoren .....	33
<b>Hochwertiges Elastin für verschiedene Marktsegmente</b> .....	<b>34</b>
<b>Neue Fraunhofer Innovation Platform für Wasserstoff in Südkorea</b> .....	<b>36</b>
<b>Interview mit Institutsleiterin Prof. Dr. Erica Lilleodden</b> .....	<b>38</b>
<b>Kuratorium</b> .....	<b>39</b>
<b>Preise und Ehrungen</b> .....	<b>40</b>
<b>Patente und Dissertationen</b> .....	<b>41</b>
<b>Veröffentlichungen</b> .....	<b>42</b>
<b>Veranstaltungen</b> .....	<b>44</b>
<b>Vernetzung</b> .....	<b>46</b>
<b>Hochschulpartnerschaften</b> .....	<b>47</b>
<b>Mission</b> .....	<b>48</b>
<b>Kernkompetenzen</b> .....	<b>49</b>
<b>Nachhaltigkeitsbericht</b> .....	<b>50</b>
<b>Ausblick</b> .....	<b>51</b>
<b>Organigramm</b> .....	<b>52</b>
<b>Impressum</b> .....	<b>U3</b>

# Jubiläumsevent – 30 Jahre Fraunhofer in Halle (Saale)

Der ehemalige kommissarische Leiter des Instituts Prof. Dr. Matthias Petzold übergab Prof. Dr. Erica Lilleodden, als Symbol für die neue Aufgabe als Institutsleiterin, den goldenen Schlüssel für das Gebäude. ▼



Die Jubiläumsmotivbannern vor dem Gebäude in der Walter-Hülse-Straße 1 am Weinberg Campus. ▼



Über »Semiconductor and Packaging Research to Drive Moore's Law and Beyond« sprach Dr. Robert Chau, Director of Intel Europe Research and Intel Senior Fellow, intel Corp. (USA), in seinem Festvortrag. ▼



Das Grußwort der Stadt Halle (Saale) richtete Egbert Geier, Bürgermeister der Stadt, aus. ▼



▲ Gratulanten aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft feierten am 2. November 30 Jahre angewandte Fraunhofer-Forschung in Halle (Saale).



▲ Prof. Dr. Armin Willingmann, Minister für Wissenschaft, Energie, Klimaschutz und Umwelt und stellvertretender Ministerpräsident des Landes Sachsen-Anhalt, überbrachte das Grußwort des Landes Sachsen-Anhalt.

▲ Berthold Hellenthal, Leiter des Kompetenzzentrums Progressive Semiconductor Program AUDI AG, sprach in seinem Festvortrag über »Elektronik und Nachhaltigkeit – Treiber für das Automobil der Zukunft«.



▲ Zum 30-jährigen Jubiläum gratulierten der Institutsleiterin Prof. Dr. Erica Lilleodden (Mitte) unter anderem Dr. Robert Chau, Director of Intel Europe Research and Intel Senior Fellow, intel Corp. (USA), Egbert Geier, Bürgermeister der Stadt Halle (Saale), Prof. Dr. Armin Willingmann, Minister für Wissenschaft, Energie, Klimaschutz und Umwelt und stellvertretender Ministerpräsident des Landes Sachsen-Anhalt, Prof. Dr. Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, Prof. Dr. Claudia Becker, Rektorin der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und Berthold Hellenthal, Leiter des Kompetenzzentrums Progressive Semiconductor Program AUDI AG (v. l. n. r.).

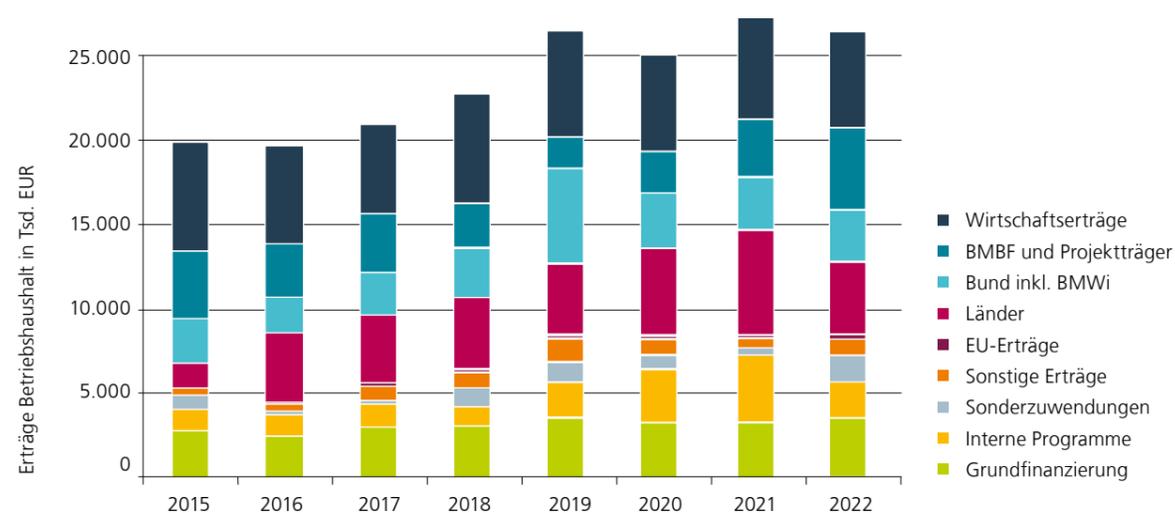
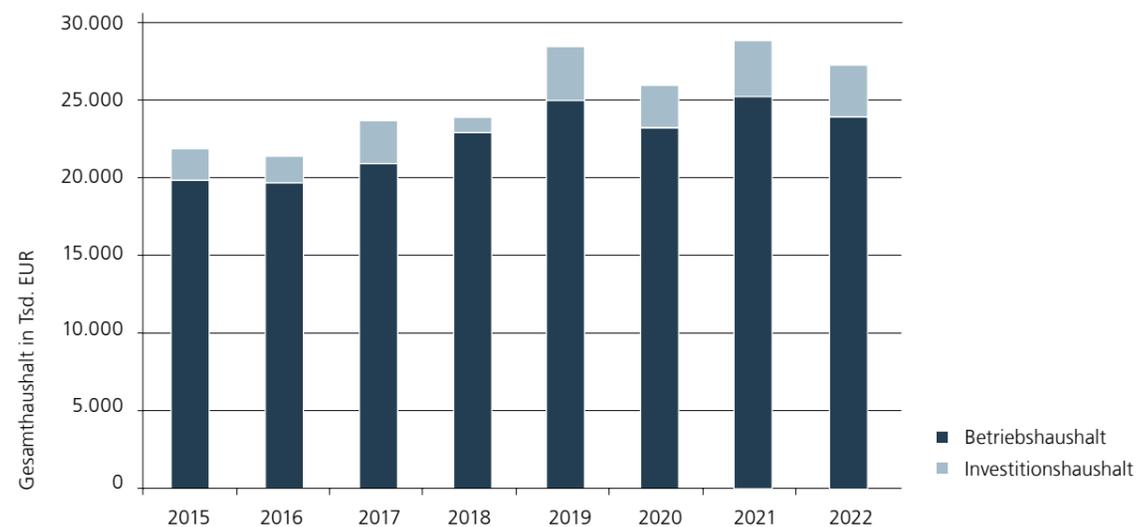
# Institut in Zahlen

## Haushalt

Der Haushalt des Fraunhofer IMWS setzt sich zusammen aus einem Betriebshaushalt und einem Investitionshaushalt. Der Betriebshaushalt des Fraunhofer IMWS belief sich im Jahr 2022 auf 24 Millionen Euro. Im Betriebshaushalt sind alle Personal- und Sachaufwendungen enthalten.

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

Der Anteil der Industrieerträge am Betriebshaushalt 2022 liegt bei 24,3 Prozent. Der Investitionshaushalt beträgt 3,4 Millionen Euro.



## Personalentwicklung

Ende 2022 sind am Fraunhofer IMWS insgesamt 246 Mitarbeitende als Stammpersonal beschäftigt. Dazu gehören 92 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Einschließlich Auszubildenden, wissenschaftlichen Hilfskräften sowie Praktikantinnen und Praktikanten umfasst die Belegschaft des Instituts 304 Personen.

### Wissenschaftliches Personal am Fraunhofer IMWS ist ...

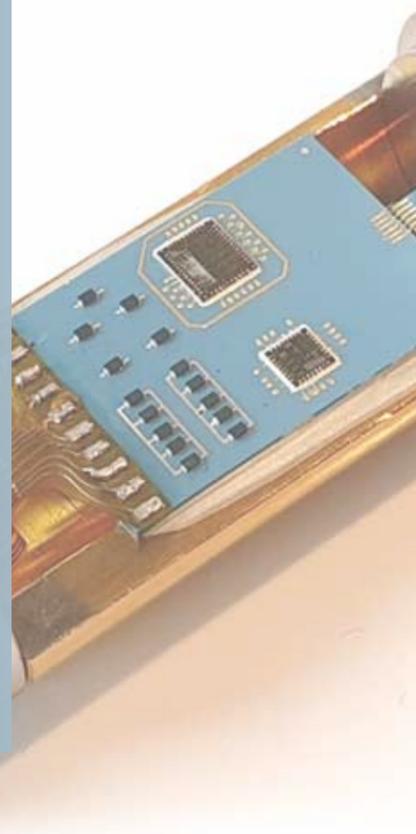


# Werkstoffe und Bauelemente der Elektronik

## Ausgewählte Forschungserfolge

Robuste Sensoren für raue Umgebungsbedingungen ..... 10

Leistungshalbleiter aus Galliumnitrid steigern Energieeffizienz und schonen Ressourcen ..... 11



## »KI-Methoden im Rahmen der Fehlerdiagnostik gewinnen immer mehr an Bedeutung«

### Interview mit Geschäftsfeldleiter Frank Altmann

#### Was waren 2022 Highlights für Ihr Geschäftsfeld?

Ein Highlight war die Fortsetzung des internationalen CAM-Workshops »Innovation in Failure Analysis and Material Diagnostics of Electronics Components« nach zwei Jahren Pause. Professor Michael Pecht sprach in seiner Keynote zum Thema »Physics of Failure«-Konzepten. Vorträge über neue Fehleranalysetechniken in der Leistungselektronik, eine Geräteausstellung sowie eine Panel Discussion rundeten den Workshop ab. Mit 162 Teilnehmenden, fast 80 Prozent aus der Industrie, war die Veranstaltung wieder sehr erfolgreich.

#### Der Einsatz von KI-Methoden zur Automatisierung und damit zur Effizienzsteigerung der Fehlerdiagnostik gewinnt immer mehr an Bedeutung. Wie sind Sie in diesem Bereich aufgestellt?

Wir wollen Methoden der Künstlichen Intelligenz nutzen, um Defekte in Bauelementen besser und schneller nachweisen und klassifizieren zu können. Wir arbeiten dazu im europäischen Projekt »FA4.0« mit Halbleiter- und Geräteherstellern zusammen, um effizientere Fehleranalysetools und -workflows zu entwickeln. Wir erstellen ebenfalls Konzepte für die korrelative Datenauswertung, um Fehlerursachen besser identifizieren zu können. Darüber hinaus setzen wir diese Methoden auch für die Erkennung gefälschter Halbleiter-Bauelemente ein. Dieses Thema hat leider zunehmend an Bedeutung gewonnen, auch aufgrund der aktuellen Lieferengpässe in der Elektronik-Fertigung.

#### Welche F&E-Kompetenzen kann Ihr Geschäftsfeld Auftraggebern bieten?

Unsere Kernkompetenz charakterisiert sich durch eine breit aufgestellte und sehr leistungsfähige Fehlerdiagnostik in der Mikroelektronik, durch die wir Rückschlüsse auf das Materialverhalten der Bauelemente und auf die elektrische Funktionalität ziehen können. Darauf basierend entwickeln wir innovative Lösungen für die Verbesserung der Zuverlässigkeit, Lebensdauer und Qualitätssicherung von elektronischen Bauteilen. Unser Kundenspektrum umfasst die gesamte Elektronik-Zuliefererkette vom Halbleiter bis zur Baugruppe und Systemebene.

#### Was erwarten Sie für 2023?

Im Rahmen der Intel-Ansiedlung in Magdeburg möchten wir unsere Kooperation mit der »Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland« (FMD) weiter ausbauen. Im Veranstaltungsbereich steht für uns die Leitung der international führenden Fehleranalysetagung ISTFA in den USA sowie die Fortsetzung unseres CAM-Workshops an. Gleichzeitig freuen wir uns auf den Start neuer Projekte. Darunter Verbundprojekte zur Entwicklung automotive-qualifizierter Hochleistungsprozessoren für anspruchsvolle Steueraufgaben im Fahrzeug (Central Car Server), zu innovativen Schutzkonzepten für selbstgeführte IGBT-basierte Stromrichter, weiterhin zur Netzanbindung von regenerativen Energien sowie der Erforschung der Zuverlässigkeit von Sensorik- und Elektronikbauteilen unter Wasserstoff-Atmosphäre.



#### Autor

Frank Altmann  
Geschäftsfeldleiter  
»Werkstoffe und Bauelemente der Elektronik«  
Tel. +49 345 5589-139  
frank.altmann@  
imws.fraunhofer.de

## Robuste Sensoren für raue Umgebungsbedingungen

**Sensoren, die auch bei extrem hohen Temperaturen oder in korrosiven Umgebungen zuverlässig funktionieren, sind beispielsweise für den Einsatz in der Energietechnik, wie Geothermie oder Turbinenanwendungen gefragt. Acht Fraunhofer-Institute haben in einem Gemeinschaftsprojekt eine Technologieplattform für die Realisierung geeigneter robuster Sensorsysteme entwickelt. Das Fraunhofer IMWS brachte dabei seine Kompetenzen in der Werkstoffanalytik ein und entwickelte neue Möglichkeiten zur Materialcharakterisierung im Hochtemperaturbereich.**

Leistungsfähige Sensoren sind für das effiziente Betreiben von Prozessen und Anlagen ebenso wichtig wie für die frühzeitige Fehlererkennung und Qualitätssicherung. Sie überwachen Zustandsparameter wie Temperaturen und Drücke während des Betriebs und ermöglichen so eine energieeffiziente Regelung der Prozessführung oder erkennen ungewöhnliche Betriebsbedingungen, die auf Fehler hinweisen können.

Für extrem raue Umgebungen, wie dem Inneren von Kraftwerks- oder Flugzeugturbinen oder geothermalen Bohrlöchern, wo hohe Temperaturen und Drücke herrschen und aggressive Gase und Flüssigkeiten sowie Schmutz den Sensoren zusetzen können, sind herkömmliche Sensorbauteile und -Materialien nicht geeignet. Acht Fraunhofer-Institute haben deshalb ihre Kompetenzen gebündelt, um besonders robuste Sensoren unter Verwendung neuer Technologiekonzepte für extrem raue Umgebungsbedingungen zu entwickeln. Im Ergebnis entstanden zwei Demonstratoren – einer für den Einsatz in Triebwerken/Turbinen und einer für Bohrungen zur Geothermie.

Für die Bewertung der eingesetzten Materialien und Sensorelemente, etwa hitzebeständige Keramiksubstrate oder Fügmaterialien, war das Fraunhofer IMWS verantwortlich. Bei sehr hohen Temperaturen und Druckbelastungen wurden Eigenschaften wie kritische thermomechanische Belastungen, Verschleißfestigkeiten, die Anfälligkeit für Rissbildungen oder Korrosionen untersucht. Zudem wurden Parameter für die Zuverlässigkeitsbewertung oder für das Verständnis von möglichen Versagensmechanismen ermittelt. Dazu wurden zahlreiche Diagnostikverfahren auf die relevanten Materialsysteme angepasst und neue Prüfmethode und Versuchsaufbauten entwickelt.

Die im Rahmen des Projekts als Demonstrator entwickelten Sensorelemente für Druck- oder Temperaturmessungen kombinieren sowohl Sensor- als auch Auswerteelektronik. Das sorgt für eine höhere Stabilität und geringere Störanfälligkeit der Sensorsignale sowie eine verbesserte Integration der Sensorelemente. Die keramischen Sensoren können bei Temperaturen von 500°C und einem Druck von bis zu 200 Bar eingesetzt werden. Das elektronische Innenleben ist hierbei für rund 300°C ausgelegt.



*Der im Projekt entwickelte Demonstrator für Turbinenanwendungen.*

### Autor

**Frank Altmann**  
Geschäftsfeldleiter  
»Werkstoffe und Bauelemente der Elektronik«  
Tel. +49 345 5589-139  
frank.altmann@imws.fraunhofer.de

## Leistungshalbleiter aus Galliumnitrid steigern Energieeffizienz und schonen Ressourcen

**Im EU-geförderten Projekt »Ultimate GaN« forschten 26 Partner aus neun europäischen Ländern gemeinsam an der nächsten Generation von Leistungshalbleitern auf Galliumnitrid (GaN)-Basis. Das Konsortium aus Industrie- und Forschungspartnern entwickelte kompakte, kosten- und energieeffiziente Bauelemente auf Basis von Galliumnitrid, die speziell in der intelligenten Mobilität, der intelligenten Stromnetze und der 5G-Kommunikation neue Möglichkeiten eröffnen.**

Die Digitalisierung in Industrie und privaten Haushalten, der Ausbau der Elektromobilität sowie die wachsende Nachfrage nach nachhaltiger und bezahlbarer Energie sind aktuell beherrschende Themen. Um diese Herausforderungen zu meistern, bedarf es einer effizienten Erzeugung, Steuerung und Nutzung von Energie. Leistungshalbleiter spielen dabei eine wichtige Rolle. Herkömmliche Halbleiter auf Silizium-Basis stoßen verstärkt an ihre Grenzen und werden zunehmend von GaN-Halbleitern verdrängt. Diese bieten mehr Leistung auf kleinerem Raum, sparen Energie und minimieren so den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck.

Mit hohen elektrischen Feldstärken sowie enormen Strom- und Leistungsdichten mit entsprechend hoher Materialbelastung in sehr kompakten Bauelementen, werfen jedoch auch GaN-Halbleiter mit großer Bandbreite noch Fragen auf.

Im kürzlich abgeschlossenen Forschungsprojekt »Ultimate GaN« stellte sich ein Konsortium aus 26 europäischen Partnern aus Wissenschaft und Industrie die Aufgabe, die Vorteile der GaN-Technologie entlang der gesamten Wertschöpfungskette, von der Prozessentwicklung über Design, Aufbau- und Verbindungstechnologien bis hin zur integrierten Systemlösung, nutzbar zu machen.

Das Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS hat mit hochauflösenden Analyseverfahren und innovativen Fehlerdiagnostik-Methoden zur Prozess- und Herstellungsoptimierung und Steigerung der Zuverlässigkeit der GaN-Bauelemente beigetragen.

Nach Zuverlässigkeitstests wurden Leckstrompfade lokalisiert und mikrostrukturell untersucht, um deren Ursache zu ermitteln. So konnte eine neue Defektsignatur identifiziert werden, die zum frühzeitigen elektrischen Durchbruch von neuartigen semi-vertikalen GaN-Transistoren führte. Ferner konnten mit Hilfe von Nanoindentation in Kombination mit Schallemissionsverfahren versteckte Mikrorisse unter den Metallisierungsschichten von Bondpads aufgedeckt und die Defektstruktur mittels elektronenmikroskopischer Analysen untersucht werden.

Das europäische Projekt »Ultimate GaN« hatte eine Laufzeit von dreieinhalb Jahren. Das Projektvolumen von 48 Millionen Euro wurde durch Investitionen der Industrie, Zuschüsse der einzelnen beteiligten Länder und des gemeinsamen Unternehmens ECSEL (Electronic Components and Systems for European Leadership) finanziert.

### Autor

**Patrick Diehle**  
Gruppe »Diagnostik Halbleitertechnologien«  
Tel. +49 345 5589-171  
patrick.diehle@imws.fraunhofer.de

# Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP

## Ausgewählte Forschungserfolge

Expertinnen und Experten diskutieren Comeback der deutschen Solarindustrie ..... 14

Ideale Vernetzungsgrade bei Solarmodulen durch optimierte Qualitätskontrolle ..... 15



## »Wir unterstützen bei der Qualitätssicherung entlang der gesamten Wertschöpfungskette«

### Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Ralph Gottschalg

#### Was waren 2022 Highlights für Ihr Geschäftsfeld?

Das herausragende Ereignis war für uns die Einrichtung der Fraunhofer Innovation Platform for Hydrogen Energy am Korea Institute of Energy Technology FIP-H2ENERGY@KENTECH (FIP). Gemeinsam mit Partnern in Südkorea forschen hier fünf Fraunhofer-Institute unter Federführung des Fraunhofer IMWS, zunächst für eine erste Laufzeit von fünf Jahren, zur Entwicklung von Technologien entlang der gesamten Wasserstoff-Wertschöpfungskette.

Außerdem konnte im Oktober nach pandemiebedingter Pause endlich unser Forschungs- und Industrieworkshop PV Days wieder stattfinden.

#### Im Zuge der Energiekrise sprechen viele von einem Comeback der deutschen Solarindustrie. Welche Chancen sehen Sie für das Fraunhofer IMWS bei diesen Entwicklungen?

In der Solarindustrie sowie im Bereich der Nutzung grünen Wasserstoffs wird sich in den nächsten Jahren viel bewegen. Im Bereich PV heißt dies für uns, dass wir unser Geschäftsfeld den neuen Anforderungen des Marktes anpassen. Einerseits erwarten wir einen rasant wachsenden Zubau an Anlagen. Andererseits kann dieser Zubau nur mit einem massiven Ausbau der deutschen Produktion geleistet werden. Wie in jedem stark wachsenden

Markt wird die Qualitätssicherung entlang der gesamten Wertschöpfungskette essenziell sein, wobei wir die deutsche Industrie und Wirtschaft unterstützen werden durch unsere Kenntnisse in den Bereichen Zelldiagnostik, Materialanalytik, Fehlervorhersage, Root-Cause-Analyse von unerwarteten Fehlern und der Identifikation und Bewertung von Problemen im Feld.

#### Was erwarten Sie für 2023?

Wir gehen davon aus, dass der PV-Markt im Vergleich zu 2022 um 20 bis 40 Prozent wachsen wird. Dies wirkt sich auch für uns positiv aus: Wir werden Hersteller mit hochwertiger wissenschaftlicher Arbeit bei der Qualitätssicherung und bei der Problemvermeidung und -diagnostik unterstützen. Außerdem werden wir Betreibern und Investoren Wege aufzeigen, den Ertrag ihrer Investitionen zu maximieren. Ein Fokus wird die Integration in Energiesysteme sein, um die Nutzbarkeit von PV-Energie zu optimieren. Auch im Bereich Wasserstoff werden Produktionskapazitäten massiv aufgebaut. Insbesondere in der Fertigung von Elektrolyseuren entstehen gerade neue Fabriken im GW-Maßstab. Entsprechend erwarten wir einen zunehmenden Bedarf an begleitender Mikrostrukturdiagnostik sowohl bei der Entwicklung neuer Komponenten und begleitend zum Up-Scaling von Prozessen, als auch bei der Qualitätssicherung und Defektdiagnostik entlang der gesamten Wertschöpfungskette.



#### Autor

Prof. Dr. Ralph Gottschalg, PhD  
Geschäftsfeldleiter am  
Fraunhofer CSP  
Tel. +49 345 5589-5001  
ralph.gottschalg@  
csp.fraunhofer.de

## Expertinnen und Experten diskutieren Comeback der deutschen Solarindustrie

Gemäß den Plänen der Bundesregierung soll der Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am gesamten Stromverbrauch von aktuell knapp unter 50 bis 2030 auf 80 Prozent steigen. Dafür braucht es nicht nur deutlich mehr Solarparks und Windräder, auch die Solarindustrie muss merklich ausgebaut werden. Die gegenwärtige Energiekrise verleiht dieser Forderung zusätzlichen Nachdruck.



Rund 70 Expertinnen und Experten erörterten während der PV Days 2022 des Fraunhofer CSP die Chancen und Herausforderungen eines Comebacks der deutschen Solarindustrie.

Daher war das Comeback der Solarindustrie in Deutschland das zentrale Thema der diesjährigen PV Days am Fraunhofer CSP. Im Rahmen der zweitägigen Konferenz diskutierten rund 70 Expertinnen und Experten die Chancen und Herausforderungen eines sich ändernden Marktumfeldes, sprachen über die Möglichkeiten neuer Einsatzbereiche für die Photovoltaik, die Qualitätsanforderungen für einen erfolgreichen Photovoltaik-Markt und erörterten Fragen zu Lieferketten und zur Produktion von Photovoltaikanlagen.

Die Teilnehmenden erwarten eine Verdoppelung der Produktionskapazitäten im Laufe der nächsten zwei Jahre sowie eine Verdreifachung der Installationen über die nächsten vier Jahre. Die größten Herausforderungen sahen sie in der Finanzierung von Kapazitätserweiterungen, in globalen Lieferketten, in Produktionsausfällen und in der Personalgewinnung. Der deutsche wie auch der internationale Markt entwickeln sich rasant.

Dieses Wachstum, da sind sich die Expertinnen und Experten einig, wird sich auch über die nächsten zehn Jahre kontinuierlich fortsetzen, um den Installationsanforderungen gerecht zu werden.

Im Zuge dieser Entwicklungen hatte das Fraunhofer CSP bereits 2021 beschlossen, sich neu aufzustellen. Das Themenspektrum ist nunmehr breiter aufgestellt. Statt auf unmittelbare Technologieinnovationen fokussiert sich die Forschung somit stärker auf die Qualitätssicherung von Materialien, Komponenten und Modulen sowie deren Fertigungsprozessen. Zusätzlich widmen sich eigenständige Forschungsgruppen den Fragestellungen des intelligenten Photovoltaik-Anlagenbetriebs, der Netzintegration von Solarenergie und den Möglichkeiten, die Wasserstoff dabei als Energieträger bieten kann. Seit seiner Gründung ist das Fraunhofer CSP ein verlässlicher Forschungs- und Entwicklungspartner für die mitteldeutsche Photovoltaikindustrie.

### Autor

Prof. Dr. Ralph Gottschalg  
Geschäftsfeldleiter am  
Fraunhofer CSP  
Tel. +49 345 5589-5001  
ralph.gottschalg@  
csp.fraunhofer.de

## Ideale Vernetzungsgrade bei Solarmodulen durch optimierte Qualitätskontrolle

Aktuell geben Hersteller von Photovoltaik-Modulen eine Leistungsgarantie von 25 Jahren auf 80 Prozent der Ausgangsleistung. Diese Zuverlässigkeit und Lebensdauer wird nur erreicht, wenn die Verkapselung der Solarzellen perfekt verarbeitet und somit ein Schutz vor äußeren Einflüssen gewährleistet ist. An Stellen, an denen Verkapselungsfolien unzureichend vernetzt sind, kann im Laufe der Zeit Delamination auftreten, was die Lebensdauer und den Ertrag des Moduls beeinträchtigt.

Um dies zu verhindern, wird der Solarzellenverbund innerhalb eines Solarmoduls fixiert und möglichst dicht eingeschlossen. Für diese Verkapselung werden die Solarzellen von zwei Folien aus einem Kunststoff umschlossen. Aktuell wird hauptsächlich Ethyl-Vinyl-Acetat-Copolymer (EVA) verwendet. EVA ist transparent, hat eine kautschukähnliche Flexibilität, gute Reißfestigkeit und Alterungsbeständigkeit sowie optimale Isolations- und Barriereigenschaften. In der Solarmodul-Produktion werden die beiden EVA-Folien innerhalb eines Laminationsprozesses stufenweise erhitzt, so dass das EVA zuerst schmilzt, in die Hohlräume zwischen den Zellen fließt, diese dadurch ausfüllt und anschließend vernetzt. Der Vernetzungsgrad einer Verkapselungsfolie gibt an, wie gut dieser Prozess abgelaufen ist und lässt sich charakterisieren.

Aktuell ist in der Industrie zu wenig über den Zusammenhang zwischen der Verkapselungslamination und Modullebensdauer bekannt, insbesondere über die örtliche Verteilung des Vernetzungsgrades. Der Vernetzungsgrad des EVA wird, gemessen an der Wichtigkeit für die Modulzuverlässigkeit, nur ungenügend kontrolliert. Es gibt noch keine industrieweit akzeptierte, zerstörungsfreie Prüftechnologie auf dem Markt. Der einzige Ansatz derzeit ist das X Link-System der Firma LayTec. Hier knüpft das kürzlich gestartete Projekt »EVAplus« an. Das Fraunhofer CSP arbeitet



Das Fraunhofer CSP führt lebensdauerrelevante Untersuchungen der Stabilität der Modulverkapselung von Photovoltaik-Modulen durch.

mit Industrie- und Hochschulpartnern zusammen, um die Versorgungssicherheit, Anlagenperformance und Produktivität durch lebensdauerrelevante Untersuchungen der Stabilität der Modulverkapselung von Photovoltaik-Modulen zu erhöhen.

Das Fraunhofer CSP bringt dabei seine Kompetenzen im Bereich Polymeranalytik und Polymerbewertung ein und bearbeitet Fragen, die zum Verständnis der Materialveränderungen in realistischen Betriebsbedingungen beitragen, untersucht die chemischen und mikromechanischen Materialeigenschaften und modelliert die umweltstressbedingte Alterung von Laminaten ebenso wie die Risikobewertung von Material- und Prozessparametervariationen.

### Autor

Dr. Anton Mordvinkin  
Teamleiter  
»Polymercharakterisierung  
und -bewertung«  
Tel. +49 345 5589-5129  
anton.mordvinkin@  
csp.fraunhofer.de

# Optische Materialien und Technologien

## Ausgewählte Forschungserfolge

Laserbasierte Probenpräparation für die hochauflösende 3D-Strukturaufklärung ..... 18

Oberflächennahe Schädigung von Calciumfluorid beim Einsatz in optischen Komponenten ..... 19

## »Eigenschaftsangepasste Gläser und Glaskeramiken sind Aushängeschild des Geschäftsfeldes«

### Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Thomas Höche

#### Was waren 2022 Highlights für Ihr Geschäftsfeld?

Neben der Einführung unserer neuen Institutslleiterin Prof. Dr. Erica Lilleodden, konnten wir zusammen mit unseren Kunden sehr schöne Erfolge erzielen. Im Bereich der Charakterisierung optischer Materialien haben wir mit unseren hochauflösenden analytischen Techniken die Basis unserer Kunden deutlich erweitert und signifikante Fortschritte bei der Entwicklung eigener Prozesse und Materialien gemacht. Mit dem durch die Fraunhofer-Zukunftsstiftung geförderten Projekt zur Laserbearbeitung von Polymersubstraten sind wir im Markt der Sehhilfen aktiv. Mit dem vom Land Sachsen-Anhalt geförderten Projekt »fibNotch« haben wir neue Möglichkeiten der großflächigen Präparation von Proben für die Transmissionselektronenmikroskopie erschlossen. Auch im Bereich der durch Mikrostrukturdiagnostik beschleunigten Entwicklung von Gläsern und Glaskeramiken konnten wir zwei bedeutsame Industrieprojekte sehr erfolgreich abschließen.

#### 2022 haben Sie Ihr Geschäftsfeld personell neu aufgestellt. Welche Ziele verfolgen Sie mit dieser Neuaufstellung?

Mit der durch Dr. Christian Thieme geleiteten Gruppe »Mikrostrukturbasierte Materialentwicklung« wollen wir dem Umstand Rechnung tragen, dass sich die Synthese eigenschaftsangepasster Gläser und Glaskeramiken in den letzten Jahren zu einem Aushängeschild des

Geschäftsfeldes entwickelt hat. Wir wollen die Sichtbarkeit dieses Bereiches erhöhen, die Ausstattung durch Investitionen ausbauen und gleichzeitig das Engagement der beteiligten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter honorieren.

#### Welche Kunden können von dem Angebot in Ihrem Geschäftsfeld profitieren?

Unsere Kunden kommen aus der optischen Industrie, der Lackindustrie und dem Spezialmaschinenbau. Mit unseren mikrostrukturdiagnostischen Techniken unterstützen wir sie bei der Entwicklung von Gläsern und Glaskeramiken, optischen Schichten für Lithographie, Lasertechnik und Ophthalmik sowie im Bereich der Effektpigmente für Lacke. Wir nutzen unsere Fachkenntnisse in der Diagnostik, um neue Werkstoffe schneller zu entwickeln und Prozesse in der laserbasierten Materialentwicklung zu optimieren.

#### Was erwarten Sie für 2023?

Einerseits haben wir viele Ideen zu Themen, die wir weiterverfolgen wollen. Andererseits freuen wir uns darauf, dass wir zusammen mit den anderen Geschäftsfeldern im kommenden Jahr eine grundlegende Erneuerung unserer analytischen Ausstattung angehen. Auf dieser Basis können wir unseren Entwicklungspartnern auch in Zukunft mit einem hervorragend ausgestatteten Analytik-Park zur Seite stehen und innovative Ideen erfolgreich umsetzen.



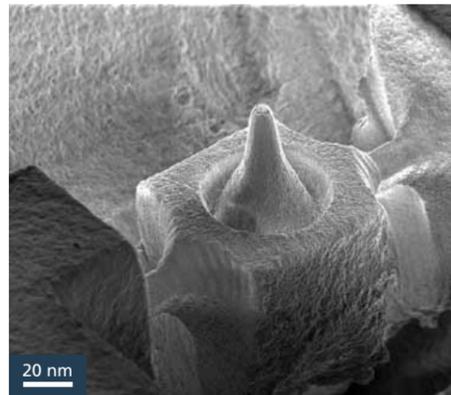
#### Autor

Prof. Dr. Thomas Höche  
Geschäftsfeldleiter  
»Optische Materialien und  
Technologien«  
Tel. +49 345 5589-197  
thomas.hoeche@  
imws.fraunhofer.de

# Laserbasierte Probenpräparation für die hochaufgelöste 3D-Strukturaufklärung

Die Verfügbarkeit von hochaufgelösten, dreidimensionalen Strukturdaten eröffnet völlig neue Möglichkeiten für das Design aber auch die Bewertung der Zuverlässigkeit von Werkstoffen und Systemen. Am Fraunhofer IMWS werden daher verschiedene Verfahren zur hochaufgelösten 3D-Strukturanalyse eingesetzt und neue Workflows für deren Anwendung im Bereich der Prozessentwicklung oder Fehleranalyse entwickelt. Einen Schwerpunkt bilden dabei leistungsfähige und auf die Anforderungen der analytischen Techniken angepasste Verfahren zur Probenpräparation.

Derzeit konzentriert sich die Forschungsarbeit im Geschäftsfeld »Optische Materialien und Technologien« insbesondere auf die laserbasierte Präparation von Proben für die hochaufgelöste Röntgentomographie (engl. X-ray Computed Tomography, kurz nano-CT) und die Atomsondentomographie (engl. Atom Probe Tomography, kurz APT). Beiden Techniken ist dabei die Forderung nach einer minimalinvasiven, zielgenauen und artefaktfreien Herstellung von rotationssymmetrischen Zielvolumina gemein. Im Falle der nano-CT sollten diese je nach Material und Durchmesser im Bereich weniger als zehn Mikrometer aufweisen; für die Analytik mittels APT sind feine Spitzen mit Durchmessern kleiner 100 nm nötig. Diese aus beliebigen Bauteilen zu extrahieren, macht eine enge Verzahnung verschiedener Präparationstechniken notwendig. Besonders herausfordernd ist dabei der Übergang zwischen mechanischen Präparationsverfahren und der fokussierenden Ionenstrahltechnik (eng. Focussed Ion Beam, kurz FIB). Um diesen einerseits reproduzierbarer und automatisierbar zu gestalten, aber auch die Zeit für die Enddünnung mittels FIB signifikant zu reduzieren, wurden Workflows unter Verwendung von Ultrakurzpuls-Lasern erarbeitet und für die routinemäßige Anwendung in den Funktionsumfang der am Institut mitentwickelten microPREP™ PRO überführt.



Mittels Lasermikro-  
bearbeitung hergestellte  
nano-CT-Probe aus einer  
»LEAZit-Glaskeramik«.

Mit Hilfe dieser Routinen können Proben sehr vorteilhaft, selbst aus sehr anspruchsvollen Materialien, wie beispielsweise Gläsern und Glaskeramiken, ganz ohne abschließende FIB-Präparation präpariert und analysiert werden (siehe Abbildung). Darüber hinaus wurde ein innovativer Prozess für die Probenpräparation für die APT entwickelt. Spitzen-Arrays können mit dessen Hilfe automatisiert direkt aus dem mechanisch vorkonfektionierten Materialvolumen vorpräpariert werden. Dadurch wird der bislang eingesetzte FIB-basierte Transferprozess auf spezielle Probenträger hinfallig. Gleichzeitig kann die für die Enddünnung benötigte Zeit auf ein Minimum reduziert werden.

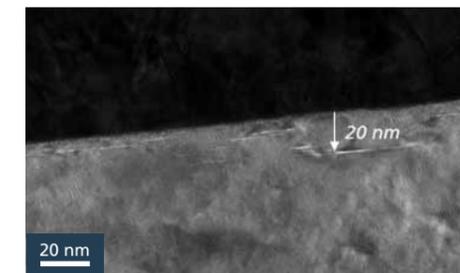
## Autor

Prof. Dr. Thomas Höche  
Geschäftsfeldleiter  
»Optische Materialien  
und Technologien«  
Tel. +49 345 5589-197  
thomas.hoeche@  
imws.fraunhofer.de

# Oberflächennahe Schädigung von Calciumfluorid beim Einsatz in optischen Komponenten

Calciumfluorid ( $\text{CaF}_2$ ) spielt in der optischen Industrie aufgrund seiner hohen Transparenz im ultravioletten Spektralbereich eine bedeutende Rolle. Es muss für den Einsatz in optischen Komponenten jedoch in eine spezielle Form gebracht werden, wozu sowohl mechanische Verfahren als auch die Politurfehlerkorrektur mit Ionenstrahlen eingesetzt werden. Bei beiden Bearbeitungsverfahren können oberflächennahe Schädigungen beziehungsweise chemische Verunreinigungen eingetragen werden. Es ist möglich, dass eine  $\text{CaF}_2$ -Oberfläche perfekt der gewünschten geometrischen Form entspricht und hervorragende Rauheitswerte aufweist, aber dennoch optisch absorbierende Defekte verursacht durch oberflächennahe Schädigungsbereiche, die das Einsatzverhalten beeinträchtigen.

Zur Vermeidung derartiger Defekte ist eine analytische Bewertung der Schädigung erforderlich. Dazu wurde, aufbauend auf vorangegangenen Untersuchungen von Optokeramiken (Spinell, Zirkoniumdioxid und Aluminiumoxid) im Rahmen eines Fraunhofer-internen Projektes eine detaillierte Untersuchung vorgenommen. Gemeinsam mit dem Fraunhofer IPT und mehreren Industriepartnern wurde gespiegelt an der analytisch bestimmten Defektstruktur (strukturelle, oberflächennahe Schädigung und chemische Reinheit) der Einfluss von Bearbeitungsparametern untersucht. Dazu war es erforderlich, angepasste Präparationsverfahren für das sprödebrüchige und bezüglich hoher Temperaturgradienten anfällige Calciumfluorid zu entwickeln. An derartig vorbereiteten Präparaten wurden mittels hochaufgelöster Querschnittsabbildung im Transmissionselektronenmikroskop Schädigungen der Kristallstruktur sichtbar gemacht. Parallel dazu konnte mittels Tiefenprofilierung auf Basis der Flugzeit-Massenspektrometrie das Ausmaß chemischer Verunreinigungen in Abhängigkeit vom Abstand zur Oberfläche



Transmissionselektronen-  
mikroskopische  
Querschnittsaufnahme  
einer ionenstrahlpolierten  
 $\text{CaF}_2$ -Oberfläche

charakterisiert werden. Dabei zeigte sich, dass bei geeigneter Parameterwahl eine sehr hohe Oberflächengüte erreicht werden kann. Analytisch konnte das bekannte Phänomen der oberflächennahen Fluor-Abreicherung nachgewiesen werden. Darüber hinaus wurde untersucht, ob mit der Nanoindentation eine schnelle, inliniefähige Bewertung des subsurface damage erfolgen kann.

Auf der Basis des analytischen Werkzeugkastens kann die weitere Optimierung der Bearbeitungsprozesse für zukünftig steigende Anforderungen an Material-Integrität und höchste Transmission weiter verfolgt werden.

## Autor

Prof. Dr. Thomas Höche  
Geschäftsfeldleiter  
»Optische Materialien und  
Technologien«  
Tel. +49 345 5589-197  
thomas.hoeche@  
imws.fraunhofer.de

# »Wir nutzen Synergieeffekte um Kohlenstoffkreisläufe noch effizienter zu machen«

## Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Martin Gräbner

### Was waren 2022 Highlights für Ihr Geschäftsfeld?

Wir konnten unsere Geräteausstattung mit Mitteln aus der Anschubfinanzierung des Sächsischen Staatsministeriums für Wissenschaft, Kultur und Tourismus um eine Drehrohrpyrolyseanlage inklusive Kondensatfalle erweitern. Das neue Drehrohr ergänzt die im Aufbau befindliche Pyrolyseplattform und wird gegenwärtig bereits in zwei Projekten, darunter das Fraunhofer-Leitprojekt »Waste4Future« zum chemischen Recycling von Kunststoffabfällen, eingesetzt. Außerdem konnten wir im Rahmen eines Verbundvorhabens mit der TU Bergakademie Freiberg die Ausweitung unserer Expertise hinsichtlich der Analytik von flüssigen Produkten auf das Thema Kraftstoffe weiter vorantreiben. Natürlich war nicht zuletzt die erfolgreiche Evaluation unserer Außenstelle ein großer Erfolg und eine Bestätigung unserer vergangenen Arbeit.

### Wie können Unternehmen durch eine Zusammenarbeit mit Ihrem Geschäftsfeld profitieren?

Unternehmen, die ihre kohlenstoffintensiven Prozesse in Richtung einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft weiterentwickeln möchten, können auf unsere Expertise zählen. Dazu gehören die chemische Industrie, das verarbeitende Gewerbe, der Maschinen- und Anlagenbau und nicht zuletzt Firmen aus der Energie-, Abfall- und Recyclingwirtschaft.

Aufgrund unserer einmaligen Infrastruktur, die es uns erlaubt, verschiedene Einsatzstoffe in unterschiedlichen Umwandlungskonzepten industrienahe zu testen, können wir Unternehmen beim effektiven und nachhaltigen Einsatz von Kohlenstoffträgern unterstützen.

### Anfang 2023 werden Sie zum Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS in Dresden wechseln. Welche Veränderungen werden sich für Sie durch diesen Wechsel ergeben und welche Erwartungen haben Sie für 2023?

Seit meinem Amtsantritt im April 2021 habe ich darauf hingearbeitet unsere Außenstelle in Freiberg strategisch stärker auf das Thema Elektrifizierung von Kohlenstoff-Kreislauf- und Wasserstofftechnologien auszurichten. Im Zuge der Evaluation der Anschubfinanzierung sprachen sich die Fraunhofer-Gesellschaft und der Freistaat Sachsen für einen Verbleib im Fraunhofer-Modell und für die Eingliederung in das Fraunhofer IKTS aus. Mit diesem Zusammenschluss ergeben sich für uns faszinierende Synergieeffekte, da die am Fraunhofer IKTS entwickelte Hochtemperaturelektrolyse eine sehr gute Ergänzung zu unserer Gasifizierung ist, um Kohlenstoffkreisläufe noch effizienter zu machen. Außerdem möchten wir 2023 neue Forschungsfelder erschließen und unsere bestehenden Themen gemeinsam mit dem Fraunhofer IKTS weiterentwickeln.



#### Autor

Prof. Dr. Martin Gräbner  
Leiter Außenstelle  
»Kohlenstoff-Kreislauf-Technologien«  
Tel. +49 345 5589-8201  
martin.graebner@  
ikts.fraunhofer.de

# Chemisches Recycling von kohlenstoffhaltigen Abfällen

Kunststoffverpackungen sind allgegenwärtig, ihre Entsorgung jedoch schwierig. Ein Teil wird zu Recyclaten aufbereitet; nicht recyclebare Kunststoffe werden nach Region auf Deponien entsorgt oder verbrannt. Eine Alternative zur Müllverbrennung bietet das chemische Recycling. Am Fraunhofer IMWS forschen Mitarbeitende an neuen Technologien für das chemische Recycling, durch die auch nicht recyclebare Kunststoffe wiederverwertet werden können und der CO<sub>2</sub>-Ausstoß reduziert werden kann.

Jede in Deutschland wohnende Person produziert laut Umweltbundesamt rund 600 kg Hausmüll pro Jahr. Neben Biomüll, Glas und Papier gehören dazu auch Verpackungen, die größtenteils aus Kunststoff bestehen. Obwohl die Recyclingquote in Deutschland steigt, wird nur ein geringer Teil des anfallenden Kunststoffs für neue Produkte wiederverwendet. Zudem können manche Kunststoffe, wie gemischte oder verunreinigte Kunststoffe, durch die bisherigen Recyclingtechnologien nicht wiederverwertet werden. Ein Großteil der Kunststoffabfälle wird weiterhin verbrannt.

Eine Alternative oder Ergänzung zu konventionellen Recyclingtechnologien bietet das chemische Recycling, durch das derzeit nicht recyclebare Kunststoffe wiederverwertet werden können. Mittels thermochemischer Verfahren werden dabei aus Kunststoffen Synthesegase oder Öle hergestellt, die wiederum von der Industrie eingesetzt werden oder um fossile Rohstoffe bei der Kunststoffherstellung zu ersetzen.

Im Projekt »SBV-Mono« verfolgt das Fraunhofer IMWS das Ziel, ein Synthesegas, bestehend aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff, zu erzeugen, das zu verschiedenen chemischen Produkten weiterverarbeitet werden kann. Dazu soll ein Vergasungsverfahren auf Basis der Schlackebad-Technologie weiterentwickelt



Die Pilotanlage des Schlackebadvergaser am Standort Freiberg wird in enger Kooperation mit dem Institut für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen der TU Bergakademie Freiberg betrieben. Die Anlage wird für Tests mit verschiedenen festen Kohlenstoffträgern wie z. B. Biomasse und kunststoffhaltigen Abfällen genutzt.

werden, um kunststoffhaltige Abfälle thermotechnisch umzuwandeln. Neben kunststoffhaltigen Abfällen sollen dabei weitere kohlenstoffhaltige Reststoffe, wie zum Beispiel Petrolkoks, diverse Pyrolysekokse oder Biomassereststoffe, verwendet werden.

Die Entwicklung dieses neuen, angepassten Vergasungsverfahrens erfolgt in verschiedenen Stufen. Ausgangsbasis sind dabei Erkenntnisse, die bisher mit fossilen Einsatzstoffen gewonnen wurden. Darauf aufbauend werden neue Ansätze und Ideen der Brenntechnik, der Prozessführung und der Aufbereitung genutzt. Durch die Verwertung von Problemabfällen, wie Mischkunststoffen, Sortierresten oder Bioabfällen, kann das Projekt zur Lösung des globalen Abfallproblems beitragen. Zudem wird die Transformation des mitteldeutschen Chemiestandortes hin zur Chemie 4.0 unterstützt.

#### Autor

Dr. Jörg Kleeberg  
Gruppenleiter  
»Thermochemische Konversion«  
Tel. +49 345 5589-8216  
joerg.kleeberg@  
ikts.fraunhofer.de

# Polymeranwendungen

## Ausgewählte Forschungserfolge

- TS-Moulding: Neuartige Fertigungstechnologie für Sandwichbauteile in Großserianwendungen** ..... 24
- Weniger Prozessabbrüche und Baufehler durch halbautomatisierte Qualitätssicherung für 3D-gedruckte Bauteile** ..... 26
- Umwelt- und ressourcenschonende Kunststoffersatzprodukte aus Mehl** ..... 27

# »Wir bieten ein großes Spektrum an Methoden aus einer Hand«

## Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Maik Feldmann

### Was waren 2022 Highlights für Ihr Geschäftsfeld?

Die Neubesetzung der Geschäftsfeldleitung zusammen mit der Berufung an die Hochschule Merseburg sowie das erste Arbeitsjahr am Erweiterungsbau des Fraunhofer-Pilotanlagen-zentrum für Polymersynthese und -verarbeitung PAZ waren einige der Highlights unseres Geschäftsfeldes. Die PAZ-Erweiterung schafft neue Möglichkeiten im Bereich der Thermoplast- und Elastomerverarbeitung. Dank neuester Maschinen und Anlagen können wir unsere Partner bei Forschung und Entwicklung im industriellen Maßstab nun passgenauer unterstützen und bestehende Technologien weiterentwickeln.

Darüber hinaus haben wir in Zusammenarbeit mit unserem Industriepartner ThermHex im letzten Jahr unsere erfolgreiche Sandwich-Konferenz zum zweiten Mal durchgeführt, die mit über 100 Teilnehmenden aus 15 Ländern sehr gut besucht war.

### Im Oktober haben Sie die Position des Geschäftsfeldleiters angetreten. Welche Schwerpunkte wollen Sie in Ihrem neuen Bereich künftig setzen?

Ich habe hier eine moderne und umfangreiche Ausstattung im Bereich der Kunststoffverarbeitung und -charakterisierung vorgefunden, mit der unterschiedlichste Bedürfnisse der Industrie entlang der gesamten Wertschöpfungskette bedient werden können – von der Mikrostrukturcharakterisierung bis hin zu Verarbeitungsmaschinen im Produktionsmaßstab. Wir können der Industrie damit

ein großes Spektrum an Methoden aus einer Hand bieten.

Zukünftig möchte ich die Aktivitäten im Bereich der nachhaltigen Kunststofftechnik weiter stärken und die Sichtbarkeit in Wirtschaft und Wissenschaft noch weiter ausbauen. Dabei wird der Schwerpunkt auf den Themenbereichen nachwachsende Rohstoffe, Kreislaufwirtschaft und werkstoffeffiziente Leichtbau-Lösungen liegen. Vor dem Hintergrund der Mobilitäts- und Energiewende hin zur Emissionsfreiheit ergeben sich hier für das Geschäftsfeld spannende Anknüpfungspunkte.

### Was erwarten Sie für 2023?

Das kommende Jahr wird für unser gesamtes Geschäftsfeld von besonderer Bedeutung sein. Steigende Energiepreise und Rohstoffverknappung werden uns und unsere Partner vor neue Herausforderungen stellen, die wir gemeinsam angehen wollen. Im Rahmen eines internen Strategieprozesses werden wir unser Profil schärfen und unsere inhaltliche Ausrichtung den aktuellen politischen, ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen anpassen.

Neben den strategischen Themen werden wir auch im kommenden Jahr diverse Veranstaltungen durchführen. Besonders freuen wir uns auf den Workshop »Entwicklung trifft Serie«, der für und mit unseren Industriepartnern im Pilotanlagen-Zentrum durchgeführt wird. Hier werden Themen aus Forschung und Entwicklung sowie der Anlagentechnik für die Großserie im Realbetrieb präsentiert.



### Autor

Prof. Dr. Maik Feldmann  
Geschäftsfeldleiter  
»Polymeranwendungen«  
Tel. +49 345 5589-203  
maik.feldmann@  
imws.fraunhofer.de

# TS-Moulding: Neuartige Fertigungstechnologie für Sandwichbauteile in Großserienanwendungen

## Vollautomatisierte Fertigung von endlosfaserverstärkten Thermoplastsandwichstrukturen in Großserie

Die Technologie, inklusive Demonstrator, wurde auf der K Messe, der führenden Business-Plattform für die Kunststoff- und Kautschukindustrie, vorgestellt.

Neuartige Leichtbau-Technologien sind für zeitgemäße Mobilität und das Erreichen der Klimaschutzziele unverzichtbar. In Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor sorgen Leichtbau-Lösungen schon heute durch reduziertes Fahrzeuggewicht für weniger Kraftstoffverbrauch und einen geringeren Schadstoffausstoß.

Sandwichverbunde mit endlosfaserverstärkten Kunststoffdecklagen und dazwischen befindlichem Wabenkern ermöglichen maximale Leichtbauperformance. Speziell bei der Verwendung in großflächigen Strukturbauteilen

lassen sich mit Sandwichverbunden im Vergleich zu monolithischen Materialien deutlich höhere gewichtsspezifische mechanische Eigenschaften erzielen. Leider werden Leichtbausandwichbauweisen aufgrund aufwendiger Herstellungsverfahren bisher vorwiegend in hochpreisigen Anwendungen wie beispielsweise der Luft- und Raumfahrt eingesetzt.

In komplexeren Strukturbauteilen in Großserienanwendungen kommen endlosfaserverstärkte Sandwichverbunde hingegen noch nicht zum Einsatz. Das liegt vor allem an fehlenden bzw. nicht ausgereiften Fertigungstechnologien, womit sich derartige Bauteile in kurzen Zykluszeiten vollautomatisiert produzieren lassen.

Hierfür bietet das vom Fraunhofer IMWS entwickelte TS-Moulding® Lösungen. Die patentierte Technologie umfasst im Kern einen neuartigen Thermoformprozess mit dem sich komplexgeformte, endlosfaserverstärkte Sandwichstrukturen großserienfähig fertigen lassen. Das Thermoformen der endlosfaserverstärkten, thermoplastischen Sandwichverbunde lässt sich mit Thermoplastspritzgießen oder Fließpressen kombinieren. In Kombination lassen sich verwertungsfertige Sandwichbauteile auch in Zykluszeiten von ca. einer



Im entwickelten Thermoformspritzgussprozess hergestellte Versuchsbauteile aus jeweils verschiedenartigen endlosfaserverstärktem Sandwichverbund.

Minute herstellen. Der Thermoformprozess beinhaltet zwei wesentliche Prozessschritte, die für die Verarbeitung des endlosfaserverstärkten, thermoplastischen Sandwichverbundes notwendig sind. Diese sind das flächige Infrarotstrahlungs-(IR-) Aufheizen eines Sandwichzuschnitts mit einer zwischen geschalteten Abschirmphase und die direkt anschließende dreistufige Formgebung selbst. Die dreistufige Formgebung, die nur wenige Sekunden dauert, unterteilt sich in: Warmformen des Sandwichverbunds, Stabilisierung der warmgeformten Sandwichbereiche sowie das Pressen von Bereichen mit hoher Sandwichdickenreduzierung. Nach der Formgebung wird der Verbund abgekühlt und ist noch im selben Werkzeug z. B. mittels Spritzgießen oder Fließpressen funktionalisierbar.

Die neue Technologie TS-Moulding® bietet Möglichkeiten, notwendige Konstruktionswerkstoffe bereits während der Wertschöpfung effizient einzusetzen. Hierbei werden bei der Bauteilfertigung anfallende Verschnittreste ohne zusätzlichen Materialeintrag beim Funktionalisieren der thermogeformten Sandwichstrukturen beim Spritzgießen oder Fließpressen mitverwertet. Somit können neben den

für den Leichtbau bekannten Gewichtsvorteil auch die Materialverbräuche während der Produktion deutlich reduziert werden.

Neben dem Vermeiden von Verschnittresten, bietet der an moderne Kreislaufwirtschaftsmodelle angelehnte Verwertungsweg von TS-Moulding® den zusätzlichen Vorteil, die Sandwichbauteile aus nur einem einzigen Faserverbund herzustellen. Dies ist ohne zusätzlichen Materialeintrag beim Funktionalisieren der thermogeformten Sandwichstrukturen beim Spritzgießen oder Fließpressen umsetzbar. Somit lassen sich nicht nur Produktionsabfälle während der Wertschöpfung vermeiden, sondern auch die sortenrein hergestellten Bauteile am Ende ihrer Lebensdauer optimal recyceln.

Langfristig lassen sich für den Bereich der Elektrofahrzeuge im Personen- und Güterverkehr mit TS-Moulding® wirtschaftlich und nachhaltige Leichtbaustrukturen realisieren, die für die Energieeffizienz der Fahrzeuge und die damit verbundene Reichweitenerhöhung essenziell sind. Weitere Anwendungspotentiale bietet das neue Verfahren auch im Bereich der Luftfahrtindustrie sowie im Bauwesen.

### Autor

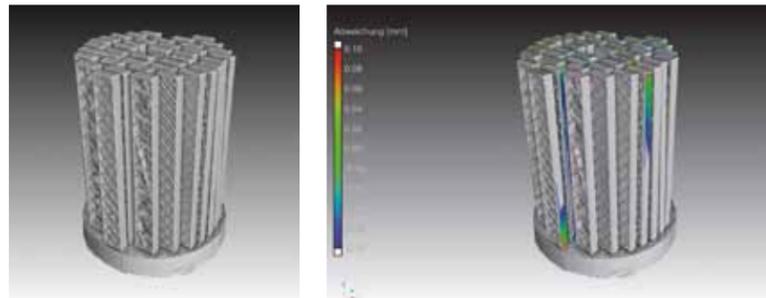
Thomas GläBer  
Gruppe  
»Thermoplastbasierte Faserverbund-Bauteile«  
Tel. +49 345 5589-476  
thomas.glaesser@  
imws.fraunhofer.de

# Weniger Prozessabbrüche und Baufehler durch halbautomatisierte Qualitätssicherung für 3D-gedruckte Bauteile

Die Digitalisierung von Produktionsprozessen ermöglicht enorme Effizienzsteigerungen in der industriellen Produktion. Eine Schlüsseltechnologie hierfür stellt die additive Fertigung dar. Damit dieser Prozess im Sinne der Industrie 4.0 reibungslos funktionieren kann, müssen einzelne Schritte angepasst werden. Insbesondere die Anforderungen an eine automatische Qualitätssicherung spielen eine große Rolle.

Ein Gemeinschaftsprojekt der Studio.201 Software GmbH und des Fraunhofer IMWS konzentriert sich auf die halbautomatisierte Qualitätssicherung für 3D-gedruckte Bauteile. Die zentrale Idee des Ansatzes ist, eine Vielzahl additiv gefertigter Bauteile parallel automatisch zu prüfen, um Bauteilverzüge zu reduzieren und Fehlstellen aufzudecken. Dafür sollen Prozess- und Geometriedaten (Soll-Daten) mit ermittelten Messdaten aus der Computertomografie (Ist-Daten) an großen Stichproben (≈100) verknüpft werden. Die durch diesen Prozess gewonnenen Informationen schaffen wiederum eine Datenbasis für das maschinelle Lernen, das in den nachfolgenden Prozessen benötigt wird. Ergänzt durch ein automatisiertes Bauteiltracking wird damit die Möglichkeit geschaffen, perspektivisch eine integrierte Prozesssteuerung aufzubauen. Somit ist es möglich, Angaben aus der Konstruktion und Vorentwicklung, begleitet durch Prozessdaten zu den Messdaten am Endbauteil in Zusammenhang zu setzen, um Anpassungen an der Technologie, Werkstoffauswahl oder in Schritte zur Nachbearbeitung umzusetzen, womit sich die Reproduzierbarkeit verbessert.

Aufgrund der höheren Vielfalt von Variationen in der additiven Fertigung werden diese im Rahmen einer automatisierten Bewertung



*Ermittlung der Abweichung in der Geometrie von der additiv gefertigten Probe zur Soll-Geometrie durch CT-Analyse. Durch die Untersuchung lassen sich Rückschlüsse für die Optimierung der Fertigungsparameter ermitteln.*

mittels Massive Parallel Testing (MPT) geprüft. Ausgehend von der Entwurfsgeometrie eines Bauteils wird automatisch eine Vielzahl von konstruktiven Versionen erstellt, diese mit den Varianten des Herstellungsprozesses und unterschiedlichen Werkstoffen kombiniert und additiv gefertigt. Hierzu wird ein Tracking- und Handlingsystem entwickelt, um die gedruckten Bauteile für die Strukturuntersuchung mittels Computertomographie vorzubereiten und dann mikrostrukturtechnisch zu untersuchen. Dokumentiert wird dies durch ein Datenmanagementsystem. Zum Abschluss liegt zu jeder gefertigten Variante eine quantitative Bewertung sowie eine Aussage in Form eines Ampelsystems vor.

## Autor

Andreas Kromholz  
Gruppe  
»Gerätebau und  
Konstruktion«  
Tel. +49 345 5589-153  
andreas.kromholz@  
imws.fraunhofer.de

# Umwelt- und ressourcenschonende Kunststoffersatzprodukte aus Mehl

Zusammen mit den Firmen ceresan Erfurt GmbH und Dornburger Kunststoff-Technik GmbH arbeitet das Fraunhofer IMWS an umwelt- und ressourcenschonenden Kunststoffersatzprodukten. Die entwickelten Verbundwerkstoffe bestehen im Wesentlichen aus Mehl und zellulosehaltigen Naturfasern und können wie herkömmliche Kunststoffe weiterverarbeitet werden.

Kunststoffe sind im täglichen Leben allgegenwärtig. Aktuell werden weltweit etwa 330 Mio. Tonnen Kunststoffe pro Jahr hergestellt, etwa 95 Prozent davon basieren auf Erdöl. Mehr als 40 Prozent des gesamten Kunststoffverbrauchs weltweit machen Verpackungen aus. Vor allem nicht fachgerecht entsorgte und dadurch nicht wiederverwertete Verpackungen und Einwegprodukte stellen eine starke Belastung für die Umwelt dar. Um die Umwelt zu schonen, soll der Einsatz von Kunststoffen in Einwegprodukten und Verpackungen in Zukunft reduziert werden. Doch welche Alternativen zu Kunststoffen gibt es für diese Produkte?

Im Projekt »Mehl-Komposit« hat das Fraunhofer IMWS gemeinsam mit Partnern aus der Industrie einen Verbundwerkstoff aus nachwachsenden, nicht synthetisch hergestellten Ausgangsstoffen entwickelt, der zu erdölbasierten Produkten preislich konkurrenzfähig ist. Als Kunststoffersatzmaterial wurde im Wesentlichen stärkehaltiges Mehl verwendet, das mit einem Doppelschneckenextruder thermoplastisch aufbereitet wurde und ähnlich wie konventionelle thermoplastische Kunststoffe weiterverarbeitet werden kann. Eingesetzt wurden ausschließlich am Markt ausreichend verfügbare Getreidemehle in Futtermittelqualität, wodurch qualitätsärmere Mehle wertsteigernd verwendet und die Bindung wertvoller Anbauflächen vermieden wird. Mehl statt reiner Stärke wurde verwendet, um den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck



*Aus den im Gemeinschaftsprojekt entwickelten Verbundwerkstoffen konnten nachhaltige Zettelboxen gespritzt werden.*

weiter zu verringern, da auf diese Weise die energieintensive und abwasseremittierende Abtrennung der Stärke vom Mehl entfällt und die Rohstoffkosten deutlich reduziert werden können.

Die im Mehl enthaltene Stärke weist für die meisten Anwendungen nicht die erforderlichen Verarbeitungs- und Gebrauchseigenschaften auf. Um die Material- und Verarbeitungseigenschaften auf ein anwendungsspezifisch ausreichendes Niveau zu bringen, wurden dem thermoplastischen Mehl Biowachse und Naturfasern hinzugefügt.

Der im Vorhaben entwickelte Verbundwerkstoff besteht ausschließlich aus Getreidemehl, Bio-Weichmachern, Biowachs, Naturfasern sowie geringen Anteilen an Bio-Additiven. Aus den Mehl-Kompositen konnten Zettelboxen gespritzt werden, weitere Büroartikel und Gebrauchsartikel sollen folgen.

## Autor

Dr. Michael Busch  
Gruppe  
»Thermoplastbasierte  
Faserverbund-Halbzeuge«  
Tel. +49 345 5589-111  
michael.busch@  
imws.fraunhofer.de

# Biologische und makromolekulare Materialien

## Ausgewählte Forschungserfolge

Innovative Biotinten für den 3D-Biodruck .....	30
Zahnverfärbungen bei Chlorhexidin-Behandlungen im Zusammenhang mit der Getränkeauswahl .....	31

BIO X



## »Mit Proteincharakterisierung und biologischen Modellen setzen wir neue Impulse«

### Interview mit Geschäftsfeldleiter Priv.-Doz. Dr. Christian Schmelzer

#### Was waren 2022 Highlights für Ihr Geschäftsfeld?

Das bedeutendste Highlight unseres Geschäftsfeldes war im vergangenen Jahr die Ausgründung der »matrihealth GmbH«, einem Fraunhofer-Gründungsprojekt, das ursprünglich unter dem Namen »matriheal« bekannt geworden ist. Wir haben das Team nach besten Kräften dabei unterstützt, ihre Ideen anwendungsorientiert weiterzuentwickeln und freuen uns, dass das neu gegründete Unternehmen, das sich auf die kosteneffiziente und skalierbare Herstellung von Elastin und elastinbasierten Materialien in medizinischer Qualität spezialisiert hat, nun in Halle (Saale) ansässig ist.

#### 2022 haben Sie Ihr Geschäftsfeld teilweise inhaltlich verändert. Welche Ziele verfolgen Sie mit dieser Umgestaltung?

Das betrifft in erster Linie die Gruppe »Biofunktionale Materialien für Medizin und Umwelt«, in der wir in den vergangenen Jahren zusätzliche Kompetenzen in den Bereichen »Proteincharakterisierung« und »Biologische Modelle« aufgebaut haben. Dadurch konnten wir im zurückliegenden Jahr wichtige Industrieprojekte initiieren. Mittelfristig wollen wir diese Aktivitäten weiter ausbauen. Auch personell gab es in diesem Zusammenhang Veränderungen: Seit Anfang 2022 leitet Frau Dr. Andrea Friedmann die genannte Gruppe und setzt neue Impulse.

#### Welchen Mehrwert können Unternehmen durch eine Zusammenarbeit mit Ihrem Geschäftsfeld erzielen?

Wir unterstützen unsere Auftraggeber aus den Branchen Medizin, Pflege und Umwelt vor allem bei der Entwicklung von Produkten aus den Bereichen Medizin und Personal Care. Dabei liegt der Fokus auf dem Einsatz innovativer Materialien und der Qualitätskontrolle. Wir bewerten Materialien und Produkte im Hinblick auf ihre Funktionalität, klären Wirkmechanismen auf, unterstützen beim Screening neuer Wirkstoffe und optimieren so zum Beispiel Zahncremes oder Zahnbürsten. Zur Verbesserung der biofunktionalen Eigenschaften von Produkten, wie Wundauflagen, entwickeln wir neue Materialien mit verbesserter Struktur- und Oberflächenkompatibilität.

#### Was erwarten Sie für 2023?

2023 wird durch viele Herausforderungen geprägt sein. Steigende Energiepreise, Inflation und Lieferengpässe stellen nicht nur unsere Kunden und Partner, sondern auch uns selbst vor Schwierigkeiten. Dennoch sehen wir dem neuen Jahr positiv entgegen. Unser 2022 in Betrieb genommener Industrieroboter soll im Bereich »Oral Care« eine neue Qualität von Produktbewertungen ermöglichen. Anfang des Jahres beginnen wir zudem mit einem spannenden Projekt, das seine Wurzeln in der Pandemie hat, in dem wir uns gemeinsam mit mehreren Partnern der Entwicklung von verbesserter Schutzausrüstung widmen. Außerdem freue ich mich auf den Abschluss zahlreicher wissenschaftlicher Abschlussarbeiten, darunter zwei Promotionen.



#### Autor

Priv.-Doz. Dr.  
Christian Schmelzer  
Geschäftsfeldleiter  
»Biologische und makromolekulare Materialien«  
Tel. +49 345 5589-116  
christian.schmelzer@  
imws.fraunhofer.de

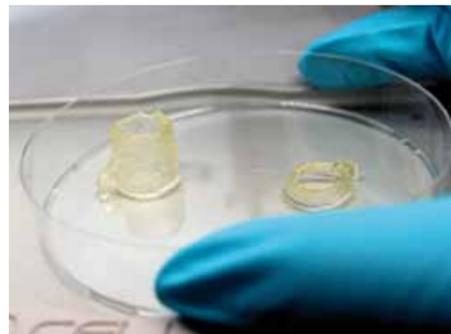
## Innovative Biotinten für den 3D-Biodruck

Mit der Biodrucktechnologie wird das Ziel verfolgt, biologische oder biologisch funktionelle Gewebe im Labor herzustellen. Mittels 3D-Biodrucker wird Biotinte Schicht für Schicht zu einem komplexen dreidimensionalen Objekt gedruckt. Derartige biobasierte 3D-Strukturen sollen zukünftig zum Beispiel als in-vitro-Testsysteme in der pharmazeutischen Forschung und auch in der personalisierten Medizin bei der Herstellung von maßgeschneiderten Gefäß- und Organbestandteilen zum Einsatz kommen. Um diese Vision Wirklichkeit werden zu lassen, entwickeln Forschende am Fraunhofer IMWS neue Biotinten, die für verschiedene Anwendungszwecke geeignet sind.

Biotinten müssen eine Vielzahl von Anforderungen erfüllen: Sie müssen druckbar, mechanisch stabil und biologisch verträglich sein, dürfen keine toxischen Bestandteile enthalten und müssen sich in ihrer Beschaffenheit zu einem Hydrogel vernetzen lassen, um damit ein Gerüst für die Zellbesiedelung darzustellen, das ähnlich der natürlichen Matrix im Bindegewebe ist. Je nach Anwendungsbereich kommen verschiedene Biotinten zum Einsatz. Diese unterscheiden sich einerseits im verwendeten Polymer und andererseits auch darin, ob Zellen direkt mitgedruckt oder im Nachhinein in bzw. auf der gedruckten 3D-Struktur angesiedelt werden. Die aktuell auf dem Markt verfügbaren Biotinten basieren meist auf Kollagen, Gelatine und Alginat, weitere Biopolymere sind in der Entwicklung.

Hier setzen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an und forschen aktuell an neuartigen Biotinten auf Basis von Proteinen mit dem Fokus auf Elastin. Neben der eigentlichen Tintenentwicklung werden die mechanischen, physiko-chemischen und biologischen Eigenschaften der gedruckten Objekte bewertet und die Zellkompatibilität untersucht.

Perspektivisch wollen die Forschenden funktionale Gefäß- und Organteile unter Verwendung optimierter Biotinten nachbilden



Biotinten werden Schicht für Schicht zu einem dreidimensionalen Objekt gedruckt.

können. Dazu könnten beispielsweise computertomographische Daten von Patientinnen und Patienten genutzt werden, um passgenaue 3D-Strukturen von Gefäßen zu drucken und der zu behandelnden Person zu implantieren. Ein erstes Forschungsprojekt zu neuen Biotinten wurde sehr erfolgreich abgeschlossen und ein Patent zur Verwendung elastinbasierter Biotinten eingereicht.

Derzeit sind die Forschenden auf der Suche nach Kooperationspartnern aus der Industrie und dem klinischen Bereich, um die anwendungsnahe Weiterentwicklung der Tinten in Bezug auf die Anforderungen und Anwendbarkeit voranzutreiben.

### Autor

Tobias Hedtke  
Gruppe »Biofunktionale  
Materialien für Medizin  
und Umwelt«  
Tel. +49 345 5589-287  
tobias.hedtke@  
imws.fraunhofer.de

## Zahnverfärbungen bei Chlorhexidin-Behandlungen im Zusammenhang mit der Getränkeauswahl

Derzeit ist Chlorhexidin der am häufigsten, vor allem in der Zahnmedizin, verwendete antimikrobielle Wirkstoff. Aufgrund der nachgewiesenen klinischen Linderung von Zahnfleischentzündungen etablierte sich dieser Wirkstoff in den letzten Jahrzehnten zum Goldstandard in der Infektionsprävention und -behandlung.

Das kationische Chlorhexidin haftet an den negativ geladenen Oberflächen im oralen Milieu, d.h. an Speichel, an der Haut oder an Membranschichten. Der Wirkstoff verweilt daher mehrere Stunden im Mund. Durch seine oberflächenaktiven Eigenschaften wirkt es der Anhaftung von Proteinen an die Zahnoberfläche entgegen und zerstört somit die Grundlage für die Bildung dentaler Plaque. Jedoch kann die Anwendung von chlorhexidinhaltigen Mundspüllösungen in Verbindung mit Farbstoffen aus Nahrungsmitteln und Getränken zu Verfärbungen führen. Der Frage hinsichtlich Entstehung und Beseitigung wurde materialwissenschaftlich innerhalb einer *in-vitro*-Studie am Fraunhofer IMWS nachgegangen. Die Studie wurde vom Projektpartner GSK Consumer Health Care (jetzt Haleon) in Auftrag gegeben.

Ziel der Studie war es, die Verfärbungsneigung von verschiedenen Getränken in Kombination mit Chlorhexidin in einem *in-vitro*-Testmodell zu untersuchen, um eine Datengrundlage zu erhalten, die eine einfache Empfehlung für alternative Getränke zur Vermeidung von Verfärbungen während einer Chlorhexidin-Behandlung ermöglicht. Das entwickelte Testmodell simulierte eine Anwendung der Mundspüllösung von 14 Tagen. Hierzu wurden halbe Zahnkronen einer zyklischen Behandlung mit künstlichem Speichel und Mundspülung in Kombination mit einer Reihe



von Getränken ausgesetzt. Zusätzlich zu der reinen Expositionsbehandlung wurden die Proben in einem Zahnputzsimulator gebürstet, um auch die Auswirkung der mechanischen Reinigung zu bewerten.

Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass das Risiko einer Verfärbung der Zähne bei der Anwendung chlorhexidinhaltiger Produkte verringert wird, wenn während der Behandlung keine stark färbenden Getränke konsumiert werden. Schwarzer Tee und Rotwein verursachten die stärksten Verfärbungen. Auch konnten signifikante Verfärbungen beim Genuss von Ingwer-Zitronen-Tee, Kaffee (sowohl ohne als auch mit Milch), Tee mit Milch und Lagerbier beobachtet werden. Nach der Behandlung der Zähne mit stark färbenden Getränken zeigte die rasterelektronenmikroskopische Auswertung die Bildung einer Oberflächenschicht. Die mechanische Beständigkeit der Verfärbung war je nach Getränk unterschiedlich, wobei die von schwarzem Tee am widerstandsfähigsten war. Die Zugabe von Milch zu Tee und Kaffee veränderte die Verfärbungsschicht und reduzierte die Haftung an der Zahnoberfläche erheblich.

Der Konsum von stark färbenden Getränken vor einer Chlorhexidin-Behandlung erhöht das Risiko einer Verfärbung der Zähne.

### Autorin

Dr.-Ing. Sandra Sarembe  
Gruppe  
»Charakterisierung  
medizinischer und  
kosmetischer  
Pflegeprodukte«  
Tel. +49 345 5589-256  
sandra.sarembe@  
imws.fraunhofer.de

## »Neue Wege zur fälschungssicheren Nachverfolgbarkeit von Komponenten und Materialien«

### Interview mit Geschäftsfeldleiter Prof. Dr. Stefan Schweizer

#### Der Fokus Ihrer Arbeit liegt im Bereich der Beleuchtungsindustrie. Welche angrenzenden Felder haben Sie 2022 weiter ausgebaut?

Aufbauend auf unserer Expertise in der Beleuchtungsindustrie haben wir unsere Kompetenzen im Methodenspektrum Infrarotthermographie zur Bewertung von Leistungshalbleitermodulen sowie in der optischen Simulation von optischen Baugruppen, insbesondere lumineszierenden Lichtstäben, weiterentwickelt. Diesen Kurs wollen wir auch künftig fortführen.

Ein Feld, das wir ebenfalls weiter ausbauen werden, ist die Produktmarkierung mit lumineszierenden Gläsern. Die enormen Variationsmöglichkeiten durch die Kombination verschiedener Dotierungen mit Elementen aus der Gruppe der Seltenen Erden erlauben eine fälschungssichere Nachverfolgbarkeit von Komponenten und Materialien über den gesamten Lebenszyklus von Produkten zur optimierten Weiter- oder Wiederverwendung.

#### Welche besonderen Kompetenzen bietet Ihr Geschäftsfeld Auftraggebern?

Mittlerweile haben wir uns, in enger Kooperation mit der Fachhochschule Südwestfalen, als kompetenter Forschungspartner für die regionale Beleuchtungsindustrie und Unternehmen aus verwandten Bereichen in ganz Deutschland etabliert. Unsere Expertise umfasst die qualitative und quantitative Untersuchung von

Wärmepfaden, die Entwicklung von lumineszierenden Materialien (Leuchtstoffe) auf Glasbasis sowie die optische Charakterisierung und Bewertung von optischen Materialien, insbesondere Leuchtstoffen. Die Basis für unsere Untersuchungen bilden umfassende optische und spektroskopische Analysen, thermische Messmethoden sowie Leistungsmessungen im Labor für die Bewertung und Entwicklung von Leuchtstoffen, Leuchtstoffsystemen und Materialien.

#### Was erwarten Sie für 2023?

Wir werden die Kooperation mit der Firma HELLA (FORVIA-Gruppe), mit der uns eine langjährige Zusammenarbeit verbindet, noch weiter vertiefen. Zudem wollen wir den Bereich Thermographie an Leistungshalbleitermodulen verstärkt ausbauen. Auf dem Gebiet der lumineszierenden Gläser planen wir gegenwärtig gemeinsame Projekte mit der Bundesanstalt für Materialprüfung und der Firma SCHOTT AG. Außerdem werden wir Messverfahren für die Raman-Spektroskopie, eine Kombination von zeitaufgelöster Raman- und Photolumineszenz-Spektroskopie, zusammen mit der Firma S&I Spectroscopy & Imaging in Warstein weiter vorantreiben.



#### Autor

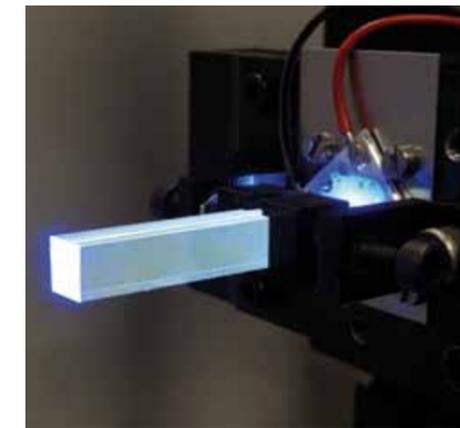
Prof. Dr. Stefan Schweizer  
Leiter des Fraunhofer-  
Anwendungszentrums  
Soest  
Tel. +49 2921 378-3410  
stefan.schweizer@  
imws.fraunhofer.de

## Lumineszierende Lichtstäbe – höhere Leuchtdichte für Projektoren

Leuchtstoff-konvertierte ultraviolette oder blaue Laserdioden stellen aufgrund ihrer hohen Leuchtdichte eine interessante grüne Lichtquelle dar.

Digitale Projektoren, wie sie in Kinos oder Besprechungsräumen eingesetzt werden, müssen sehr stark leuchten, damit auch großformatige Bilder noch gut zu sehen sind. Die dafür bisher eingesetzten Hochdruckentladungslampen werden immer häufiger durch laserdioden-basierte Lichtquellen ersetzt. Die Helligkeit des Projektors hängt dabei stark von der Leistung der verwendeten Laserdioden ab. Die Effizienz grün-gelber Laserdioden ist dabei wesentlich geringer als die der blau oder rot emittierenden Dioden. Dies wird als sogenanntes »Green Gap« bezeichnet, das nach wie vor eine Herausforderung für die Herstellung moderner Lichtquellen wie LEDs und Laserdioden darstellt. Mit Metallionen aus der Gruppe der Seltenen Erden versehene Leuchtstoffe aus Glas in Kombination mit einer ultravioletten (UV) oder blauen Lichtquelle stellen hier eine Alternative dar, um im grün-gelben Spektralbereich dennoch einen hellen Lichteindruck zu erzielen.

Boratgläser bieten eine sehr gute chemische und thermische Stabilität, eine hohe Transparenz sowie eine gute Löslichkeit für die Seltenerdionen. Letzteres ist besonders wichtig für die optische Aktivierung der Gläser mit Dysprosium ( $Dy^{3+}$ ) oder Terbium ( $Tb^{3+}$ ). Beide Ionen sorgen für eine intensive grün-gelbliche bis grüne Lumineszenz bei Anregung im ultravioletten bis blauen Spektralbereich. Sie unterscheiden sich jedoch darin, wie viel Prozent des absorbierten ultravioletten, blauen Lichts in grün-gelbliches Lumineszenz-Licht umgewandelt wird. Trotz der hohen Umwandlungswerte in Boratgläsern von etwa 40 Prozent bei  $Dy^{3+}$  und 80 Prozent bei  $Tb^{3+}$  ist die Lichtausbeute gering. Dies liegt im



*Dy<sup>3+</sup>-dotierter Lichtstab, der das unter blauer Anregung generierte Licht leitet.*

Wesentlichen an dem schwachen Absorptionsvermögen der Seltenerdionen. Hier können Lichtstäbe eine Lösung darstellen. Sie verlängern den Absorptionsweg und akkumulieren gleichzeitig das erzeugte Licht, sodass die Lichtausbeute deutlich höher ist.

Die Länge des Lichtstabs bestimmt dabei den Lichtstrom und damit die Leuchtdichte an der Austrittsfläche. Generell gilt: je länger der Lichtstab, desto mehr Anregungslicht wird absorbiert. Ab einer gewissen Länge sinkt jedoch wegen Selbstabsorption die Lichtausbeute am Ende des Stabes, sodass die optimale Länge jeweils ermittelt werden muss. Die besten Simulationsergebnisse liefert bislang ein etwa 40 mm langer  $Tb^{3+}$ -dotierter Lichtstab: Bei Anregung im UV Spektralbereich (378 nm) mit einer optischen Eingangsleistung von 1 Watt wird ein Lichtstrom von mehr als 300 Lumen erreicht. Vergleichbare grüne LEDs bieten bei einer elektrischen Leistung von 1 Watt einen Lichtstrom von 100 Lumen.

#### Autor

Prof. Dr. Stefan Schweizer  
Leiter des Fraunhofer-  
Anwendungszentrums  
Soest  
Tel. +49 2921 378-3410  
stefan.schweizer@  
imws.fraunhofer.de

# Hochwertiges Elastin für verschiedene Marktsegmente

Fraunhofer IMWS-Spin-off startet als »matrihealth GmbH« durch

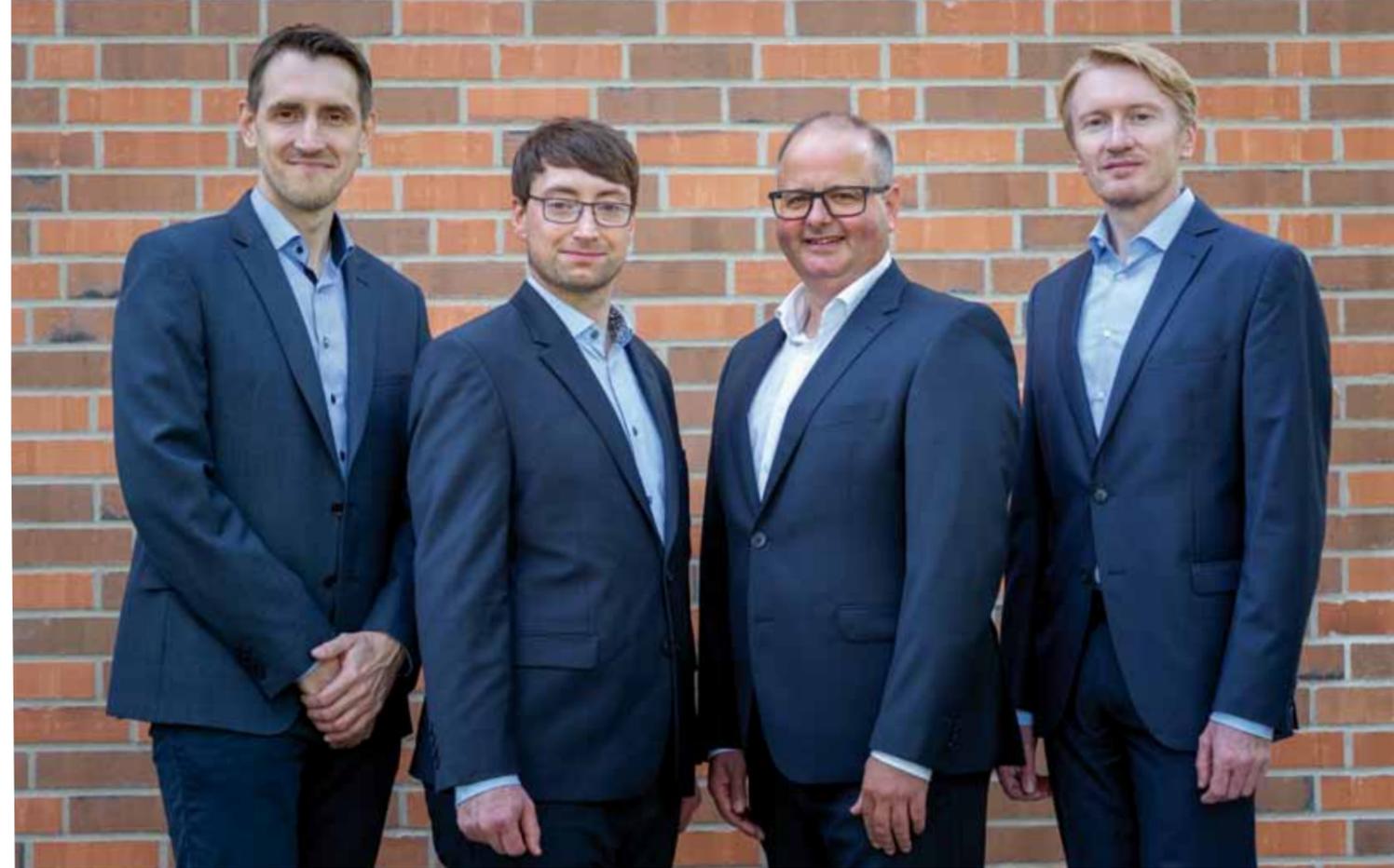
Hochreines Elastin in medizinischer Qualität herstellen, das ist die Gründungsidee der »matrihealth GmbH«. Das Spin-off des Fraunhofer-Instituts für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS ist seit 2020 als Gründungsprojekt unter dem Namen »matrihealth« bekannt geworden und geht ab sofort als eigenständiges Unternehmen mit Sitz in

Halle (Saale) an den Start. Die vier Gründer Dr. Marco Götze, Tobias Hedtke, Priv.-Doz. Dr. Christian Schmelzer und Dirk Schuster wollen Elastin schnell, kosteneffizient und skalierbar herstellen und können damit marktspezifische Elastin-Lösungen unter anderem für die Bereiche Medizinprodukte, Nahrungsmittel, Kosmetik und für Forschungszwecke anbieten.

Das »matrihealth«-Gründerteam erforschte am Fraunhofer IMWS mehr als sechs Jahre lang Struktur und Eigenschaften von Elastin. Das Ergebnis ihrer Forschung ist eine Methode zur Gewinnung von natürlichem Elastin und dessen Umwandlung in ein wasserlösliches Derivat, das vielseitig weiterverwertet werden kann. Diese innovative Technologie bildet nun die Basis für die Ausgründung nach sechsjähriger Forschungszeit. Im wachsenden Markt der elastinbasierten Medizin- und Kosmetikprodukte sehen die Gründer ausgezeichnete Chancen, sich mit ihren innovativen und nachhaltigen Produkten zu etablieren.

Elastin ist ein wichtiges Strukturprotein, das zusammen mit Kollagen für die Festigkeit und Elastizität der Haut, der Blutgefäße und anderer Organe und Gewebe sorgt. Im Gegensatz zu Kollagen wird es jedoch vom Körper nicht nachgebildet, was z.B. zu Problemen bei der Wundheilung führen kann und auch für

Das Hauptprodukt der »matrihealth GmbH« ist lösliches Elastin, das in seinen Eigenschaften an den Verwendungszweck angepasst werden kann.



Das »matrihealth«-Gründerteam: Dr. Marco Götze, Tobias Hedtke, Dirk Schuster und PD Dr. Christian Schmelzer (von links nach rechts).

Faltenbildung im Alter sorgt. Eine Lösungsidee ist daher, den Elastinverlust der Haut mit elastinhaltigen Produkten zu kompensieren.

Im Gegensatz zu bisherigen Herstellungsverfahren ist die von »matrihealth« verwendete Technologie zur Isolation und Aufreinigung von Elastin preiswerter, erlaubt eine Skalierung in den Industriemaßstab und bietet die Möglichkeit, Elastin auch in verschiedenen Qualitäten und Modifikationen für unterschiedliche Anwendungszwecke zu gewinnen. Das hochreine und wasserlösliche Elastin kann dann als Rohstoff zur Weiterverarbeitung in verschiedenen Märkten verwendet werden. Professorin Erica Lilleodden lobte die Ausgründungsidee einer Technologie, die am Institut entwickelt wurde und die daran anknüpfende Transferleistung.

Aktuell will das Team Elastin zunächst gezielt für die Bereiche Medizin, Nahrungsmittel und Kosmetik produzieren und vertreiben. Später

sollen auch eigene Halbzeuge und Produkte für die Wundversorgung entwickelt werden. Hier besitzt »matrihealth« aufgrund seiner langjährigen Forschungsarbeit am Fraunhofer IMWS bereits umfassende Erfahrungen, die in den vergangenen Jahren mit dem IQ-Innovationspreis der Stadt Halle (Saale) sowie dem Hugo-Junkers-Preis ausgezeichnet worden sind.

Initiiert wurde die Ausgründung zunächst innerhalb eines Projektes, das im Rahmen des Fraunhofer-»Attract«-Programms eine Förderung erhielt. Den anschließenden Weg der Ausgründung betreute Fraunhofer durch das Förderprogramm »AHEAD«. Weitere Unterstützung erhielten die Verantwortlichen durch das Programm »Weinberg Campus Accelerator« des Technologie- und Gründerzentrums Halle GmbH (TGZ Halle). Gegenwärtig sind die Gründer auf der Suche nach Investoren, unter anderem zum Aufbau der ersten Produktionsanlage.

## Autor

Priv.-Doz. Dr. Christian Schmelzer  
Geschäftsfeldleiter  
»Biologische und makromolekulare Materialien«  
Tel. +49 345 5589-116  
christian.schmelzer@imws.fraunhofer.de

# Neue Fraunhofer Innovation Platform für Wasserstoff in Südkorea

Fraunhofer IMWS übernimmt federführende Rolle beim Ausbau der deutsch-südkoreanischen Kooperation auf dem Gebiet der Wasserstoffforschung und -entwicklung

Zusammen mit koreanischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern forscht das Fraunhofer IMWS seit 2020 zu Fragen des Imports von grünem Wasserstoff. Mit der »Fraunhofer Innovation Platform for Hydrogen Energy at Korea Institute of Energy Technology FIP-H2ENERGY@KENTECH« wurde jetzt der Grundstein für eine tiefgreifende Zusammenarbeit mit Partnern in Südkorea gelegt.



Im Energiesystem der Zukunft kann Wasserstoff als Rohstoff und Energieträger eine Schlüsselposition einnehmen.

Die Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff spielt eine wesentliche Rolle auf dem Weg zur Defossilisierung der Wirtschaft. Mit klimaneutralem grünem Wasserstoff, der mit Hilfe der Elektrolyse erzeugt wird, sollen fossile Energieträger zunehmend ersetzt werden. Weltweit rechnet man mit einem stark wachsenden Wasserstoff-Bedarf. In Ländern wie Deutschland und Südkorea, wo der Bedarf die Produktionskapazitäten im eigenen Land übersteigt, wird man auf Importe angewiesen sein. Beide Länder stehen damit vor ähnlichen technischen Herausforderungen.

Vor diesem Hintergrund haben sich die Fraunhofer-Gesellschaft und das koreanische Forschungsinstitut KENTECH im Rahmen der »FIP-H2ENERGY@KENTECH (FIP)« zusammengeschlossen. Im Rahmen der ersten Laufzeit von fünf Jahren arbeiten das Fraunhofer IMWS und fünf weitere Fraunhofer-Institute



Prof. Dr. Euijoon Yoon, Präsident KENTECH (links), und Prof. Dr. Axel Müller-Groeling, Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft e.V. – Forschungsinfrastrukturen und Digitalisierung (rechts), bei der Vertragsunterzeichnung in Berlin.

zusammen mit koreanischen Wissenschaftlern an der Entwicklung von Technologien entlang der gesamten Wasserstoff-Wertschöpfungskette. Im Energiesystem der Zukunft kann Wasserstoff als Rohstoff und Energieträger eine Schlüsselposition einnehmen. Um dieses System aktiv mitzugestalten, müssen bestehende Technologien optimiert, neue Lösungen



Nach der Vertragsunterzeichnung in Berlin (von links): Dr. Klemens Ilse (stellv. Direktor »FIP« und Gruppenleiter »Materialdiagnostik für H2-Technologien« am Fraunhofer IMWS), Prof. Dr. Erica Lilleodden (Institutsleiterin Fraunhofer IMWS), Prof. Dr. Euijoon Yoon (Präsident KENTECH), Prof. Dr. Axel Müller-Groeling (Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft e.V. – Forschungsinfrastrukturen und Digitalisierung), Prof. Dr. Chinho Park (Vizepräsident für Forschung und Dekan des KENTECH-Instituts), Prof. Dr. Jihyun Hwang (FIP Geschäftsführer, KENTECH)

entwickelt, Standards gesetzt und entsprechende Infrastrukturen aufgebaut werden.

Gemeinsam werden die Partner in den kommenden Jahren zum Thema Wasserstoff-Logistik forschen. Im Zentrum stehen dabei verschiedene Aspekte der Produktion, der Umwandlung bzw. Verflüssigung, des Transportes und der Nutzung von grünem Wasserstoff. Das Fraunhofer IMWS bringt seine Kompetenzen in den Bereichen Materialcharakterisierung und Entwicklungen für die »Proton Exchange Membrane« (PEM) Elektrolyse sowie in der photovoltaik-getriebenen Wasserstoffproduktion ein.

Die feierliche Vertragsunterzeichnung für die »Fraunhofer Innovation Platform for Hydrogen Energy« fand im Rahmen der 3rd Germany-Korea Hydrogen Conference (H2DeKo'22) am 27. September in Berlin statt. Das Publikum setzte sich aus Gästen von international agierenden Firmen mit Sitz in Korea und

Deutschland, Politikerinnen und Politikern und Expertinnen und Experten aus der Wasserstoff-Welt zusammen. Eine Fraunhofer Innovation Platform ist eine temporäre Forschungseinheit an einer Universität oder Forschungseinrichtung im Ausland, welche in enger Zusammenarbeit mit Fraunhofer-Instituten in Deutschland eingerichtet wird. Gegenwärtig gibt es neben der »FIP-H2ENERGY@KENTECH« 15 Fraunhofer Innovation Platforms weltweit. Ihr Ziel ist die Förderung eines kollaborativen Ansatzes zur Valorisierung, zum Transfer und zur Kommerzialisierung wissenschaftlicher Forschungsergebnisse sowie die Nutzung von Synergien zur Entwicklung neuer Geschäftsmodelle und zur Schaffung von Wettbewerbsvorteilen. Dabei stehen die positiven Auswirkungen der Forschung auf Wirtschaft und Gesellschaft stets im Vordergrund.

## Autor

Dr. Klemens Ilse  
Gruppenleiter  
»Materialdiagnostik für H2-Technologien«  
Tel. +49 345 5589-5263  
klemens.ilse@imws.fraunhofer.de

# »Dynamik in den Forschungsalltag bringen«

## Interview mit Institutsleiterin Prof. Dr. Erica Lilleodden

### Seit dem 1. Februar 2022 leiten Sie das Fraunhofer IMWS. Bitte stellen Sie sich kurz vor.

Gebürtig aus Minnesota, studierte ich Materialwissenschaften an der University of Minnesota – Twin Cities und promovierte an der Stanford University am Department of Materials Science & Engineering. Nach einem Postdoc am Lawrence Berkeley Laboratory ging ich 2004 als Humboldt Fellow nach Deutschland an das Institut für Materialforschung des Forschungszentrums Karlsruhe, dem heutigen KIT. Vor meiner Zeit am Fraunhofer IMWS war ich 15 Jahre am Helmholtz-Zentrum hereon in Geesthacht tätig, wo ich die Abteilung für Experimentelle Werkstoffmechanik leitete. In meinen bisherigen Forschungstätigkeiten konzentrierte ich mich auf das Zusammenspiel zwischen den mikrostrukturellen Eigenschaften und der mikromechanischen Reaktion von Materialsystemen.



### Welche Ziele haben Sie sich für Ihre Amtszeit gesetzt?

Seit seinen Anfängen als unabhängiges Institut hat sich das Fraunhofer IMWS erfolgreich entwickelt. Diesen Weg möchte ich fortsetzen. Bisher wurde am Institut stark auf Wachstum und den Ausbau neuer Forschungsfelder gesetzt. Rückblickend war dies für die Positionierung des Instituts in der deutschen Wissenschaftslandschaft auch sehr wichtig. Ich denke jedoch, dass wir nun an einem Punkt angekommen sind, an dem wir uns wieder auf unsere Kernkompetenz, die Mikrostruktur fokussieren müssen, sozusagen »back to the roots«. Hier bieten sich uns viele Möglichkeiten, neue Märkte zu erschließen und bestehende weiter auszubauen. So können wir beim Transport und bei der Speicherung von grünem Wasserstoff einen großen Beitrag leisten. Mit unserer umfassenden Fehleranalyse-Kompetenz beim Aufspüren von Schwachstellen in Mikrochips, aber auch bei Leichtbaustrukturen, neuartigen Lacken und Kautschuk sind wir ein guter Forschungspartner für die Automobilindustrie. Auch die Ansiedlung des Halbleiterherstellers Intel in Magdeburg ist für uns sehr interessant, da wir dadurch unsere langjährige Kooperation mit Intel weiter ausbauen können. Ferner bieten sich uns durch die bevorstehende »Renaissance« der Photovoltaik-Industrie in Deutschland mit dem Fraunhofer CSP weitere Chancen.

### Was hat Sie dazu bewegt die Position als Institutsleiterin am IMWS anzunehmen?

Die Idee der Fraunhofer Gesellschaft, Forschung und Industrie auf dem Gebiet der angewandten Forschung zusammenzubringen war ein Anreiz für mich. Dieser Ansatz bringt Dynamik in den Forschungsalltag und eröffnet ganz neue Horizonte.

Natürlich war die Position der Institutsleitung eine große Herausforderung für mich, immerhin bringt sie auch die Führung von über 300 Mitarbeitenden mit sich. Gleichzeitig bietet sie mir die Möglichkeit meinen materialwissenschaftlichen Hintergrund weiter auszubauen, breitere Aspekte der Materialwissenschaften kennenzulernen und dadurch neue Perspektiven zu gewinnen.

Auch die Möglichkeit durch den Aufbau und die Pflege von Kontakten zu Wirtschaft, Politik und Unternehmen die Sichtbarkeit des Instituts zu erhöhen, waren Ansporn für mich, mich zu bewerben. Es ist die Vielfalt der Position, die mich gereizt hat.

# 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. Andreas Grassmann, Infineon Technologies AG
- Prof. Dr.-Ing. Claudia Langowsky, Forschungsvereinigung Automobiltechnik e. V.
- Matthias Müller, Schott AG
- Dr. Karoline Piegdon, ZEISS Semiconductor Manufacturing Technology
- Prof. Dr. Joyce Poon, Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik
- Dr. Frank Stietz, Heraeus Holding GmbH
- Dr. Jürgen Ude, Staatssekretär, Staatskanzlei und Ministerium für Kultur des Landes Sachsen-Anhalt



# Preise und Ehrungen

## Auszeichnung im Ranking der »Innovativsten Unternehmen Deutschlands« vom »Capital«-Magazin und Marktforschungsdienstleister »Statista«

Fraunhofer IMWS

02.03.2022, Hamburg



## Preis der Konferenz der Mathematischen Fachbereiche (KMATHF)

Antonia Kaufmann

Antonia Kaufmann wurde mit dem 2. Preis der Konferenz der Mathematischen Fachbereiche (KMATHF) für ihre Arbeit »Numerical Parameter Identification in Models of Fatigue stress of Lightweight Materials« ausgezeichnet. Sie fertigte die Arbeit an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg in Zusammenarbeit mit dem Geschäftsfeld »Polymeranwendungen« an. 09.09.2022, Cottbus



## Best Poster Award CIPS 2022

Bianca Böttge, Sandy Klengel, Falk Naumann

Für das Poster »Potential failure modes of cement-based encapsulation concepts for reliable power electronics« erhielten Falk Naumann, Bianca Böttge und Sandy Klengel den Best Poster Award der Conference on Integrated Power Electronics Systems (CIPS) 2022. 18.03.2022, Berlin

## Forschungspreis für Studierende der Hochschule Merseburg

Paul Beckert

Den Forschungspreis für Studierende der Hochschule Merseburg erhielt Paul Beckert für seine Abschlussarbeit »Comparative life cycle assessment of a light electric vehicle«, die er an der Hochschule in Zusammenarbeit mit dem Geschäftsfeld »Polymeranwendungen« anfertigte. 17.02.2022, Merseburg

## Fraunhofer-Medaille

Prof. Dr. Matthias Petzold

Prof. Dr. Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft (links), übergab dem ehemaligen kommissarischen Leiter des Instituts Prof. Dr. Matthias Petzold die Fraunhofer-Medaille für seine Verdienste innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft und des Instituts. Prof. Dr. Matthias Petzold war vor 30 Jahren einer der ersten Mitarbeitenden am Standort in Halle (Saale). 02.11.2022, Halle (Saale)



## Ehrennadel des Landes Sachsen-Anhalt

Prof. Dr. Dieter Katzer

Für seine außerordentlichen Verdienste beim Aufbau des Standorts und die damit verbundenen Tätigkeiten als Institutsleiter der damaligen Außenstelle des Fraunhofer IWM in Halle (Saale) und für seine Tätigkeiten für die Heinz-Bethge-Stiftung wurde Prof. Dr. Dieter Katzer (rechts) die Ehrennadel des Landes Sachsen-Anhalt durch Prof. Dr. Armin Willingmann, Minister für Wissenschaft, Energie, Klimaschutz und Umwelt und stellvertretender Ministerpräsident des Landes Sachsen-Anhalt (links), verliehen. 02.11.2022, Halle (Saale)



# Patente und Dissertationen

## Erteilte Patente 2022

### Busch, Michael

Mittels eines Modifizierungsreagenzes modifizierte Polymere und Verfahren zu deren Herstellung  
EP 3 224 286 A1

### Höche, Thomas / Krause, Michael / Schusser, Georg

Verfahren zur Präparation einer Probe für die Mikrostrukturdiagnostik sowie Probe für die Mikrostrukturdiagnostik  
EP 3 101 406 A1

### Gläßer, Thomas / Michel, Peter

Vorrichtung zur additiven Fertigung eines Bauteils  
US 2018/0250876 A1

### Busch, Richard / Höche, Thomas / Krause, Michael / Schusser, Georg

Verfahren zur Präparation einer Probe für die Mikrostrukturdiagnostik sowie Probe für die Mikrostrukturdiagnostik  
EP 3 153 838 A1

### Jahn, Ivonne / Lehmann, Stephan / Michel, Peter

Imprägnierwerkzeug zur Fertigung von thermoplastischen Faserverbundwerkstoffen  
DE 10 2016 201 153 A1

### Höche, Thomas / Krause, Michael

Verfahren zur Herstellung eines mikrobearbeiteten Werkstücks mittels Laserabtrag  
JP 2018-47503 A

### Großer, Stephan / Hagendorf, Christian / Turek, Marko

Verfahren und Vorrichtung zur Inspektion von vergrabenen Strukturen in Solarzellen und Solarzellen-Vorstufen  
10 2018 201 723 A1

### Wendler, Ulrich / Malke, Marlen / Müller, Lowis-Gerrit-Boje / Schulze Gronover, Christian / Prüfer, Dirk / Wötzel, Jacqueline / Beiner, Mario / Gupta, Gaurav Kumar

Biomimetic synthetic rubber  
2021105880 / P2021-536513A

### Kiesow, Andreas / Buchholz, Mirko / Sarembe, Sandra / Mäder, Karsten / Kirchberg, Martin / Eick, Sigrun

Tetracyclinkomplexe mit langanhaltender Wirksamkeit  
3873432 A1

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

Verfahren und Vorrichtung zur Prüfung von Solarzellen und Solarmodulen auf Materialdegradation  
3 748 843

### Turek, Marko / Hagendorf, Christian / Großer, Stephan / Zhao, Hongming / Stöckel, Stefan / Krassowski, Eve / Hofmüller, Ekehard

Verfahren zur Verbesserung des ohmschen Kontaktverhaltens zwischen einem Kontaktgitter und einer Emitterschicht einer Siliziumsolarzelle  
10 2020 002 335 A1

### Sporleder, Kai / Turek, Marko / Naumann, Volker / Bauer, Jan / Hagendorf, Christian

Verfahren zur Prüfung von Solarmodulen oder Solarzellen auf potentialinduzierte Degradation  
10 2020 203 747 A1

### Höche, Thomas; Krause, Michael

Verfahren zur Herstellung eines mikrobearbeiteten Werkstücks mittels Laserabtrag  
10-2017-0119463

## Dissertationen

### Ziegeler, Nils Jonas Universität Siegen

Thermal Equivalence Networks for Analysis of Transient Thermography

### Söhl, Stefan MLU Halle-Wittenberg

Entwicklung und Charakterisierung deformationsangepasster Werkstoffverbundbodenplatten zur Reduzierung des Pump-out-Effektes leistungselektronischer Baugruppen

### Behrendt, Stefan MLU Halle-Wittenberg

Analyse der thermischen Leistungsfähigkeit neuartiger Modulkonzepte unter Verwendung anorganischer Verkapselungsmaterialien

### Sporleder, Kai MLU Halle-Wittenberg

Ursachenanalyse potentialinduzierter Degradation an der Rückseite bifazialer Silizium-Solarzellen mit passiviertem Emitter und passivierter Rückseite

# Veröffentlichungen

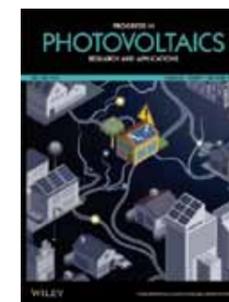
## Highlights



F. Alobaid, N. Almohammed, M. Massoudi Farid, J. May, P. Rößger, A. Richter (IMWS), and B. Epple  
**Progress in CFD Simulations of Fluidized Beds for Chemical and Energy Process Engineering**  
*Progress in Energy and Combustion Science*  
 Volume 91, 2022



A. Bieniek, M. Reinmöller, F. Küster, M. Gräbner, W. Jerzak, A. Magdziarz  
**Investigation and modelling of the pyrolysis kinetics of industrial biomass wastes**  
*Journal of Environmental Management*  
 Volume 319, 2022



Kyranaki, N.; Smith, A.; Yendall, K.; Hutt, D.A.; Whalley, D.C.; Gottschalg, R.; Betts, T.R.  
**Damp-heat induced degradation in photovoltaic modules manufactured with passivated emitter and rear contact solar cells**  
*Progress in Photovoltaics*  
 Volume 30, Issue 9, 2022

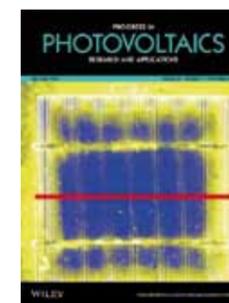


C. Husteden, Y. Brito Barrera, S. Tegtmeier, J. Borges, J. Giselbrecht, M. Menzel, A. Langner, J. F. Mano, Ch. Schmelzer, Ch. Wolk, T. Groth  
**Lipoplex-Functionalized Thin-Film Surface Coating Based on Extracellular Matrix Components as Local Gene Delivery System to Control Osteogenic Stem Cell Differentiation**  
*Advanced Healthcare Materials*  
 2022

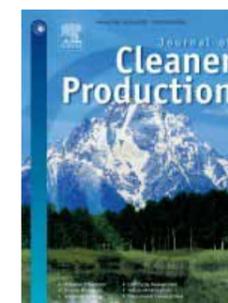
W. Eschen, L. Loetgering, V. Schuster, R. Klas, A. Kirsche, L. Berthold, M. Steinert, T. Pertsch, H. Gross, M. Krause, J. Limpert, J. Rothhardt  
**Material-specific high-resolution table-top extreme ultraviolet microscopy**  
*Light: Science & Applications*  
 Article number: 117 (2022)



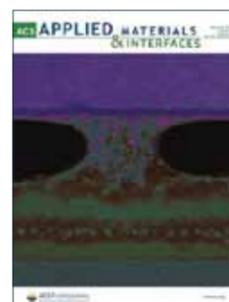
R. Voss / R. Lee  
**Life cycle assessment of global warming potential of feedstock recycling technologies: Case study of waste gasification and pyrolysis in an integrated inventory model for waste treatment and chemical production in Germany**  
*Resources, conservation and recycling*  
 Volume 179, 2022



J. Karas, I. Repins, K. Berger, B. Kubicek, F. Jiang, D. Zhang, J. Jaubert, A. Cueli, T. Sample, B. Jaekel, M. Pander, E. Fokuhl, M. Koentopp, F. Kersten, J. Choi, B. Bora, C. Banerjee, S. Wendlandt, T. Erion-Lorico, K. Sauer, J. Tsan, M. Pravettoni, M. Caccivio, G. Bellenda, Ch. Monokroussos, H. Maaroufi  
**Results from an international interlaboratory study on light- and elevated temperature-induced degradation in solar modules**  
*Progress in Photovoltaics*  
 Volume 30, Issue 11, 2022



P. Rößger, L. Seidl, F. Compart, J. Hußler, M. Gräbner, A. Richter  
**Integrating biomass and waste into high-pressure partial oxidation processes: Thermochemical and economic multi-objective optimization**  
*Journal of Cleaner Production*  
 Volume 358, 2022

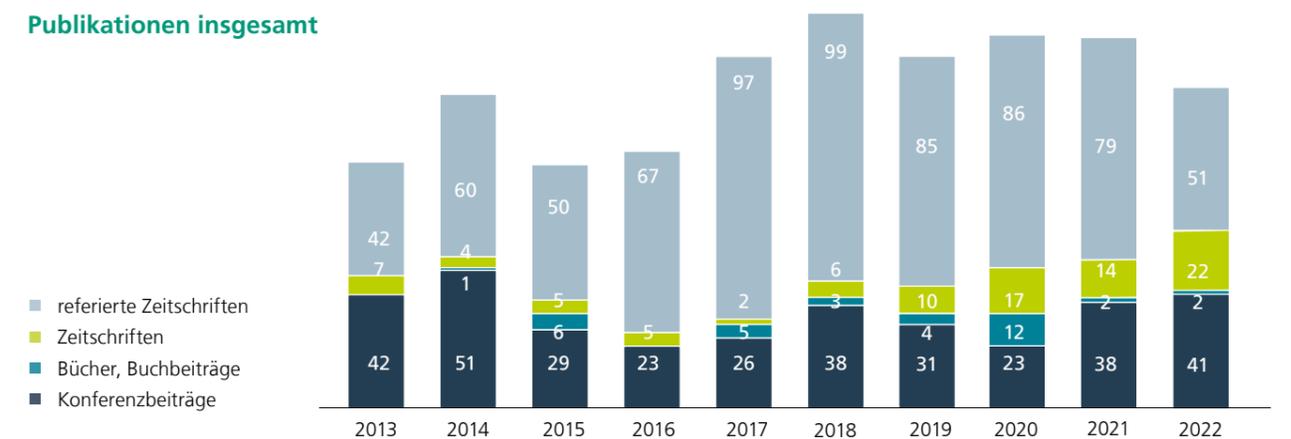


Ph. Storm, K. Karimova, M. Bar, S. Selle, H. von Wenckstern, M. Grundmann, M. Lorenz  
**Suppression of Rotational Domains of CuI Employing Sodium Halide Buffer Layers**  
*ACS Applied Materials & Interfaces*  
 2022



L. Jianfeng, A. Reimers, K. Dang, M. Brunk, J. Drewes, U. Hirsch, Ch. Willems, Ch. Schmelzer, Th. Groth, A. Nia, X. Feng, R. Adelung, W. Sacher, F. Schütt, J. Poon  
**3D printed neural tissues with in situ optical dopamine sensors**  
*Biosensors and Bioelectronics*  
 2022

## Publikationen insgesamt



# Veranstaltungen

## Vom Fraunhofer IMWS (mit-)organisierte Fachveranstaltungen

Bzw. mit aktivem Beitrag (Poster, Fachvortrag etc.)

### Online-Workshop mit der Deutschen Kautschuk Gesellschaft DKG »Technologien und Materialien für nachhaltige Kautschukcompounds«

09.03.–10.03.2022, virtuelle Veranstaltung

### NK2 Workshop Freiberg

22.03.2022, virtuelle Veranstaltung

### Silicon PV – 12th International Conference on Crystalline Silicon Photovoltaics

28.03.–30.03.2022, Konstanz, hybrid

### Rousselot Innovation & Inspiration Days

13.04.–14.04.2022, Gent

### BioZ-Bündnistreffen

12.05.–12.05.2022, Zeitz

### BioEconomy Conference

18.05.–19.05.2022, Halle (Saale)

### GRAVOMer Projektwerkstatt

18.05.–18.05.2022, Chemnitz

### European Wound Management Association EWMA 2022

23.05.–25.05.2022, Paris, hybrid

### Composite Sandwich Conference 2022

24.05.–25.05.2022, Halle (Saale)

### ECTC 2022 – IEEE 72nd Electronic Components and Technology Conference

31.05.–03.06.2022, San Diego

### 16. Thementage Grenz- und Oberflächentechnik ThGOT und 13. Biomaterial-Kolloquium

13.06.–15.06.2022, Zeulenroda

### CAM-Workshop

14.06.–15.06.2022, Halle (Saale)



Der vom Fraunhofer IMWS organisierte internationale CAM-Workshop bringt Expertinnen und Experten aus der Elektronikindustrie und Hersteller von Materialdiagnosegeräten zusammen, um Herausforderungen, neue Lösungen und künftige Bedürfnisse bei der Fehleranalyse und Materialcharakterisierung von elektronischen Geräten, Sensoren und Systemen zu diskutieren.

### PV-Symposium

21.–23.06.2022, Bad Staffelstein

### Deutsche Kautschuk Tagung

27.06.–30.06.2022, Nürnberg

### Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomaterialien DGBM

15.09.–17.09.2022, Essen

### 2022 PER-IADR Oral Health Research Congress

15.09.–17.09.2022, Marseille

### 2022 International Freiberg Conference on waste gasification

19.09.–21.09.2022, Freiberg

### Smart Textiles International Conference »InMotion 2022«

21.09.–23.09.2022, Weimar

### German Materials Society (DGM): Materials Science and Engineering MSE Congress 2022

22.09.–29.09.2022, Darmstadt, hybrid

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

26.09.–29.09.2022, Berlin

### WCPEC-8 – 8th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion (EUPVSEC)

26.–30.09.2022, Mailand



Am Fraunhofer-Stand auf der K Messe wurden das vom Fraunhofer IMWS entwickelte Verfahren TS-Moulding® und das Verbundprojekt »RUBIO« vorgestellt u. a. von David Hartung aus der Gruppe »Thermoplastbasierte Faserverbund-Halbzeuge«.

### Velektronik-Workshop »Analysis 4 trusted electronics«

27.09.2022, Berlin

### 3rd Germany-Korea Hydrogen Conference

27.09.–28.09.2022, Berlin, hybrid

### Matrix Biology Europe 2022

28.09.–30.09.2022, Florenz

### PV Days

19.10.–20.10.2022, Halle (Saale)

### Proteina'22

03.11.–04.11.2022, Magdeburg

### Elektronen- und Röntgenmikroskopie User Meeting 2022

29.11.–01.12.2022, Oberkochen

## Messen

### SMT Connect 2022

10.05.–12.05.2022, Nürnberg

### Intersolar

11.05.–13.05.2022, München

### Transfermesse Magdeburg

14.09.2022, Magdeburg

### K-Messe

19.10.–26.10.2022, Düsseldorf



TS-Moulding®-Demonstrator: Umgeformte Organosandwichstrukturen mit thermoplastischem Wabenkern und Deckschichten aus UD-Tape-Laminaten.

## Weitere öffentlichkeitswirksame Veranstaltungen

### Nacht der Wissenschaft und Wirtschaft

18.06.2022, Freiberg

### Lange Nacht der Wissenschaften

01.07.2022, Halle (Saale)

### Jubiläumsveranstaltung

»30 Jahre Fraunhofer in Halle (Saale)«

02.11.2022, Halle (Saale)



Dr. Patrick Hirsch, Gruppe »Thermoplastbasierte Faserverbund-Bauteile«, informierte interessierte Besucherinnen und Besucher über das Verbundprojekt »RUBIO«.

# Vernetzung

Das Fraunhofer IMWS bringt sich in zahlreiche Netzwerke mit Partnern aus Industrie, Wissenschaft und Zivilgesellschaft ein, 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 Energie
- Fraunhofer-Leitprojekt Manitu
- Fraunhofer-Leitprojekt Waste4Future
- Fraunhofer Academy
- AG Reviernetzwerk (Arbeitsgruppe zum Strukturwandel)
- Fraunhofer Innovation Platform for Hydrogen Energy at Korea Institute of Energy Technology FIP-H2ENERGY@KENTECH

## Vernetzung mit externen Partnern

- Leistungs- und Transferzentrum Chemie- und Biosystemtechnik  
[www.chemie-bio-systemtechnik.de](http://www.chemie-bio-systemtechnik.de)
- Leistungszentrum für transdisziplinäre Systemforschung und Transfer (TransTech)  
<https://s.fhg.de/transtech>
- DFG-Sonderforschungsbereich Polymere unter Zwangsbedingungen  
[www.natfak2.uni-halle.de/sfbtrr102](http://www.natfak2.uni-halle.de/sfbtrr102)

# Hochschulpartnerschaften



- 1 Rensselaer Polytechnic Institute RPI, Troy, New York, USA
- 2 Indiana University, Indianapolis, USA
- 3 University of Connecticut, USA
- 4 University of British Columbia, Vancouver, Canada
- 5 CIC nanoGUNE Nanoscience Cooperative Research Center, San Sebastian, Spanien
- 6 Institute for Nanomaterials, Advanced Technologies and Innovation Technical University of Liberec, Tschechien
- 7 Institute of Scientific Instruments of the Academy of Sciences of the Czech Republic (ISI), Brno, Tschechien
- 8 Université de Reims Champagne-Ardenne, Reims, Frankreich
- 9 Collège de France, Paris, Frankreich
- 10 Institut de Recherche en Energie Solaire et Energies Nouvelles (IRESEN), Rabat, Marokko
- 11 Qatar Environment and Energy Research Institute QEERI, Ar-Rayyan, Katar
- 12 Hanyang University, Seoul, Südkorea
- 13 Korea Institute of Energy Research KIER, Daejeon, Südkorea
- 14 Yeungnam University, Gyeongsan, Südkorea
- 15 Korea Institute of Energy Technology (KENTECH), Naju, Südkorea

- A Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Burg Giebichenstein Kunsthochschule Halle (Saale)
- B Hochschule Anhalt (Köthen)
- C Hochschule Merseburg
- D Otto von Guericke Universität, Magdeburg
- E Universität Leipzig, Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig
- F Technische Universität Dresden
- G Technische Universität Chemnitz
- H Technische Universität Bergakademie Freiberg
- I Technische Universität Ilmenau
- J Fachhochschule Südwestfalen (Soest)
- K Universität Osnabrück
- L Johannes Gutenberg-Universität Mainz
- M Philipps-Universität Marburg

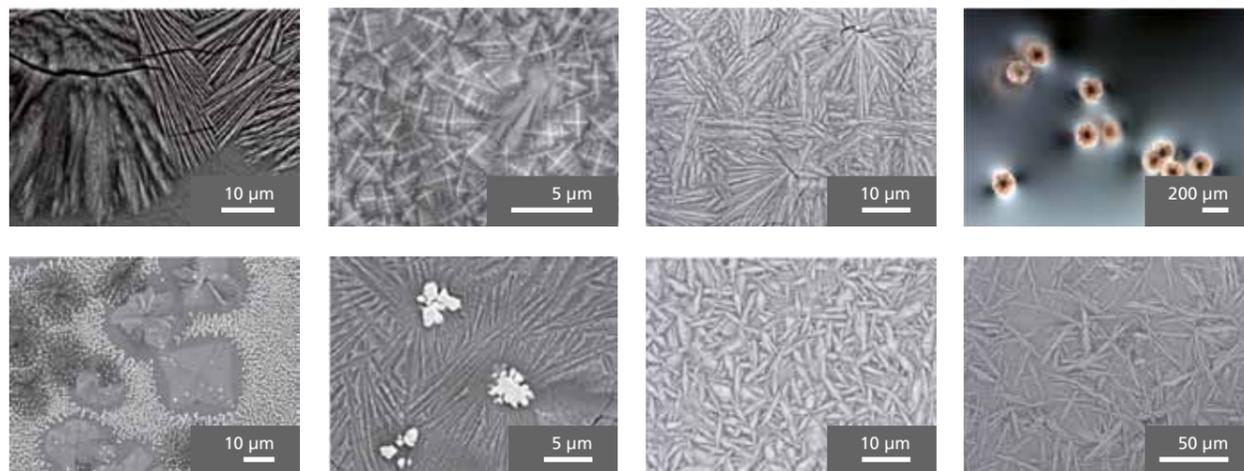
# Unsere Mission

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

Die Arbeit des Fraunhofer-Instituts für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS in Halle (Saale) baut auf den Kernkompetenzen in leistungsfähiger Mikrostrukturdiagnostik und im mikrostrukturbasierten Materialdesign auf. Dabei erforscht das Institut Fragen der Funktionalität und des Einsatzverhaltens sowie der Zuverlässigkeit, Sicherheit und Lebensdauer von innovativen Werkstoffen in Bauteilen und Systemen, die in unterschiedlichen Markt- und Geschäftsfeldern mit hoher Bedeutung für die gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung zur Anwendung kommen. Für seine Partner in der Industrie und für öffentliche Auftraggeber verfolgt das Fraunhofer IMWS das Ziel, zur Entwicklung neuer Werkstoffe beizutragen, Materialeffizienz und Wirtschaftlichkeit zu steigern sowie Ressourcen zu schonen. Damit leistet das Institut einen Beitrag zur Sicherung der Innovationsfähigkeit wichtiger Zukunftsfelder im Hinblick auf Werkstoffe und Technologien sowie zur Nachhaltigkeit als zentraler Herausforderung des 21. Jahrhunderts.



Unsere Kernkompetenz »Mikrostrukturdiagnostik«: Mit modernster Technik sind tiefe Einblicke in Materialien und deren Verhalten im Einsatz möglich.



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.



Mittels modernster Geräte lassen sich Einblicke in die Mikrostruktur von Werkstoffen vornehmen.

## 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 dem vom Fraunhofer IMWS entwickelten Gerät microPREP™ lassen sich ultradünne Proben für die Nanoanalytik schneller und zuverlässiger herstellen.

# Nachhaltigkeitsbericht

Über die letzten Jahre haben wir unsere Bemühungen um Nachhaltigkeit stetig und konsequent ausgebaut. Auch 2022 konnten wir diesen Kurs fortsetzen – sowohl durch die kontinuierliche Verbesserung des eigenen Ressourcenverbrauchs im Forschungsprozess als auch durch Projekte, die sich von ihrer Thematik her an einigen der »UN-Sustainable Development Goals« orientieren.

Anhand intelligenter Systeme zur Steuerung und Überwachung der haustechnischen Anlagen sowie der Energiemessung konnten Optimierungen an der Kältebereitstellung und Anpassungen an den Lüftungssystemen vorgenommen werden, die in den letzten Jahren bereits zu deutlichen Energieeinsparungen geführt haben. In diesem Jahr standen Vorbereitungen für die energieoptimierte Druckluftbereitstellung im Vordergrund. Insbesondere wurden die ersten bestehenden Kompressoren durch Modelle mit modernen drehzahlregelbaren Antrieben ersetzt. Erste Vergleichswerte erwarten wir hierfür im Jahr 2023.

Im Rahmen der Energiekrise haben wir unsere Möglichkeiten zur Energieeinsparung weiter ausgeschöpft. Gemeinsam mit unseren Geschäftsfeldleitern und dem Team der technischen Dienste hat sich die Institutsleitung eingehend mit den Themen Energiemanagement und Versorgungssicherheit auseinandergesetzt. Zusätzliche organisatorische und technische Maßnahmen werden die Einsparpotentiale am Institut steigern und den Übergang zu einem nachhaltigeren und klimafreundlicheren Wissenschaftsbetrieb beschleunigen.

So wurden in Anlehnung an die Verordnung der Bundesregierung zur Sicherung der Energieversorgung weiterführende Energiesparmaßnahmen beschlossen. Die Standardraumtemperaturen wurden auf 20°C abgesenkt, auch in Technikräumen und Laboren wurde die Raumtemperatur auf 20°C abgesenkt und nur noch zu abgestimmten Zeiten auf die u. a. in Prüfnormen geforderte Standardtemperatur hochgefahren. Auch unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter haben tatkräftig individuelle Einsparmöglichkeiten genutzt, um zu einer positiveren Energiebilanz des Instituts beizutragen.

Längerfristig werden auch drei weitere Maßnahmen dabei helfen, den Stromverbrauch und damit auch unsere

CO<sub>2</sub>-Emissionen weiter zu reduzieren: die Installation einer PV-Anlage auf dem Dach des Gebäudes an der Walter-Hülse-Straße, der Ausbau des Energiemanagementsystems sowie die fortlaufende Optimierung der haustechnischen Anlagen. Zu diesen Maßnahmen zählen u. a. die Absenkung des Netzdrucks für den Luftdruck sowie die Umstellung der Beleuchtung aller Technika des IMWS auf LED.

Mit unseren Forschungsprojekten greifen wir u. a. Themen wie saubere Energie, nachhaltige Produktion oder Gesundheit auf, die Teil der 17 »UN-Sustainable Development Goals« sind. Wir erforschen ideale Vernetzungsgrade bei Solarmodulen zur Steigerung der Produktivität von Photovoltaik-Anlagen, erhöhen Energieeffizienz und schonen Ressourcen durch die Forschung zu Leistungshalbleitern aus Galliumnitrid oder widmen uns Fragen des Imports von grünem Wasserstoff. Mit effizienter Leichtbau-Sandwichttechnologie sorgen wir für klimafreundliche Logistik-Systeme oder entwickeln innovative Vliesstoffe für verbesserte Schutztextilien. Dies sind nur einige der Forschungsthemen, denen sich das Fraunhofer IMWS im letzten Jahr gewidmet hat. Zusammen mit Partnern aus Industrie und Wissenschaft sowie anderen Fraunhofer-Instituten greifen wir Themen auf, die sich an den sechs globalen Herausforderungen im Rahmen der »UN-Sustainable Development Goals« orientieren, die die Fraunhofer-Gesellschaft, basierend auf ihrer Expertise, für sich identifiziert hat. Hierzu zählen Gesundheit, Wasser, saubere Energie, nachhaltige Industrialisierung, nachhaltige Städte und nachhaltige Produktion.

Zur Stärkung der sozialen Aspekte im Nachhaltigkeitskonzept führen wir die Ende 2021 abgeschlossene Betriebsvereinbarung zum orts- und zeitflexiblen Arbeiten fort. Diese Maßnahme trägt dazu bei, die Vereinbarkeit von Beruf und Familie zu erleichtern und Ressourcen durch nicht notwendige Fahrtwege einzusparen. Gleichzeitig ist sie Teil der New Work Initiative der Fraunhofer-Gesellschaft. Im Rahmen dieses Projekts sollen Partizipation, Vertrauen, Kollaboration und die Kooperation untereinander gefördert, mehr Verantwortung an die Mitarbeitenden gegeben und kundenorientierte Organisations- und Kooperationsformen gestärkt werden. Ziel ist es, nicht nur die Attraktivität als Arbeitgeber zu steigern, sondern auch die Innovationskraft zu stärken und die Kundenzufriedenheit zu erhöhen.

# Ausblick

In diesem Jahr feierten wir 30 Jahre Fraunhofer-Aktivitäten in Halle (Saale) und blickten auf spannende Projekte, herausragende Forschungsleistungen und bereichernde Kooperationen zurück. Seit 1992 ist das Fraunhofer IMWS, zunächst als Außenstelle des Fraunhofer-Instituts für Werkstoffmechanik IWM in Freiburg, ein nachgefragter und zuverlässiger Ansprechpartner für Industrie und Gesellschaft in allen Fragen, die die Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen betreffen.

2023 wollen wir diese Erfolgsgeschichte fortschreiben und mit unseren Forschungsprojekten die Zukunftsthemen Nachhaltigkeit, Kreislaufwirtschaft und Klimaschutz maßgeblich mitbestimmen. Damit einhergehend wird die Schärfung unseres Profils das nächste Jahr im Vordergrund stehen. Im Rahmen eines internen Strategieworkshops werden wir uns intensiv mit der strategischen Ausrichtung des Instituts auseinandersetzen. Ziel ist es, uns wieder mehr auf unsere Kernkompetenzen im Bereich Mikrostrukturanalyse zu fokussieren, um diese weiter auszubauen aber auch um neue Märkte zu identifizieren. Somit können wir die Region und Industrie als zuverlässiger Partner unterstützen.

Eine wichtige Rolle spielen dabei auch unsere Wasserstoffaktivitäten. Wir werden uns in Zukunft auf die Materialanalytik und Fehlerdiagnose für H<sub>2</sub>-Technologien mit Schwerpunkt Elektrolyse und Brennstoffzellen konzentrieren. Auch wird die mögliche Renaissance der Photovoltaik-Branche in Mittel- und Gesamtdeutschland 2023 eines der bestimmenden Themen für uns sein. Hier wollen wir unsere Rolle als verlässlicher Forschungs- und Entwicklungspartner für die Photovoltaikindustrie weiter ausbauen und unsere Kompetenzen am Fraunhofer CSP in der Qualitätssicherung entlang der gesamten Wertschöpfungskette, speziell in den Bereichen Material-, Solarzellen- und Modulzuverlässigkeit und Systemdiagnostik, stärken.

Zu Beginn 2023 wird unsere Außenstelle in Freiberg und damit unser Geschäftsfeld »Kohlenstoffkreislauf-Technologien« an das Fraunhofer IKTS wechseln. Durch verschiedene Projekte werden wir verbunden bleiben und das Thema Kohlenstoff-Kreislaufwirtschaft auch weiterhin bearbeiten. Im Fraunhofer-Leitprojekt »Waste4Future« erforschen wir beispielsweise neue Wege für das Kunststoff-Recycling. Um

unsere Transferaktivitäten weiter zu intensivieren, werden wir 2023 die Führungsrolle im Leistungszentrum Chemie- und Biosystemtechnik (CBS) wieder übernehmen. Das Leistungszentrum versteht sich als Transfernetzwerk von Forschungseinrichtungen und Unternehmen im mitteldeutschen Raum, um mit gezielten Maßnahmen und Kooperationsprojekten Wissen und Technologien aus Fraunhofer-Instituten und Hochschulen insbesondere in kleine und mittlere Unternehmen der Region zu transferieren.

Veranstaltungshighlight wird im nächsten Jahr der internationale CAM Workshop sein. Die Aktualität des Workshops zum Thema Fehlerdiagnostik in der Mikroelektronik wird auch durch die geplante Intel-Ansiedlung in Magdeburg unterstrichen. Bei der Langen Nacht der Wissenschaften im Juli öffnen wir unsere Türen wieder für die interessierte Öffentlichkeit. Die bereits etablierten PV Days werden im Herbst stattfinden.

Wir freuen uns auf persönliche Begegnungen bei der ein oder anderen Veranstaltung und auf die weitere Zusammenarbeit mit Ihnen. Gemeinsam werden wir uns auch in Zukunft neuen Herausforderungen erfolgreich stellen.

# Organigramm

INSTITUTSLEITUNG: Erica Lilleodden, Thomas Höche (stv.), Thomas Merkel (Verwaltungsleiter)

## GESCHÄFTSFELDER

Werkstoffe und Bauelemente der Elektronik Frank Altmann*	Fraunhofer-Center für Silizium-Photo-Voltaik CSP Ralph Gottschalg	Optische Materialien und Technologien Thomas Höche	Kohlenstoffkreislauf-Technologien (Freiberg) Martin Gräbner	Polymeranwendungen Maik Feldmann	Anwendungszentrum für anorganische Leuchtstoffe (Soest) Stefan Schweizer	Biologische und makromolekulare Materialien Christian Schmelzer
Bewertung elektronischer Systemintegration Sandy Klengel	Diagnostik und Metrologie Solarzellen Christian Hagendorf	Mikrostrukturbasierte Materialprozessierung Michael Krause	Thermochemische Konversion** Jörg Kleeberg	Thermoplastbasierte Faserverbund-Halbzeuge Ivonne Jahn		Charakterisierung medizinischer und kosmetischer Pflegeprodukte Andreas Kiesow
Diagnostik Halbleitertechnologien Frank Altmann	PV-Systeme und Integration Matthias Ebert	Mikrostruktur optischer Materialien Christian Patzig	Systemanalyse und Technologietransfer** Martin Gräbner	Bewertung von Faserverbundsystemen Ralf Schlimper		Biofunktionale Materialien für Medizin und Umwelt Andrea Friedmann
	Materialanalytik Sylke Meyer		Prozessmodellierung und -optimierung** Martin Gräbner	Polymerbasiertes Materialdesign Mario Beiner		
	PV-Module, Komponenten und Fertigung Bengt Jäckel		Chemische Prozesse und Katalyse** Sven Kureti	Thermoplastbasierte Faserverbund-Bauteile Matthias Zscheyge		
	Materialdiagnostik für H2-Technologien Klemens Ilse			Gerätebau und Konstruktion Andreas Krombholz		

\* kommissarisch  
\*\* in Gründung

## VERWALTUNG

Thomas Merkel

Projekte und Finanzen Sven Heßler	Technische Dienste und IT Sebastian Gerling
Personal und Dienstreisen Constanze Päldecke	Recht und Compliance Thomas Merkel

## WISSENSCHAFTSMANAGEMENT

Erica Lilleodden

Büro Institutsleitung Tina Scharf	Team Kommunikation Ariane Aue de Herrera
--------------------------------------	---

# Impressum

**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

Ariane Aue de Herrera, Luisa Mehl, Fraunhofer IMWS  
Redaktionsschluss: 31. März 2023

## Anschrift der Redaktion

Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS  
Team Kommunikation  
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

Fraunhofer-Druckerei

Alle Rechte vorbehalten. Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.

## Abbildungsverzeichnis

S. 8: © Fraunhofer IMS  
S. 12: © Fraunhofer CSP  
S. 20: © TU Bergakademie Freiberg  
S. 21: © IEC – TU Bergakademie Freiberg  
S. 23: © S.Bethke  
S. 24: © Holger Jacoby/ Fraunhofer  
S. 36: © CHLietzmann/ Fraunhofer  
S. 37: © CHLietzmann/ Fraunhofer  
S. 45: © Holger Jacoby/ Fraunhofer

Alle weiteren Abbildungen: © Fraunhofer IMWS

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