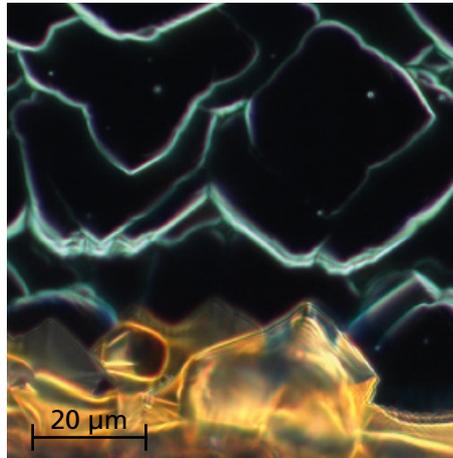




DIE GROSSEN HERAUSFORDERUNGEN VON HEUTE ERFORDERN LÖSUNGEN AUF DER KLEINSTEN EBENE

Bis 2050 wird die Weltbevölkerung voraussichtlich auf 9 Milliarden Menschen angewachsen sein. Wenn wie bisher weitergewirtschaftet wird, verbraucht die Menschheit dann global jährlich 140 Milliarden Tonnen Mineralien, Erze, fossile Brennstoffe und Biomasse – dreimal so viel wie heute.

Doch die Ressourcen der Erde sind begrenzt. Sie effizient und nachhaltig zu nutzen, ist deshalb die zentrale Herausforderung der Menschheit im 21. Jahrhundert. Das gilt insbesondere für den Industriestandort Deutschland mit seinem hohen Materialkostenanteil in der Produktion und seiner Abhängigkeit von der Exportpolitik anderer Nationen.

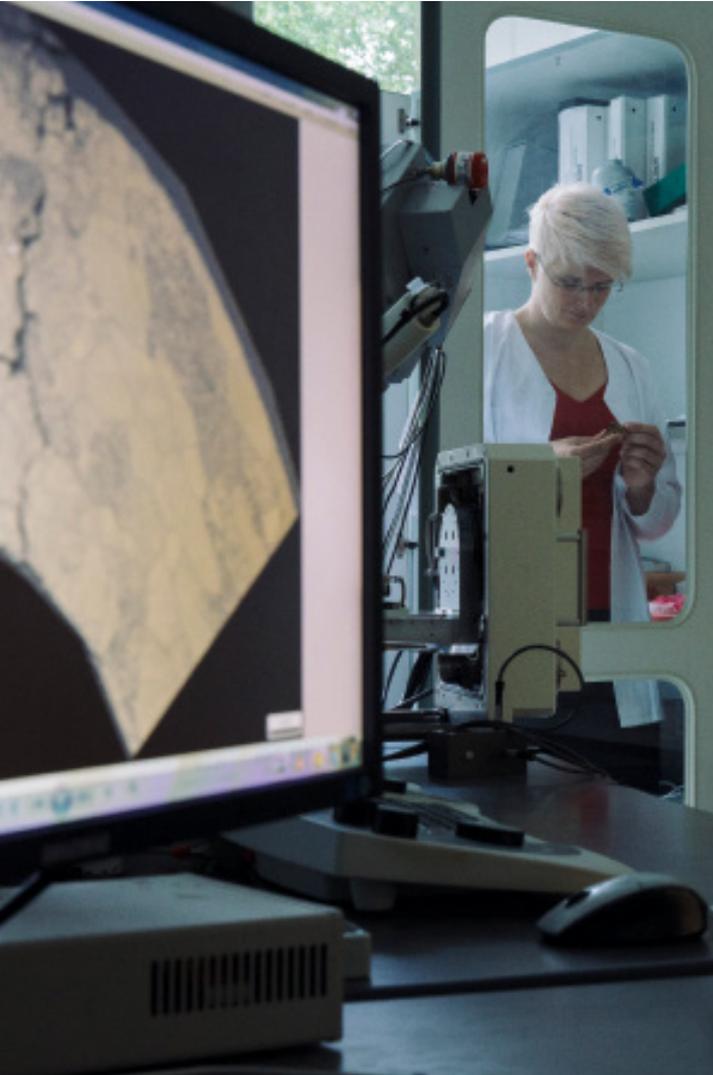


Die Kenntnis der Mikrostruktur ist Voraussetzung, um das Verhalten von Werkstoffen zu verstehen. Hier sind Übergangsbereiche an geätzten und mit Laser bearbeiteten Silizium-Wafern zu sehen.

Mit dem Ziel, Materialeffizienz und Wirtschaftlichkeit zu steigern und Ressourcen zu schonen, ist das Fraunhofer IMWS Ansprechpartner für Industrie und öffentliche Auftraggeber. Das Fraunhofer IMWS adressiert Fragestellungen dazu in der kleinsten Dimension, auf der Mikrostrukturebene von Werkstoffen und Systemen, und trägt so zu Lösungen für globale Herausforderungen bei.

IM WERKSTOFF

MIKROSTRUKTURDIAGNOSTIK – DISCOVERED BY FRAUNHOFER IMWS



WIR VERSTEHEN MATERIAL!

Schon seit den 1960er-Jahren wurde in Halle (Saale) in den Vorgängereinrichtungen des Fraunhofer IMWS exzellente Mikrostrukturaufklärung betrieben. Unser Institut verfügt über ausgezeichnetes Know-how und bietet innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft die umfassendste Ausstattung zur Mikrostrukturaufklärung.

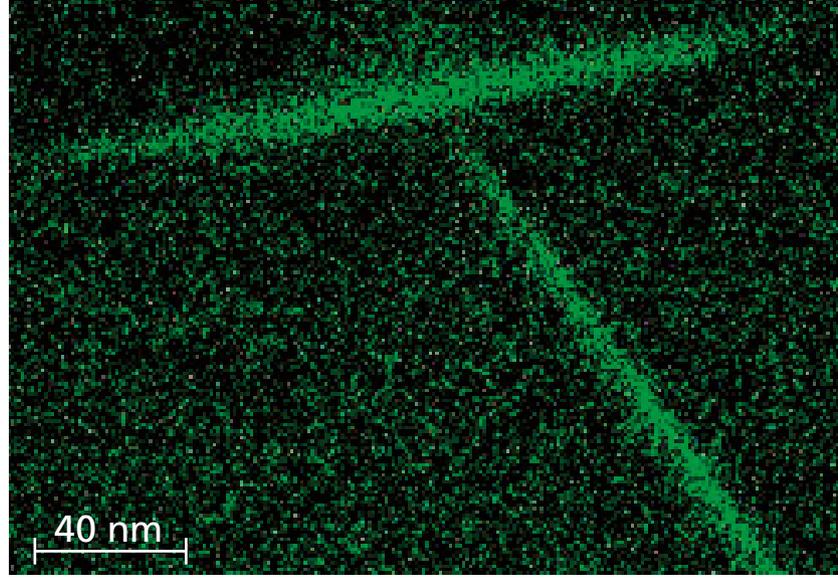
Bis zur atomaren Ebene hinunter bestimmen wir damit mikrostrukturelle Werkstoff- und Bauteilmerkmale und die daraus resultierenden Eigenschaften im Einsatzfall. Wir treffen Aussagen zu Materialzusammensetzungen, Gefüge- und Kristallstrukturen, Fehler- und Defektbildungen sowie Reaktions- und Verschleißprozessen.

Wir setzen die Mikrostruktur in Korrelation zu lokalen mechanischen, elektrischen und thermophysikalischen Eigenschaften und machen so Leistungsreservoirs nutzbar. Unser Hauptaugenmerk liegt dabei auf Halbleitern, Polymeren und biologischen Materialien.

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



Auf der Nanoskala optimierte Komposite tragen dazu bei, den Rollwiderstand von Reifen zu senken.



Messung der Natriumverteilung am Querschnitt eines Kurzschlussdefekts in einer Solarzelle, der durch PID verursacht wurde.

AKTUELLE HIGHLIGHTS

Füllstoffnetzwerke in kautschukbasierten Kompositen

Durch die Zugabe von nanoskaligen Füllstoffen in kautschukbasierte Komposite, beispielsweise für Autoreifen, lassen sich wichtige mechanische Eigenschaften wie Härte, Elastizitätsmodul oder Abriebfestigkeit beeinflussen. Detaillierte Untersuchungen auf der Mikrostrukturebene am Fraunhofer IMWS haben gezeigt: Gibt man nanoskalige Füllstoffe hinzu, bildet sich im Material ein durchgehendes »Füllstoffnetzwerk«, das nicht nur die Füllstoffpartikel selbst, sondern auch viskoelastische Elemente enthält, die von immobilisierten, glasartigen Kautschuksegmenten an der Füllstoffoberfläche gebildet werden. Das Füllstoffnetzwerk dominiert die mechanischen Eigenschaften des Reifens, sodass mit einer Optimierung der Zusammensetzung etwa der Rollwiderstand und damit der Kraftstoffverbrauch gesenkt werden kann, bei gleichzeitiger Erhaltung des Nassgriffs.

Mikrostrukturelle Ursachen von PID-Effekt in Solarzellen

Die Potential-induzierte Degradation (PID) ist eine der häufigsten Ursachen für Leistungseinbußen in Photovoltaikmodulen mit kristallinen Siliziumsolarzellen. Am Fraunhofer IMWS konnten auf mikrostruktureller Ebene die physikalischen Grundlagen dieses Defektmechanismus aufgeklärt werden: Natrium dringt unter dem Einfluss von hohen elektrischen Spannungen an die Oberfläche der Siliziumsolarzellen vor und dringt dort in flächige Kristallbaufehler (»Stapelfehler«) ein. Die mit Natrium dekorierten Stapelfehler weisen eine sehr hohe elektrische Leitfähigkeit auf und schließen damit die beiden Pole der Solarzellen kurz, woraus ein beträchtlicher Leistungsverlust resultiert. Auf Basis dieses umfassenden physikalischen Verständnisses wurden in Zusammenarbeit mit Partnern mehrere Testgeräte entwickelt, die die Qualitätskontrolle von Solarzellen erheblich vereinfachen.

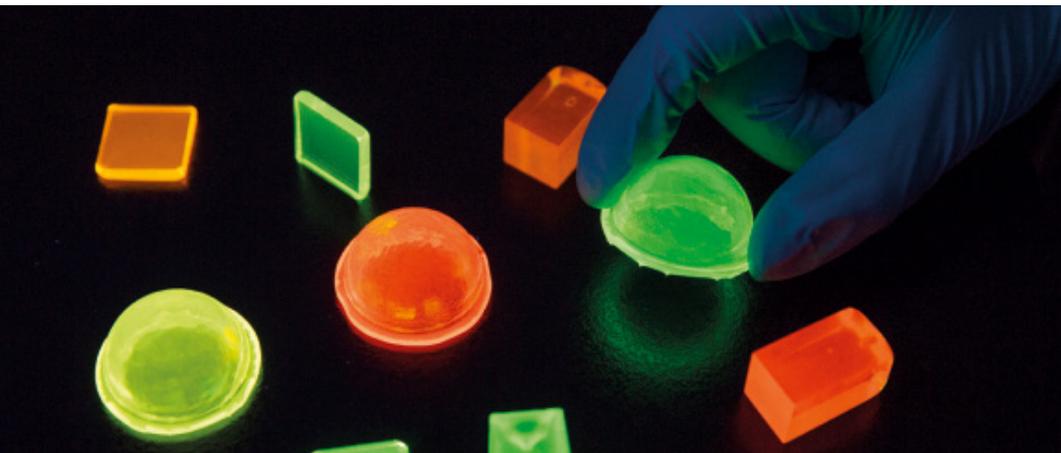
MIKROSTRUKTURDESIGN – DESIGNED BY FRAUNHOFER IMWS

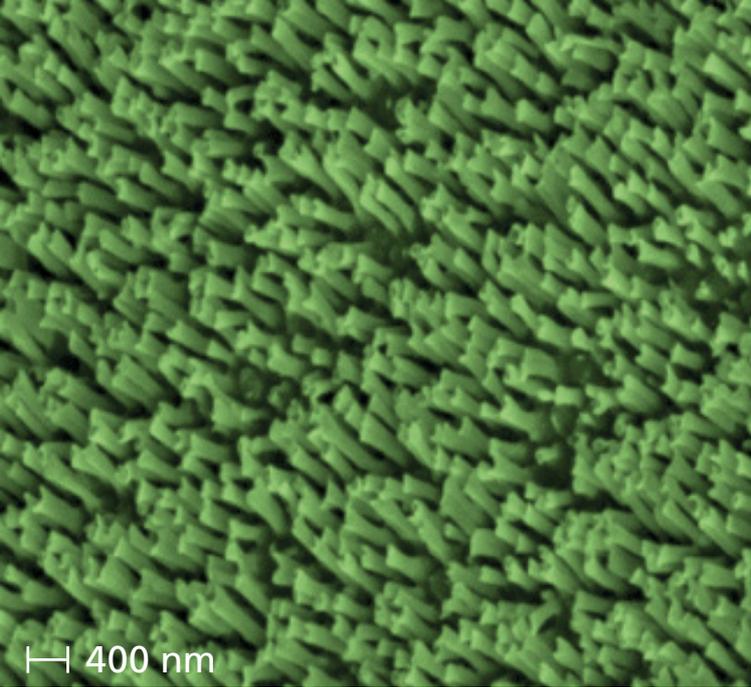
WIR BEHERRSCHEN MATERIAL!

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.

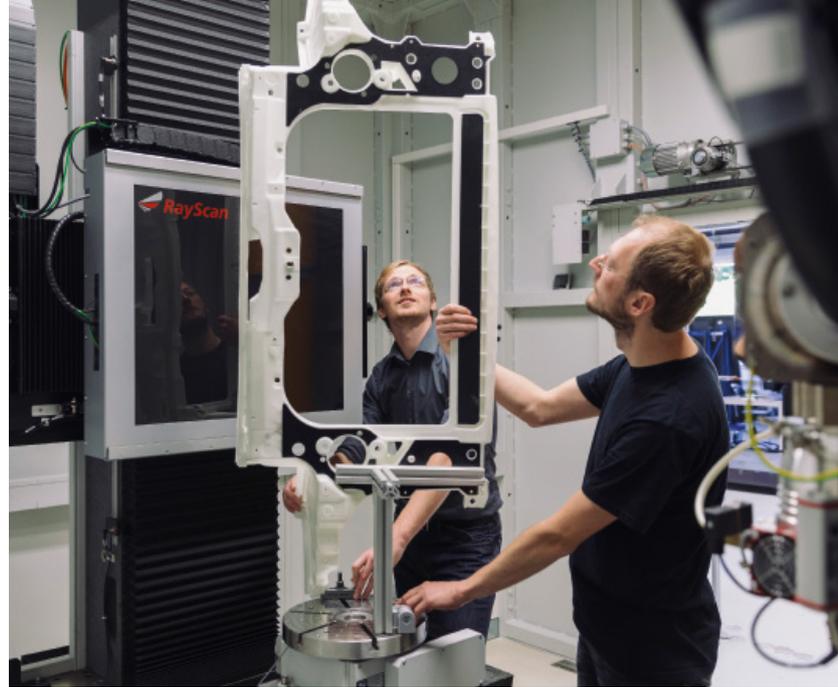
l.: Spezialgläser, die mit Seltenen Erden dotiert wurden (hier unter Anregung mit UV-Licht) eröffnen neue Anwendungsmöglichkeiten.

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





Rasterelektronenmikroskopaufnahme eines nanostrukturierten Kunststoffes.



Ein Pkw-Frontendträger aus faserverstärktem Kunststoff wird in der Röntgen-CT-Anlage untersucht.

AKTUELLE HIGHLIGHTS

Kombiniertes Mikro- und Nanoprägeverfahren für Kunststoff-Oberflächen

Am Fraunhofer IMWS wurde im Rahmen des Leistungszentrums Chemie- und Biosystemtechnik ein kombiniertes Mikro- und Nanoprägeverfahren entwickelt, mit dem sich die Oberflächen von Polymeren durch spezielle Formwerkzeuge (Prägestempel) modifizieren lassen. Indem sie die gewünschte Strukturierung im Mikro- und im Nanometerbereich erhalten, lassen sich Eigenschaften wie das Benetzungsverhalten oder die optische Reflexion der Kunststoffe optimieren. Das bietet neue Anwendungsmöglichkeiten für die Verpackungsindustrie und Biotechnologie.

Faserverstärkte Kunststoffe für mobile Leichtbauanwendungen

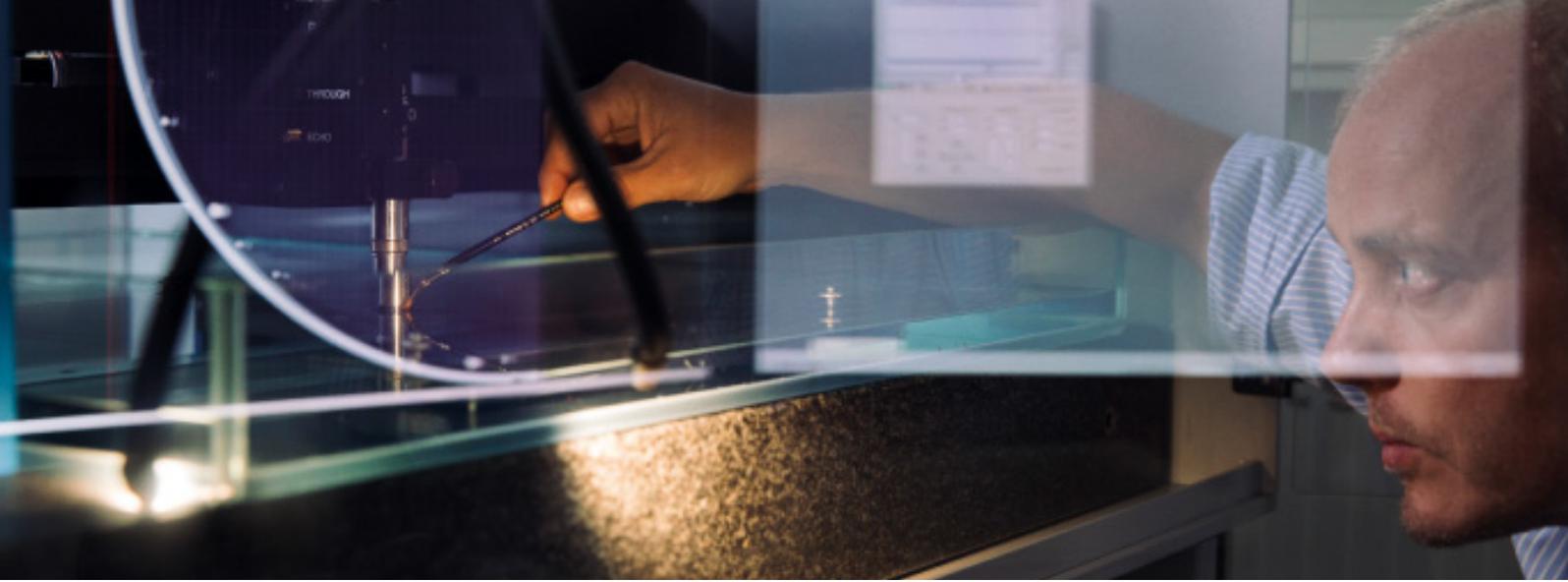
Das Fraunhofer IMWS beweist auch bei faserverstärkten Kunststoffen die Potenziale des Mikrostrukturdesigns: Hier lässt sich die Ausrichtung der Fasern direkt an den Lastverlauf anpassen. So wird die auf ein Bauteil einwirkende Last optimal verteilt. Das eröffnet ein enormes Anwendungsspektrum vor allem für den Leichtbau, auch mit biobasierten Werkstoffen.

ENTWICKLUNG VON PRÜFGERÄTEN – ENGINEERED BY FRAUNHOFER IMWS

Erfolgreiche Mikrostrukturanalytik im Sinne unserer Kunden ist nur durch den Einsatz von hochkarätigem Instrumentarium möglich. Komplexe Fragestellungen 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.

Ultradünne Proben für die Nanoanalytik lassen sich mit dem Gerät microPREP™ schneller und zuverlässiger herstellen.





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

AKTUELLE HIGHLIGHTS

Schnellere Vorpräparation für TEM-Lamellen

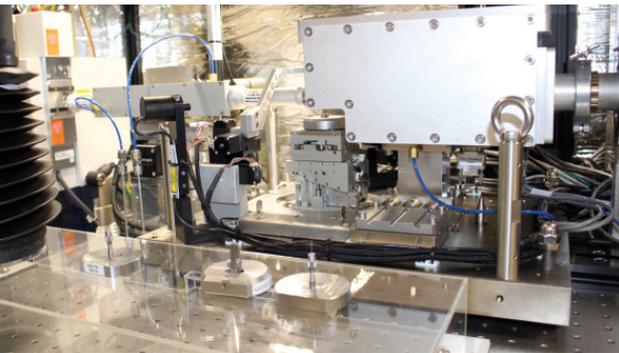
Der Erkenntnisgewinn durch Mikrostrukturanalytik ist eng verknüpft mit dem anwendungsspezifischen Einsatz von hochauflösenden Bildgebungsverfahren. Neueste Transmissionselektronenmikroskope können zwar Strukturdetails sichtbar machen, die eine Länge kleiner als 1 Ångström haben, setzen dafür aber eine anspruchsvolle Präparation der Proben voraus. Um diesen Vorgang massiv zu beschleunigen, entwickelte das Fraunhofer IMWS gemeinsam mit der 3D-Micromac AG aus Chemnitz ein laserbasiertes Gerät zur Vorpräparation. Unter Verwendung ultrakurzer Laserpulse erreicht man dabei hohe Abtragsraten bei gleichzeitig sehr guter Fokussierung und geringer Probenschädigung, sodass neben der kürzeren Bearbeitungszeit auch völlig neue und an das Analyseverfahren angepasste Probengeometrien möglich sind. Das Gerät microPREP™ bietet so auch die Möglichkeiten zum Hochdurchsatzscreening in der Mikrostrukturaufklärung.

Entwicklung eines akustischen GHz-Rastermikroskops

Für die Entwicklung von mikroelektronischen Bauteilen werden leistungsfähige Diagnostikverfahren benötigt, mit deren Hilfe Schwachstellen wie Rissbildungen oder Schichtablösungen schnell und zielgenau detektiert werden können. Zunehmende Miniaturisierung und Komplexität der zu analysierenden Elemente führt zu einem hohen Innovationsbedarf. Gemeinsam mit dem Gerätehersteller PVA Tepla Analytical Systems GmbH hat das Fraunhofer IMWS ein weltweit einzigartiges, rasterakustisches Mikroskop für den Hochfrequenzbereich von bis zu 2 GHz entwickelt. Die damit verbundenen Möglichkeiten der zerstörungsfreien Defektanalyse in Dünnschichtsystemen, die messtechnische Erfassung mechanischer Parameter sowie eine sehr hohe laterale und Tiefenauflösung im einstelligen Mikrometerbereich erschließen neue Anwendungsbereiche für die akustische Mikroskopie.

AUSSTATTUNG

Das Fraunhofer IMWS verfügt über hochmoderne Geräte für alle Fragen rund um die Mikrostrukturaufklärung, vom Elektronenmikroskop über Klimakammern bis hin zu Pilotanlagen. So lassen sich stets passgenaue Lösungen für die Anliegen der Kunden finden.



Das Röntgenmikroskop ZEISS Xradia 810 Ultra ermöglicht hochaufgelöste, dreidimensionale Einblicke ins Innere von Werkstoffen.



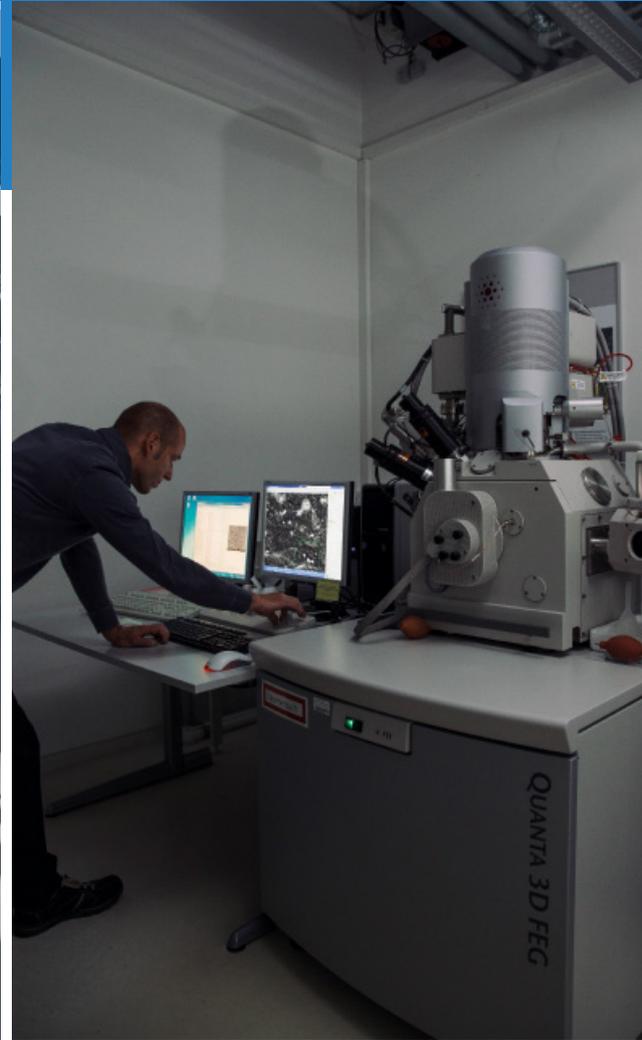
Der Titan³ verfügt über eine sehr hohe Abbildungsqualität und bietet Analysemöglichkeiten bis in den atomaren Bereich.



Mit der UD-Tape-Anlage können auch biobasierte Kunststoffe verarbeitet werden – mit bis zu 20 Metern pro Minute.



Die Röntgen-CT-Anlage ermöglicht in situ-Messungen, kann also Werte ermitteln, während die Probe sich verändert.



Mit fokussierten Ionenstrahlen werden im ESEM-FIB-System biologische Materialien in höchster Auflösung untersucht.



STANDORTE

Halle (Saale): Hier befindet sich der Hauptsitz des Fraunhofer IMWS auf dem Weinberg Campus, dem zweitgrößten Wissenschaftspark in Ostdeutschland. Auch zwei weitere Einrichtungen des Instituts sind auf dem Weinberg Campus beheimatet: das Fraunhofer-Center für Angewandte Mikrostrukturdiagnostik CAM und das Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP.

Das Center for Economics of Materials CEM, eine gemeinsame Einrichtung des Fraunhofer IMWS und der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, befindet sich im Herzen der Stadt am Friedemann-Bach-Platz.

Schkopau: Im ValuePark® betreibt das Fraunhofer IMWS gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP das Fraunhofer-Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung PAZ. Auch das Modultechnologiezentrum des Fraunhofer CSP ist hier beheimatet.

Leuna: Hier entsteht gemeinsam mit dem Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP eine Elektrolyseplattform.

Soest: Auf dem Campus der FH Südwestfalen in Soest befindet sich das Fraunhofer-Anwendungszentrum für Anorganische Leuchtstoffe.

Freiberg: In unserer Außenstelle werden chemische Umwandlungsprozesse erforscht, in enger Zusammenarbeit mit der TU Bergakademie.

KEY FACTS

- Mehr als 37 Millionen Euro wurden seit 1992 am Fraunhofer IMWS in Geräte zur Mikrostrukturaufklärung investiert
- Das Fraunhofer IMWS ist das erste Fraunhofer-Institut in Halle (Saale) und das zweite in Sachsen-Anhalt.
- Der Haushalt des Fraunhofer IMWS wird finanziert durch externe Erträge aus Industrie und öffentlicher Hand sowie durch eine institutionelle Förderung (Grundfinanzierung).
- Das Fraunhofer IMWS ist nach ISO 9001 zertifiziert. Damit gewährleistet unser Qualitätsmanagement-System, dass unsere Projekte vom Bericht bis zu den Messergebnissen präzise rückverfolgt werden können.

VERNETZUNG

Erfolg durch Zusammenarbeit – dieses Prinzip verfolgt das Fraunhofer IMWS auf vielfältige Weise. Innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft ist das Institut in zahlreiche Verbünde, Allianzen und Projektgruppen eingebunden, etwa zu den Themen Leichtbau und Energie. Dazu kommen Aktivitäten

in Sonderforschungsbereichen und Spitzenclustern sowie Kooperationen mit anderen Hochschulen und Forschungsorganisationen. Eine fundierte und praxisnahe Ausbildung für Studierende ermöglicht das IMWS durch nationale und internationale Hochschulpartnerschaften.



Hochschulpartnerschaften des Fraunhofer IMWS in Deutschland

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

KONTAKT

Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS

Fraunhofer IMWS
Walter-Hülse-Straße 1
06120 Halle (Saale)

Telefon +49 345 5589-0
info@imws.fraunhofer.de
www.imws.fraunhofer.de

Impressum

Redaktion

Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn
Clemens Haufe
Michael Kraft

Gestaltung

Daniel Mudra

Produktion

REPROCENTER GmbH,
Halle (Saale)

Anschrift der Redaktion

Fraunhofer-Institut für Mikro-
struktur von Werkstoffen
und Systemen IMWS
Öffentlichkeitsarbeit
Walter-Hülse-Straße 1
06120 Halle (Saale)
Tel: +49 345 5589-213
Fax: +49 345 5589-101
info@imws.fraunhofer.de
www.imws.fraunhofer.de

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

Bildquellen

Seite 8 rechts © Matthias
Heyde/Fraunhofer IMWS
Alle übrigen Abbildungen:
© Fraunhofer IMWS

Redaktionsschluss

Januar 2016



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR MIKROSTRUKTUR VON WERKSTOFFEN UND SYSTEMEN IMWS