



Fraunhofer-Institut für Schicht-
und Oberflächentechnik IST

Jahresbericht 2023

Fraunhofer IST
Jahresbericht

2023

Mit unseren Methoden, Werkzeugen und Technologien arbeiten wir an einer nachhaltigkeitsorientierten Planung und Gestaltung von Fabrikssystemen. Dabei berücksichtigen wir die dynamischen Wechselwirkungen zwischen Produktionsmaschinen und -prozessketten, technischer Gebäudeausrüstung sowie Gebäudehülle.«

Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann, Institutsleiter



Vorwort der Institutsleitung



Prof. Dr.-Ing. Sabrina Zellmer und Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann.

Sehr geehrte Damen und Herren,

das Jahr 2023 war für das Fraunhofer IST sehr dynamisch und hat einige Veränderungen und Weiterentwicklungen mit sich gebracht. Im vergangenen Jahr haben wir Dr. Lothar Schäfer als stellvertretenden Institutsleiter in den Ruhestand verabschiedet. Seit dem 1. Juli 2023 übernimmt Prof. Dr.-Ing. Sabrina Zellmer, Leiterin der Abteilung »Verfahrens- und Fertigungstechnik für nachhaltige Energiespeicher und Systeme« und Professorin für »Batterie- und Brennstoffzellen-Prozesstechnik« am Institut für Partikeltechnik (iPAT) der TU Braunschweig, diese Funktion.

Darüber hinaus ist seit 2023 der Nachhaltigkeitsexperte Prof. Dr. Stephan Krinke bei uns am Fraunhofer IST tätig und baut eine neue Abteilung »Nachhaltigkeitsmanagement und Life Cycle Engineering« auf. Damit möchten wir nicht nur branchenübergreifend einen Beitrag für mehr Nachhaltigkeit in der Produktion leisten, sondern zudem der steigenden Nachfrage in diesem Bereich Rechnung tragen.

Auch in 2023 konnten wir unsere Aktivitäten im Bereich der Batterie- und Wasserstofftechnologien im Schulterschluss mit der Technischen Universität Braunschweig weiter ausbauen. Einen weiteren Schwerpunkt bilden ganzheitliche Lösungen unter der Maßgabe der Nachhaltigkeit für die Mobilität an unserem Standort in Wolfsburg.

Gemeinsam mit der TU Braunschweig und den Partnern vor Ort haben wir in Wolfsburg die Open Hybrid Lab Factory in diesem Sinne strategisch weiterentwickelt. Das dort ansässige Fraunhofer-Zentrum Circular Economy für Mobilität CCEM wird federführend durch Prof. Michael Thomas vom Fraunhofer IST geleitet.

Die genannten Entwicklungen sowie viele weitere spannende Projekte wären ohne das Engagement und die Kompetenzen unserer Mitarbeitenden ebenso wenig möglich wie ohne unsere Partner aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft.

Ihnen allen danken wir für eine vertrauensvolle Zusammenarbeit. Allen Leserinnen und Lesern wünschen wir viel Freude mit dem vorliegenden Jahresbericht und freuen uns über Ihre Rückmeldungen und Ideen für zukünftige Kooperationen.

Mit besten Grüßen

Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann
Institutsleiter

Prof. Dr.-Ing. Sabrina Zellmer
Stv. Institutsleiterin

Inhalt

Vorwort der Institutsleitung	2	Unsere Kompetenzen entlang der gesamten Prozesskette	48
Inhalt	4	Verfahrens- und Fertigungstechnik für nachhaltige Energiespeicher	50
Unser Kuratorium	8	Interview: Nachhaltige Energiespeicher für eine erfolgreiche Transformation	50
Ausgezeichnete Zusammenarbeit	10	Aus der Forschung: Energiedrehscheibe – Transformation der Region Wilhelmshaven	52
Ein Interview mit Pia von Ardenne, CEO der VON ARDENNE-Gruppe	10	Tribologie und Sensorik	54
Das Institut im Profil	12	Interview: Resiliente und intelligente Tribosysteme	54
Wo Sie uns finden – unsere Standorte	14	Aus der Forschung: BPP-Schicht – Wirtschaftliche Fertigung metallischer Bipolarplatten	56
Das Institut in Zahlen	18	Aus der Forschung: AI-NET-ANIARA –	
Professuren an Universitäten und Hochschulen	20	Sensorik zur KI-gestützten Qualitätsüberwachung in der Produktionstechnik	58
Ihre Ansprechpersonen	22	Optische Systeme und Anwendungen	60
Institutsleitung, Verwaltung und zentrale Dienste	23	Interview: Optische und elektrische Funktionsschichten –	
Abteilungs-, Gruppen- und Teamleiterinnen und -leiter	23	Erfolge, Digitalisierung und Zukunftsvisionen	60
Standorte / Zentren	25	Aus der Forschung: Wasserstoff produzieren mittels Sonnenlicht	62
Highlights	26	Grenzflächenchemie und adaptive Haftsysteme	66
Nachhaltig und dezentral:		Interview: Innovationen durch optimale Grenzflächen	66
Gesundheitsvorsorge auch in ländlichen Gebieten der Sub-Sahara-Region	26	Aus der Forschung: CoolBat –	
»Wir beschichten Glas« – Der Zukunftstag am Fraunhofer IST	27	CO ₂ einsparende Leichtbaulösungen für Batteriegehäuse der nächsten Generation	68
Spatenstich für Institutsgebäude des Fraunhofer ZESS in Braunschweig	28	Diamantbasierte Systeme und CleanTech	70
Neue Professur verbindet Fraunhofer IST und die TU Braunschweig	30	Interview: Diamantbasierte Systeme für hohe Effizienz, Leistung und Verlässlichkeit	70
Schwimmende Wissensplattform »Oker Space«	31	Aus der Forschung: PreCare – Gesundheit für jeden und überall	72
Strukturwandel powered by Fraunhofer IST	32	Aus der Forschung: Nachhaltige hocheffiziente Perowskit-Silizium-Tandemsolarzellen	74
3,1 Millionen Euro für Strukturwandel in der Region Wilhelmshaven	32	Anwendungszentrum	78
Fraunhofer IST gründet Innovationszentrum in Helmstedt	33	Interview: Plasmapartikeltechnik am Standort Göttingen	78
Auf Messen und Ausstellungen unterwegs	34	Aus der Forschung: BioPlas4Paper –	
Weiterbildung am Fraunhofer IST	36	Biomimetische Plasmapolymere zur Funktionalisierung von Papier	80
Im Fokus: Mit nachhaltiger Energie in die Zukunft	38	Nachhaltigkeitsmanagement und Life Cycle Engineering	82
		Interview: Nachhaltigkeit entlang des Produktlebenszyklus	82
		Aus der Forschung: FutureCarProduction – Die nachhaltige Karosserie der Zukunft	84
		Analytik und Qualitätssicherung	86
		Interview: Analyse von Schichten und Oberflächen	86
		Aus der Forschung: Härteprüfung in kleinstem Maßstab –	
		Neuer Mikro- und Nanoindentor am Fraunhofer IST	88

Inhalt

Das Fraunhofer IST in Netzwerken	90
Die Fraunhofer-Gesellschaft auf einen Blick	92
Synergien durch Vernetzung – Netzwerke innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft	94
#WeKnowProduction – Fraunhofer-Verbund Produktion	96
Vernetzung regional und deutschlandweit	98
Das Kompetenznetz Industrielle Plasma-Oberflächentechnik e.V. – INPLAS	100
Mitgliedschaften, Publikationen, Dissertationen, Patente	102
Konferenzbeiträge	103
Bildverzeichnis	107
Impressum	108

2023



Unser Kuratorium

Schnittstelle zwischen Forschung und Praxis



Unser hochkarätig besetztes Kuratorium besteht aus Vertreterinnen und Vertretern aus Wissenschaft, Wirtschaft und dem öffentlichen Leben. Die Mitglieder unseres Kuratoriums beraten und unterstützen uns bei Fragen zur fachlichen Ausrichtung sowie zu strukturellen Veränderungen und geben unserem Institut wichtige Impulse. Im Rahmen der diesjährigen Kuratoriumssitzung, die erstmals am Wasserstoff Campus Salzgitter auf dem Gelände der Robert Bosch Elektronik GmbH stattfand, drei neue Mitglieder willkommen heißen: Dr.-Ing. Marko Gernuks, Dr. Wolfgang Müssel und Uwe Heydenreich.

Vorsitz

Dr. Philipp Lichtenauer / Plasmawerk Hamburg GmbH

Prof. Dr. Peter Awakowicz / Ruhr-Universität Bochum

Dr. med. Thomas Bartkiewicz /
Städtisches Klinikum Braunschweig gGmbH

Frank Benner / B+T Technologies GmbH

Claudia Martina Buhl / VDI/VDE Innovation + Technik GmbH

Dr.-Ing. Marko Gernuks / Volkswagen AG

Uwe Heydenreich / TRUMPF Hüttlinger GmbH + Co. KG

Prof. Dr. Tim Hosenfeldt /
Schaeffler Technologies AG & Co. KG

Dr. Sebastian Huster /
Niedersächsisches Ministerium für Wissenschaft und Kultur

Prof. Dr. Angela Ittel / Technische Universität Braunschweig

Hon.-Prof. Dr.-Ing. Michael Juhnke /
F. Hoffmann-La Roche AG

Prof. Dr. Simone Kauffeld /
Technische Universität Braunschweig

Prof. Dr.-Ing. Frank Kleine-Jäger / BASF SE

Cordula Miosga /
Arbeitgeberverband Region Braunschweig e. V.

Wolfgang Müssel /
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Dr.-Ing. Stefan Rinck / Singulus Technologies AG

Dr. Joachim Schulz / Verband der Metall- und Elektroindustrie
Baden-Württemberg e. V. (Südwestmetall)

Dr. Jutta Trube / Verband Deutscher Maschinen-
und Anlagenbau e. V.

Dr. Kai U. Ziegler / Eagle Burgmann Germany GmbH & Co. KG

Ausgezeichnete Zusammenarbeit

Ein Interview mit Pia von Ardenne, CEO der VON ARDENNE-Gruppe

Was sind die aktuellen Herausforderungen für Ihre Branche und welchen Beitrag leistet in diesem Zusammenhang das Fraunhofer IST?



Die Anforderungen an Beschichtungen in der Präzisionsoptik müssen immer mehr mit denen der Halbleiterindustrie Schritt halten. Der Grund dafür ist der Trend zu opto-

elektronischen Schichten, also der Verbindung von Optik und Halbleitern. Um diese Anforderungen zu erfüllen, dürfen die Schichten keine Verunreinigungen oder Defekte aufweisen und die Produktionsumgebung muss reinraumgerecht gestaltet werden.

Das Fraunhofer IST hat ein Labor auf Halbleiter-Niveau. Es bietet uns beste Möglichkeiten für die Bemusterung und damit eine wichtige Ergänzung zu den Räumlichkeiten in unserem eigenen Technology Application Center. Eine weitere Herausforderung liegt in der Suche nach sputterfähigen Materialien für die technologische Alternative zu den etablierten Verdampfungsprozessen. Das Fraunhofer IST unterstützt uns hier bei der Entwicklung eines Prozesses und der Umsetzung der notwendigen Tests.«



1

Zur Person

Pia von Ardenne ist eine Enkelin des Wissenschaftlers, Erfinders und Unternehmers Manfred von Ardenne. Mit ihr wird das Unternehmen in dritter Generation erfolgreich geführt.

Bevor sie 2018 die Leitung der gesamten VON ARDENNE-Gruppe übernahm, war Frau von Ardenne seit 2016 in der Geschäftsführung der VON ARDENNE GmbH aktiv. In den Jahren zuvor war sie Gesellschafterin des Familienunternehmens.



2

Das Firmengebäude der VON ARDENNE-GmbH am Hauptsitz in Dresden.

Copyright: VON ARDENNE Corporate Archive (Abbildung 1 und 2)

Sie arbeiten seit 1996 mit dem Fraunhofer IST zusammen. An welches besondere Projekt erinnern Sie sich, das Ihre Zusammenarbeit auszeichnet?



Besonders hervorzuheben ist ein Projekt, das 2019 mit einer Ausschreibung des Fraunhofer IST begann, in der ein Partner zum Bau einer Drehtellerbeschichtungsanlage für optische Präzisionsbeschichtungen gesucht wurde. Im Rahmen der gemeinsamen Arbeiten an der Anlage entstand die Idee einer Anlage, die Substrate gleichzeitig von beiden Seiten beschichten kann. Das bietet besonders bei Transmissions-optiken wie Linsen oder Filtern einen wesentlichen Vorteil. Mit der Vergabe an VON ARDENNE im November 2019 entstand so die weltweit erste Anlage dieser Art. Mit ihr kann das Fraunhofer IST optische Präzisionsbeschichtungen auf 2D- und 3D-Komponenten bis 70 mm Bauteilhöhe realisieren.

Seit der Installation der Anlage in Braunschweig profitieren beide Seiten. Das Fraunhofer IST hat die fortschrittlichste Anlage am Markt und kann damit auch sehr ausgefallene Industrieraufträge realisieren. Und VON ARDENNE kann als Kundin die Anlage im Labor des Fraunhofer IST nutzen und profitiert dabei auch vom optischen Monitoringsystem des Instituts.«

Welche Pläne haben Sie – auch in Bezug auf das Fraunhofer IST – für die Zukunft?



Das Fraunhofer IST ist Partner im Zentrum für Energiespeicher und Systeme ZESS in Braunschweig und engagiert sich im Wasserstoff Campus Salzgitter e.V. Am ZESS beschäftigen sich die Forscherinnen und Forscher mit der Entwicklung und Produktion künftiger Energiespeicher mit besonderem Fokus auf der Verfahrenstechnik, den zugehörigen Fabrikssystemen und dem Life Cycle Management. Am Wasserstoff Campus unterstützt das Fraunhofer IST unter anderem die technologische Entwicklung von Materialien und Prozessen für Elektrolyseure, Speicher und Brennstoffzellen.

Beide Themen kann VON ARDENNE mit seinen Anlagen bedienen. Damit bieten sich hier weitere Anknüpfungspunkte für gemeinsame Projekte und es gibt auch schon erste Kontakte im Themenfeld Life Cycle Engineering.«

Die VON ARDENNE-Gruppe

VON ARDENNE ist ein Vorreiter in der Entwicklung und Fertigung von Vakuumbeschichtungsanlagen. Einsatzbereiche sind unter anderem die Gewinnung erneuerbarer Energien, Mobilitätsanwendungen und die Herstellung nachhaltiger Produkte.

Als global aufgestelltes Familienunternehmen stellt sich die Gruppe den gesellschaftlichen und ökologischen Aufgaben der Zeit. Die technologischen Lösungen in der Vakuumbeschichtung ermöglichen es Kunden in aller Welt, ökologisch wertvolle Produkte ökonomisch nachhaltig herzustellen. VON ARDENNE ist an sieben Standorten in Europa, Asien und Nordamerika vertreten. Weltweit sind über 1000 unserer Anlagen in über 50 Ländern im Einsatz.

Weitere Informationen: vonardenne.de



3

Das Team des Fraunhofer IST und VON ARDENNE im Labor für Präzisionsoptik vor der Drehtellerbeschichtungsanlage OPTA X am Institut in Braunschweig (v.l.n.r. hinten: Dr. Michael Vergöhl, Dr. Philipp Henning, Carola Brand, Pia von Ardenne, Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann, v.l.n.r. vorne: Michael Schneider, Torsten Winkler).

Das Institut im Profil

Als innovativer und international anerkannter Partner für Forschung und Entwicklung entwickeln wir am Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST zukunftsfähige Produkte einschließlich der zugehörigen wettbewerbsfähigen und skalierbaren Produktionssysteme.

Unsere Forschung umfasst die Anlagentechnik, gesamte Prozessketten der Verfahrens-, Prozess- und Fertigungstechnik bis hin zur Betrachtung ganzer Fabriken. Ausgehend von den Anforderungen der Nachhaltigkeit haben wir den gesamten Produktlebensweg im Blick – vom Werkstoff über den Prozess zum Bauteil und Produkt bis hin zum Recycling.

Maßgeschneidert und nachhaltig: Unsere Branchenlösungen

In interdisziplinären Teams und aufbauend auf unseren Technologie- und Kompetenzfeldern bieten wir unseren Kunden aus Industrie und Forschung maßgeschneiderte Lösungen unter den Anforderungen der Nachhaltigkeit für verschiedene Branchen, z. B. Anlagen- und Maschinenbau, Werkzeuge, Fahrzeugbau, Luft- und Raumfahrt, Energie, Optik, Medizin- und Pharmaverfahrenstechnik, Umwelttechnik, Agrar- und Ernährungswirtschaft, chemische Industrie und Digitalwirtschaft.

Auf der Basis eines breiten Spektrums an Kompetenzen, Technologien, Verfahren und Schichtwerkstoffen gestalten wir die für die jeweilige Aufgabenstellung optimale Prozesskette bis hin zur digitalen Auslegung der Gesamtfabrik.

Weitere Schwerpunkte des Fraunhofer IST sind:

- Energiespeicher und Systeme mit dem Fokus auf Batteriezellfertigung und Wasserstofftechnologien
- Mikro- und Sensortechnologien / Industrie 4.0
- Tribologische Systeme
- Präzisionsoptische Beschichtungen
- Multifunktionale Oberflächen für Medizintechnik und Pharmaproduktion
- Flexible Produktionssysteme
- Cyber-physische Systeme und Computational Surface Engineering & Science
- Nachhaltigkeitsmanagement und Life Cycle Engineering

Unsere Kompetenzen setzen wir in vielfältigen Technologien zur Beschichtung, Behandlung und Strukturierung von Oberflächen und zur Gestaltung der zugehörigen Produktionssysteme ein. Das sind u.a.:

- Elektrochemische Verfahren, insbesondere Galvanik
- Atmosphärendruck-Plasmaverfahren
- Niederdruck-Plasmaverfahren mit den Schwerpunkten Magnetronputtern, hochionisierte Plasmen und plasmaaktivierte Gasphasenabscheidung
- Chemische Gasphasenabscheidung mit dem Schwerpunkt Heißdraht-CVD
- Atomlagenabscheidung (ALD)
- Chemische, mechanische und thermische Oberflächenbehandlung

Das Fraunhofer IST verfügt zudem über eine sehr gut ausgestattete Oberflächenanalytik und langjährige Expertise in der Qualitätssicherung. Dazu kommen umfangreiche Erfahrungen in der Modellierung und Simulation sowohl von Produkteigenschaften als auch der zugehörigen Prozesse sowie Produktions- und Fabrikssysteme. Für die systematische Berücksichtigung der Anforderungen einer Nachhaltigkeit besitzt das Fraunhofer IST umfangreiche Expertise in der quantitativen Nachhaltigkeitsbewertung und einer Circular Economy mittels Life Cycle Engineering.

Die Leistungsangebote des Fraunhofer IST durch die weiteren Mitgliedsinstitute und -einrichtungen des Fraunhofer-Verbunds Produktion. Der Verbund bündelt das Know-how der Fraunhofer-Gesellschaft für die »Produktion der Zukunft« und erarbeitet innovative Systemlösungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Im Rahmen direkter Auftragsforschung bietet das Fraunhofer IST seinen Kunden neben der Lizenzierung von Software, Patenten und Know-how auch Beratung und Innovationsmanagement, maßgeschneiderte Weiterbildungsprogramme sowie Leistungen in den Bereichen Prozessentwicklung sowie Geräte- und Anlagenbau.

In Ergänzung zur direkten Auftragsforschung arbeiten wir mit Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft in öffentlich geförderten Projekten. Neben anwendungsorientierter Forschung arbeiten die Mitarbeitenden des Fraunhofer IST in Kooperationen mit Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen auch an den zugehörigen wissenschaftlichen Grundlagen.

Für das Fraunhofer IST sowie für die Fraunhofer-Institute insgesamt gehört es zum Selbstverständnis, stets im engen Schulterschluss mit den Universitäten vor Ort zu agieren. Entsprechend ist für das Institut, mit seinem Hauptsitz in Braunschweig und den regionalen Standorten in Wolfsburg sowie Salzgitter, die Technische Universität Braunschweig ein zentraler Kooperationspartner. Dazu gehören u. a. die mit dem Fraunhofer IST direkt verbundenen Institute, das Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF) und das Institut für Oberflächentechnik (IOT) und das Institut für Partikeltechnik (IPAT).

Wo Sie uns finden – unsere Standorte



Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST

Hauptstandort

Adresse:
Riedenkamp 2
38108 Braunschweig



Bürofläche: 2000 m²
Laborfläche: 5500 m²

Kontakt:
info@ist.fraunhofer.de
Telefon +49 531 2155-0

Schwerpunkte:
Thematische Schwerpunkte an unserem Hauptstandort umfassen die Bereiche Tribologie, Sensorik, Optik, Diamanttechnologie, Medizintechnik, Nachhaltigkeitsmanagement, Simulation, Analytik und Prüftechnik.



Fraunhofer-Zentrum für Energiespeicher und Systeme ZESS

Adresse:
Lilienthalplatz 1
38108 Braunschweig



Bürofläche*: 400 m²
Laborfläche*: 250 m²

*Bei Fertigstellung des Forschungsneubaus steht eine Gesamtfläche von ca. 3400 m² zur Verfügung.

Kontakt:
Dr.-Ing. Sebastian Melzig
sebastian.melzig@ist.fraunhofer.de
Telefon +49 531 2155-795

Nikolas Dilger M.Sc.
nikolas.dilger@ist.fraunhofer.de
Telefon +49 531 2155-660

Schwerpunkte:
Am Fraunhofer-Zentrum für Energiespeicher und Systeme ZESS entwickeln wir nachhaltige Energiespeicher der nächsten Generation und führen diese zur Marktreife. Forschungsschwerpunkte sind Lithium-Festkörperbatterien, Natrium-Nickelchlorid-Batterien und Wasserstofftechnologien. Dabei betrachten wir den gesamten Lebensweg vom Rohstoff bis zum Recycling unter technischen, ökonomischen und ökologischen Aspekten.

Energiespeicher



Wasserstoff Campus Salzgitter e.V.

Adresse:
auf dem Gelände der
Robert Bosch Elektronik GmbH
John-F.-Kennedy-Straße 43 - 53
38228 Salzgitter



Bürofläche: 320 m²
Laborfläche: 1580 m²

Kontakt:
Christoph Imdahl M.Sc.
christoph.imdahl@ist.fraunhofer.de
Telefon +49 531 2155-669

Schwerpunkte:
Am Wasserstoff Campus Salzgitter e.V. erforschen wir nachhaltige Wasserstofftechnologien entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Gegründet von neun Schlüsselakteuren aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik fungiert der Campus als Leuchtturmprojekt zur Demonstration einer dekarbonisierten Industrieregion in der Wasserstoffwirtschaft. Forschungsschwerpunkte sind klimaneutrale Sektoren durch Kopplung von dekarbonisierten Fabriken und Quartieren, geschlossene Material- und Produktkreisläufe sowie flexible Produktionsprozesse. Der Campus strebt weiteres Wachstum, neue Partnerschaften und Forschung zu Brennstoffzellen, Elektrolyseuren sowie CO₂-neutralen Fabriken an. Die Weiterbildung von Fachkräften und die Förderung globaler Partnerschaften sind ebenfalls zentrale Ziele.

Wasserstoff

Mobilität



Fraunhofer-Zentrum Circular Economy für Mobilität CCEM

Adresse:
c/o Open Hybrid LabFactory e.V.
Hermann-Münch-Straße 2
38440 Wolfsburg



Bürofläche: 350 Arbeitsplätze
Laborfläche: 2800 m² Technikum der OHLF

Für OHLF e.V., Fraunhofer-Gesellschaft, TU Braunschweig und Industrie

Kontakt:
Prof. Dr. Michael Thomas
michael.thomas@ist.fraunhofer.de
Telefon +49 531 2155-525

Schwerpunkte:
Im Fraunhofer CCEM bündelt das Fraunhofer IST zusammen mit den Fraunhofer-Instituten IFAM, IWU und WKI seine Kompetenzen zu den Forschungsthemen automatisierte Produktionssysteme, zukünftige Innenraumkonzepte, Life Cycle Engineering und nachhaltiges Produktdesign. Gemeinsam mit Forschungspartnern arbeitet das Fraunhofer IST an dem Ziel, neue Materialien, Produktionstechniken und digitale Methoden wirtschaftlich und ökologisch nachhaltig zu entwickeln und zu bewerten. Dazu werden Verfahren zur automatisierten Demontage, zu Re-X-Prozessen wie Reinigung, Remanufacturing und ReUse sowie zu nachhaltigen Oberflächenprozessen entlang einer zirkulären Prozesskette genutzt und die großseriennahe Erprobung dieser Technologien wird vorangetrieben.

Kreislaufwirtschaft



5

Anwendungszentrum des Fraunhofer IST

Adresse:
Von-Ossietzky-Straße 100
37085 Göttingen



Büro- und Laborfläche: 1500 m²

In Kooperation mit der Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst HAWK

Kontakt:
Prof. Dr. Wolfgang Viöl
wolfgang.vioel@ist.fraunhofer.de
Telefon +49 551 3705-218

Schwerpunkte:
Am Standort in Göttingen stehen die Entwicklung und der Transfer von Beschichtungen mit niederenergetischen Plasmabeschichtungsverfahren wie dem Kalt-Plasmaspritzen und die Entwicklung von Plasmaquellen zur Herstellung ressourcenschonender Schichten und Produkte im Fokus. Diese Verfahren zielen auf Kreislauffähigkeit und Bioökonomie ab und umfassen Einsatzfelder unter anderem in der Brennstoffzellen- und Batterietechnik, der Tribologie und Sensorik sowie in der Pulvermodifikation für verschiedenste Anwendungen wie z. B. den 3D-Druck.

Kalt-Plasmaspritzen

Korrosion



6

Dortmunder OberflächenCentrum DOC

Adresse:
Eberhardstraße 12
44145 Dortmund



Büro- und Laborfläche: 1100 m²

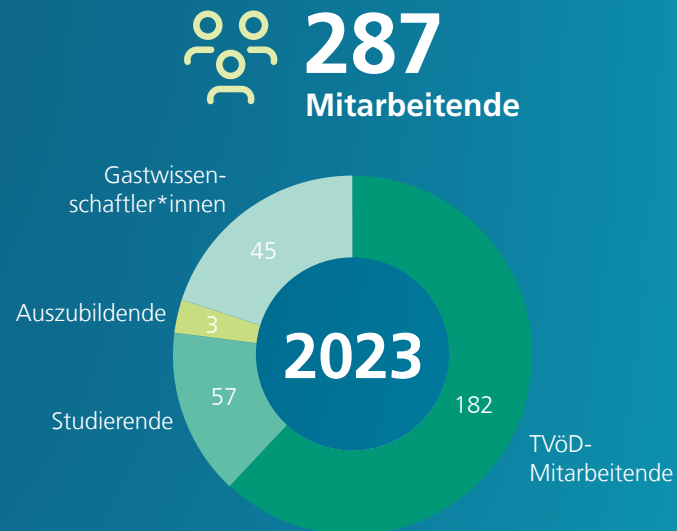
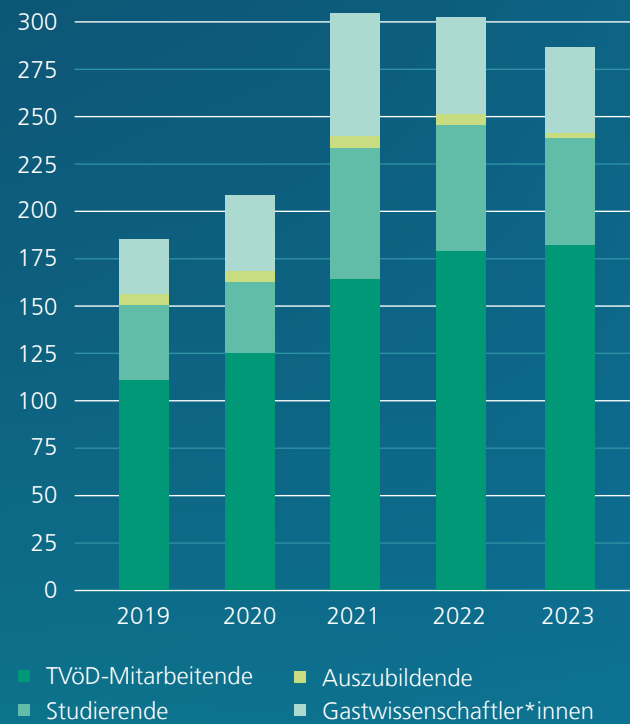
Kontakt:
Dipl.-Ing. Hanno Paschke
hanno.paschke@ist.fraunhofer.de
Telefon +49 231 844 5453

Schwerpunkte:
Das Fraunhofer IST in Dortmund entwickelt spezielle PACVD-Hartstoffbeschichtungen und Diffusionsbehandlungen in Form von Plasmanitrieren oder Borieren für verschleiß- und temperaturbeständige Oberflächen. Damit stehen Oberflächenlösungen zur Verfügung, die hohen Temperaturbeanspruchungen von über 1000 °C standhalten. Darüber hinaus ermöglichen sie den Verschleißschutz gegen Abrasion und Adhäsion z. B. für Anwendungen in der Warmumformung. Ein weiteres Forschungsgebiet sind Korrosionsmechanismen, die bei hohen Temperaturen (Hochtemperaturkorrosion) oder überlagert durch Abrasion (Tribokorrosion) auftreten.

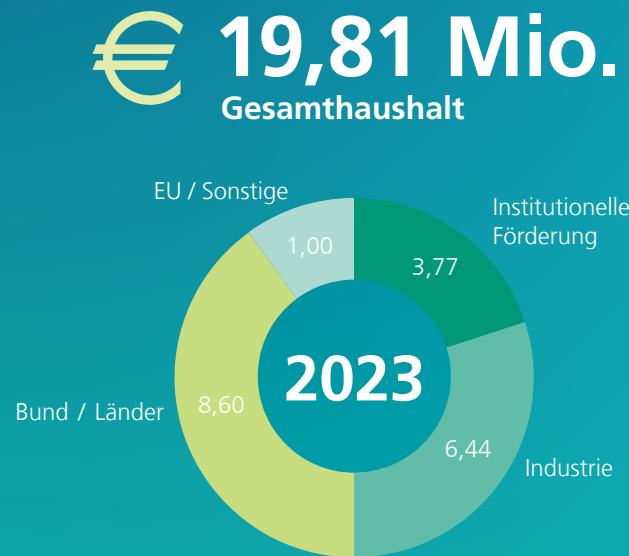
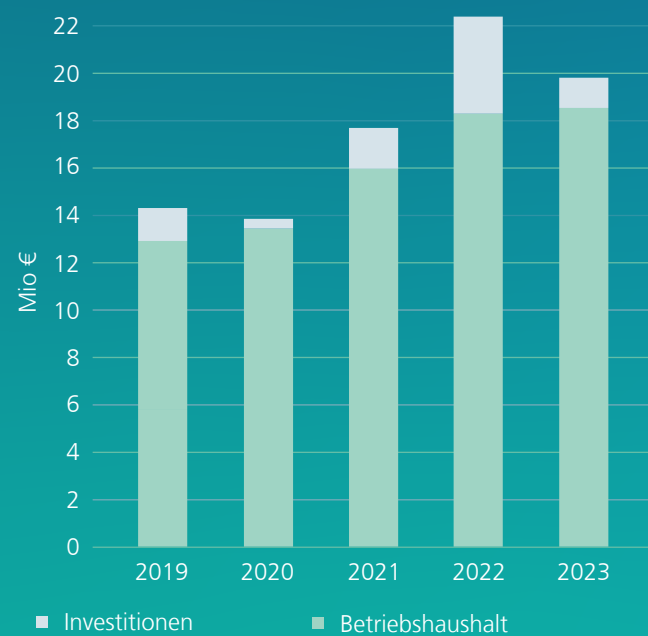


Das Institut in Zahlen

Personalentwicklung



Gesamthaushalt





83 
Konferenzbeiträge

8 
Professuren

> 15 
Fachdisziplinen

7 
Standorte

46 
Publikationen und Patente


67,6% 
32,4% 
TVöD-Mitarbeitende


2001*
Follower

*Stand 8.1.2024

14 
Nationalitäten

57 
Studentische Hilfskräfte

4 
Ausbildungsberufe

Professuren an Universitäten und Hochschulen

Das Fraunhofer IST kooperiert mit zahlreichen Instituten und Zentren der Technischen Universität Braunschweig. Durch die enge Universitätsanbindung können wir in unserer Projektarbeit auf neuesten Ergebnissen aus der universitären Forschung aufbauen. Aktuell ist das Fraunhofer IST mit sieben Professuren an der TU Braunschweig vertreten. Seit 2012 kooperiert das Institut darüber hinaus mit der Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim / Holzminden / Göttingen HAWK im Rahmen des Anwendungszentrums am Standort Göttingen.



Technische Universität Braunschweig

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF)

Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann
Forschungsschwerpunkte:

- Nachhaltigkeit in der Produktion
- Life Cycle Engineering
- System of Systems Engineering
- Cyber-physische Produktionssysteme

Prof. Dr.-Ing. Klaus Dröder
Forschungsschwerpunkte:

- Montage/Demontage
- Prozessautomatisierung
- Batterie- und Brennstoffzellenproduktion
- Fertigungstechnologien

Prof. Dr. Stephan Krinke (Honorarprofessur)
Forschungsschwerpunkte:

- Nachhaltigkeitsmanagement in der Industrie
- Life Cycle Engineering
- Dekarbonisierung

Institut für Partikeltechnik (iPAT)

Prof. Dr.-Ing. Arno Kwade
Forschungsschwerpunkte:

- Mechanische Verfahrenstechnik
- Partikeltechnik
- Batterieverfahrenstechnik
- Pharma- und Bioverfahrenstechnik
- Pulver- und Suspensionsprozesse

Prof. Dr.-Ing. Sabrina Zellmer
Forschungsschwerpunkte:

- Nachhaltige Energiespeicher
- Material- und Prozessentwicklung für neuartige Batterien
- Wasserstoffwirtschaft und Wasserstofftechnologien
- Nachhaltige Fabrikssysteme und Lebenszyklusbewertung

Institut für Oberflächentechnik (IOT)

Prof. Dr. Günter Bräuer
Forschungsschwerpunkte:

- Schicht- und Oberflächentechnik
- Niederdruckplasmen
- Magnetronputtern
- Plasmadiffusionsverfahren

Prof. Dr. Michael Thomas (Honorarprofessur)
Forschungsschwerpunkte:

- Grenzflächenchemie
- Atmosphärendruck-Plasmaverfahren

Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim / Holzminden / Göttingen HAWK

Fakultät Ingenieurwissenschaften und Gesundheit

Prof. apl. Prof. Dr. Wolfgang Viöl
Forschungsschwerpunkte:

- Lasertechnologie
- Plasmatechnologie
- Plasmamedizin

Ihre Ansprechpartner



Institutsleitung, Verwaltung und zentrale Dienste

Institutsleitung

Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann **1**
 Tel. +49 531 2155-503
 christoph.herrmann@ist.fraunhofer.de

Marketing und Kommunikation

Dr. Simone Kondruweit **5**
 Tel. +49 531 2155-535
 simone.kondruweit@ist.fraunhofer.de

Stellvertretende Institutsleitung

Prof. Dr.-Ing. Sabrina Zellmer **2**
 Tel. +49 531 2155-528
 sabrina.zellmer@ist.fraunhofer.de

IT

Andreas Schlechtweg **6**
 Tel. +49 531 2155-633
 andreas.schlechtweg@ist.fraunhofer.de

Verwaltungsleitung

Ass. Iur. Annelie Maria Lambert **3**
 Tel. +49 531 2155-519
 annelie.lambert@ist.fraunhofer.de

Technische Dienste

Stephan Thiele **7**
 Tel. +49 531 2155-440
 stephan.thiele@ist.fraunhofer.de

Business Development und Strategie

Assistenz der Institutsleitung
 Dipl.-Ing. Carola Brand **4**
 Tel. +49 531 2155-574
 carola.brand@ist.fraunhofer.de

Abteilungs-, Gruppen- und Teamleiterinnen und -leiter

Verfahrens- und Fertigungstechnik für nachhaltige Energiespeicher

Prof. Dr.-Ing. Sabrina Zellmer **2**
 sabrina.zellmer@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-528

Nachhaltige Prozessketten für Batteriesysteme

Nikolas Dilger M.Sc. **9**
 nikolas.dilger@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-660
Planung, Modellierung, Simulation von Prozessketten / Digitalisierung der Produktion / Sensorik für Energiespeicher / Produktlebensweganalysen (technisch, ökonomisch, ökologisch, sozial)

Material- und Prozessentwicklung

Dr.-Ing. Sebastian Melzig **8**
 sebastian.melzig@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-795
Produktentwicklung und -design / Herstellung und Konditionierung von Energiespeichermaterialien / Produktion von Batteriekomponenten (Elektroden, Separator) / Rekonditionierung und Recycling / Partikel-, Material- und Prozesssimulation

Nachhaltige Fabrikssysteme und Wasserstofftechnologien

Christoph Imdahl M.Sc. **10**
 christoph.imdahl@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-669
Digitale Methoden für Energiewandlungsketten und nachhaltige Fabrikplanung / Herstellung und Recycling von Brennstoffzellensystemen / Automatisierte Montage und Prüfung von Brennstoffzellenstacks

Abteilungs-, Gruppen- und Teamleiterinnen und -leiter

Nachhaltigkeitsmanagement und Life Cycle Engineering

Prof. Dr. Stephan Krinke ¹¹
stephan.krinke@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-504

Nachhaltigkeitsmanagement

Beratung zur Nachhaltigkeitsstrategie von Unternehmen / Sustainable Development Goals (SDGs) / Wesentlichkeitsanalyse / Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft / Lernkonzepte zu Nachhaltigkeitsmanagement und Ökobilanzierung

Life Cycle Engineering

Werkzeuge und Methoden zur ganzheitlichen Produkt- und Prozessoptimierung / Life Cycle Engineering und Life Cycle Costing / Hotspot-Analysen / Zertifizierte Carbon- und Water-Footprint / Roadmaps zu Dekarbonisierung und Circular Economy

Analytik und Qualitätssicherung

Dr. Kirsten Schiffmann ¹²
kirsten.schiffmann@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-577
Chemische Mikrobereichsanalyse / Kristallstruktur / Mikroskopie und Oberflächenvermessung / Mechanische Charakterisierung / Reibungs- und Verschleißmessung / Prüftechnik / Kundenspezifische Prüfverfahren / Auftragsuntersuchungen

Grenzflächenchemie und adaptive Haftsyste

Prof. Dr. Michael Thomas ¹³
michael.thomas@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-525

Atmosphärendruck-Plasmaverfahren

Plasmapolymerisation / Prozess- und Quellenentwicklung für Atmosphärendruckplasmen / Oberflächenreinigung / Additive Fertigungsprozesse / Kreislaufwirtschaft

Galvanotechnik und nasschemische Prozesse

Rowena Duckstein M. Sc. ¹⁵
rowena.duckstein@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-619
Kunststoffmetallisierung / Elektrochemie mit ionischen Flüssigkeiten / Dispersionsabscheidung / Galvanik 4.0 / Vorbehandlung und Recycling

Medizintechnik und pharmazeutische Systeme

Dr. Kristina Lachmann ¹⁴
kristina.lachmann@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-683
Individualisierte Arzneimittelproduktion und Verpackungstechnologien / Medizintechnische Lösungen (Reinigung und Hygiene, Schutzausrüstung, Implantate, Disposables) / Chemische Funktionalisierung und Analytik

Optische Systeme und Anwendungen

Dr. Michael Vergöhl ¹⁶
michael.vergoehl@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-640

Präzisionsoptische Schichten

Dr. Philipp Farr ¹⁷
philipp.farr@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-645
Produktionstechnik für optische Interferenzfilter / Messtechnik für Prozesskontrolle und Qualitätssicherung / Entwicklung und Demonstration von Filtern nach Kundenspezifikation

Optische und elektrische Systeme

Dr.-Ing. Ralf Bandorf ¹⁸
ralf.bandorf@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-602
Optische, elektrische und magnetische Funktionsschichten / Großflächenbeschichtung / Gasfluss-Sputtertechnik / Hochleistungs-Impuls-Magnetron-Sputtern (HIPIMS) / Sensorik

Simulation & Digital Services

Dr. Dennis Barton ¹⁹
dennis.barton@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-610
Kinetische und CFD-Simulation PIC-MC / DSMC / Cyberphysische Systeme / Softwareentwicklung / Messtechnik

Diamantbasierte Systeme und CleanTech

Dr. Volker Sittinger ²⁰
volker.sittinger@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-512

Atomlagenabscheidung

Dr.-Ing. Tobias Graumann, PMP ²¹
tobias.graumann@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-780
Beschichtungsprozesse für medizinische Produkte / Beschichtung von 3D-Substraten für Mikrooptiken und Membranen / Partikelbeschichtung / Katalysatorabscheidung für Energiewandlung und -systeme

Heißdraht-CVD

Dr.-Ing. Christian Stein ²²
christian.stein@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-647
Anwendungsspezifische Diamantschichten und -prozesse / Lösungen für Diamantwerkzeuge und Maschinenelemente / Entwicklung von HCVD-Komponenten und Produktionssystemen / Entwicklung hocheffizienter Solarzellen

Photo- und elektrochemische Umwelttechnik

Dipl.-Ing. (FH) Frank Neumann ²³
frank.neumann@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-658
Nachhaltige Verfahren und Systeme zur Luft-, Wasser-, Boden-aufbereitung und -desinfektion / Akkreditiertes Prüflabor für photokatalytische Materialien

Tribologie und Sensorik

Dr.-Ing. Jochen Brand ²⁴
jochen.brand@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-600

Mikro- und Sensortechnologie

Anna Schott M. Sc. ²⁵
anna.schott@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-674
Sensorik für tribologisch belastete Systeme / Kraft- und Temperatursensorik / Mikrostrukturierung / Datenübertragung und -verarbeitung / Sensoren für elektrische Speicher und Wandler

Tribologische Systeme

Dr.-Ing. Martin Keunecke ²⁶
martin.keunecke@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-652
Ressourceneffiziente und resiliente Tribosysteme / Systemanalysen und Bewertungen / Kohlenstoffschichten, Hartstoffschichten, Diffusionsbehandlungen, Duplex-Prozesse / Prozesskette inkl. Vorbehandlungen und Qualitätssicherung

Flexible Produktionssysteme

Dr.-Ing. Jochen Brand ²⁴
jochen.brand@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-600
Flexible Produktionssysteme für die Oberflächentechnik / Interieur für mobile Anwendungen / Reuse- und Verwertungsstrategien für Komponenten

Dortmunder OberflächenCentrum DOC

Dipl.-Ing. Hanno Paschke ²⁷
hanno.paschke@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 231 844 5453
Duplex-Behandlungen durch Plasmanitrieren und PACVD-Technologie / Borhaltige Hartstoffschichten / Werkzeugbeschichtungen / Schichten für die Warmformgebung / Beschichtungen von Industriemessern

Standorte / Zentren

Anwendungszentrum

Dr.-Ing. Jochen Brand ²⁴
jochen.brand@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-600

Prof. Dr. Wolfgang Viöl ²⁸

wolfgang.vioel@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 551 3705-218
Kaltplasmaspritzen / Partikelbeschichtung / Entwicklung produktionsgerechter Plasmaquellen / Partikelsorption und -modifikation / Plasmacharakterisierung

Fraunhofer-Zentrum für Energiespeicher und Systeme ZESS

Nikolas Dilger M.Sc. ⁹
nikolas.dilger@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-660

Dr.-Ing. Sebastian Melzig ⁸

sebastian.melzig@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-795

Prof. Dr.-Ing. Arno Kwade ²⁹

arno.kwade@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-503
Entwicklung mobiler und stationärer Energiespeicher und -systeme / Entwicklung und Skalierung von Prozesstechnologien / Batterieproduktion / Verfahrenstechnik / Gestaltung des Produktionssystems für Energiespeicher / Life Cycle Management

Fraunhofer-Zentrum Circular Economy für Mobilität CCEM

Prof. Dr. Michael Thomas ¹³
michael.thomas@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-525
Automatisierte Reinigungs- und Aufbereitungsverfahren / Funktionelle und smarte Oberflächen / Einsatz von bio-basierten und sekundären Materialien / Zukünftige Innenraumkonzepte / Life Cycle Engineering und nachhaltiges Produktdesign

Wasserstoff Campus Salzgitter e.V.

Christoph Imdahl M.Sc. ¹⁰
christoph.imdahl@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-669
Wasserstofftechnologien / Wasserstoffwirtschaft / Kreislaufwirtschaft / Netzbildung / Sektorenkopplung / Nachhaltige Fabriksysteme / Dekarbonisierung der Industrie / Weiterbildung

Highlights

Nachhaltig und dezentral: Gesundheitsvorsorge auch in ländlichen Gebieten der Sub-Sahara-Region



Der zukünftige Fahrer und Operator des PreCare-Systems erläutert den Anwesenden den Aufbau der mobilen Versorgungsplattform. Sie bietet Stauraum und die Energieversorgung für diverse medizinische Geräte, Wirkstoffe und Tests.

06. März 2023 / Mit dem Ziel, eine flächendeckende vorklinische Versorgung auch in entlegensten Gebieten Afrikas sicherstellen zu können, haben Forschende der Fraunhofer-Institute für Schicht- und Oberflächentechnik IST sowie für Solare Energiesysteme ISE gemeinsam mit der Stellenbosch Universität und dem South African Medical Research Council (SAMRC) in Südafrika eine mobile Versorgungsplattform entwickelt, die am 3. März 2023 an die NGO Rhiza Babuyile übergeben wurde. Die gemeinnützige Organisation verfügt über mehrere Standorte in Südafrika und wird die einjährige Testphase der Versorgungseinheit in der Region Mpumalanga durchführen.

In dem vom Fraunhofer ISE realisierten Gesamtkonzept sind weitere modulare Versorgungselemente enthalten, z. B. eine Wasseraufbereitungsanlage, eine Einheit zur bedarfsgerechten Desinfektionsmittelproduktion vor Ort, ein Kühlschrank sowie eine Telekommunikationseinheit. Die notwendige Stromversorgung stellen Photovoltaikmodule und eine Batterie sicher, da die autarke flexible Nutzung aller Komponenten eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Anwendung in der Zielregion darstellt.

Unter dem Motto »Made in Africa for Africa« ist es das langfristige Ziel, eine Serienfertigung vor Ort zu etablieren, um so nicht nur die örtliche Gesundheitsversorgung und -vorsorge zu verbessern, sondern auch um Arbeitsplätze zu schaffen und gleichzeitig eine lokale Wertschöpfung zu ermöglichen. Während der Erprobungsphase soll medizinisches Fachpersonal dezentrale Untersuchungen von Kranken und verschiedenen Bevölkerungsgruppen, z. B. von Schwangeren, durchführen und diese u. a. über weitere Behandlungsmöglichkeiten und Vorsorgeuntersuchungen aufklären. Die mitgeführten Medikamente, Impfstoffe und Untersuchungsgeräte wie Blutdruckmesser oder EKG erlauben darüber hinaus eine schnelle Grundversorgung vor Ort.



Der erste Prototyp der Versorgungseinheit, die auf einen Volkswagen Amarok montiert wurde.

Die Fraunhofer-Zukunftsstiftung ermöglicht die Entwicklung der mobilen PreCare-Versorgungsplattform durch eine Förderung in Höhe von rund 0,6 Millionen Euro. Mit ihrem Förderprogramm unterstützt die Stiftung Forschungsprojekte, die die Bedürfnisse der Zivilgesellschaft in den Blick nehmen. Bei deren Auswahl orientiert sie sich an den Nachhaltigkeitszielen der Vereinten Nationen (SDGs), wie etwa weltweit möglichst vielen Menschen Zugang zu einer grundlegenden Gesundheitsversorgung zu ermöglichen.

Der Zukunftstag am Fraunhofer IST

»Wir beschichten Glas«

28. April 2023 / Mittlerweile hat es schon Tradition am Fraunhofer IST: Das Institut gewährte 24 Kindern einen Einblick in die Arbeit eines Forschungsinstituts.

Im Rahmen des Zukunftstags konnten 16 Mädchen und 8 Jungen unter dem Motto »Wir beschichten Glas« einzelne Stationen der Prozesskette am Fraunhofer IST live erleben. Los ging es mit der Besichtigung der modular aufgebauten Reinigungsanlage. Danach durften die 11- bis 16-Jährigen ihre Gläser selbst gestalten und für eine Beschichtung vorbereiten. Mit dem Bestücken der Magnetronspalteranlage und dem Drücken des Startknopfs starteten sie die nächste Phase des Prozesses – die eigentliche Beschichtung. Die dünne Schicht wurde hierbei auf die bemalten und nicht bemalten Bereiche auf dem Glas abgeschieden. Durch ein nachträgliches Freiwaschen der bemalten Bereiche wurden so kontrastreiche Abbildungen sichtbar. Zum Abschluss durfte natürlich auch die Qualitätskontrolle nicht fehlen: Mit einem Blick ins Mikroskop analysierten die Kinder unter anderem auch »ihre« Beschichtungen.



Die Gläser wurden von den Schülerinnen und Schülern nach eigenen Wünschen bemalt und beschriftet.



Spatenstich für das neue Institutsgebäude des Fraunhofer ZESS: Dr.-Ing. Julian Schwenzel, Leiter des Fraunhofer ZESS, Prof. Dr.-Ing. Sabrina Zellmer, Abteilungsleiterin am Fraunhofer IST, Dr.-Ing. Christian Wunderlich, stellvertretender Institutsleiter des Fraunhofer IKTS, Prof. Dr.-Ing. Matthias Busse, Institutsleiter des Fraunhofer IFAM, Dr. Thorsten Kornblum, Oberbürgermeister der Stadt Braunschweig, Falko Mohrs, Minister für Wissenschaft und Kultur des Landes Niedersachsen, Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann, Institutsleiter des Fraunhofer IST, Prof. Dr.-Ing. Arno Kwade, Vizepräsident der TU Braunschweig, Dr. Patrick Hoyer, zentraler Forschungskoodinator der Fraunhofer-Gesellschaft (v.l.n.r.).

Fraunhofer-Zentrum für Energiespeicher und Systeme ZESS

Spatenstich für Institutsgebäude des Fraunhofer ZESS in Braunschweig

07. Juni 2023 / Das Fraunhofer-Zentrum für Energiespeicher und Systeme ZESS steht für die Entwicklung von Systemlösungen für Energiespeicher und Wasserstofftechnologien. Zur Umsetzung dieser Ziele erhalten die drei Forschungspartner, das Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, das Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST sowie das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, ein neues Institutsgebäude am Forschungsflughafen Braunschweig. Der Spatenstich markiert den Baubeginn für ein Forschungsgebäude, das eine Nutzfläche von über 3400 Quadratmetern umfasst.

Das Fraunhofer ZESS bildet die Wertschöpfungskette für mobile und stationäre Speichertechnologien ab – Forschungsschwerpunkte sind Lithium-Festkörperbatterien, Natrium-Nickelchlorid-Batterien und Wasserstofftechnologien.

Bereits am 7. Februar 2019 fiel der Startschuss für das Fraunhofer ZESS. Seitdem forschen und entwickeln die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der drei Fraunhofer-Institute übergangsweise in Räumlichkeiten des Niedersächsischen Forschungszentrums für Fahrzeugtechnik NFF in enger Kooperation mit der TU Braunschweig und im benachbarten Lilienthalhaus am Forschungsflughafen. Als Anschubfinanzierung durch das Land Niedersachsen und die Fraunhofer-Gesellschaft stehen 20 Mio. Euro zur Verfügung.

Mit dem Neubau entsteht nun eine einzigartige Infrastruktur und Forschungsplattform, die für die Entwicklung und Umsetzung von zukünftigen Energiespeichern vom Prototyp bis zur Industrialisierung notwendig ist und Platz für über 100 Mitarbeitende bietet. Aktuell sind am Fraunhofer ZESS 75 Mitarbeitende beschäftigt, davon bereits über 50 am Standort Braunschweig. Die Kosten für den Neubau und die damit verbundene Erstausrüstung belaufen sich auf rund 46 Millionen Euro, die vom Bund und dem Land Niedersachsen bereitgestellt werden. Ab 2025 werden die Forschenden die neuen Technika und Labore nutzen können.

Von der Entwicklung neuer Energiespeichersysteme hängen zahlreiche Wirtschaftszweige und Technologien direkt oder indirekt ab: Elektroautos benötigen leistungsfähige Batterien und stationäre Stromspeicher können elektrische Netze stabilisieren, die sich aus zeitlich schwankenden erneuerbaren Energiequellen wie Photovoltaikanlagen oder Windrädern speisen. In der Materialforschung und der Prozessentwicklung für Energiespeicher belegt Deutschland international einen sehr guten Platz. Das Fraunhofer ZESS wird hier ansetzen, um innovative Beiträge zu gesellschaftlich-ökologischen Herausforderungen zu erarbeiten und effiziente, klimaschonende Antworten zu liefern.



Perspektive Vorplatz »Fraunhofer-Zentrum für Energiespeicher und Systeme ZESS«.



Innenansicht »Fraunhofer-Zentrum für Energiespeicher und Systeme ZESS«.

Neue Professur verbindet Fraunhofer IST und die TU Braunschweig

10. Juli 2023 / Gleich zwei neue Funktionen übernimmt Prof. Dr.-Ing. Sabrina Zellmer, Abteilungsleiterin am Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST in Braunschweig. Im April wurde Frau Dr. Zellmer zur Professorin für Batterie- und Brennstoffzellenprozessentechnik an der Technischen Universität Braunschweig berufen. Angesiedelt am Institut für Partikeltechnik (iPAT) verstärkt die Professur den Schulterchluss zwischen der TU Braunschweig und dem Fraunhofer IST. Zudem ist Prof. Sabrina Zellmer seit dem 1. Juli 2023 stellvertretende Institutsleiterin des Fraunhofer IST.

Seit vier Jahren ist Sabrina Zellmer als Abteilungsleiterin Verfahrens- und Fertigungstechnik für nachhaltige Energiespeicher am Fraunhofer IST tätig. Zum 15. April wurde sie als Professorin an die TU Braunschweig berufen. Die Tenure-Track-Professur ist Teil des Bund-Länder-Programms zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Die Professur baut die Verbindung zwischen der Universität und dem Fraunhofer IST aus und wird das gemeinsame Profil in Forschung und Lehre zu Batterien und Brennstoffzellen stärken.

Zukünftig wird Sabrina Zellmer zudem als neue Stellvertreterin der Institutsleitung des Fraunhofer IST tätig sein. Der bisherige stellvertretende Institutsleiter, Dr. Lothar Schäfer, ist Ende Juni in den Ruhestand eingetreten.



Dr. Sabrina Zellmer (Mitte) wurde zur Professorin für Batterie- und Brennstoffzellenprozessentechnik an der TU Braunschweig berufen. Urkundenübergabe mit der Präsidentin Professorin Angela Ittel (links) und Professor Markus Böl, Dekan der Fakultät Maschinenbau.



Die schwimmende Wissensplattform »Oker Space«.

Schwimmende Wissensplattform »Oker Space«

22. August 2023 / In diesem Sommer informierte die auf der Braunschweiger Oker schwimmende Wissensplattform Besucher*innen in Form von Plakaten, die sich auf die Bereiche Bildung, Technologien zur Wasseraufbereitung und ökologische Nachhaltigkeit konzentrierten.

»Sauberes Wasser durch Diamant« ist das Thema, mit dem sich das Fraunhofer IST eingebracht hat. Das Institut gab auf dem Floß einen Überblick über seine Expertise im Bereich der Wasseraufbereitung mittels Diamanttechnologie.

Strukturwandel powered by Fraunhofer IST

3,1 Millionen Euro für Strukturwandel in der Region Wilhelmshaven

02. November 2023 / Die Region Wilhelmshaven erhält 3,1 Millionen Euro für die weitere Gestaltung des Strukturwandels. Das Geld fließt in das Projekt »Transformation Wilhelmshaven« des Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST und der Jade Hochschule. »Transformation Wilhelmshaven« soll dabei helfen, den lokalen Wandel in der Industriestruktur und der Energiewirtschaft zu stärken, um die Wertschöpfung in der Region zu steigern und damit die Lebensqualität nachhaltig zu verbessern.

Wilhelmshaven ist bereits heute ein Schlüsselakteur in der Energiewende und wird in Zukunft maßgeblich zur Beschleunigung dieser Entwicklung beitragen, indem es Deutschlands Industrie mit klimafreundlichem Wasserstoff versorgt und sich als führender Standort für nachhaltige Produktion und Wertschöpfung etabliert.«

Prof. Dr.-Ing. Sabrina Zellmer, Stv. Institutsleiterin

Die Förderung stammt aus den sogenannten Kohlemitteln, die der Bund für die Bewältigung des Strukturwandels in den ehemaligen Kohlerevieren zur Verfügung stellt und die das Niedersächsische Ministerium für Bundes- und Europaangelegenheiten und Regionale Entwicklung verwaltet. Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bafa) hat die Förderung nun freigegeben. Sie läuft über drei Jahre.

Mit dem Projekt »Transformation Wilhelmshaven« sollen Zukunftsperspektiven jenseits der Kohlewirtschaft ermittelt werden. Dabei wird auch außerhalb der Energiewirtschaft und der Energiesystemtransformation nach neuen Potenzialen geforscht.

Zusammen mit örtlichen Unternehmen werden auf Basis der Stärken und Schwächen der Region Handlungsfelder identifiziert. In diesen können Projektverbünde in Form von Forschungs-, Transfer- und Innovationsverbänden gebildet werden. Mögliche Industriezweige im Bereich der Energiewende befinden sich insbesondere im Wasserstoff- und Recyclingsektor. Zudem erhalten mittelständische Unternehmen aus der Region Beratungen zum Strukturwandel. Ein Schwerpunkt liegt auf Weiterbildungsprogrammen im Bereich der Wasserstoffwirtschaft.

Mehr zum Projekt »Transformation Wilhelmshaven« erfahren Sie auf den Seiten 52/53.

Fraunhofer IST gründet Innovationszentrum in Helmstedt

21. November 2023 / Die Fördersumme von mehr als einer Million Euro aus Strukturstärkungsmitteln wird für das Projekt der Fraunhofer-Institute IST und IKTS »Aufbau und Etablierung eines Innovationszentrums durch das Fraunhofer IST als Impulsgeber für Wissens- und Technologietransfer-Maßnahmen« eingesetzt.

In enger Kooperation mit der Wirtschaftsregion Helmstedt GmbH und in Zusammenarbeit mit regionalen Partnern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik soll das Projekt dabei helfen, den lokalen Wandel in den Bereichen Technologie und Dienstleistung für die Energiewende, Ressourceneffizienz durch Kreislaufwirtschaft und nachhaltige digitale Landwirtschaft zu stärken, um die Wertschöpfung in der Region zu steigern. Hierzu wird es ab 2024 ein Büro der Fraunhofer-Gesellschaft im Haus der Wirtschaft, der Heimat der Wirtschaftsregion Helmstedt GmbH, geben und die Fahne der Wissenschaft weht dann deutlich sichtbar in der Kreisstadt.

Zusammen mit regionalen Unternehmen sollen Handlungsfelder in den Sektoren Energiewirtschaft, Kreislaufwirtschaft und Landwirtschaft identifiziert werden und getrieben durch die Technische Universität Braunschweig und die Ostfalia Hochschule neue Unternehmen angesiedelt und Projektverbünde gebildet werden. Die Förderung stammt aus den sogenannten Kohlemitteln, die der Bund für die Bewältigung des Strukturwandels in den ehemaligen Kohlerevieren zur Verfügung stellt. Die Förderung ist zunächst auf vier Jahre befristet. Die Erkenntnisse und Maßnahmen für eine erfolgversprechende Transformation aus diesem Pilotvorhaben sollen künftig auch anderen vom Kohleausstieg betroffenen Regionen in Europa und weltweit zugänglich gemacht werden und so auch die Sichtbarkeit der Region Helmstedt erhöhen.



Thomas Klein, Geschäftsführer der Wirtschaftsregion Helmstedt GmbH (links) und Dr. Guido Hora vom Fraunhofer IST (rechts).



Auf Messen und Ausstellungen unterwegs

Das Fraunhofer IST war auch im Berichtsjahr 2023 wieder auf einigen Messen und Ausstellungen unterwegs, um dem Fachpublikum die neuesten Forschungsergebnisse des Instituts vorzustellen. Darüber hinaus lag ein Fokus in diesem Jahr auch darauf, die Attraktivität des Fraunhofer IST als Arbeitgeber auf Job- und Karrieremessen zu präsentieren.

Auf der diesjährigen HANNOVER MESSE beteiligte sich das Fraunhofer IST vom 17. bis 21. April 2023 auf dem Gemeinschaftsstand der Fraunhofer-Gesellschaft mit den Themen »Nachhaltige Prozessketten für die Werkstoffbearbeitung« im Rahmen des Verbunds Produktion und »Dünnschichtsensorik für die Produktionsüberwachung« im Rahmen des Geschäftsbereichs Adaptronik. Darüber hinaus war das Institut als Partner des Wasserstoff Campus Salzgitter auf dem Gemeinschaftsstand des Landes Niedersachsen zu den Themen »Energy | Industrial Supply« vertreten. Der Besuch des niedersächsischen Wirtschaftsministers Olaf Lies wurde genutzt, um ihm Folgeprojekte der Fabriktransformation zur Dekarbonisierung der Wertschöpfungskette, die im Aufbau befindliche Stapelanlage für Brennstoffzellen-Stacks und die geplante Recyclinglinie vorzustellen.

Persönlicher Austausch mit der Öffentlichkeit in der Region Braunschweig

Wie können Oberflächentechnik und Digitalisierung zur Infektionsprävention und zum Schutz von Patienten beitragen? Was kann eine digitalisierte Forschung für den Umweltschutz leisten? Zu diesen Fragestellungen standen Mitarbeitende des Fraunhofer IST im »Salon der Wissenschaft« am 10. Mai Rede und Antwort. Organisiert wird das Format vom Forschungs-Region Braunschweig e.V. und der Stadt Braunschweig, um Wissenschaft für die Öffentlichkeit erlebbar zu machen und den Austausch zwischen Wissenschaft und Gesellschaft zu fördern. Das Veranstaltungsformat setzt dabei nicht auf klassische Vorträge, sondern auf den zwischenmenschlichen Dialog. In mehreren, parallel stattfindenden Runden konnten sich die Teilnehmenden persönlich mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus der Region Braunschweig über Themen wie Nachhaltigkeit, Klimaschutz, Digitalisierung, Gesundheitswesen, Mobilität und Bildung austauschen.



Auf der HANNOVER MESSE demonstrierte das Messteam des Fraunhofer IST auf dem Fraunhofer-Gemeinschaftsstand im Bereich Produktion das Potenzial der Schicht- und Oberflächentechnik für die Herstellung nachhaltiger Werkzeuge.



Den Besuch des niedersächsischen Wirtschaftsministers Olaf Lies auf der HANNOVER MESSE nutzte das Team des Wasserstoff Campus Salzgitter zum Austausch über Themen rund um die Entwicklung Salzgitters zur Modellregion für Wasserstoff (v.l.n.r. Prof. Sabrina Zellmer, Dr. Christine Blume, Prof. Christoph Herrmann, Michael Gensicke, Olaf Lies, Kolja Backsmann).



Am Beispiel der Software MOCCA® wurde auf der diesjährigen LASER ein System zur verbesserten Prozesskontrolle und zur automatisierten Steuerung von Beschichtungsprozessen live demonstriert.



Das Team des Fraunhofer IST war in diesem Jahr auf diversen Berufsorientierungsmessen in der Region auf der Suche nach Auszubildenden und Studierenden unterwegs.

Finden und gefunden werden...

An gleich fünf Messen und Veranstaltungen nahm das Fraunhofer IST in diesem Jahr teil, um dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken. Auf der Firmenkontaktmesse bonding, zwei Bachelorinfoabenden der TU Braunschweig, dem »Markt der Möglichkeiten« und der Job- und Karrieremesse parentum präsentierte sich das Institut, um Schüler*innen und Studierende kennenzulernen, die Interesse haben, am Fraunhofer IST an nachhaltigen Lösungen für Oberflächen und Schichten für zukunftsfähige Produkte und Produktionssysteme zu arbeiten.

Vollautomatische Überwachung und Kontrolle der Produktion optischer Schichten

Vom 27. bis 30. Juni 2023 stellte das Fraunhofer IST auf der LASER World of PHOTONICS, der Weltleitmesse für Komponenten, Systeme und Anwendungen, die selbst entwickelte Software MOCCA® vor, die sowohl das optische Breitbandmonitoring der einzelnen Schichten eines Filters als auch die Steuerung der EOSS®-Anlage (Enhanced Optical Sputtering System) übernehmen kann. Zu den Funktionen der Software gehören die Prozess- bzw. Produktionsplanung, das Handling von Substraten und Routinen zur automatischen Abschaltung und zum Wiederanfahren bei Stromausfällen. Außerdem lernt die Software kontinuierlich aus durchgeführten Prozessen. Der Anwender der Anlage muss zwischen einzelnen Beschichtungsaufträgen nicht eingreifen.

Online-Format »TransferTalk« des Fraunhofer IST

Am 20. Juni 2023 feierte das neue kostenlose Online-Veranstaltungsformat »TransferTalk – Industrie trifft Wissenschaft« mit drei auf den Punkt gebrachten Vorträgen mit anschließender Diskussion zum Thema »Wasserstofftechnologien entlang der Wertschöpfungskette« seine Premiere. Rund 50 Teilnehmende erfuhren, wie Wasserstoff aus biogenen Reststoffen hergestellt werden kann, welche Neuerungen es im Bereich der Materialentwicklung und bei Messverfahren für die Wasserstoffwirtschaft gibt und wie sie die Transformation eines Unternehmens digital so begleiten können, dass es sich auch wirtschaftlich lohnt. Am 17. Oktober 2023 ging der TransferTalk mit dem Thema »Oberflächenanalytik in der Qualitätssicherung« in die zweite Runde.

... Fortsetzung folgt.



Weiterbildung am Fraunhofer IST

Im Berichtsjahr 2023 haben wir gemeinsam mit der Fraunhofer Academy fünf Kurse mit 31 Teilnehmenden durchgeführt. Die Resonanz war durchweg positiv. Im Jahr 2024 sind weitere Kurse geplant und ein neues Weiterbildungsprogramm zum Thema Nachhaltigkeit »think GREEN, act SMART – Einführung in die Nachhaltigkeit für Unternehmen« geht neu an den Start. Unsere Programme im Überblick:

»Energiewende praktisch – Fachwissen für Ihren Umstieg auf Wasserstoff«

Seit 2022 bietet das Fraunhofer IST in Zusammenarbeit mit der Fraunhofer Academy Weiterbildungsprogramme für eine Qualifizierung für die Wasserstoffwirtschaft an. In der Weiterbildung »Energiewende praktisch – Fachwissen für Ihren Umstieg auf Wasserstoff« lernen die Teilnehmenden u. a., wie sie grünen Wasserstoff gewinnen, transportieren und in die Anwendung bringen können.

Grundlagenmodul

Das Grundlagenmodul richtet sich an Personen, die sich ein solides Grundwissen zum Thema Wasserstoff aneignen wollen und gerne selbstbestimmt lernen. Die Teilnehmenden lernen die gesamte Wertschöpfungskette der Wasserstoffwirtschaft kennen und erfahren, warum Wasserstoff ein Schlüsselement für eine klimaneutrale Wirtschaft ist und welche Faktoren bei der Umstellung auf Wasserstoff für ihre Unternehmen wichtig sind.

Zertifikatskurs

Im Rahmen des Weiterbildungsprogramms »Energiewende praktisch« wurde ein Zertifikatskurs für Planende, Managementbeauftragte, Ingenieur*innen, Mitarbeitende von kommunalen Versorgungsunternehmen, Meister*innen und Fachkundige angeboten, die proaktiv die Chancen der Verwendung von Wasserstoff verstehen wollen. Der Kurs bietet die Möglichkeit, das TÜV-Personenzertifikat zu erlangen und nach erfolgreich bestandener Prüfung den Titel »Fachkundige*r Wasserstoff mit TÜV Rheinland geprüfter Qualifikation« zu führen. Im Berichtsjahr haben fünf Teilnehmende den Grundlagenkurs auf Deutsch absolviert. Der Zertifikatskurs auf Deutsch hat drei Mal mit insgesamt 21 Teilnehmenden und der Kurs auf Englisch einmalig mit fünf Teilnehmenden stattgefunden.

Darüber hinaus hat das Fraunhofer IST am 9. Mai 2023 in Kooperation mit der AGIMUS GmbH ein Tagesseminar »Wasserstoff – Perspektiven für Industrie und Gewerbe« angeboten.



Die Weiterbildung »Energiewende praktisch – Fachwissen für Ihren Umstieg auf Wasserstoff« fand im Berichtsjahr als Grundlagenmodul sowie als Präsenz- und Online-Zertifikatskurs sowohl auf Deutsch als auch auf Englisch statt.



Die Teilnehmenden sind nach der Nachhaltigkeitsweiterbildung u.a. in der Lage, die Relevanz von Nachhaltigkeit und Ökobilanzen (LCA) im eigenen Unternehmen auf dem Weg zur Klimaneutralität zu erkennen.

think GREEN act SMART: Einführung in die Nachhaltigkeit für Unternehmen

Im April 2024 geht ein neues Weiterbildungsprogramm an den Start. »thinkGREEN act SMART: Einführung in die Nachhaltigkeit für Unternehmen« richtet sich an (angehende) Nachhaltigkeitsbeauftragte und -manager*innen sowie Mitarbeitende aus Einkauf und Vertrieb, die sich mit dem Thema Nachhaltigkeit auseinandersetzen oder Anforderungen an die Lieferketten verstehen wollen. Auch diese Weiterbildung wird die Möglichkeit bieten, eine Personenzertifizierung der Fraunhofer-Personenzertifizierungsstelle zu erlangen. Das Fraunhofer IST hofft auf großes Interesse und eine rege Teilnahme.

Informationen zum aktuellen Angebot an Weiterbildungsprogrammen finden Sie auf unserer Webseite:



Wasserstoff Grundlagen

Nachhaltigkeit Zertifizierung

Im Fokus

Mit nachhaltiger Energie in die Zukunft



Der Erfolg von Unternehmen wird massiv von deren Nachhaltigkeitsperformance beeinflusst.«

Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann, Institutsleiter des Fraunhofer IST

Seit Jahren befinden sich die Energiepreise im Anstieg – ein Effekt, der sich durch den Angriffskrieg auf die Ukraine noch verstärkt hat. Während der Energiebedarf und die Preise steigen, verknappen die fossilen Ressourcen und klimabedingte Katastrophen halten Einzug in unser Leben.

Nicht zuletzt durch Nachrichten über Waldbrände, Überschwemmungen und Hitzewellen wird vor Augen geführt: Klimaschutz geht uns alle an. Zum Schutz des Weltklimas hat sich die EU zur Begrenzung von Emissionen und damit zur Umrüstung auf grüne Energieträger verpflichtet. In dieser Zeit multifaktorieller Krisen gilt es für das Fraunhofer IST, dafür robuste und nachhaltige Lösungen zu entwickeln.

Um die Ziele des Pariser Klimaabkommens und bis 2050 Klimaneutralität zu erreichen, verpflichtet das europäische Klimagesetz die EU-Mitgliedsstaaten zu einer signifikanten Reduzierung der Treibhausgasemissionen. Der Industriesektor war 2019 weltweit für 24 % der Treibhausgasemissionen verantwortlich, der Verkehrssektor für 15 %¹. Die Automobilbranche ist eine der wichtigsten Industrien Deutschlands und Vorreiter für eine nachhaltige Entwicklung. Dabei umfassen die Dekarbonisierungsziele der OEMs den gesamten Lebenszyklus – »von der Wiege bis zur Bahre«. Zur Erreichung dieser Ziele wird das Produktportfolio elektrifiziert und die Lieferkette dekarbonisiert.

Das Fraunhofer IST entwickelt maßgeschneiderte Werkzeuge, die CO₂ entlang der gesamten Wertschöpfungskette messbar machen und die Technologien mit den günstigsten CO₂-Reduktionskosten identifizieren. Schwerpunkte unserer Arbeiten sind Methoden zur Messung der Nachhaltigkeit im Lebenszyklus, Batterien, Wasserstoff, Photovoltaik sowie Technologien zur Erreichung einer Kreislaufwirtschaft.

¹Lee, H., Romero, J., 2023. IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Geneva, Switzerland.

Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit ist ein harter Wettbewerbsfaktor in der Industrie, denn Nachhaltigkeitsrankings beeinflussen den Aktienkurs und die Marktkapitalisierung von Unternehmen. Gesetzliche Anforderungen wie die Corporate Sustainability Reporting Directive, kurz die CSRD-Richtlinie, der EU fordern eine wissenschaftsbasierte Ableitung der Nachhaltigkeitsziele. Die Abteilung Nachhaltigkeitsmanagement des Fraunhofer IST berät und unterstützt Unternehmen bei Strategieentwicklung, Zielableitung und Entwicklung von Maßnahmen.

**Was man messen kann, kann man auch managen:
Werkzeuge zur Quantifizierung der Nachhaltigkeit**

Ausgehend von den Anforderungen der Kunden, des Wettbewerbs, der Gesetzgebung, des Finanzmarkts sowie technologischer Trends identifizieren wir die relevanten Zielfelder. Schwerpunkte bilden Dekarbonisierung, Wassereffizienz und Circular Economy.

Unseren Kunden liefern wir Materialitätsanalysen, Werkzeuge zur Messung der Nachhaltigkeitsperformance im Lebenszyklus, zertifizierte Carbon Footprints sowie Dekarbonisierungsrroadmaps. Im Bereich Weiterbildung bieten wir Schulungen zu Nachhaltigkeit und Life Cycle Assessments an, um Nachhaltigkeit in der Belegschaft zu verankern.



CO₂ ist die Währung der Zukunft.«

Prof. Dr. Stephan Krinke,
Abteilungsleiter am Fraunhofer IST





Unsere Sonne liefert mehr Energie als die Menschheit zu ihrer Versorgung je nutzen kann. Die Entwicklung und Bereitstellung von Technologien zur Nutzung dieser kostenlosen Energiequelle ist maßgeblich für unsere Zukunft.«

Dr. Volker Sittinger, Abteilungsleiter am Fraunhofer IST

Mit Heißdraht-CVD hergestellte Si-Schichten für eine Heterostruktur-Solarzelle.

Die zukünftige Energieversorgung der Welt wird auf Photovoltaik und Windenergie beruhen. Die Photovoltaik ist dank der siliziumbasierten Solarzellen mittlerweile eine der in Abhängigkeit vom Standort günstigsten Stromquellen weltweit.

So liegen gemäß des World Energy Outlooks 2020 der International Energy Agency IEA die Stromgestehungskosten mit Photovoltaik innerhalb Europas zwischen 2,7 und 5,4 Cent / kWh für große Freiflächenanlagen². Hocheffiziente Solarzellen sind dadurch strategisch eines der wichtigsten optoelektronischen Bauelemente der Zukunft.

Die neuesten Generationen beruhen auf dem Einsatz der Vakuumtechnologie zur Erzeugung nahezu defektfreier Grenzflächen mit optimierter optoelektronischer Anpassung an den photovoltaischen Absorber.

Die Weiterentwicklung der Zelltechnologie zu höheren Effizienzen ist notwendig, um sinkende Stromgestehungskosten und Materialkosten und dadurch flächenbezogene Skalierungseffekte zu ermöglichen. Vielversprechende neue Zelltechnologien sind die auf den etablierten Silizium- und CIGS-Technologien aufbauenden Tandemsolarzellen in Verbindung mit Perowskit als weiterem Absorbermaterial. Tandem-Solarzellen sind sehr komplex aufgebaut. Sie bestehen aus einer Vielzahl hauchdünner Kontaktschichten, die unter, zwischen und auf den beiden Absorbern abgeschieden werden.

Am Fraunhofer IST verfügen wir über umfangreiches Know-how auf dem Gebiet der Vakuumtechnologien, das wir hier nutzen, um hocheffiziente Prozesse und gleichzeitig exzellente Schichteigenschaften für z.B. transparente leitfähige Schichten, Tunnel- und Frontkontakte oder Loch- und Elektronenkontaktschichten zu realisieren.

Die Aufskalierung der Technologien ist ein weiterer Schwerpunkt unserer Arbeiten. Unsere Kunden und Partner profitieren nicht nur von unseren Kompetenzen bei der Entwicklung von Schichten für die Photovoltaik oder bei der Simulation zur Prozessoptimierung, sondern auch von unserer Messtechnik zur Qualitätssicherung und -kontrolle. Darüber hinaus führen wir Ökobilanzierungen durch und gestalten den gesamten Produktlebenszyklus im Hinblick auf Nachhaltigkeit im Rahmen unseres Life Cycle Engineerings.

²IEA World Energy Outlook 2020, p. 238, <https://www.iea.org/>.

Batterien

Die Energiewende ist zentral für eine sichere, umweltverträgliche und wirtschaftlich erfolgreiche Zukunft. Sie kann jedoch nur gelingen, wenn Technologien der Energieerzeugung, -wandlung und -speicherung noch effizienter, kostengünstiger und umweltfreundlicher gestaltet werden. Wesentlich dafür ist die ganzheitliche und nachhaltige Gestaltung von Produktionssystemen und Lebenswegen von heutigen und künftigen Energiespeichern.

Zur Erreichung dieser übergeordneten Ziele sind Aspekte wie die Etablierung europäischer Gigafabriken zur Produktion von Batteriezellen, der energieeffiziente Betrieb dieser Fabriken, die Bereitstellung und der Abbau von Rohstoffen unter ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten, die Einhaltung der europäischen Battery Directive sowie die Übertragung von Produktionskonzepten auf zukünftige Batteriechemien von entscheidender Bedeutung.

Wollen auch Sie Ihr Wissen im Bereich der Batterieforschung erweitern oder haben Sie eine individuelle Anfrage?

In unserem Weiterbildungsprogramm »EPR für Batterien« (EPR, erweiterte Herstellerverantwortung, engl. Extended Producer Responsibility) erhalten Sie theoretisches Grundlagenwissen zum gesamten Lebenszyklus einer Batterie inklusive der gesetzlichen Rahmenbedingungen. Zudem wurde das Weiterbildungsprogramm in Kooperation mit der Stiftung GRS Batterien und GRS Service GmbH aufgebaut und beinhaltet daher auch Themen u. a. zur Sammlung und sicheren Lagerung von Altbatterien. In einem abschließenden Präsenzworkshop werden Anforderungen und Verantwortung einzelner Entscheidungsträger diskutiert, um das erlernte Wissen erfolgreich in die Praxis zu transferieren.



Elektroden für die Herstellung von Batteriezellen.



Leistungsfähige, nachhaltig produzierte Batteriespeichersysteme sind Schlüsseltechnologien für eine kohlenstoffarme Energieinfrastruktur und eine saubere Zukunft.«

Dr.-Ing. Jutta Janßen, Leiterin Bildungsmanagement für zirkuläre Produktion am Fraunhofer IST

Wasserstoff



Werden auch Sie Wasserstoffexperte und nehmen Sie an unserer Weiterbildung teil.«

Prof. Dr.-Ing. Sabrina Zellmer,
Abteilungsleiterin und
stv. Institutsleiterin des Fraunhofer IST

Die Wasserstoffwirtschaft ist ein Schlüsselement in der Defossilisierung des globalen Energiesystems und fördert die Erreichung der nachhaltigen Entwicklungsziele der UN.

Wasserstoff wird zukünftig im Industrie-, Energie- und Verkehrssektor in Anwendungen eingesetzt, in denen eine direkte Elektrifizierung nicht realisierbar ist, z.B. als Reduktionsmittel in der Stahlindustrie oder für die Herstellung von Methanol und Ammoniak. Weniger als 1 Prozent des heutigen Wasserstoffbedarfs von 95 Mio. Tonnen basiert auf klimafreundlichen Herstellungsrouten. Die International Renewable Energy Agency IRENA prognostiziert einen Anstieg des zukünftigen Bedarfs auf ca. 614 Mio. Tonnen bis 2050³.

Der Fokus liegt auf Elektrolyseuren, um grünen Wasserstoff durch Strom aus erneuerbaren Energien herzustellen. Zusätzlich wird ein globaler Markt für Wasserstoff und seine Folgeprodukte auf Basis der unterschiedlichen Erzeugungspotenziale aus erneuerbaren Energien entstehen.

³IRENA (International Renewable Energy Agency)

Das Fraunhofer IST bietet Lösungen für eine nachhaltige Wasserstoffwirtschaft an. Dazu zählen Verfahren zur Fertigung und zum Recycling für Elektrolyseure und Brennstoffzellen. Zusätzlich bietet das Institut digitale Planungswerkzeuge und Bewertungsmodelle für den wirtschaftlichen Einsatz von Wasserstofftechnologien in Fabrikssystemen und die Wasserstoffversorgung über regionale und interkontinentale Lieferketten an.

Bei einer Teilnahme an unserem Weiterbildungsprogramm erwerben Sie umfassendes Fachwissen und Fähigkeiten, um den Übergang von fossilen Brennstoffen zu klimaneutralen Alternativen zu unterstützen. Nach Abschluss der Weiterbildung sind Sie in der Lage, das technische und regulatorische Know-how zur Erzeugung von grünem Wasserstoff anzuwenden. Sie können die Anforderungen und Herausforderungen der Umstellung auf grünen Wasserstoff identifizieren und auf verschiedene Anwendungen übertragen. Zudem sind Sie in der Lage, ein Wasserstoffherstellungssystem zu skizzieren und die wesentlichen Herausforderungen der Planung und des technischen Betriebs zu beschreiben. Diese Qualifizierung befähigt Sie, als Pioniere der Dekarbonisierung aktiv zur Transformation der Kohleregionen in Mitteldeutschland beizutragen.

Kontakt

Photovoltaik

Dr. Volker Sittinger
Telefon +49 531 2155-512
volker.sittinger@ist.fraunhofer.de

Nachhaltigkeitsbewertung

Prof. Dr. Stephan Krinke
Telefon +49 531 2155-504
stephan.krinke@ist.fraunhofer.de

Nachhaltige Energiespeicher

Prof. Dr.-Ing. Sabrina Zellmer
Telefon +49 531 2155-528
sabrina.zellmer@ist.fraunhofer.de

Weiterbildung

Dr.-Ing. Jutta Janßen
Telefon +49 531 2155-613
jutta.janssen@ist.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Carola Brand
Telefon +49 531 2155-574
carola.brand@ist.fraunhofer.de

Unsere Kompetenzen

entlang der gesamten Prozesskette

Optik

Digitalwirtschaft

Raumfahrt

Diamantbasierte Systeme und CleanTech

Fahrzeugbau

Nachhaltigkeitsmanagement

Energie und Life Cycle Engineering

Verfahrens- und Fertigungstechnik für nachhaltige Energiespeicher

Agrar- und Ernährungswirtschaft

Umwelttechnik

Anlagen- und Maschinenbau
Werkzeuge

Medizin- und Pharmaverfahrenstechnik

Tribologie

Luftfahrt

Analytik und Qualitätssicherung

Sensorik

Grenzflächenchemie und adaptive Haftsyste

Chemische Industrie

Verfahrens- und Fertigungstechnik für nachhaltige Energiespeicher

Nachhaltige Energiespeicher für eine erfolgreiche Transformation

Was sind die Schwerpunkte der Abteilung?

Die Schwerpunkte der Abteilung »Verfahrens- und Fertigungstechnik für nachhaltige Energiespeicher« liegen auf der Material- und Prozessentwicklung für recyclingfähige Energiespeicher sowie auf der Gestaltung von Fabrikssystemen zur Herstellung von Energiespeichern einschließlich Wasserstofftechnologien. Unsere Kernkompetenzen liegen hier im Bereich der ökonomischen und ökologischen Bewertung für Produktionssysteme sowie der Prozessoptimierung durch Multiskalensimulation und Prozessüberwachung für Energiespeichertechnologien. Darüber hinaus streben wir eine ganzheitliche und nachhaltige Gestaltung des gesamten Lebenswegs von Energiespeichern im Sinne eines Life Cycle Managements an – von der Materialherstellung über die verschiedenen Produktionsstufen und die Nutzung bis hin zum Recycling.«

Wie sehen die Pläne für die Zukunft aus?

Im Bereich der Batterie- und Wasserstofftechnologien wollen wir u.a. unsere Infrastrukturen weiter ausbauen. Dies beinhaltet u.a. das aktuell im Bau befindliche Fraunhofer-Zentrum für Energiespeicher und Systeme ZESS am Forschungsflughafen Braunschweig, in dem wir gemeinsam mit unseren Kolleginnen und Kollegen der Fraunhofer-Institute IFAM und IKTS Themen zur Weiterentwicklung der Festkörperbatterie und stationärer Systeme weiter vorantreiben wollen. Darüber hinaus sind Meilensteine des Jahres 2024 die weitere Ausgestaltung der Demontage und des Recyclings von Brennstoffzellensystemen sowie des Wasserstoff Campus Salzgitter.«

Was waren die Highlights im Berichtsjahr?

In diesem Jahr gab es wieder eine Reihe von Highlights in unseren drei Fachbereichen insbesondere vorangetrieben durch unser exzellentes Team aus wissenschaftlichen und technischen Mitarbeitenden. Im Bereich der Wasserstofftechnologien sind u.a. die Gründung des Wasserstoff Campus Salzgitter e.V. oder auch das gemeinsame Projekt ScaleH2 mit australischen Partnern für Lösungen auf die Fragestellung »Wie bekommt man grünen Wasserstoff kosteneffizient von Australien nach Deutschland?« zu nennen. Im Bereich der Batteriezellproduktion und des Life Cycle Managements sind u.a. unsere neue Weiterbildung »think GREEN, act SMART – Einführung in die Nachhaltigkeit für Unternehmen« sowie Projekte im Bereich der Modellierung von Batterien wie NaNiBatt oder HELENA zu nennen.«

Elektroden für die Herstellung von Batteriezellen.

#WeKnowSolutions

- Maßgeschneiderte und praxisnahe Weiterbildung und Beratung
- Studien und Konzepte für nachhaltige Energiesysteme in industriellen Clustern, Fabriken und Quartieren
- Entwicklung von Energiesystemsimulationen
- Ganzheitliche, nachhaltige Betrachtung und Entwicklung von Batterie- und Wasserstofftechnologien
- Einzigartige und interdisziplinäre Forschungsinfrastrukturen mit den Forschungs- und Industriepartnern der Region
- Herstellung und Analyse von Materialien, Komponenten und Zellen bzw. Stacks für Batterien und Brennstoffzellen

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Sabrina Zellmer
Telefon +49 531 2155-528
sabrina.zellmer@ist.fraunhofer.de

Aus der Forschung

Energiedrehscheibe – Transformation der Region Wilhelmshaven

Transformation WHV

Der Energieimport nach Deutschland deckte 2019 ca. 74% des deutschen Primärenergieverbrauchs und wird durch fossile Energieträger wie Steinkohle dominiert. Durch die Energiewende wird der Seehafenstandort Wilhelmshaven in Rekordzeit einen Transformationsprozess durchlaufen und sich zu einem Hub für kohlenstoffarme und erneuerbare Energieträger wie Wasserstoff entwickeln müssen (Energy Hub).

Diesen Prozess begleitet das Fraunhofer IST durch seine Expertise im Bereich der Energiespeicher und -systeme als wissenschaftlicher Partner.

Entlang der Wertschöpfungskette werden Handlungsfelder der Energiewirtschaft und Energiesystemtransformation sowie anknüpfender Technologiefelder identifiziert, analysiert und in den Transformationsprozess eingebracht.

Der Transfer von innovativen, klimafreundlichen Technologien ist zentral für eine nachhaltige Industriegesellschaft. Durch Förderung und Stärkung der regionalen Energiewirtschaft wird die Industrie unterstützt und die Lebensqualität in der Region und darüber hinaus nachhaltig verbessert.

Projekt

Transformation Wilhelmshaven – Technologische und strategische Handlungsfelder für die Region Wilhelmshaven

Laufzeit

2023 bis 2026

Projektpartner

- Jade Hochschule

Fördergeber

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)



Erst Öl und Kohle, bald Wasserstoff: Wilhelmshaven wird als Deutschlands einziger Tiefseehafen einen Transformationsprozess hin zum Import klimafreundlicher Energieträger durchlaufen.

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Sabrina Zellmer
Telefon +49 531 2155-528
sabrina.zellmer@ist.fraunhofer.de

Tribologie und Sensorik

Resiliente und intelligente Tribosysteme

Was sind die Schwerpunkte der Abteilung?

Reibung, Verschleiß und Korrosion verursachen jährlich Schäden in Milliardenhöhe und belasten die Umwelt oder gefährden sogar Menschenleben. Wir entwickeln leistungsfähige Oberflächen für resiliente Tribosysteme und passen diese gezielt an kundenspezifische Anforderungen an. So verbrauchen die Systeme weniger Energie und sind langlebiger. Darüber hinaus können zusätzliche Funktionen realisiert werden. Wir betrachten dabei stets alle zur wirtschaftlichen Fertigung notwendigen Prozessschritte und entwickeln zur kontinuierlichen Überwachung solcher Tribosysteme individuelle, hochbelastbare Sensoren, mit denen beginnende Schädigungen rechtzeitig erkannt werden können.«

Wie sehen die Pläne für die Zukunft aus?

Weiterentwicklungen in der Materialtechnik, der Produktionstechnik und der Digitalisierung sowie zunehmende ökologische Anforderungen wie z. B. der Verzicht auf fluorierte Kohlenwasserstoffe stellen uns vor immer neue Herausforderungen. Die Anforderungsprofile an Oberflächen steigen kontinuierlich und neue Funktionalitäten müssen realisiert werden. Gleichzeitig wächst aber auch der Kostendruck. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, müssen wir zukünftig immer häufiger verschiedene Oberflächentechnologien miteinander kombinieren und gleichzeitig die Kosten für die notwendigen Verfahren reduzieren.«

Was waren die Highlights im Berichtsjahr?

Im Zuge der Digitalisierung von Produktionsprozessen oder Produkten wird die Erfassung von Daten über leistungsfähige Sensoren immer wichtiger. Wir entwickeln verschiedenste Sensortypen für den Einsatz in hochbelasteten Tribosystemen wie z. B. auf Um- und Urformwerkzeugen, aber auch auf beliebigen Maschinenelementen. Die Sensorik ermöglicht eine echtzeitfähige Überwachung der Werkzeugbelastung und damit eine individuelle Anpassung der Produktionsprozesse. Darüber hinaus können Werkzeuge rechtzeitig vor einem endgültigen Ausfall ausgetauscht werden.«

#WeKnowSolutions

- Analyse und Auslegung von tribologischen Systemen
- Entwicklung und Anpassung von Oberflächen an kundenspezifische Anforderungen
- Durchführung tribologischer Tests und Charakterisierung von Oberflächen
- Entwicklung anwendungsspezifischer Dünnschichtsensorik
- Bioinspirierte Oberflächen und biobasierte Verfahren zur Oberflächengestaltung
- Digitalisierung von Prozessen der Oberflächentechnik

Kontakt

Dr.-Ing. Jochen Brand
Telefon +49 531 2155-600
jochen.brand@ist.fraunhofer.de

Formkern mit Temperatursensor für den Aluminiumdruckguss.

Aus der Forschung

Wirtschaftliche Fertigung metallischer Bipolarplatten

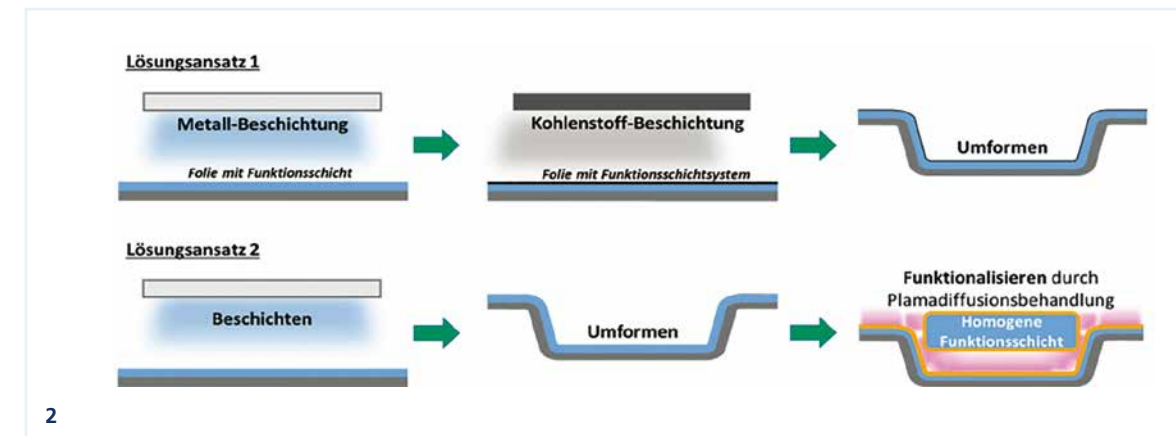
BPP-Schicht

Der Einsatz von PEM-Brennstoffzellen (Polymerelektrolyt-Membran-Brennstoffzellen) bietet vielversprechende Perspektiven für die stationäre Energieerzeugung, die Elektromobilität und die Reduzierung der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen, wird derzeit jedoch durch die kostenintensive Großserienproduktion eingeschränkt.

Die Bipolarplatte (BPP) ist eine der kostenintensivsten Komponenten in der PEM-Brennstoffzelle. Aufgrund ihrer Einsatzbedingungen ist sie hohen Anforderungen hinsichtlich elektrischer Leitfähigkeit und Korrosionsbeständigkeit ausgesetzt. Die Verbesserung dieser Eigenschaften, die Erhöhung der Lebensdauer sowie die wirtschaftliche Herstellung durch die Entwicklung und Erprobung neuer Herstellungsmethoden metallischer BPP stehen im Fokus des Projekts »BPP-Schicht«. Im Rahmen des Projekts werden zwei unterschiedliche Lösungswege verfolgt, die jeweils unterschiedliche Beschichtungs- und Formgebungsverfahren wie z. B. die Hohlprägung oder das Hydroforming (vgl. Abbildung 2) kombinieren.

Der Lösungsansatz des Fraunhofer IST basiert auf metallischen, mit Titan beschichteten Folien, die nach der Umformung durch eine Plasmadiffusionsbehandlung funktionalisiert werden (vgl. Abbildung 1). Dadurch sollen die durch die Umformung verursachten Defekte minimiert und gleichzeitig die Korrosionsbeständigkeit verbessert werden.

Die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Ansätze wird bei unterschiedlichen Umformvorgängen untersucht. Ziel ist die Entwicklung eines kostengünstigen, effizienten und skalierbaren Produktionsprozesses für BPP. Auf diese Weise soll die Herstellung von Schlüsselkomponenten für die Nutzung von grünem Wasserstoff entwickelt und damit ein Beitrag zur Energiewende in Deutschland und Europa geleistet werden.



Schematische Darstellung der im Projekt verfolgten Lösungsansätze.

Projekt

Entwicklung von Fertigungsprozessfolgen für beschichtete metallische Bipolarplatten für Brennstoffzellen höchster Qualität und Energieeffizienz

Laufzeit

01.07.2023 bis 30.06.2025

Projektpartner

- Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU
- Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS

Fördergeber

- Industrielle Gemeinschaftsforschung IGF
- Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e.V.

Funktionalisierung einer metallischen Bipolarplatte mittels Plasmanitrierung.



Kontakt

Phillip Marvin Reinders M.Sc.
Telefon +49 531 2155-835
phillip.reinders@ist.fraunhofer.de

Aus der Forschung

Sensorik zur KI-gestützten Qualitätsüberwachung in der Produktionstechnik

AI-NET-ANIARA

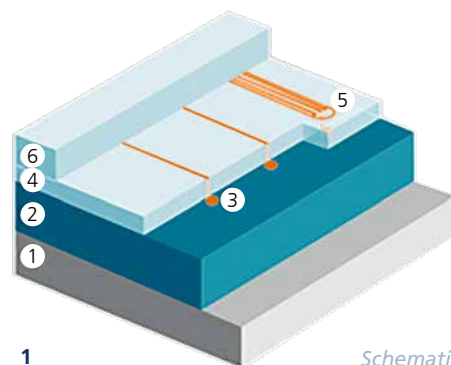
Um Produktionsprozesse mithilfe von KI automatisiert überwachen zu können, werden innovative Sensorsysteme benötigt, die mit möglichst hoher Datenqualität Echtzeit-Informationen über den Produkt- und Prozesszustand liefern. Das Fraunhofer IST arbeitete im Projekt »AI-NET-ANIARA« daher an der Entwicklung innovativer Dünnschichtsensoren für automatisierte Produktionsprozesse am Anwendungsbeispiel Kunststoffspritzgießen.

Das Potenzial der Dünnschichtsensorik

Der Einsatz der am Fraunhofer IST entwickelten Dünnschichtsensoren (vgl. Abbildung 1) in Kombination mit KI eröffnet die technologische Voraussetzung für die Umsetzung autonom gesteuerter Systeme. Menschliche Bediener werden dabei unterstützt, den Produktzustand im Produktionsprozess zu erkennen und bei Bedarf verfügbare Optionen für Optimierungs- und Kontrollmaßnahmen einzuleiten.

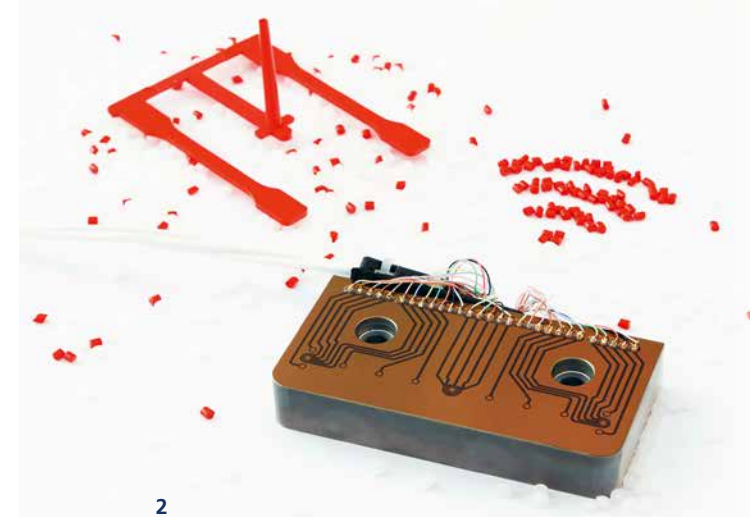
Aufbau des Dünnschichtsensors

Am Fraunhofer IST wurde ein multifunktionales Sensorschichtsystem (vgl. Abbildung 2) auf Stahleinsätze abgeschieden, die leicht in das Werkzeug integriert werden können. Die Grundschicht besteht aus einer thermoresistiven und verschleißbeständigen DLC-Schicht. Darauf wurde ein Array aus 13 Elektrodenstrukturen aus Chrom aufgebracht, das den Fließfrontverlauf entlang der Bauteilgeometrie abbildet. Es folgen zwei elektrische Isolationsschichten aus SICON®, zwischen denen die chrombasierten Leiterbahnen mittels fotolithografischer Prozesse gefertigt wurden.



1. Werkzeugeinsatz (1.3505)
2. Sensorschicht (DLC / 6 µm)
3. Elektrodenstrukturen (Cr / 0,2 µm)
4. Isolationsschicht (SICON® / 1 µm)
5. Mäanderstruktur (Cr / 0,2 µm)
6. Isolations- und Verschleißschutzschicht (SICON® / 3 µm)

Schematische Darstellung des multifunktionalen Schichtsystems.



2

Sensoreinsatz mit 13 auf dem Werkzeug verteilten Messstellen, Spritzgießprobe und Kunststoffgranulat.

Das gesamte Schichtsystem weist eine Dicke von etwa 10 µm auf. Für die Messdatenerfassung wurde ein an die Dünnschichtsensoren angepasstes Messsystem entwickelt. Zur Datenauswertung und Analyse des Produktzustands werden die Messdaten an ein Edge-Device gesendet, welches die Messdaten mittels KI-Algorithmus analysiert und die Qualität des gespritzten Bauteils über ein Farbsignal direkt an der Maschine noch vor der Öffnung des Werkzeugs anzeigt.

Ausblick: Einsatz des Sensorsystems in der inkrementellen Fertigung

Das entwickelte Sensorsystem wurde an der Spritzgießanlage des Instituts für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF) der TU Braunschweig getestet. Ein Temperaturprofil ist exemplarisch in der Abbildung 3 dargestellt. Als Teilprozess der inkrementellen Fertigung wurden mithilfe der Sensorik digitalisierte und intelligente Fertigungsstrategien für eine effiziente Herstellung funktionalisierter Produkte in unterschiedlichen Stückzahlen untersucht und erreicht, dass durch die erhöhte Datenverfügbarkeit in Kombination mit dem Einsatz maschineller Lernverfahren individualisierte Produkt(-zwischen-)zustände vorhergesagt und geeignete Optimierungsstrategien abgeleitet werden können.

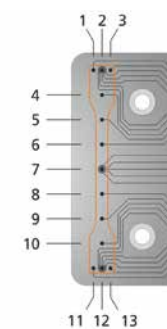
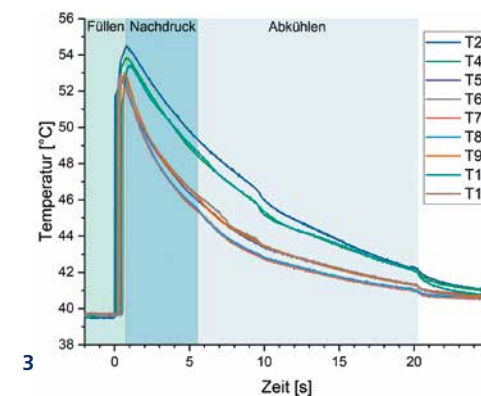
Das Projekt

Im Rahmen des EU-Forschungsprogramms AI-NET wird an Technologien zur Beschleunigung der digitalen Transformation in Europa geforscht. In mehreren industriegeführten Projekten werden die Technologiefelder Kommunikationsnetze und -technologien für 5G und perspektivisch 6G, nutzungsnaher Rechenzentren sowie Künstliche Intelligenz (KI) adressiert. Der Fokus des deutschen Projektkonsortiums von »AI-NET-ANIARA« lag auf den Anwendungsfeldern Sensorik und Produktionstechnologien.

Das Projekt »AI-NET-ANIARA« wurde durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert (Fördernummer 16KIS1275) und ist Teil des EU-Forschungsprogramms AI-NET.

Projektpartner

- Ericsson AB (Projektkoordination) Arctoslabs AB, Chalmers University of Technology, Enoc System AB, Royal Institute of Technology, Kungliga Tekniska Högskolan, Logical Clocks AB, Qamcom Research and Technology AB, RI.SE Research Institutes of Sweden AB, Systemair AB, Univrses AB, Delta Electronics (Schweden)
- King's College London, HAL Robotics, Konica-Minolta (Großbritannien)
- Opel Automobile GmbH, Technische Universität Braunschweig, Fraunhofer IPT, IconPro GmbH (Deutschland)



Exemplarisches Temperaturprofil über die Bauteilgeometrie mit ausgewählten Messstellen.

Kontakt

Anna Schott M.Sc.
Telefon +49 531 2155-674
anna.schott@ist.fraunhofer.de

Martin Rekowski M.Sc.
Telefon +49 531 2155-642
martin.rekowski@ist.fraunhofer.de

Optische Systeme und Anwendungen

Optische und elektrische Funktionsschichten: Erfolge, Digitalisierung und Zukunftsvisionen

Was sind die Schwerpunkte der Abteilung?

Die Schwerpunkte der Abteilung liegen im Bereich der Beschichtungstechnologien für optische und elektrische Anwendungen sowie der Simulation von Niederdruck-Prozessen und von Partikeln. Mit den optischen Beschichtungen adressieren wir höchstpräzise Multilagen-Interferenzfilter für verschiedene industrielle Anwendungen. Funktionsschichten wie Trennmembranen für Wasserstoff oder magnetische Sensoren bilden einen weiteren Schwerpunkt. Die PIC-MC-Methode (Particle-in-Cell-Monte-Carlo) zur Simulation von Plasma-Beschichtungsverfahren ist nach wie vor eine wichtige Stütze.«

Was waren die Highlights im Berichtsjahr?

Die Erforschung und Entwicklung präzisionsoptischer Schichten haben wir auch im aktuellen Berichtsjahr fortgeführt und konnten dabei spannende neue Ergebnisse erzielen. Mit unserer neuen Sputteranlage OPTA-X wurden mittlerweile mehrere Beschichtungsläufe durchgeführt und u. a. Notch-Filter mit über 500 Schichten und über 50 µm Schichtdicke abgeschlossen. Im Projekt »Rainbow« stand die Entwicklung extrem steiler Gradientenfilter im Fokus, bei denen sich die Position eines Bandpasses in Abhängigkeit einer Ortskoordinate verschiebt. Dabei ist es uns gelungen, mehrere verschiedene Gradienten auf einem Substrat höchstpräzise zu realisieren (vgl. Abbildung links). Ein weiterer Schwerpunkt unserer Arbeiten war die Digitalisierung von Prozessabläufen. Die meisten Beschichtungsanlagen am Institut sind bereits im Datenbanksystem integriert, in dem kontinuierlich Daten für die weitere Auswertung und Analyse gesammelt werden.«

Optischer Bandpassfilter mit einem sehr steilen Gradienten in x-Richtung (von unten nach oben auf der Abbildung). Der Filter besteht aus über 200 Schichten und weist eine Dicke von ca. 20 µm auf.

Wie sehen die Pläne für die Zukunft aus?

Die Beschichtungstechnik für präzisionsoptische Schichten wird auch weiterhin kontinuierlich weiterentwickelt. Damit werden neue Anwendungen adressiert wie z. B. Komponenten für die Fluoreszenzanalyse, das maschinelle Sehen oder den Laserschutz. Neue Strategien für das Monitoring optischer Schichten befinden sich bereits in der Implementierung und werden zeitnah realisiert. Im Bereich der elektrischen Funktionsschichten wird die Wasserstoffforschung im Rahmen der zwei neuen Forschungsprojekte »PureBio« und »HySecunda« intensiviert. Darin werden u. a. Wasserstoff-Trennmembranen erzeugt, mit denen vorgereinigter Wasserstoff in eine höchstreine Form umgewandelt werden kann.

Im Bereich der Simulation von Beschichtungsprozessen konzentrieren wir uns künftig auf die weitere Verfeinerung der Modellierung plasmagestützter Prozesse und arbeiten darüber hinaus weiter an der Realisierung einer Bedienoberfläche für die PIC-MC-Software, um diese einem breiteren Nutzerkreis zugänglich zu machen. Die Simulationssoftware PALADIN zur Simulation von Mikropartikeln wird weiterhin ausgebaut und hinsichtlich weiterer Anwendungsfälle untersucht. So wird im Projekt »6Demo« das Ausbreitungsverhalten von emissions-behafteter Luftströmung analysiert mit dem Ziel, die Partikelbelastung bei maschinellen Bearbeitungsprozessen zu reduzieren.«

#WeKnowSolutions

- Entwicklung von präzisionsoptischen Schichten von Prototypen bis zur Null-Serie
- Großflächige optische, elektrische und magnetische Schichten
- Durchführung von Simulationsstudien mittels PIC-MC
- Studien zur Simulation von Staubbelastung und Partikelbewegung in Räumen und auf Oberflächen mittels PALADIN
- Lösungen zur Kontrolle von Beschichtungsprozessen u. a. mithilfe der Monitoringsoftware MOCCA®
- Herstellung großflächiger TCO-Schichten

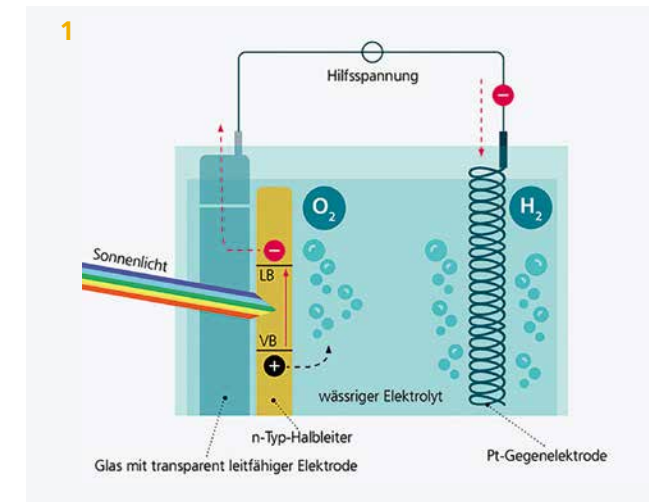
Kontakt

Dr. Michael Vergöhl
Telefon +49 531 2155-640
michael.vergoehl@ist.fraunhofer.de

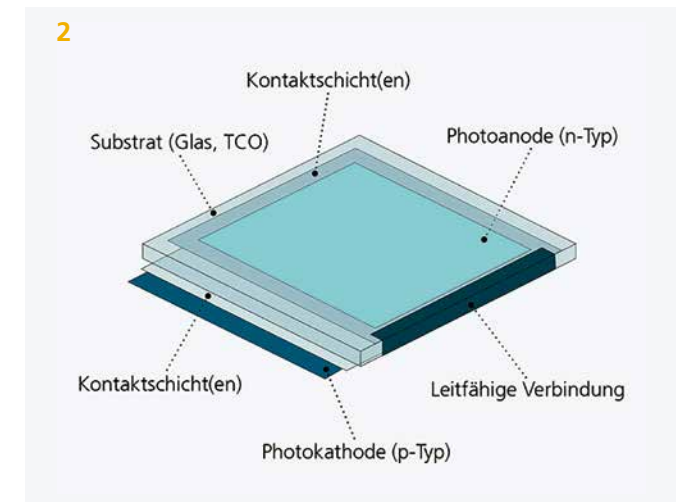
Aus der Forschung

Wasserstoff produzieren mittels Sonnenlicht

Wasserstoff gilt als einer der vielversprechendsten Energieträger für eine nachhaltige und umweltfreundliche Energieversorgung. In diesem Kontext gewinnt die Nutzung von Sonnenlicht als Energiequelle für die Wasserstoffproduktion immer mehr an Bedeutung. Die direkte solare Wasserspaltung ermöglicht es, Wasserstoff mittels Sonnenlicht herzustellen. Sie stellt eine alternative Variante zum herkömmlichen Weg durch Photovoltaik und nachgeschalteter Elektrolyseur-Einheit dar. Im Rahmen des Fraunhofer-Verbundprojekts »Neo-PEC« wurde diese Technik evaluiert, weiterentwickelt und ein hybrider Demonstrator gefertigt.



PEC-Halbzellenbau mit einer n-Typ-Photoanode, die leitend mit einer Platin-Gegenelektrode verbunden ist. In dieser hybriden Variante ist i. d. R. noch eine geringe Hilfsspannung erforderlich, bereitgestellt z. B. durch eine Solarzelle.



Darstellung einer Tandemzelle aus je einem n- und p-Halbleiter auf einer Kontaktschicht und einem transparenten, leitfähigen Oxid (TCO) zur Erzeugung von Sauerstoff (Anode) und Wasserstoff (Kathode).

Solare Wasserspaltung

Bei der direkten solaren Wasserspaltung wird ein halbleitendes Material in direkten Kontakt mit einem wässrigen Elektrolyten gebracht. Durch Beleuchtung mit Sonnenlicht werden in dem Material energetisch angehobene Elektronen und sogenannte Löcher generiert. Diese gelangen an die Grenzfläche zum wässrigen Elektrolyten und treiben dort jeweils die chemischen Reaktionen zur Wasserstoff- und Sauerstoffbildung an, die aus der klassischen Elektrolyse bekannt sind.

Im einfachsten Fall kann so ein System z. B. durch Titanoxidpartikel in wässriger Lösung realisiert werden. Die entstehenden Gase gelangen an die Oberfläche und können dort aufgefangen werden.

Nachteil des Vorgehens ist jedoch, dass sich dabei Knallgas bildet, eine explosive Mischung von Sauerstoff und Wasserstoff.

Projektansatz

Das Ziel des Projekts »Neo-PEC« war es, im Verbund mit dem Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS und dem Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP ein neuartiges PEC-Modul zu entwickeln, das in Zukunft grünen Wasserstoff kostengünstig und sauber erzeugt und so eine dezentrale Wasserstoffversorgung ermöglicht.

Dabei sollten die Wirkungsgrade signifikant erhöht, die Nachteile der einfachen partikulären Systeme und weiterer sehr

komplexer Systeme¹ vermieden sowie die Kosten deutlich gesenkt werden. Der gewählte Ansatz (vgl. Grafik 1 und 2) bietet einen einfachen Aufbau und den Vorteil, dass Wasserstoff und Sauerstoff getrennt voneinander entstehen und aufgefangen werden können und daher die Bildung von Knallgas umgangen werden kann.

Das Fraunhofer IST brachte dabei seine Expertise in der kostengünstigen Großflächenbeschichtung von hochwertigen Halbleiterabsorbieren mittels physikalischer Gasphasenabscheidung (PVD) ein. Zunächst wurden transparente Trägerplatten mit unterschiedlichen, halbleitenden Materialien beschichtet, die das Sonnenlicht absorbieren, um Wasserstoff und Sauerstoff zu produzieren.

Im Laufe des Projekts wurde das Verfahren stetig optimiert. Anschließend wurden die gefertigten Platten in ein Modul mit Zu- und Ableitungen für den wässrigen Elektrolyten und

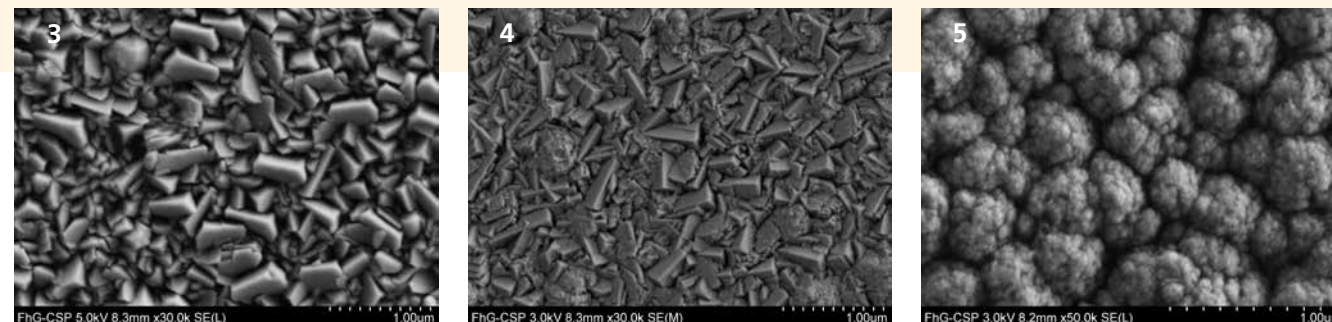
die entstehenden Gase integriert, um das Gesamtsystem im Techniksmaßstab zu demonstrieren.

Ergebnisse

Im Rahmen des Projekts entwickelte und optimierte das Fraunhofer IST verschiedene Halbleitermaterialien mittels Sputterverfahren:

- n-Typ-Halbleiter: SrTiO₃, TiO₂, WMoO₃, WO₃
- p-Typ-Halbleiter: AgRhO₂, CuCrO₂

Die Abbildungen 3 bis 5 zeigen exemplarisch verschiedene Morphologien von WMoO₃, die an unterschiedlichen Arbeitspunkten abgeschieden und vom Fraunhofer CSP hinsichtlich ihrer Mikrostruktur untersucht wurden.



REM-Aufnahmen von an unterschiedlichen Arbeitspunkten gefertigten WMO₃-Photoanoden. Photostrom j_{photo} (2V vs. RHE): 0,935, 0,762 und 0,432 mA/cm², Schichtdicken: 1,88; 1,39; 1,86 µm von links nach rechts.

¹Cheng et al., Monolithic Photoelectrochemical Device for Direct Water Splitting with 19% Efficiency, ACS Energy Lett. 3 (2018), 1795–1800.

Neo-PEC

Zur Beurteilung der Güte diente der spannungsabhängige Photostrom, der in der sogenannten Halbzellkonfiguration am Sonnensimulator-Testplatz des Fraunhofer CSP gemessen wurde und ein direktes Maß für die Wasserstoffproduktion ist. 1 mA entspricht hierbei 18,8 mg Wasserstoff. Damit wurde eine segmentierte Photoanode im Technikums-Maßstab von 30 x 30 cm² gefertigt, mit der ein Photostrom von 150 mA bei 2 V Hilfsspannung erreicht werden konnte (vgl. Abbildung 7). Derzeit laufen die Abschlussarbeiten zur Integration der Photoanode sowie einer angepassten Solarzelle für die Hilfsspannung in das finale PEC-Modul.

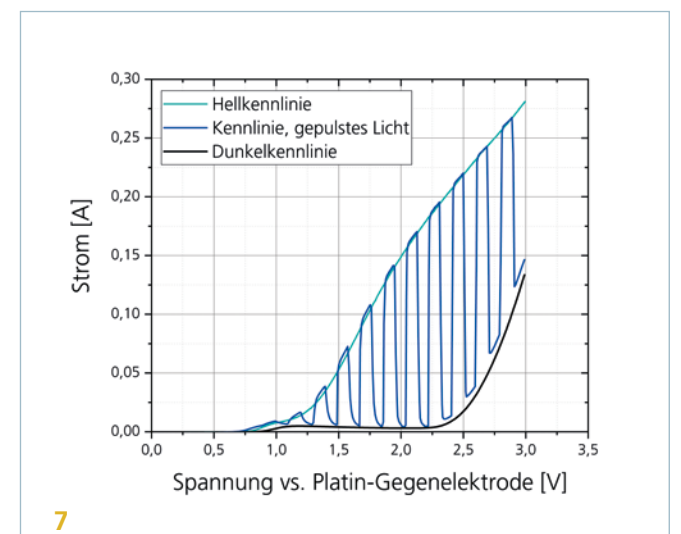
Ausblick

Die Expertise des Fraunhofer IST für die Entwicklung und Realisierung von p- und n-Typ-Halbleitern mittels Sputterverfahren konnte im Rahmen des Vorhabens ausgebaut und für die solare Wasserspaltung demonstriert werden. Perspektivisch ist es erforderlich, die Qualität der Photoanode (oder Kathode) weiter zu steigern, um die Wasserstoffausbeute zu erhöhen, sowie einen Übergang zu Halbleitern mit bandlückenbedingt höherer Ausbeute zu vollziehen. In Kooperation mit Partnern plant das Fraunhofer IST, sich weiterhin bei der Entwicklung effizienter PEC-Module einzubringen und so einen weiteren Beitrag für die Energiewende zu leisten.

Das Projekt

Das Projekt Neo-PEC – Neuartige, großflächige TandemPEC-Module mit doppeltem Schottky-Übergang zur Wasserstoffgewinnung wurde intern durch die Fraunhofer-Gesellschaft gefördert. Es ist eine Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS (Fertigung und Bereitstellung von Sputtertargets) und dem Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP (Modulbau und photoelektrische Charakterisierung).

Demonstratormodul mit segmentierter Photoanode zur Vermessung von Photostrom sowie der Wasserstoffproduktion im Sonnensimulator am Fraunhofer CSP.



7

Biasspannungsabhängiger Photostrom (Hellkennlinie) der segmentierten Photoanode unter Beleuchtung mit künstlichem Sonnenlicht. Messung gegen Titan-Gegenelektrode in 1 molarer Perchlorsäure (HClO₄), pH-Wert < 2. Die aktive Fläche beträgt 455 cm².

Kontakt

Dr. Stephan Ulrich
Telefon +49 531 2155-618
stephan.ulrich@ist.fraunhofer.de

#WeKnowSolutions

- Entwicklung nachhaltiger Prozessketten mit elektro- und plasmachemischen Verfahren
- Entwicklung von Quellen sowie deren Integration in Kundensysteme
- Prozesse zur Behandlung und Beschichtung komplexer dreidimensionaler Bauteile
- Charakterisierung von Grenzflächen und Prozessbewertung
- Steuerung der Haftung zur Optimierung von Recyclingprozessen

Grenzflächenchemie und adaptive Haftsyste**Innovationen durch optimale Grenzflächen****Was sind die Schwerpunkte der Abteilung?**

In der Abteilung Grenzflächenchemie und adaptive Haftsyste entwickeln wir Kundenlösungen von der definierten Benetzung von Oberflächen über die gezielte Steuerung der Adhäsion bis hin zur zielgerichteten Enthftung in Recyclingprozessen. Dabei sind die optimale Gestaltung der Grenzfläche und die Adaption der Anlagentechnik entscheidende Erfolgsfaktoren und unser Schlüssel zu Innovationen. Dabei nutzen wir Kombinationsprozesse aus Plasmaverfahren, nass-chemischen Prozessen und der Galvanotechnik, um Qualitätsanforderungen und Vorgaben aus Branchen wie Medizin- und Pharmatechnik und Mobilität sowie für Sicherheitsanwendungen erfüllen zu können und so nachhaltige Produkte mit effizienten Prozessen für unsere Kunden zu entwickeln.«

Was waren die Highlights im Berichtsjahr?

Wie wichtig Grenzflächen sind, zeigen die aktuellen Forschungsprojekte der Abteilung. Im Projekt »COOLBat« haben wir neuartige Wärmeleitmatten für Batteriesysteme in Elektrofahrzeugen entwickelt, die aus galvanisch metallisierten porösen Polymeren bestehen. Für Sicherheitskarten wurde im Projekt »BioElse« ein klebstofffreies Niedrigtemperaturfügeverfahren für biobasierte Polymerfolien auf Basis von Plasmapolymerschichten erforscht. Die Verbindungen konnten am Lebensende der Karte über einen gezielten Trigger wieder getrennt und dem Recycling zugeführt werden. In Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Plasmaverfahrenstechnik PVZ konnten wir Schichten entwickeln, die eine Anhaftung von Partikeln zum Beispiel bei Inhalatoren deutlich reduzieren.«

Selektiv funktionalisierte Oberfläche zur Bildung von »hängenden Tropfen« für 3D-Zellmodelle.

Wie sehen die Pläne für die Zukunft aus?

Die Kreislaufwirtschaft wird in zukünftigen Projekten eine immer größere Rolle spielen. So werden wir verstärkt an der Entwicklung von nachhaltigen Oberflächen und Materialien für den Einsatz in Bereichen wie der Medizintechnik und der Mobilität forschen. Wir arbeiten unter anderem daran, zukünftige Innenräume in Patientenzimmern oder autonom fahrenden Fahrzeugen neu zu gestalten. Dabei wollen wir uns verschiedenen Fragestellungen widmen, zum Beispiel wie schmutzabweisende Funktionen auf der Basis PFAS-freier Materialien (Per- und polyfluorierte Chemikalien, engl.: per- and polyfluoroalkyl substances) realisierbar sind, welche Reinigungs- und Aufbereitungsverfahren eingesetzt werden können, die gleichzeitig effizient und nachhaltig sind oder welche mechanischen, chemischen oder biologischen Recyclingstrategien möglich sind und dies unter den Gesichtspunkten einer ökologischen und ökonomischen Bewertung.«

Kontakt

Prof. Dr. Michael Thomas
Telefon +49 531 2155-525
michael.thomas@ist.fraunhofer.de

Aus der Forschung

CO₂ einsparende Leichtbaulösungen für Batteriegehäuse der nächsten Generation

COOLBat

Atmosphärendruck-Plasmabehandlung von 3D-Substraten.

Um zukünftige Klimaziele zu erreichen, muss kontinuierlich über die gesamte Wertschöpfungskette und über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg CO₂ reduziert werden. Innovative Leichtbaumaterialien, -materialkombinationen, Fertigungstechnologien und multifunktionale Strukturen können einen signifikanten Beitrag zur Umsetzung dieser Ziele leisten und so den Innovationsstandort Deutschland stärken.

Im Fokus des Projekts COOLBat stehen die Entwicklung, Optimierung und Skalierung von Leichtbaumaterialien und -technologien für Batteriesysteme z. B. in Elektrofahrzeugen. Am Fraunhofer IST arbeiten wir daran, umweltschädliche, teure und kaum recycelbare Wärmeleitpasten, die zur Kühlung von Batteriezellen eingesetzt werden, durch sogenannte Wärmeleitmatten zu ersetzen. Mithilfe eines REACH-konformen Verfahrens und basierend auf Atmosphärendruckplasma- und elektrochemischen Verfahren werden Wärmeleitmatten aus Naturfaserschäumen mit modifizierten Oberflächen hergestellt. Darüber hinaus werden am Fraunhofer IST die Umweltwirkungen des Batteriegehäuses und seiner Komponenten untersucht.

Mittels Lebenszyklusanalyse (LCA, engl. Life Cycle Assessment) werden alle Emissionen über den gesamten Lebensweg des Gehäuses betrachtet – von der Materialgewinnung über die Produktion und Nutzungsphase bis hin zum Recycling. Damit können Erkenntnisse gewonnen werden, welche Konzepte auch für die industrielle Verwendung aussichtsreich sind, um damit das Batteriegehäuse umweltfreundlicher zu gestalten.

Durch die Reduktion der Anzahl an Einzelsystemen und die Verwendung von integralen Fertigungsprozessen können kosten- und masseintensive Schnittstellen und energieintensive Fügetechnologien reduziert werden. Bezogen auf die Wärmeleitmatten entsteht ein flexibles, wärmeleitfähiges Leichtbauteil für die Integration in das Batteriegehäuse. Die Herstellung erfolgt mit kostengünstigen sowie ressourcenschonenden und umweltunbedenklichen Materialien und Fertigungsprozessen. Dadurch kann Energie im Fertigungs- und Montageprozess eingespart und der CO₂-Ausstoß während der Nutzungsphase reduziert werden.

Projekt

CO₂ einsparende Leichtbaulösungen am Demonstrator Batteriegehäuse der nächsten Generation

Laufzeit

01.05.2021 bis 30.06.2024

Projektpartner

- Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU
- Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und angewandte Materialforschung IFAM
- Fraunhofer-Institut für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut, WKI
- Auto-Entwicklungsring Sachsen GmbH
- Basdorf, Lampe und Partner GmbH
- Compositence GmbH
- INVENT GmbH
- iPoint-systems GmbH
- LXT Group GmbH
- MID solutions GmbH
- Synthopol Chemie Dr. rer. pol. Koch GmbH & Co. KG
- Tigres GmbH
- TRIMET Aluminium SE
- Daimler AG

Fördergeber

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz BMWK

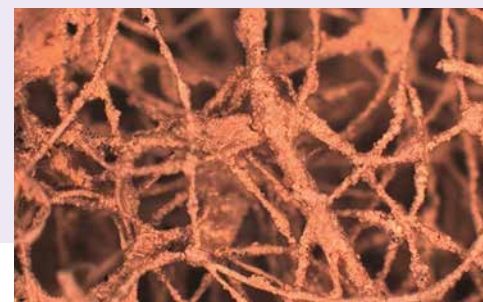
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Kokosmatte aus Kokosfasern mit Kupferbeschichtung.



LSM-Aufnahme von Kokosfasern ohne (links) und mit Kupferbeschichtung (rechts).

Kontakt

Rowena Duckstein M.Sc.
Telefon +49 551 3705-619
rowena.duckstein@ist.fraunhofer.de

Diamantbasierte Systeme und CleanTech

Diamantbasierte Systeme für hohe Effizienz, Leistung und Verlässlichkeit

Was sind die Schwerpunkte der Abteilung?

Den technologischen Schwerpunkt der Abteilung stellt die Heißdraht-CVD (engl. Chemical Vapor Deposition) dar, die die Herstellung von kristallinen Diamant- und Siliziumschichten auf großen Flächen und komplexen Geometrien erlaubt. Im Bereich der Diamantbeschichtungen ermöglicht die Technologie z. B. die Herstellung äußerst homogener kristalliner Diamantschichten auf großen Flächen, submikrometergenaue Beschichtungen auf Funktionsflächen sowie verschleißbeständige Beschichtungen auf komplexen Geometrien. So lassen sich die hohen Anforderungen an hochleistungsfähige Komponenten und Industriewerkzeuge wie extreme Härte, Langlebigkeit, Biokompatibilität und chemische Inertheit erfüllen. Wir bringen dabei u. a. Diamant – das härteste Material der Welt – mit unserer Beschichtungstechnologie in die Anwendungen unserer Kunden und entwickeln mit ihnen gemeinsam einzigartige Produkte. Ergänzt wird dies durch den Einsatz der Atomlagenabscheidung (ALD), mit der nanoskalige, defektarme und hochkonforme Schichten abgeschieden werden können. Mit der Kombination beider Technologien können wir vielen Anforderungen begegnen und für die Anwendungen unserer Kunden weiterentwickeln, wie z. B. die hochkonforme Funktionalisierung von Diamant- und Siliziumstrukturen mittels ALD-Schichten in Sensoranwendungen.«

Was waren die Highlights im Berichtsjahr?

Besonders gefreut hat uns, dass es uns mit einem speziellen Anlagen-Setup gelungen ist, Innengeometrien von Werkzeugen wie Ziehsteinen mit hohen Aspektverhältnissen mittels CVD mit Diamant zu beschichten und erfolgreich die Standzeiten in der Drahtproduktion zu erhöhen. Zudem konnten wir mit einem neuen Zwischenschichtsystem die Rauheit von Diamantschichten reduzieren und so deren Eignung für die Blechumformung deutlich steigern. Mit unserem Know-how zur Bereitstellung von elektrochemisch erzeugten Desinfektionsmitteln konnten wir zum Aufbau

einer präklinischen Gesundheitsplattform beitragen, die eine mobile medizinische Versorgung auch in abgelegenen Gebieten in der Sub-Sahara-Region ermöglichen kann. Eine Erweiterung unserer S-ALD-Beschichtungsanlage zur thermischen örtlichen Atomlagenabscheidung um eine eigenentwickelte Linearverdampfer-Einheit ermöglicht zukünftig die Erforschung von komplexen Elektronenkontaktsystemen für Perowskit-Silizium-Tandem-Solarzellen.«

Wie sehen die Pläne für die Zukunft aus?

Die Versorgung und der nachhaltige Umgang mit Energie und Rohstoffen sind entscheidend für die Zukunft produzierender Unternehmen. Durch neue und weiterentwickelte Systeme, Beschichtungstechnologien und -prozesse arbeiten wir zusammen mit unseren Partnern daran, den Material- und Energiebedarf und damit die Produktionskosten für Diamantbeschichtungen erheblich zu reduzieren und die Kompatibilität unserer Beschichtungen und Prozesse mit u. a. neuen Grundwerkstoffen zu erhöhen und damit die Vorteile für neue Anwendungen nutzbar zu machen. In einem gerade gestarteten Projekt erforschen wir KI-basierte Inspektionssysteme zur automatisierten Detektion von Defekten und Produktionsfehlern bei der Anlieferung, Vorbehandlung, Beschichtung und Nachbehandlung. Mit den jüngsten Ausgründungen in Kanada und Südafrika verstärken wir zudem unsere Internationalisierung zum Nutzen unserer lokalen Partner.«

#WeKnowSolutions

- Entwicklung anwendungsspezifischer Schichtsysteme für diamant- und siliziumbasierte Anwendungen
- Wirtschaftlichkeitsoptimierung durch großes Batchvolumen und/oder Hochrateprozesse
- Entwicklung von Komponenten für die eingesetzten Technologien
- Beschichtungsgerechte Bauteilauslegung und Werkstoffauswahl für Diamantwerkzeuge

Heißdraht-CVD-Anlage für die Herstellung von Diamantbeschichtungen auf großen Flächen bis 0,5 x 1 m.



Die PreCare-Plattform im Feldtest: Mit der mobilen Versorgungseinheit können auch ländliche Gebiete erreicht werden, um Gesundheitsdienste vor Ort anzubieten.

Aus der Forschung

PreCare – Gesundheit für jeden und überall

In den ländlichen Regionen Afrikas stellt oftmals die schlechte Erreichbarkeit ein großes Hindernis für eine flächendeckende medizinische Versorgung der Menschen dar. Im Projekt »PreCare – Health Care for Everyone and Everywhere« entwickelt ein internationales Team zweier Fraunhofer-Institute und der Universität Stellenbosch kostengünstige modulare Lösungen für Pickups, mit denen vorklinische Untersuchungen, Tests und Impfungen auch in unzugänglicheren Gebieten möglich werden.

Perspektiven zu schaffen für Afrika in Afrika ist aus humanitären und wirtschaftsstrategischen Gründen eine Aufgabe von globalem Interesse. Die Herausforderungen sind groß: Mehr als 1,5 Millionen Menschen sterben pro Jahr allein in der Subsahara-Region Afrikas an den vier häufigsten Erkrankungen Malaria, HIV/AIDS, COVID-19 und Tuberkulose¹. Gründe dafür sind oftmals mangelnde Gesundheitsversorgung und Hygiene, gerade in abgelegenen Gebieten. Gleichzeitig sind

die Menschen selbst oft in ihrer Mobilität sehr eingeschränkt. Dadurch sind die Durchführung flächendeckender Untersuchungen zur Früherkennung von Krankheiten, die systematische Datenerfassung zur Bestimmung epidemischer Lagen, die Durchführung und Nachverfolgung von flächendeckenden Impf-, Medikamentierungs- und Aufklärungskampagnen sowie der direkte Kontakt von Patienten zu medizinischem Fachpersonal oft kaum möglich.

¹Bell, David, Hansen, Kristan Schultz, 2021, "Relative burdens of the COVID-19, malaria, tuberculosis, and HIV/AIDS epidemics in sub-Saharan Africa" American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, Vol. 105, No. 6, pp. 1510-1515, 0002-9637, doi10.4269/ajtmh.21-0899.

Die Herausforderung besteht deshalb darin, medizinische Versorgungseinheiten zu entwickeln, die einerseits sehr tief in das Landesinnere eindringen können, d. h. über die entsprechende Geländegängigkeit verfügen, und andererseits in einer großen Stückzahl kostengünstig produziert werden können.

Die Versorgungsplattform

Die von Forschenden der Fraunhofer-Institute für Schicht- und Oberflächentechnik IST sowie für Solare Energiesysteme ISE gemeinsam mit der Stellenbosch Universität im Rahmen des von der Fraunhofer-Zukunftsstiftung geförderten PreCare-Vorhabens entwickelte mobile Versorgungsplattform besteht aus einer Kabine, die modulare Versorgungselemente wie eine Wasseraufbereitungsanlage, On-board-Desinfektionsmittelproduktion, einen Kühlschrank und eine Telekommunikationseinheit beinhaltet und zum anderen medizinische Geräte, medizinische Wirkstoffe und Testequipment aufnehmen kann. Ein PV-Generator mit Batterie versorgt die gesamte Einheit dauerhaft autark mit Strom. Ein Laptop mit Sat-Link und Bluetooth-fähige Untersuchungsgeräte wie z. B. Blutdruckmesser oder EKG sollen zukünftig den Patienten vor Ort telemedizinische Konsultationen von medizinischem Fachpersonal ermöglichen und so zu einer besseren gesundheitlichen Aufklärung beitragen.

Neunmonatige Testphase in Zusammenarbeit mit lokaler NGO

Der erste Prototyp der mobilen Versorgungsplattform wurde im März 2023 für eine neunmonatige Testphase an die gemeinnützige Organisation Rhiza Babuyile übergeben, wo sie in der Gemeinde Daantjie (Region Mpumalanga, Südafrika) an verschiedenen Behindertenzentren zum Einsatz kam. Neben der Beobachtung der Vitalzeichen, darunter u. a. Blutdruckmessungen sowie die Untersuchung von Ohren, Nase, Augen und Rachen, wurden primär HIV-Tests im Rahmen einer allgemeinen Gesundheitsaufklärung und -beratung durchgeführt.

Verbesserung des allgemeinen Gesundheitszustands der betreuten Patienten

Die Auswertung der Behandlungen und Untersuchungen zeigt, dass monatlich ca. 120 Patienten die sogenannten »PreCare«-Dienste in Anspruch genommen haben. Infolgedessen konnten bereits in den ersten acht Monaten des Betriebs der Plattform die gesundheitlichen Bedingungen in den betroffenen Zentren nachweislich verbessert werden:

Zum einen nahmen Patienten mit chronischen Erkrankungen die notwendigen Medikamente verlässlicher ein, zum anderen wurden die hygienischen Bedingungen durch den Zugang zu sauberem Wasser der »PreCare«-Plattform deutlich verbessert und so Komplikationen reduziert.

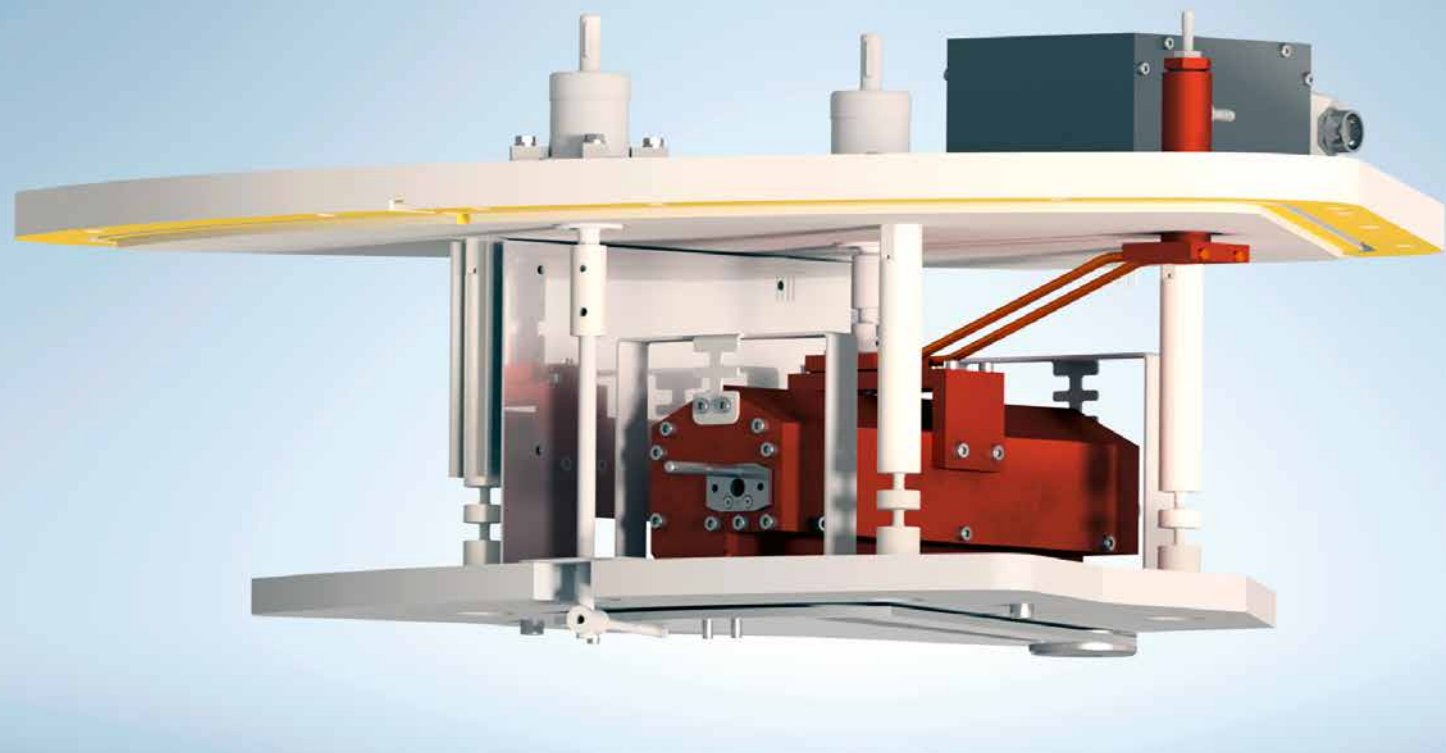
Ausblick: Seriennahe Erprobung in Namibia geplant

Die Evaluierungsphase der Plattform, die ursprünglich bis Ende 2023 geplant war, wird nach Rücksprache mit allen Beteiligten um weitere sechs Monate bis einschließlich Juni 2024 verlängert, um den Prototypen weiter im Feld zu erproben und die Erkenntnisse daraus in die Entwicklung und das Design eines zweiten, mehr seriennahen Prototyps mit einfließen zu lassen. Gleichzeitig konnte mit dem Verein Mudiro e.V. eine weitere NGO für den zukünftigen Probetrieb einer zweiten Plattform in Namibia gewonnen werden. Diese Plattform wird vollständig in Afrika gefertigt und soll im April 2024 im Rahmen eines einjährigen Programms zur Früherkennung und Vorsorge von Gebärmutterhalskrebs in Betrieb genommen werden.

Dieses Projekt wurde durch die Fraunhofer-Zukunftsstiftung gefördert.

Kontakt

Dipl.-Ing. (FH) Frank Neumann
Telefon +49 531 2155-658
frank.neumann@ist.fraunhofer.de



Konstruktion des Verdampfer-Systems.

Aus der Forschung

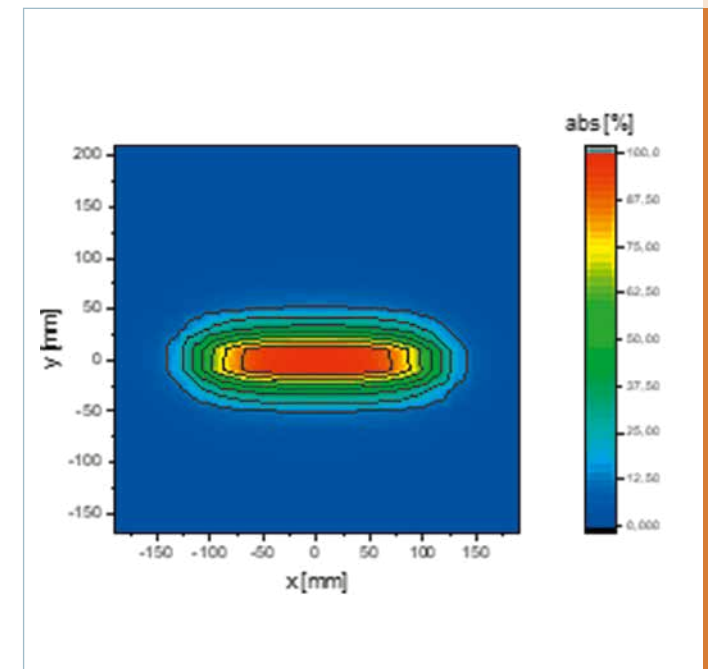
Nachhaltige hocheffiziente Perowskit-Silizium-Tandemsolarzellen

Um den Klimawandel zu verlangsamen, ist ein massiver Ausbau der erneuerbaren Energien notwendig. Mittlerweile liefert die Photovoltaik die günstigsten Stromgestehungskosten. Kostentreiber sind aktuell jedoch noch die benötigten Speichertechnologien. Um die Gesamtkosten zu reduzieren, ist es daher notwendig, die Effizienz der Zelltechnologie weiter zu erhöhen. Einen vielversprechenden Lösungsansatz bieten die auf der Siliziumtechnologie basierenden Tandemsolarzellen. Mit der günstigen Siliziumzelle als Bottomsolarzelle und einer aus einer Perowskitstruktur bestehenden Topzelle kann das solare Spektrum der Sonne besser ausgenutzt werden. Es ist zu erwarten, dass es innerhalb weniger Jahre gelingen wird, deutlich höhere Wirkungsgrade von ca. 40 % zu erreichen, und dass so wesentlich höhere Erträge pro genutzter Fläche erzielt werden.

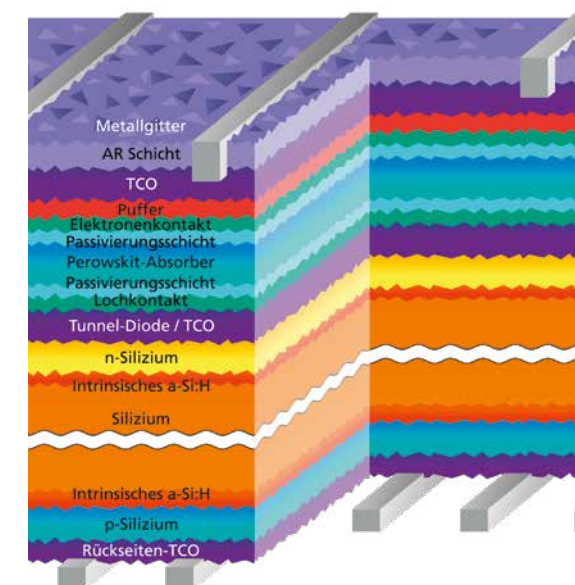
Im Rahmen des Fraunhofer-Leitprojekts MaNiTU hat das Fraunhofer IST eine Vielzahl von notwendigen Funktions- und Kontaktschichten sowie die dazugehörige Anlagentechnologie entwickelt, untersucht und auf Flächen von 210 mm², das entspricht heutigen Wafergrößen, skaliert.

Besondere Herausforderungen bei der Beschichtung von Perowskit-Absorbermaterial

Perowskitsolarzellen erreichen mittlerweile mit mehr als 25 % ähnlich hohe Wirkungsgrade wie Siliziumsolarzellen. Das Perowskit-Absorbermaterial hat allerdings eine komplexe Kristallstruktur und besteht teilweise aus organischen Komponenten, was es empfindlich für eine weitere Beschichtung macht. Hinzu kommt, dass auch die Tandemzellen selbst sehr komplex aufgebaut sind.



Mithilfe von Particle-in-Cell-Monte-Carlo-Simulationen (PIC-MC) lassen sich Schichtverteilungen von gewählten Verdampfer-Geometrien im Vorfeld bestimmen.

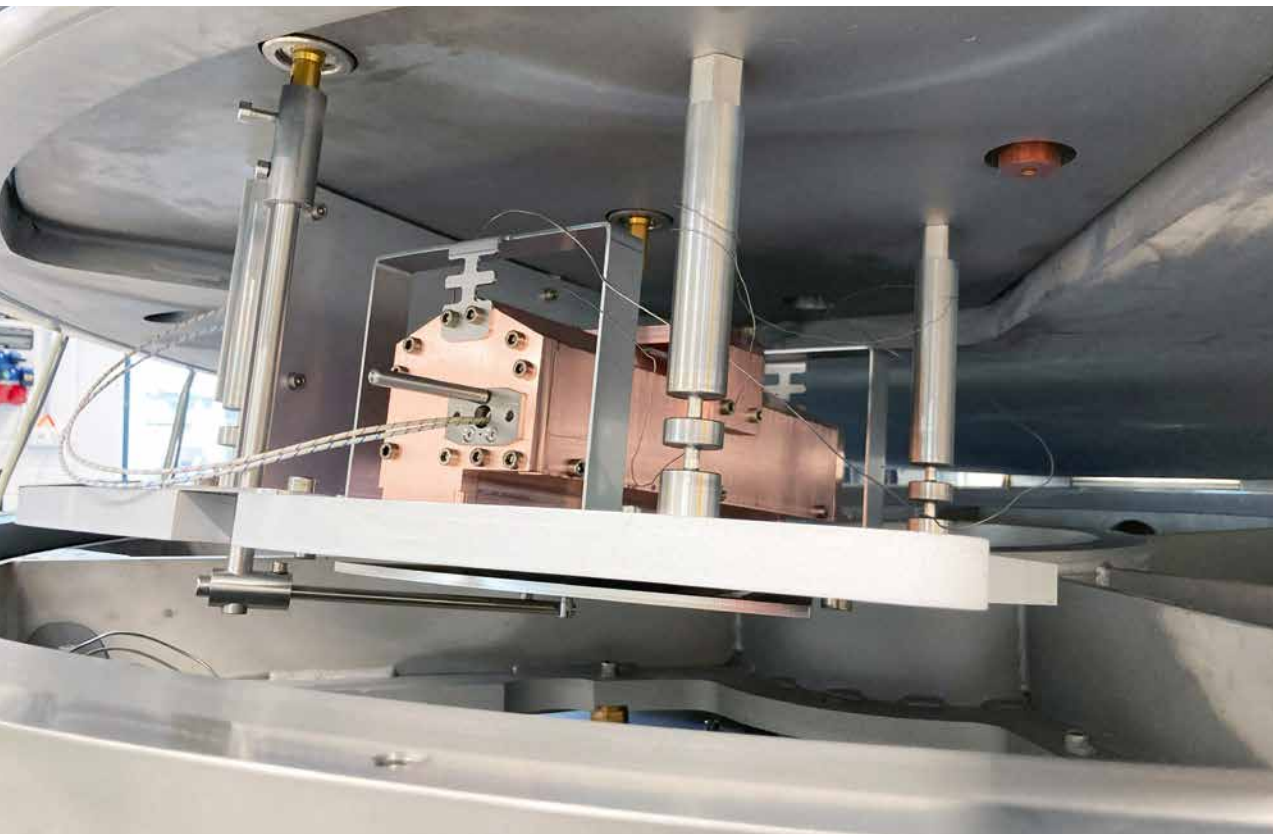


Aufbau einer Perowskit-Silizium-Tandemzelle mit Si-HTJ-Bottomzelle.

Sie bestehen aus einer Vielzahl hauchdünner Funktions- und Kontaktschichten, die unter, zwischen und auf den beiden Absorbern abgeschieden werden. An diese Schichtsysteme werden hohe Anforderungen gestellt, die eine Aufskalierung und weitere Optimierung der im Labor erarbeiteten Technologie erschweren. Die Schichten müssen optisch transparent sein, d.h. sie dürfen keine oder nur geringe Absorption aufweisen. Weiterhin müssen die elektrischen Eigenschaften so angepasst sein, dass die Ladungsträger die Kontakte erreichen. Darüber hinaus dürfen über die gesamte Fläche hinweg keine Defekte an Grenzflächen auftreten. Da die Perowskitzelle temperaturempfindlich ist, dürfen zudem bei der Herstellung des Frontkontaktsystems nur Temperaturen unter 100 °C verwendet werden.

Neue Technologien und Prozesse zur Beschichtung von Perowskit-Absorbermaterial

Für die Entwicklung von Funktionsschichten für Silizium-Heterostruktursolarzellen (Si-HTJ) bzw. die Beschichtung des Perowskit-Absorbermaterials greift das Fraunhofer IST auf eine große Erfahrung bei der Herstellung von Funktions- und Kontaktschichten für Si-HTJ und amorph/mikrokristalline Siliziumtandemsolarzellen zurück. Im laufenden Projekt wurden und werden großflächenfähige selektive Ladungsträgerschichten, Puffer- und Passivierschichten sowie transparente leitfähige Oxide (TCO) hergestellt.



Im Anschluss im Hybrid-Bereich der S-ALD-Anlage aufgebauter Verdampfer.

Für die Entwicklung des Elektronenkontaktsystems wird eine neuartige Hochraten-S-ALD-Hybrid-Anlage eingesetzt. In dieser Anlage können sowohl Tunnelschichten auf Basis von Metalloxiden auf dem Perowskitabsorber hergestellt werden als auch die daran anschließende Elektronenkontaktschicht mittels einer eigenentwickelten Linearverdampfer-Technologie und die folgende Passivierschicht.

Die anschließende Abscheidung des Frontkontakts erfolgt dann mittels eines Sputterprozesses. Zur Optimierung des Frontkontakts setzt das Fraunhofer IST zunächst ein am Institut etabliertes serielles Ko-Sputterverfahren ein. Im nächsten Schritt werden die transparenten Frontkontaktschichten mithilfe des metallischen Legierungstargets mit der zuvor ermittelten optimalen Zusammensetzung abgeschieden. Beide Technologien erlauben einen Hochdurchsatzprozess.

S-ALD-Hybrid

Ein Schritt zu einer leistungsstarken europäischen Photovoltaikindustrie

Mithilfe der am Fraunhofer IST eingesetzten und entwickelten Technologien können innerhalb der gesamten Prozesskette die jeweiligen Einzelprozesse aufeinander abgestimmt und optimiert werden. Die IST-Technologie ist auf die von der Industrie geforderten Zellflächen und industrielle Prozessketten übertragbar und erlaubt eine Betrachtung und Optimierung des gesamten Solarzellenstapels hinsichtlich Effizienz und Kosten. Ein Transfer zu den Anlagenbauern und auch den Zellherstellern könnte deren Konkurrenzfähigkeit nachhaltig verbessern und helfen, wieder eine starke europäische Photovoltaikindustrie zu etablieren.

Ausblick: Weitere Effizienzsteigerung und industrielle Verwertung

Durch die Arbeiten des Fraunhofer-Konsortiums wurden bei den Tandemsolarzellen mittlerweile Wirkungsgrade von über

30 % erzielt und Wege zur Aufskalierung der Flächen sowie Potenziale zur gleichzeitigen Steigerung der Effizienzen ermittelt. Um die Industrie in die weitere Entwicklung einzubinden, hat im Oktober 2023 ein erster gemeinsamer Workshop stattgefunden. Zudem wurden erste gemeinsame Förderanträge mit Industriepartnern eingereicht, um künftig die erzielten Ergebnisse zu verstetigen und industriell zu verwerten.

Das Projekt

Im Fraunhofer-Leitprojekt MaNiTU bündeln fünf Fraunhofer-Institute ihr weltweit einzigartiges Kompetenzportfolio. Dies umfasst neben der ausgewiesenen Expertise im Bereich Solarzellen und Nachhaltigkeitsbewertung auch fundierte Kenntnisse und Erfahrungen in der theoretischen und experimentellen Materialwissenschaft, bei der Prozessentwicklung und bei der Charakterisierung von einzelnen Materialien bis hin zu ganzen Systemen. Ziel ist es, die Technologieführerschaft auf dem Gebiet der nachhaltigen, höchsteffizienten Tandemsolarzellen zu erreichen.

Kontakt

Dr. Volker Sittinger
Telefon +49 531 2155-512
volker.sittinger@ist.fraunhofer.de

Anwendungszentrum

Plasmapartikeltechnik

Was sind die Schwerpunkte der Abteilung?

Die technologische Kernkompetenz des Anwendungszentrums liegt im niederenergetischen Plasmaspritzen und der atmosphärischen plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidung (engl. Plasma-enhanced chemical vapor deposition, PEVCD). Dieses Verfahren wird zur Beschichtung von thermisch empfindlichen Objekten wie dünnen Folien, Membranen oder Papieren eingesetzt. Unser Fokus liegt dabei auf der Entwicklung von Produkten mit integrierter Stromführung und Sensoren, der Beschichtung von Membranen für die Wasserstoff- und Batteriebranche, tribologischen Schichtsystemen und Barrierschichten. Weitere Schwerpunkte sind die Pulverbeschichtung sowie die medizinische Plasmapermeabilisierung von biologischen Proben.«

Was waren die Highlights im Berichtsjahr?

Im Zuge der Wasserstoffstrategie der Bundesregierung ist das Projekt ScaleH2 der Förderinitiative HyGATE des BMBF angelaufen. Im Rahmen des Projekts arbeiten wir mit Partnern aus Deutschland und Australien eng zusammen, darunter ATCO, die University of New South Wales (UNSW) und die University of Technology Sydney UTS, die Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie IEG, das Institut für Energie- und Systemverfahrenstechnik der TU Braunschweig, die Whitecell-Eisenhuth GmbH & Co. KG und als assoziierte Partner die Salzgitter AG und Uniper SE. Das Ziel des Projekts ist die Nutzung skalierbarer PEM-Elektrolyse-Stacks mit innovativen Materialien, um erneuerbaren Wasserstoff kosteneffizient zu erzeugen.«

Wie sehen die Pläne für die Zukunft aus?

In einer Welt, die sich zunehmend den Herausforderungen der Nachhaltigkeit und des Umweltschutzes stellen muss, liegt der Fokus auf der Entwicklung und Umsetzung ressourcenschonender Plasmabehandlungs- und Beschichtungstechnologien. Unser Ziel ist es, die Herstellung kreislauffähiger, bioökonomischer Materialien voranzutreiben. Dazu gehört z. B. die Verwendung biologischer Ausgangsmaterialien oder die Reduzierung fluorhaltiger Substanzen in der Beschichtungstechnik. Die Herausforderung besteht darin, diese Techniken in die Industrie zu überführen, um eine nachhaltige Materialwirtschaft zu realisieren.«

#WeKnowSolutions

- Niederenergetisches Plasmaspritzen
- Atmosphärische plasmaunterstützte chemische Gasphasenabscheidung
- Entwicklung von Plasmaquellen, Geräte- und Anlagenbau
- Pulverbeschichtung und Pulvermodifikation
- Plasmapermeabilisierung

Plasmagespritzte Temperatursensoren.

Kontakt

Prof. Dr. Wolfgang Viöl
Telefon +49 551 3705-218
wolfgang.vioel@ist.fraunhofer.de



Aus der Forschung

Biomimetische Plasmapolymere zur Funktionalisierung von Papier

BioPlas 4Paper

Papier ist in vielerlei Hinsicht ein fester Bestandteil unseres alltäglichen Lebens. Ein Beispiel ist die Verpackungsindustrie. Um das Potenzial des Werkstoffs jedoch voll ausschöpfen und so z. B. gängige Kunststoffverpackungen ersetzen und neue Anwendungsfelder erschließen zu können, müssen die Lebensdauer und Leistung von Papierprodukten gesteigert werden. Die größten Herausforderungen stellen dabei die Temperatursensibilität des Papiers, seine Oberflächenunebenheiten und die chemische Vielfalt des Werkstoffs dar.

Damit homogene, funktionelle und haftfeste Schichten auf Papier erzeugt werden können, ist eine sorgfältige Abstimmung der einzelnen Parameter erforderlich. Im Rahmen des Projekts BioPlas4Paper wurde ein neuartiges Plasmaquellenkonzept entwickelt, mit dem unter Atmosphärendruck eine reproduzierbare Prozessumgebung geschaffen werden

kann, die die Einflüsse der Umgebungsluft auf ein Minimum reduziert und so homogene, reproduzierbare Beschichtungsergebnisse erreicht.

Dieser innovative Ansatz bezieht ungenutzte Pflanzenstoffe wie Öle und Extraktstoffe ohne Nahrungsmittelkonkurrenz in den Beschichtungsprozess mit ein und ermöglicht durch den Einsatz von Atmosphärendruck-Plasmatechnologie (PECVD, Plasma-enhanced chemical vapor deposition bzw. Plasma-unterstützte chemische Gasphasenabscheidung) eine Hydrophobierung von Papier.

Hier ist es essentiell, dass die Pflanzen- bzw. Extraktstoffe einen hohen Anteil an ungesättigten Fettsäuren aufweisen, da diese in Interaktion mit den reaktiven Spezies des Plasmas zu Polymerisationsprozessen in der Lage sind.

Der gesellschaftliche Mehrwert der Entwicklung liegt in der Förderung von Nachhaltigkeit und Bioökonomie durch die effiziente Nutzung nachwachsender Rohstoffe, was zu einer CO₂-neutralen, wertschöpfenden Papierverwendung führt.

Das Projekt BioPlas4Paper unterstützt so den Übergang zu einer ressourceneffizienten Wirtschaft, verbessert die ökologische Bilanz und adressiert Herausforderungen wie Ressourcenverknappung, indem es eine langfristige Versorgungssicherheit bei reduzierter Abhängigkeit von fossilen Ressourcen anstrebt.

Projekt

Biomimetische Plasmapolymere zur Funktionalisierung von Papier

Laufzeit

01.05.2021 bis 30.06.2024

Projektpartner

- Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Makromolekulare Chemie & Papierchemie
- Thünen-Institut für Holzforschung, Arbeitsbereich Biobasierte Grund- und Werkstoffe

Fördergeber

FNR – Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe

Volumengleitladung auf Recyclingpapier.



Kontakt

Martin Bellmann M.Eng.
Telefon +49 551 3705-379
martin.bellmann@ist.fraunhofer.de



#WeKnowSolutions

- Nachhaltigkeitsstrategieberatung
- Unterstützung bei der Umsetzung der Sustainable Development Goals (SDGs) in Ihrem Unternehmen und Ableitung messbarer Ziele
- Früherkennung von Potenzialen zur Steigerung der Nachhaltigkeit
- Detaillierte Analyse spezifischer Nachhaltigkeitstrends
- Unterstützung von Geschäftsprozessen von der Frühphase (Produktionsplanung, Produktentwicklung und Beschaffung) bis zum fertigen Produkt und Identifizierung von Optimierungspotenzialen
- Entscheidungsunterstützung zur Reduzierung negativer Umweltwirkungen
- Entwicklung von Instrumenten zur Quantifizierung des Product Carbon Footprint (PCF) und des Corporate Carbon Footprint (CCF)
- Maßgeschneiderte Lernmodule im Bereich Nachhaltigkeit und LCE

Nachhaltigkeitsmanagement und Life Cycle Engineering

Nachhaltigkeit entlang des Produktlebenszyklus

Was sind die Schwerpunkte der Abteilung?

Im Bereich des Nachhaltigkeitsmanagements beraten wir Unternehmen, ihre Strategie, Produkte und Prozesse auf die für das Unternehmen wesentlichen Nachhaltigkeitsziele (Sustainable Development Goals der UN) auszurichten und diese in die Geschäftsprozesse und -entscheidungen zu integrieren. Hierbei werden die ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Chancen und Risiken einer Organisation identifiziert und Maßnahmen zu deren Steuerung entwickelt. Im Bereich des Life Cycle Engineerings (LCE) entwickeln wir Methoden, mit denen Nachhaltigkeit messbar wird und damit gemanagt werden kann. LCE ist ein Ansatz zur Gestaltung von Produkten und Prozessen unter Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus. Es bietet Unternehmen ein Werkzeug, um ihre Produkte zu verbessern, indem Umweltauswirkungen minimiert, Ressourceneffizienz maximiert und nachhaltige Lösungen entwickelt werden.«

Was waren die Highlights im Berichtsjahr?

Die Abteilung ist an groß angelegten europäischen Forschungsprojekten und verschiedenen Industrieprojekten beteiligt, die alle Facetten des Life Cycle Engineerings und der Nachhaltigkeitsthemen abdecken. Zu unseren Projekten gehört z.B. »TranSensus LCA«, welches die Zielsetzung hat, einen harmonisierten und angewandten Ökobilanzierungsansatz für emissionsfreie Fahrzeuge (ZEV) zu definieren. Darüber hinaus arbeiten wir im Rahmen des »HiQ-LCA-Projekts« an der Bereitstellung qualitativ hochwertiger LCA-Daten für die Lithiumbatterieproduktion. Um wesentliche Schritte in Richtung Nachhaltigkeit zu gewährleisten, berät die Abteilung auch Industriepartner, beispielsweise die Friedhelm-Loh-Gruppe, die wir bei der Entwicklung einer Nachhaltigkeitsstrategie begleiten, Volkswagen und viele andere Unternehmen.«

Wie sehen die Pläne für die Zukunft aus?

Wir werden Projekte mit Fokus auf nachhaltige Produkte und Prozesse in der Industrie ausbauen sowie tiefgreifende Kooperationen und Partnerschaften festigen. Derzeit liegt der Schwerpunkt auf dem Mobilitätssektor. Zukünftig werden wir unser Know-how auch auf den Chemiesektor sowie im Bereich der Metall- und Rohstoffgewinnung ausweiten. Einen Schwerpunkt bildet dabei die Circular Economy, mit der geschlossene Stoffkreisläufe und eine resiliente Wertschöpfungskette erreicht werden. Die Arbeiten werden nicht nur das Wachstum ankurbeln, sondern auch Innovationen fördern, um branchenspezifische Herausforderungen anzugehen. Ziel ist es, die Abteilung als Kompetenzzentrum für Forschung und Entwicklung im Bereich Nachhaltigkeitsmanagement zu etablieren, indem wir konsequent Nachhaltigkeitspraktiken und -standards in Unternehmen implementieren und neuartige Life Cycle Engineering-Ansätze umsetzen.«

Kontakt

Prof. Dr. Stephan Krinke
 Telefon +49 531 2155-504
 stephan.krinke@ist.fraunhofer.de

Aus der Forschung

Die nachhaltige Karosserie der Zukunft

FutureCar Production

Klimaneutralität bis 2050 ist erklärtes Ziel der Automobilindustrie, um das Klimaschutzgesetz der Bundesregierung einzuhalten. Der ökologische Wandel – der »Way to Zero« – soll dabei auf kosteneffiziente Weise erfolgen. Um die Nachhaltigkeitsziele zu erreichen, müssen Fahrzeugkonzepte über den Antriebsstrang hinaus neu gedacht werden. Für Elektrofahrzeuge ist die Karosserie nach der Batterie der größte Faktor für CO₂-Emissionen.

Die derzeitige Karosserie-Produktion ist ein komplizierter Prozess, der die Herstellung und Montage zahlreicher Strukturelemente umfasst. In der Regel müssen bei diesem Prozess über hundert einzeln gestanzte Metallteile zu einer Karosserie verschweißt werden. Die Anwendung der Aluminium-Gigacasting-Technologie etabliert sich zunehmend als revolutionäre Lösung und Alternative zu diesen herkömmlichen Methoden. Dieser innovative Ansatz reduziert die Anzahl der benötigten Komponenten, was zu Kosteneinsparungen und einer verschlankten Produktion führt.

Auch andere konkurrierende Materiallösungen wie Multi-material-Karosseriestrukturen bieten potenzielle Umweltvorteile. Durch diese rasanten Entwicklungen zu navigieren und nachhaltige Entscheidungen im Hinblick auf die Circular Economy zu treffen, ist eine Herausforderung für die Automobilindustrie. Ein Problem ist unter anderem die unzureichende Forschung zu Umweltrisiken von neuartigen Technologien wie Gigacasting im Vergleich zu den potenziellen wirtschaftlichen Vorteilen und den damit verbundenen hohen Investitionen. Das Fraunhofer IST entwickelt im Projektverbund ein modellbasiertes Life Cycle Engineering-Bewertungstool für Leichtbaustrukturen in der Automobilindustrie, das sowohl die aktuelle Situation als auch mögliche zukünftige Entwicklungen robust abschätzen kann.

Unser Team trägt damit zur Entwicklung sowie Analyse und Bewertung von Technologien für den nachhaltigen Fahrzeugbau im Hinblick auf potenzielle Umweltwirkungen und Kosten unter Berücksichtigung von Leistungskriterien bei. Damit unterstützen wir die Dekarbonisierung der Automobilindustrie.

Projekt

Future Car Production

Laufzeit

01.01.2023 bis 31.12.2026

Projektpartner

- Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und angewandte Materialforschung IFAM
- Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS
- Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU
- Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM
- Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS
- Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF
- Fraunhofer-Institut für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV



Das Projekt steht für ganzheitliche Lösungsansätze zur Bewertung und Entwicklung integraler Karosseriekonzepte für einen nachhaltigen Fahrzeugbau.

Life Cycle Engineering als Lösungsansatz für einen nachhaltigen Fahrzeugbau.

**Kontakt**

Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann
Telefon +49 531 2155-503
christoph.herrmann@ist.fraunhofer.de

Prof. Dr. Stephan Krinke
Telefon +49 531 2155-504
stephan.krinke@ist.fraunhofer.de

Analytik und Qualitätssicherung

Analyse von Schichten und Oberflächen

#WeKnowSolutions

- Quantitative SIMS-Tiefenprofilanalyse von technischen Oberflächen und Schichten
- Quantitative Wasserstoffbestimmung in DLC-Schichten oder in Silizium
- Zerstörungsfreie und orts aufgelöste Bestimmung von Schichtdicke und der Zusammensetzung dünner Einfach- oder Mehrfach-Schichtsysteme (geeignet für Schichtdicken von 0,3 bis ~500nm), z. B. dünne Oxidschichtdicken
- Quantitative Punktanalyse leichter Elemente wie B, C, N, O in verschiedensten Werkstoffen
- Charakterisierung von Materialermüdung mittels Impact-Tests (bis 5kN, 1 Mio. Belastungszyklen in 5 Stunden)

Was sind die Schwerpunkte der Abteilung?

In der Abteilung Analytik und Qualitätssicherung führen wir komplexe Material-, Schicht- und Oberflächenanalysen für industrielle und institutionelle Kunden durch. Dabei liegt der Schwerpunkt auf dem Einsatz von Methoden mit analytischen Großgeräten wie Rasterelektronenmikroskopie (REM), Elektronenstrahl-Mikroanalyse (EPMA), Energiedispersive Röntgenspektroskopie (EDX), Sekundärionen-Massenspektroskopie (SIMS), Röntgendiffraktion (XRD) und Focussed Ion Beam (FIB). Diese Geräte werden unter anderem für die Analyse von Schadensbildern, die Spezifizierung neuer Materialien, die Qualitätssicherung in der Produktion, die Kalibrierung von Standards oder das Reverse Engineering von unbekanntem Proben eingesetzt.

Wie sehen die Pläne für die Zukunft aus?

Die Analyse der Eindiffusion von Wasserstoff in Werkstoffe soll weiter vertieft werden. Dazu wurde am Institut ein Reaktor beschafft, mit dem Proben bei bis zu 300 °C und 200 bar Druck einer H₂-Atmosphäre ausgesetzt werden können. Anschließend kann mittels SIMS-Tiefenprofilierung die H-Verteilung im Material über die Tiefe untersucht werden. Ein weiterer Fokus liegt auf den Möglichkeiten der Analyse von Lithium-basierten Batteriematerialien. Dafür steht ein Shuttle zur Verfügung, mit dem Li-haltige Proben ohne Kontakt mit Luft ins FIB-REM, eine Kombination aus Rasterelektronenmikroskop (REM) und fokussiertem Ionenstrahl (Focussed Ion Beam, FIB), geschleust werden können, um dort degradationsfrei untersuchen werden zu können.

Was waren die Highlights im Berichtsjahr?

Im Rahmen eines spannenden Auftrags haben wir für ein großes deutsches Unternehmen mittels SIMS untersucht, wie tief Wasserstoff in bestimmte Magnetwerkstoffe eindiffundiert und inwieweit Schutzschichten diese Diffusion verringern können. Für die Herzog August Bibliothek in Wolfenbüttel haben wir Mineralpartikel analysiert, die in mehrere hundert Jahre alten Schriften über Alchemie entdeckt wurden. Bei den Untersuchungen haben wir Bleioxide und Bleinitrate gefunden. Ein weiteres Highlight war die Untersuchung von supraleitenden Schichten, die für Quantencomputer eingesetzt werden sollen, und für einen großen deutschen Automobilzulieferer konnten wir erfolgreich umfangreiche Charakterisierungen von Beschichtungen für die Elektrolyse- und Brennstoffzellentechnologie durchführen.

Das Focussed Ion Beam-Gerät »Cross-Beam 340« der Firma Zeiss wird am Fraunhofer IST für die Erstellung von lokalen Querschnitten und TEM-Lamellen genutzt.

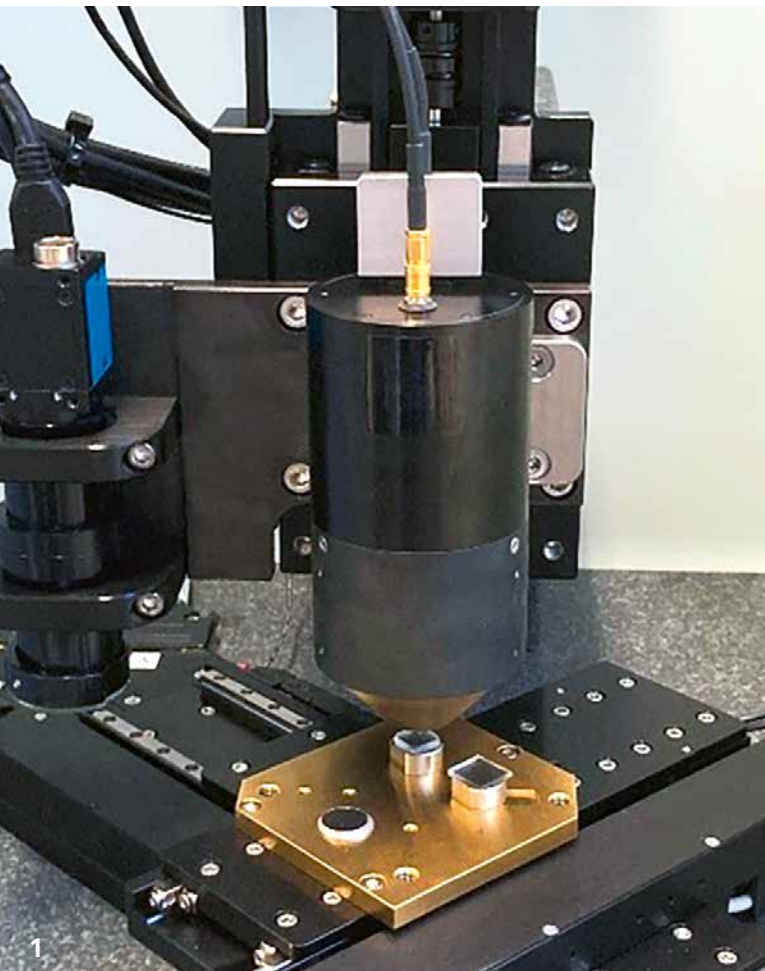
Kontakt

Dr. Kirsten Schiffmann
Telefon +49 531 2155-577
kirsten.schiffmann@ist.fraunhofer.de

Aus der Forschung

Härteprüfung in kleinstem Maßstab: Neuer Mikro- und Nanoindentor am Fraunhofer IST

Die Anforderungen an Materialien und ihre Eigenschaften sind in den letzten Jahrzehnten enorm gestiegen: So müssen z. B. Härte und Elastizitätsmodul selbst bei ultradünnen Schichten eindeutig bestimmt werden können. Eine gängige Methode der Härteprüfung ist die Nanoindentierung, die auch am Fraunhofer IST angewandt wird. Seit Kurzem steht am Institut ein neuer Nanoindentor zur Verfügung, der die bisher schon vorhandenen Möglichkeiten deutlich erweitert.



Der neue Nanoindentor TS77 von der Firma Bruker.

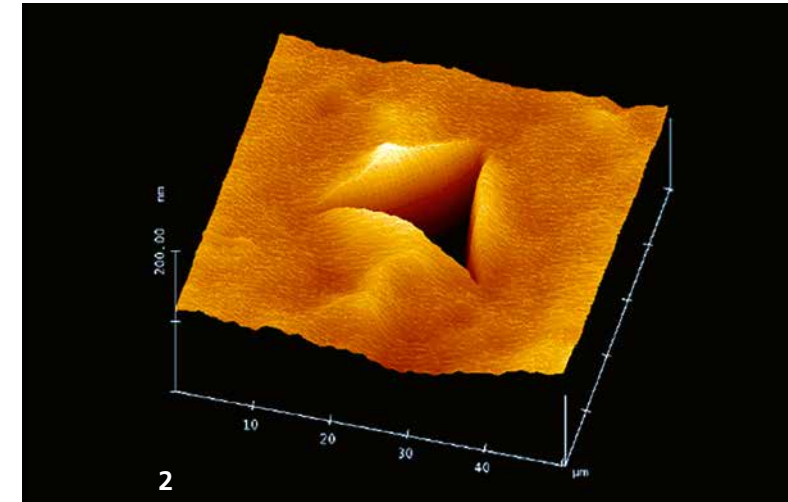
Ein Nanoindentor dient dazu, die Härte, den E-Modul und ggf. viskoelastische Eigenschaften von Materialien und dünnen Schichten zu bestimmen. Dies geschieht, indem eine dreiseitige Diamantspitze kontrolliert in die Oberfläche hineingedrückt und dabei die notwendige Kraft und die Eindringtiefe kontinuierlich und mit höchster Präzision aufgezeichnet wird. Aus den Messkurven lässt sich dann – teilweise tiefenabhängig – die Härte und der Elastizitätsmodul des Materials bestimmen.

Erweiterungen der Nanoindentierung

Mittels des AFM-Modus können die Oberflächen sowohl vor als auch nach der Indentierung mithilfe der Diamantspitze topographisch abgebildet werden, wodurch auch die nachträgliche Kontrolle z. B. der exakten Position eines Eindrucks möglich wird. Eine Besonderheit ist die Kalibrierung auf die Härte eines Referenzmaterials, die – im Gegensatz zur sonst üblichen Kalibrierung auf den E-Modul – folgende Vorteile hat:

- eine bessere Reproduzierbarkeit von Härtewerten
- eine bessere Unabhängigkeit der Messungen von der Eindringtiefe
- einen kleineren integralen Fehler von Härte und Elastizität, auch bei sukzessiver Abnutzung der Spitze über ihre Lebenszeit.

Darüber hinaus können mithilfe des Scratch-Moduls zusätzlich Nano-Scratch- und Verschleißtests durchgeführt werden.



AFM-Abbildung eines Indentor-Eindrucks.

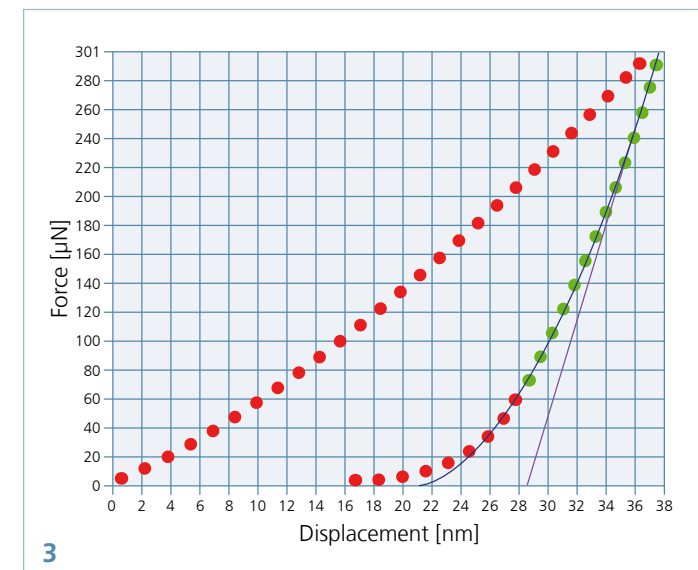
Vorteile des neuen Geräts

Im Vergleich zu den bisherigen Möglichkeiten zur Härtebestimmung am Fraunhofer IST bietet das neue Indentor-Gerät einige Vorteile:

- Mithilfe des neuen Nanoindentors können vollautomatisierte Messungen mehrerer Proben auch bei unterschiedlichen Höhen und Geometrien erfolgen.
- Das breite Messspektrum von hohen Lasten (1N) bis zu sehr kleinen Lasten (1µN) erlaubt sowohl die Untersuchung von Massivmaterialien und dicken Schichten als auch von sehr dünnen Schichten bis hinunter zu wenigen hundert Nanometern.
- Durch Kraftmodulationsverfahren können in einer einzigen Messung die Tiefenabhängigkeit der Härte oder Einflüsse des Substrats erfasst werden.
- Durch Frequenzmodulationsverfahren können zeitabhängige Phänomene z. B. in Polymeren bestimmt werden (Storage und Loss-Modulus).
- Ultraschnelle Messungen von bis zu 0,6 Sekunden je Messpunkt erlauben Härte- und E-Modul Mappings, d. h. die Darstellung der lateralen Verteilung inhomogener mechanischer Eigenschaften auf der Mikrometerskala. Das können z. B. Ausscheidungen in Stählen sein, verschiedene Phasen in Polymeren, mehrphasige Materialien, Nitrierhärteprofile, etc.

Die Anwendungsmöglichkeiten

Härte und Elastizitätsmodul sind wichtige Kenngrößen bei allen Arten von Oberflächen, die mechanischer Beanspruchung ausgesetzt sind. Das können z. B. tribologische Schutzschichten auf Fräsern, Werkzeugen, Automobilkomponenten oder Maschinenelementen sein, aber auch Lacke, galvanische Schichten, dekorative Schichten (Kratzfestigkeit) sowie nitrierte oder borierte Oberflächen, Displaygläser, usw.



Nanoindentor-Messkurve zur Bestimmung der Härte und des E-Moduls.

Kontakt

Dr. Kirsten Schiffmann
Telefon +49 531 2155-577
kirsten.schiffmann@ist.fraunhofer.de



Das Fraunhofer IST in Netzwerken

Synergien durch Vernetzung

Netzwerke innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft

Im Rahmen der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit ist das Fraunhofer IST Teil verschiedener interner und externer Netzwerke, die mit unterschiedlichen Schwerpunkten im Spannungsfeld zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und Politik agieren.

Innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft bringt das Institut seine Kompetenzen im Fraunhofer-Verbund Produktion ein, der das Know-how der Fraunhofer-Gesellschaft für die »Produktion der Zukunft« bündelt.

Darüber hinaus ist das Fraunhofer IST Gastmitglied im Fraunhofer-Verbund Light & Surfaces und engagiert sich in verschiedenen Allianzen, Geschäftsbereichen, Forschungs- und Kompetenzfeldern sowie Fraunhofer-Netzwerken. Ziel ist es, Kunden und Partnern auch technologieübergreifend optimale Lösungen für deren Aufgabenstellungen anzubieten. Darüber hinaus ist das Fraunhofer IST in den Fraunhofer-Zentren für Energiespeicher und Systeme ZESS sowie Circular Economy für Mobilität CCEM in Wolfsburg aktiv. Im Leistungszentrum für Medizin- und Pharmatechnologie beteiligt sich das Institut an der Entwicklung einer Plattform für die Forschung und den Innovationstransfer in die Patientenversorgung.

Leistungszentrum
Medizin- und Pharmatechnologie

Fraunhofer-Allianz
Batterien

Fraunhofer
POLO®

Fraunhofer-Netzwerk
Nachhaltigkeit

Fraunhofer-Netzwerk
Wasserstoff

Fraunhofer-Allianz
autoMOBILproduktion

Fraunhofer-Netzwerk
Simulation

Fraunhofer Kompetenzfeld
Additive Fertigung

Fraunhofer-Zentrum
Circular Economy für Mobilität CCEM

Fraunhofer
AVIATION & SPACE

Fraunhofer-Zentrum für
Energiespeicher und Systeme ZESS

Fraunhofer-Verbund
Produktion

Fraunhofer-Verbund
Light & Surfaces

Geschäftsbereich
Adaptronik

Forschungsfeld
Leichtbau

Geschäftsbereich
Reinigung

Fraunhofer-Allianz
SysWasser

Fraunhofer Cluster of Excellence
Cognitive Internet Technologies

#WeKnowProduction

Fraunhofer-Verbund Produktion

Als Teil der Fraunhofer-Gesellschaft, der größten Organisation für anwendungsorientierte Forschung in Europa, wurde der Fraunhofer-Verbund Produktion 1998 gegründet. Mittlerweile bündeln 13 Fraunhofer-Institute und -Einrichtungen ihr Know-how in diesem Verbund und bieten innovative und nachhaltige Systemlösungen aus dem breiten Umfeld der Produktionstechnik und Logistik für deutsche und internationale Unternehmen an.

Der Fraunhofer-Verbund Produktion ist darauf ausgerichtet, die gesamte Wertschöpfungskette zu optimieren, gestützt auf den neuesten Erkenntnissen aus den Disziplinen der Produktions- und Ingenieurwissenschaften sowie der Informatik. Dies ermöglicht eine enge und fachübergreifende Kollaboration zwischen den Forschungsinstituten und der Industrie, um gemeinsam die Produktionsmethoden von morgen zu gestalten. Der Verbund stellt ein breites Spektrum an Technologien, Dienstleistungen und Infrastruktur bereit, um Unternehmen für die Herausforderungen und Chancen der zukünftigen Produktion zu rüsten.

Der Verbund in Zahlen

Betriebshaushalt¹:
379 Mio. Euro

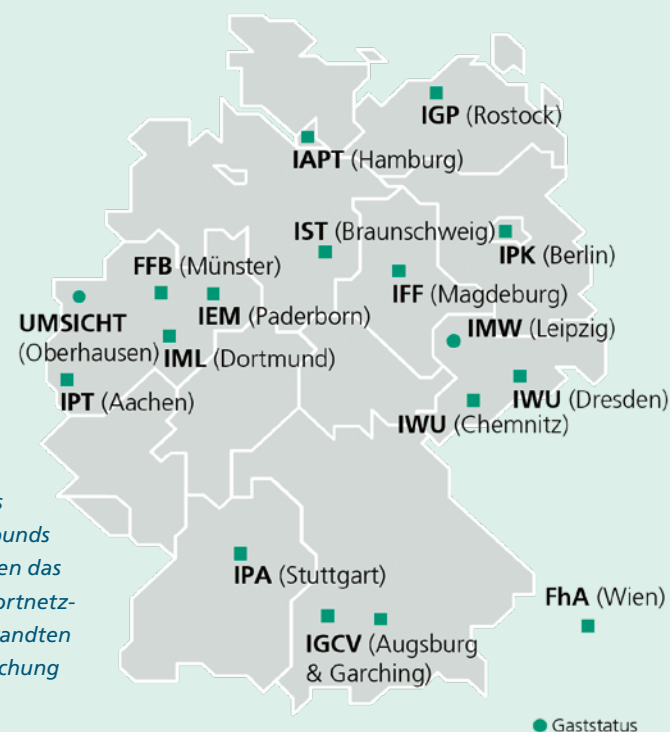
Wirtschaftsertrag²:
30,3 %

Mitarbeitende³:
ca. 3000

Die Institute des Fraunhofer-Verbunds Produktion bilden das führende Standortnetzwerk der angewandten Produktionsforschung in Deutschland.

Mitgliedsinstitute

Der Fraunhofer-Verbund Produktion ist das führende Standortnetzwerk der angewandten Produktionsforschung in Europa und bildet mit seinen Partnern ein exzellentes Netzwerk zur umfassenden Erfüllung von Industriebedarfen.



Kompetenzportfolio

Als produktionstechnischer Verbund decken die konsolidierten Kompetenzen der Mitgliedsinstitute sämtliche Bereiche entlang der Wertschöpfungskette ab und werden in verschiedensten Forschungs- und Entwicklungsprojekten stetig und anwendungsorientiert erweitert:

- **Produktionsmaschinen und -anlagen**
Hierzu zählen u. a. die Fabrikplanung sowie Kompetenzen im Bereich von Werkzeugmaschinen und Robotersystemen bis hin zur Instandhaltung.
- **Produktionstechniken und Prozesstechnologien**
Sämtliche Kompetenzen im Bereich der Fertigungstechnik, vor allem in der klassischen und additiven Fertigung, werden gebündelt. Auch die Verfahrens- und Oberflächentechnik sind Schwerpunkte im Verbund Produktion.
- **Produktentstehung**
Der Verbund bietet integrative Lösungen in den Bereichen Systems-, Software- und Virtual-based Engineering an.
- **Produktionssteuerung, Automatisierung, Messtechnik**
Durch smarte Sensorik und Anlagenvernetzung können Prozesse automatisiert sowie durch den Einsatz von KI und digitalen Assistenzsystemen effizient gestaltet werden.
- **Unternehmens- und Wertschöpfungsmanagement**
Der Verbund Produktion unterstützt bei der Entwicklung von Unternehmensstrategien und Geschäftsmodellen. Umfangreiche Kompetenzen im Innovations- und Technologiemanagement unterstützen Organisationen bei der digitalen Transformation.
- **Logistik und Supply Chain Management**
Die Gestaltung von intelligenten Logistik- & Materialflusssystemen sowie eine moderne IKT-Softwarearchitektur verbinden den ganzheitlichen Ansatz des Verbunds Produktion.

Zusammenarbeit und Zukunftsthemen

Der Fraunhofer-Verbund Produktion bietet eine Vielzahl von Leistungsangeboten von der Technologieberatung über kollaborative Forschung bis hin zur Lösung von Bedarfen und Herausforderungen in gemeinsamen Umsetzungsprojekten. Neben »Quick Wins« aus Potenzialanalysen und Innovationsworkshops gehören Machbarkeitsstudien und passgenaue Systementwicklungen und -integrationen zu den vielfach umgesetzten Formaten einer erfolgreichen Kooperation mit der Industrie. Dabei gestaltet und optimiert der Verbund Technologien, Verfahren und Produkte bis hin zur Herstellung von Prototypen und Kleinserien. Zusätzlich beraten die ExpertInnen bei der Auswahl der richtigen Lösungen und befähigen den Menschen kontinuierlich im Umgang mit neuen Innovationen in der Produktion und Logistik.

Der Fraunhofer-Verbund Produktion ist starker Partner an allen Zentren der deutschen Produktionsforschung und ist somit exzellent vernetzt mit Politik, Wirtschaft und Wissenschaft in Europa als auch auf der Welt. Außerdem sind die Mitgliedsinstitute an verschiedenen thematisch fokussierten Projektzentren beteiligt, welche wiederum die wissenschaftlichen Erkenntnisse im Bereich des Leistungsangebots des Verbunds bündeln.

Mit Blick auf eine sich schnell verändernde Zukunft und die damit einhergehenden diversen Wandlungs- und Transformationsprozesse, welche immer mehr die Lebens- und Arbeitswelt beeinflussen, beteiligt sich der Fraunhofer-Verbund Produktion an verschiedenen sowohl öffentlich als auch industriell finanzierten und wirksamen Forschungsprojekten. Zu den ausgewählten Zukunftsthemen gehören z.B.:

- Resiliente Wertschöpfungssysteme
- Smart Maintenance
- Digitale Transformation und Industrie 4.0
- Künstliche Intelligenz in Produktion und Logistik
- Biologische Transformation
- Mensch-Roboter-Kollaborationen
- Additive Fertigung
- Batteriezellfertigung
- Wasserstofftechnologien

Dabei engagiert sich der Fraunhofer-Verbund Produktion auf öffentlichkeitswirksamen Veranstaltungen und ist das ganze Jahr über auf mehreren Messen und Veranstaltungen (z.B. Hannover Messe, Formnext, Control, Maintenance) vertreten, um neueste Erkenntnisse und Lösungen u.a. in Form von Gemeinschaftsexponaten einem breiten Publikum zugänglich zu machen.

Kontakt

Vorsitz des Fraunhofer-Verbunds Produktion
Prof. Dr. Welf-Guntram Drossel
Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU
Reichenhainer Straße 88
09126 Chemnitz
welf-guntram.drossel@iwu.fraunhofer.de

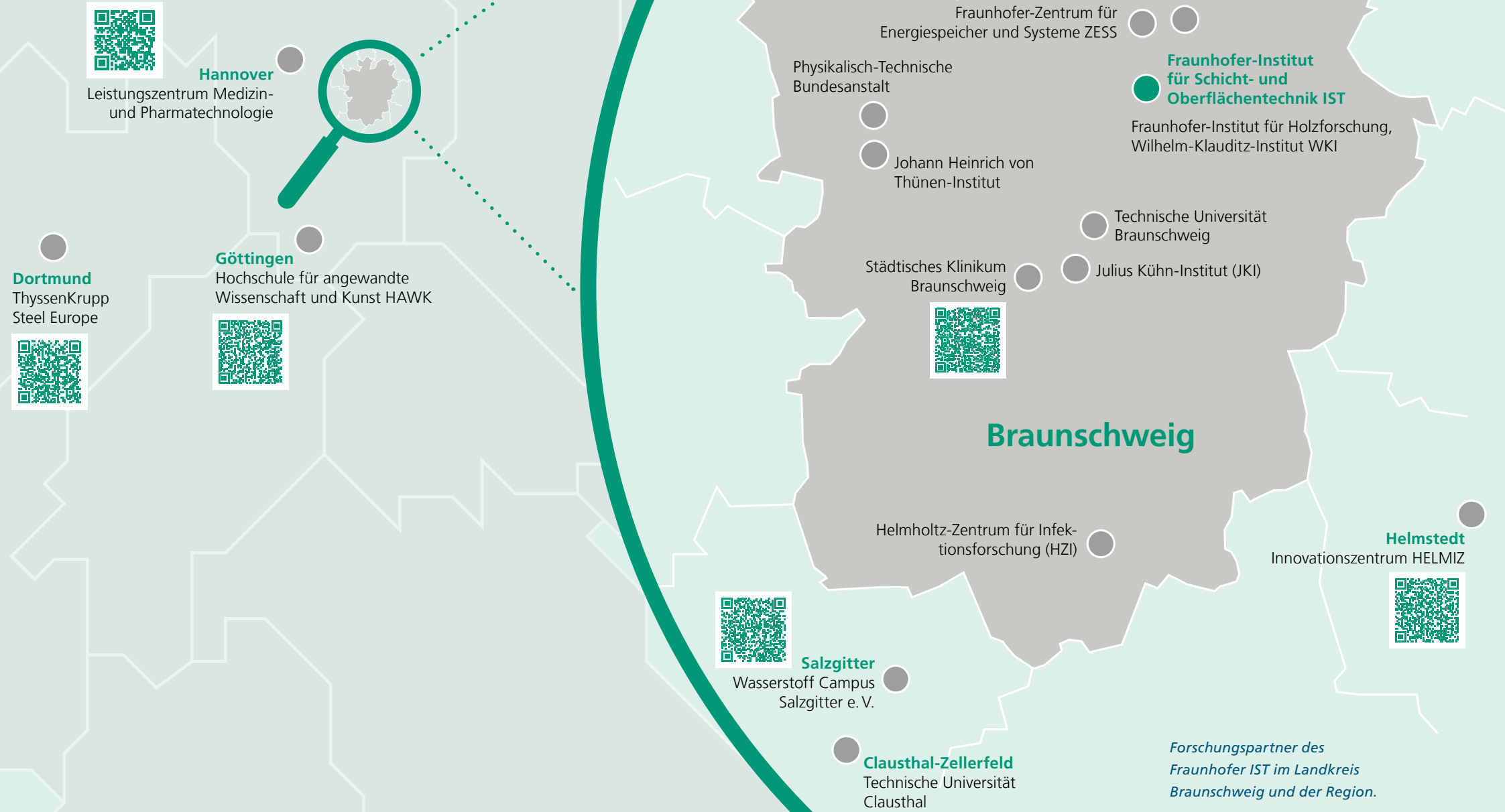
Geschäftsstellenleitung
Niels Schmidtke
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF
Sandtorstraße 22
39106 Magdeburg
niels.schmidtke@iff.fraunhofer.de

www.produktion.fraunhofer.de

¹Budget 2024 / ²Ergebnis 2023 / ³2023 (wiss./techn./adm. Personal)

Vernetzung regional und deutschlandweit

31 Einrichtungen – 70 Standorte – 19 600 Mitarbeitende: Um Wissen zu vernetzen, Innovationen nachhaltig zu fördern und die Spitzenposition der Wissenschaftsregion Braunschweig zu stärken, schlossen sich diverse wissenschaftliche Einrichtungen in Südost-Niedersachsen zur **ForschungRegion Braunschweig e.V.** zusammen, darunter u. a. Universitäten, Hochschulen, Bundesforschungsanstalten, Helmholtz-Institute, Fraunhofer-Institute, Forschungseinrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft, Museen, Bibliotheken und das Klinikum Braunschweig. Mit vielen der Mitglieder bestehen Kooperationen und Partnerschaften mit dem Fraunhofer IST. Auch über die **ForschungRegion Braunschweig** hinaus ist das Institut deutschlandweit vernetzt. Beispiele unserer Vernetzung zeigt die Karte:



Das Kompetenznetz Industrielle Plasma-Oberflächentechnik e.V.

INPLAS



Highlight im Jahr 2023: Mitgliederversammlung am Wasserstoff Campus Salzgitter e.V. auf dem Gelände der Robert BOSCH GmbH.

Das Kompetenznetz INPLAS e.V. verfolgt das Ziel, Potenziale der Plasmatechnik weiter bekannt zu machen und Entwicklungen in den zahlreichen Anwendungsgebieten zu unterstützen, zu fördern und zu moderieren. Das Netzwerk ist beim Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi) im Programm »go-cluster« akkreditiert und mit dem Silber-Label für Cluster Management Excellence ausgezeichnet. INPLAS hat aktuell 53 Mitglieder aus Industrie und Wissenschaft mit ca. 200 aktiven Personen. 75 Prozent der INPLAS-Mitglieder kommen aus der Industrie.

INPLAS hat auch 2023 wieder vielfältige Aktivitäten rund um die Themen der Oberflächentechnik gestaltet:

INPLAS-Arbeitsgruppen

Im Mai 2023 fand ein Treffen der Arbeitsgruppe »Werkzeugbeschichtungen« statt, in dem das Fraunhofer IST seine Expertise und Lösungen im Bereich der Verschleißanalytik und Entwicklung von effizientem Verschleißschutz präsentierte.

Die AG »Neuartige Plasmaquellen und -prozesse« mit dem Leitungsteam bestehend aus Dr. Anke Hellmich, Applied Materials GmbH & Co. KG, Matthias Nestler, scia systems GmbH, Dr. Ulf Seyfert, Von Ardenne GmbH, widmete sich im Frühjahrstreffen bei der scia Systems GmbH in Chemnitz optischen Gittern mittels Ionenstrahltrimming, der Beschichtung optischer Komponenten mithilfe eines digitalen Zwillings, dem Remote Plasma Sputtering HiTUS® und des leistungsstarken Magnetrons für die Mikrowellenverfahren. Die Herbstsitzung am Wasserstoff Campus Salzgitter e.V. stand thematisch ganz im Zeichen der Einsatzmöglichkeiten von Plasmen im Bereich der Wasserstofftechnologie und zur CO₂-Umwandlung. Eine Besichtigung der Robert Bosch Elektronik GmbH rundete die Veranstaltung erfolgreich ab.

Die Teilnehmenden des dritten Treffens der Fokusgruppe »Digitalisierung und KI« tauschten sich im Juni über den Status und die Entwicklungsbedarfe bei der Anwendung und Umsetzung von »Industrie 4.0« in der industriellen Plasma- und Beschichtungstechnik aus. Das Treffen wurde von Marija Rosic vom Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik der TU Braunschweig und Hanno Paschke vom Fraunhofer IST geleitet. Die Vorträge behandelten das Potenzial und Anwendungsbeispiele von KI in der Produktion, die Digitalisierung von galvanischen Prozessketten, Energieeffizienz bei thermochemischen Randschichtbehandlungen, Machine Learning in der industriellen Wärmebehandlung und die Servicebehandlung durch den Einsatz hybrider IoT-Technologien.

In der 24. Sitzung des Gemeinschaftsausschusses GA »Kombinierte Oberflächentechnik«, der von Prof. Dr. Petra Uhlmann vom Leibniz-Institut für Polymerforschung geleitet wird, befasste sich mit der Oberflächentechnologie zur Verhinderung von Vereisung, neuen Entwicklungen zu den Effekten zwitterionischer Polymerfilme auf das Vereisen von Oberflächen und mit aktuellen Entwicklungen im Förderprogramm des BMWK »Industrielle Gemeinschaftsforschung«.

INPLAS-Verbundprojekt »Plasmadiagnostik für Plasmaprozesse 4.0 – PDP 4.0«

Das Ziel der INPLAS-Verbundprojekte ist es, in einem gemeinsamen Projekt mit variablem Gestaltungsspielraum, überschaubarem Aufwand und ohne Veröffentlichungspflicht einen Einstieg in ein Themenfeld mit verschiedenen Partnern voranzutreiben. Im Projekt »Plasmadiagnostik für Plasmaprozesse 4.0 – PDP 4.0« arbeiteten acht INPLAS-Mitglieder in Form von vorwettbewerblicher kollaborativer Auftragsforschung zusammen, um Erkenntnisse zu Möglichkeiten und Grenzen verschiedener Methoden der Prozessdiagnostik bei der Digitalisierung von Produktionsprozessen zu sammeln.

Das Projekt wurde im Juni 2023 abgeschlossen und Nachfolgeprojekte sind bereits in Planung.

13. HIPIMS-Konferenz

INPLAS beteiligte und präsentierte sich im Juni 2023 als Mitorganisator bei der federführend von der Sheffield Hallam Universität in Zusammenarbeit mit weiteren Partnern organisierten 13. International Conference on Fundamentals and Industrial Applications of HIPIMS. Die Konferenz fand im Zuge des vierzigjährigen Jubiläums von IHI Hauzer Techno Coating B.V., einem wichtigen Player im Bereich Anlagenbau, insbesondere auch für HIPIMS-Anwendungen, im niederländischen Venlo statt. Im Fokus standen Entwicklungen im Bereich der Wasserstoffwirtschaft, insbesondere die Beschichtung von Bipolarplatten, Digitalisierung im Bereich der Oberflächentechnik, neueste Entwicklungen im Bereich tribologischer Beschichtungen für Anwendungen in der Zerspanung und Luftfahrt sowie aktive Prozessüberwachung und -regelung von industriellen HIPIMS-Prozessen.

47. Treffen des Industrie-Arbeitskreises »Werkzeugbeschichtungen und Schneidstoffe« (IAK)

Bei dieser Veranstaltung, die Anfang Mai 2023 in Braunschweig stattfand, trafen sich Werkzeughersteller und -anwender hauptsächlich aus der Industrie, um sich über die neuesten Entwicklungen und Trends im Bereich der Zerspanungswerkzeuge

und deren Beschichtungen auszutauschen. Der IAK wird gemeinschaftlich von den Partnern IWF der TU Berlin, Fraunhofer IPK, Fraunhofer IST und INPLAS e.V. organisiert und findet abwechselnd in Berlin und Braunschweig statt.

18. INPLAS-Mitgliederversammlung

Die 18. INPLAS-Mitgliederversammlung fand auf dem Wasserstoff Campus Salzgitter statt. Es wurden die Aktivitäten in der Berichtsperiode und die neuen Mitglieder vorgestellt, der Vorstand und die Kassenprüfer gewählt sowie geplante Aktivitäten besprochen. Die Teilnehmenden konnten sich in Präsentationen und Rundgängen über aktuelle Projekte und Möglichkeiten des Wasserstoff Campus Salzgitter e.V. informieren.

Am 23.11.2023 wurde INPLAS erfolgreich mit dem Silber-Label der European Cluster Excellence Initiative (ECEI) rezertifiziert. Der Begutachtungsprozess erfolgte im Rahmen des Programms »go-cluster« und in Zusammenarbeit mit dem European Secretariat for Cluster Analysis (ESCA). »Mit dem erfolgreichen Assessment haben Sie unter Beweis stellen können, dass Sie zur kontinuierlichen Weiterentwicklung Ihrer Clusterinitiative beitragen und zu den leistungsfähigen Clusterorganisationen in Deutschland gehören.«

Wir bedanken uns in diesem Zusammenhang auch bei unseren Mitgliedern und Partnern ohne die die Erfolge nicht möglich wären.

52 INPLAS Mitglieder

INPLAS-Mitgliederübersicht (Stand: 2023).



Erfahren Sie mehr über unsere Mitglieder:

www.inplas.de



Kontakt

Dipl.-Ing. Carola Brand
Geschäftsführerin
Telefon +49 531 2155-574
carola.brand@inplas.de

Dr. Jochen Borris
Projektleiter
Telefon +49 531 2155-666
jochen.borris@inplas.de

Mitgliedschaften



Publikationen



Dissertation

Schulz, Paul Philipp (2023). Model-based examination of dust particle contamination in plasma coating processes. Fraunhofer Verlag. <https://doi.org/10.24406/publica-555>

Erteilte Patente

Biehl, S.; Paetsch, N.; Meyer-Kornblum, E. (2023): Sensorisches Schichtsystem. DE 10 2018 218 300A1

Vergöhl, M.; Pflug, A.; Bruns, S.; Zickenrott, T. (2023): Device and method for producing layers with improved uniformity in coating systems with horizontally rotating substrate.

Vergöhl, M.; Pflug, A.; Bruns, S.; Zickenrott, T. (2023): Device and method for producing layers with improved uniformity in coating systems with horizontally rotating guiding.

Konferenzbeiträge

Baars, J., Clos, D. P., Orangi, S., Dilger, N., Cerdas, F., Zellmer, S., Herrmann, C., Strømman, A. H. (2023): Enhancing Battery Sustainability: A Novel Sustainability Modelling Platform for Battery Production. International Battery Production Conference – IBPC 2023, Braunschweig, 07.09.11.2023 – Poster.

Bandorf, R. (2023): Industrial Scale Reactive HIPIMS - Applications and Active Process Contro. TACT 2023, 12.-15.11.2023 – Vortrag.

Bandorf, R. (2023): Materialentwicklung und Messverfahren für die Wasserstoffwirtschaft. TransferTalk »Wasserstofftechnologien entlang der Wertschöpfungskette«, 20.06.2023 – Vortrag.

Bandorf, R. (2023): Reactive HIPIMS of Oxides for Industrial Processes. International Conference on Fundamentals and Industrial Applications of HIPIMS 2023, 12.-15.06.2023 – Vortrag.

Bandorf, R. (2023): Thin Film Coating Solutions for Hydrogen Economy. 66th Annual SVC Technical Conference, 08.-11.05.2023 – Vortrag.

Bandorf, R., A. Pflug, S. Bruns, T. Melzig, H. Gerdes, F. Oldenburg, M. Vergöhl, C. Herrmann (2023): Digital Transformation of Vacuum Coating. International Forum on High-Density Plasma Coatings and Process Control, 14.03.2023 – Vortrag.

Bandorf, R., Ehasarian, A. (2023): High Power Impulse Magnetron Sputtering HIPIMS. 66th Annual SVC Technical Conference, 8.-11.5.2023 – Vortrag.

Bandorf, R., Ehasarian, A. (2023): HIPIMS Applications. International Conference on Fundamentals and Industrial Applications of HIPIMS 2023, 12.-15.6.2023 – Vortrag.

Bandorf, R., Ehasarian, A. (2023): Practice and Applications of High Power Impulse Magnetron Sputtering. 66th Annual SVC Technical Conference, 8.-11.5.2023 – Vortrag.

Bandorf, R., Gerdes, H. (2023): Application of Reactive Sputtering. 66th Annual SVC Technical Conference, 08.-11.5.2023 – Vortrag.

Bandorf, R., Gerdes, H. (2023): Application of Reactive Sputtering. International Conference on Fundamentals and Industrial Applications of HIPIMS 2023, 12.-15.06.2023 – Vortrag.

Baron, S. (2023): Thin, smooth and uniform HFCVD-diamond films for antireflective coatings. 11th International Conference on Hot-Wire Chemical Vapor Deposition, 17.-19.04.2023 – Vortrag.

Barton, D. (2023): DLCplus – Improved DLC coatings by more efficient process design. V2023 – Vakuum & Plasma, 18.-21.09.2023 – Vortrag.

Barton, D. (2023): Thin film process modelling at different scales – from kinetic simulations to digital twin. Workshop Innovationstreiber Oberflächentechnologie – Von der Simulation zur Beschichtung, 28.-29.11.2023 – Vortrag.

Bialuch, I., Rimpl, K., Lachmann, K., Finke, J. (2023): Systematic evaluation of the influence of material properties and punch coatings on sticking. 5th International Symposium on Pharmaceutical Engineering Research SPHERE, Braunschweig, 18.-20.10.2023 – Poster.

Britze, C. (2023): Uniformity Control of Optical Precision Coatings on 2D and 3D Components. 66th Annual SVC Technical Conference, 08.-11.05.2023 – Vortrag.

Brokmann, J. (2023): Thin film lithium metal anodes for solid-state batteries manufactured via sputter deposition. International Battery Production Conference IBPC 2023, 07.-09.11.2023 – Vortrag.

Brückner, T. (2023): Self-Organizing Ti-Si-B-C-N Nanocomposite Multiphase Coatings for Wear Reduction. 10th NRW Nano-Conference, 24.-25.05.2023 – Poster.

Bruns, S. (2023): Extending the Potential of Optical Monitoring Software by Full Machine Control and Quality Assurance. 66th Annual SVC Technical Conference, 08.-11.05.2023 – Vortrag.

Bruns, S., Henning, P., Melzig, T., Reck, J., Shay, T., Richter, U., Vergöhl, M. (2023): High-speed triggered in situ broadband ellipsometry at turntable PVD coating machines. 12th Workshop on Spectroscopic Ellipsometry (WSE), Prag, 19.-21.09.2023 – Vortrag.

Cerdas, F. (2023): Life cycle management for e-mobility services. 11th International Conference on Life Cycle Management LCM 2023, 6.-8.9.2023 – Vortrag.

Konferenzbeiträge

Clos, D. P., Baars, J., Cerdas F., Zellmer S., Herrmann H., Strømman H. M. (2023): Towards a sustainable battery manufacturing modelling platform. 11th International Conference on Industrial Ecology (ISIE-2023), 05.08.2023 – Vortrag.

Clos, D. P., Baars, J., Cerdas, F., Zellmer, S., Herrmann, C., Strømman, A. H. (2023): A Battery Platform for Sustainability Assessments in the Battery Production Industry. 11th International Conference of Life Cycle Management – LCM 2023, 06.-08.09.2023 – Poster.

Duckstein, R. (2023): Digitale Werkzeuge für mehr Nachhaltigkeit. 20. Norddeutscher Galvanotag, 11.05.2023 – Vortrag.

Gerdes, H. (2023): Digital Transformation in Thin Film Deposition. International Conference on Fundamentals and Industrial Applications of HIPIMS 2023, 12.-15.06.2023 – Vortrag.

Gerdes, H., Schütte, T. (2023): Digitalization in the Coating Industry- Does it (already) improve Production and Product?!. 66th Annual SVC Technical Conference, 08.-11.05.2023 – Vortrag.

Grube, M. (2023): Development of a scalable production process of sulfide-based solid electrolytes and characterization of product properties. International Battery Production Conference IBPC 2023, 07.-09.11.2023 – Vortrag.

Henning, P., Bruns, S., Melzig, T., Britze, C., Kreuzer, K., Vergöhl, M. (2023): Neue Aktivitäten zu optischen Beschichtungen. 39. Arbeitskreistreffen des Arbeitskreises DUV/VUV-Optik, Braunschweig, 24.05.2023 – Vortrag.

Herrmann, C. (2023): The Hydrogen Campus Salzgitter an Innovative Hub for Transformation of the Region. International Conference on Fundamentals and Industrial Applications of HIPIMS 2023, 12.-15.06.2023 – Vortrag.

Herrmann, C., Daub, R., Sauer, A. (2023): Defossilierung der Produktion - quo vadis?. CO₂-Neutrale Fabrik, 20.-21.06.2023 – Vortrag.

Höfer, M. (2023): Optimization of HWCVD Process Conditions for the Deposition of Silicon Nitride Coatings with Specific Properties. 11th International Conference on Hot-Wire Chemical Vapor Deposition, 17.-19.04.2023 – Vortrag.

Husmann, J., Baars, J., Bein, T., Herrmann, C., Cerdas, F. (2023): TranSensus LCA. International Battery Production Conference – IBPC 2023, 07.-09.11.2023 – Poster.

Imdahl, Christoph (2023): Fabriktransformation – Digital. Defossilisiert. Wirtschaftlich. TransferTalk »Wasserstofftechnologien entlang der Wertschöpfungskette«, 20.06.2023 – Vortrag.

Körner, S. (2023): In-Situ Process Control of Reactive HIPIMS Based on Optical Emission Spectroscopy. 66th Annual SVC Technical Conference, 08.-11.05.2023 – Vortrag.

Körner, S. (2023): Reactive High power impulse Magnetron Sputtering (HIPIMS) of titanium oxide: Transition from metallic to poisoned regimes analyzed by optical emission spectroscopy. International Conference on Fundamentals and Industrial Applications of HIPIMS 2023, 12.-15.06.2023 – Vortrag.

Körner, S., Bandorf, R., Gerdes, H., Sittinger, V., Vergöhl, M., Bräuer, G. (2023): Process Development of Reactive HIPIMS. International Forum on High-Density Plasma Coatings and Process Control, 14.03.2023 – Vortrag.

Krinke, S. (2023): Carbon-neutral and circular products – opportunities and risks for the chemical industry. Envalor customer sustainability event, 28.09.2023 – Vortrag.

Krinke, S. (2023): Decarbonization of passenger transport – a strategic Life-Cycle approach. European Automotive Decarbonization and Sustainability Summit, 12.-13.04.2023 – Vortrag.

Krinke, S. (2023): Dekarbonisierte Produkte – Beitrag von Produktion und nachhaltigen Lieferketten. Innovationstag 2023 Laserzentrum Hannover, 01.11.2023 – Vortrag.

Krinke, S. (2023): Life-Cycle Engineering und Decarbonization along the value-chain. CIRP Design Conference 2023, 17.-19.05.2023 – Vortrag.

Lachmann, K. (2023): Spektroskopische Methoden zur Charakterisierung organischer Oberflächen und Beschichtungen. TransferTalk »Oberflächenanalytik in der Qualitätssicherung«, 17.10.2023 – Vortrag.

Lachmann, K., Köhler, R., Neubert, T., Viöl, W., Thomas, M. (2023): Plasmaverfahren im 3D-Druck. Digital Implant Innovation Forum #2, 11.09.23 – Vortrag.

Lachmann, K., Neubert, T., Scopece, P., Patelli, A., Moroni, L., Thomas, M. (2023): Einsatz von Atmosphärendruck-Plasmaverfahren zur Steigerung der Akzeptanz 3D-gedruckter polymerbasierter Scaffolds. EFDS-Workshop »Wenn die Antwort in der Schicht steckt«, 27.-28.02.2023 – Vortrag.

Lachmann, K., Omelan, M., Kielstein, J.T., Hossain, H., Thomas, M., Sunder, W., (2023): Das Patientenzimmer der Zukunft als Reallabor. 44. Workshop des ak-adp Anwenderkreis Atmosphärendruckverfahren, 27.-29.09.23 – Vortrag.

Mejauschek, M., Weber M., Demmler M., Heidrich J. (2023): Optimization of high-temperature tool materials by diffusion processes. V2023 – Vakuum & Plasma, 18.-21.09.2023 – Poster.

Menzler, M. (2023): Synthesis of layered oxide cathode active materials from secondary resources. International Battery Production Conference IBPC 2023, 07.-09.11.2023 – Vortrag.

Neubert, T., Schumann, L., Lachmann, K., Thomas, M., (2023): The Treatment of graphite powder by using an atmospheric pressure plasma jet. 20th Plasma Technology Conference PT20 Bochum, 27-29.03.2023 – Vortrag.

Ortner, K. (2023): Herstellung von hochreinem Wasserstoff aus biogenen Reststoffen. TransferTalk »Wasserstofftechnologien entlang der Wertschöpfungskette«, 20.06.2023 – Vortrag.

Paschke, H., Brueckner, T., Thewes, A., Peddinghaus, J. (2023): Enhanced tool surface properties against adhesion in aluminum forging. 49th International Conference on Metallurgical Coatings and Thin Films (ICMCTF 2023), 22.-26.05.2023, San Diego, CA – Vortrag.

Paschke, H., Peddinghaus, J. (2023): Standmengenoptimierte Gesenkerflächen für die temperierte Aluminiummassivumformung (IGF 20780 N). IMU Jahrestagung 2023, 14.-15.06.2023, Dortmund, Zeche Zollern – Vortrag.

Patzke, K., Weber, S., Baars, J., Dilger, N., Cerdas, F., Zellmer, S., Herrmann, C. (2023): Towards a harmonized approach for prospective environmental and economic assessments of battery innovations. International Battery Production Conference IBPC 2023, 07.-09.11.2023 – Poster.

Pflug, A. (2023): PVD-Deposition on 3D Substrates Tailored by a Digital Twin. 66th Annual SVC Technical Conference, 08.-11.05.2023 – Vortrag.

Reinders, P. (2023): Charakterisierung metallischer Bipolarplatten – vorgabenkonforme Bewertung des Korrosionsverhaltens und der elektrischen Leitfähigkeit. TransferTalk »Oberflächenanalytik in der Qualitätssicherung«, 17.10.2023 – Vortrag.

Reinders, P. M., Giorgio, M., Fredebeul-Beverungen, N., Polster, S., Porstmann, S. (2023): Development of manufacturing

process sequences for coated metallic bipolar plates used for fuel cells of the highest quality and energy efficiency. V2023 – Vakuum & Plasma, 18.-21.09.2023 – Poster.

Reinders, P. M., Kaestner, P., Bräuer, G. (2023): Development of a model to predict the thickness of the s-Phase and corrosion behavior of plasma-nitrided austenitic steels. 13th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering (AEPSE), Busan, 05.-08.11.2023 – Vortrag.

Reinders, P. M., Kaestner, P., Bräuer, G. (2023): Development of a model to predict the thickness of the s-Phase and corrosion behavior of plasma-nitrided austenitic steels. 66th Annual SVC Technical Conference, Washington D.C., 06.-11.05.2023 – Vortrag.

Reinders, P. M., Kaestner, P., Bräuer, G. (2023): Effect of different plasma diffusion treatments on the surface properties of austenitic stainless steels, 49th International Conference on Metallurgical Coatings and Thin Films (ICMCTF), San Diego, 21.-26.05.2023 – Vortrag.

Scheffler, F. (2023): GreenH2SZ - Konzeptionierung einer marktfähigen grünen Wasserstoffversorgung für die Region Salzgitter. EFZN H2-Innovationslabore Bergfest, Hannover, 16.03.2023 – Poster.

Scheffler, F. (2023): Techno-Economic and Environmental Assessment of Renewable Hydrogen Import Value Chains to Germany by 2030. Australian Hydrogen Research Conference - AHRC 2023, 08.-10.02.2023 – Vortrag.

Schiffmann, K. (2023): Material-, Schicht- und Oberflächenanalytik am Fraunhofer IST. TransferTalk »Oberflächenanalytik in der Qualitätssicherung«, 17.10.2023 – Vortrag.

Schott, A., Rekowski, M., Timmann, F., Herrmann, Ch., Dröder, K. (2023): Development of thin-film sensors for in-process measurement during injection molding. 56th CIRP International Conference on Manufacturing Systems 2023, 24.-26.10.2023 – Vortrag.

Schütte, T., Urbach, J.-P., Bandorf, R., Gerdes, H. (2023): Digitalization of in-situ process data – Selection and preprocessing of sensor data. 66th Annual SVC Technical Conference, 08.-11.05.2023 – Vortrag.

Sittinger, V., (2023): Introduction to silicon and perovskite silicon tandem solar cell technologies – ISC4E 2023 Tutorial, Mohammed VI Polytechnic University, Morocco 24.11.2023 – Vortrag.

Konferenzbeiträge

Sittinger, V., Justianto, M., King, H., Höfer, M., Harig, T., Pflug, A., Ortner, K. (2023): Investigation of silicon films for hetero-junction solar cells and MEMS deposited by hot-wire CVD. 11th International Conference on Hot-Wire Chemical Vapor Deposition, 17.-19.04.2023 – Vortrag.

Sittinger, V., King, H., Kaiser, A., Jung, S., Kabakli, Ö. Ş., Schulze, P. S. C., Borchert, J. (2023): Optimization of indium zinc oxide TCOs with serial reactive co-sputtering for perovskite-silicon tandem solar cell applications. 66th Annual SVC Technical Conference, 08.-11.05.2023 – Vortrag.

Sittinger, V., King, H., Stoll, D., Kaiser, A., Jung, S. (2023): Magnetron sputtered Indium-based transparent conductive oxides for perovskite silicon tandem solar cells. International Symposium on Advanced Coating for Energy - ISC4E 2023, Morocco 27.-29.11.2023 – Vortrag.

Sittinger, V., Stoll, D., Kaiser, A., Jung, S., Schwarz, C., Kabakli, Ö. Ş., Schulze, P. S. C., Borchert, J. (2023): Development of indium zinc oxide TCOs films deposited from a metallic tube target for perovskite-silicon tandem solar cell applications. 40th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 18.-22.09.2023 – Poster.

Stein, C. (2023): Green Tools: Ressourceneffiziente cobaltfreie Zerspanwerkzeuge – Alternativen zu WC-Co mit optimierten PVD-Hartstoff- und CVD-Diamant-Beschichtungen. 47. Industriearbeitskreis Werkzeugbeschichtungen und Schneidstoffe IAK, 04.05.2023 – Vortrag.

Thomas, M. (2023): Development and integration of micro-plasma sources in additive manufacturing processes – Application and Perspectives. 13th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering, 05.-08.11.2023 – Vortrag.

Vergöhl, M. (2023): Recent results and future demands on optical coating technology. V2023 – Vakuum & Plasma, 18.-21.09.2023 – Vortrag.

Viöl, W., Bröking, K., Tasche, D., Mrotzek, J. (2023): Imaging spectroscopy at the plasma liquid interface. 20th Plasma Technology Conference, 27.-29.02.2023 – Poster.

Viöl, W., Curril, I., Helmke, A., Ortmann, R., Wilch, M., Deutsch, B. (2023): Reduction of bacterial survival on the surface of F9 filters after atmospheric plasma treatment. 20th Plasma Technology Conference, 27.-29.03.2023 – Poster.

Viöl, W., Helmke, A., Harms, M., Werner, H., Mrotzek, J., Weber, M., Deutsch, B. (2023): Characteristics of a DBD-assisted air cleaner for operation in healthcare environments. 20th Plasma Technology Conference, 27.-29.03.2023 – Poster.

Viöl, W., Mrotzek, J., Köhler, R. (2023): Low energy plasma spray: coating technology and plasma characterization. 20th Plasma Technology Conference, 27.-29.03.2023 – Vortrag.

Viöl, W., Ortmann, R., Avramidis, Schieche, B., Große-Pelcum, V., Siekmann, L., Kirschek, C., ten Bosch, L., Harms, M., Ochs, C., Hoedemaker, M., Ahlfeld, B., Roofls, K., Wellbrock, K., Plötz, M. (2023): A PAL reactor for wastewater treatment and veterinary medicine applications. 20th Plasma Technology Conference, 27.-29.03.2023 – Poster.

Viöl, W., Schulz, J. (2023): Titania in comparison with alumina ceramics as dielectric barrier in cold atmospheric plasma applications. 20th Plasma Technology Conference, 27.-29.03.2023 – Poster.

Viöl, W., Weber, M. (2023): Microwave plasma-enhanced parylene multilayer design from metal salts. 20th Plasma Technology Conference, 27.-29.03.2023 – Poster.

Weber, S., Patzke, K. (2023): A practitioner's guide for prospective assessments across the TRLs: A case study on all solid-state batteries. 11th International Conference on Life Cycle Management LCM 2023, 06.-08.09.2023 – Vortrag.

Wurczinger, D., Bandorf, R., Gerdes, H., Körner, S. (2023): No-Defect Insulating Coatings by Optimized Reactive Sputtering. 66th Annual SVC Technical Conference, 8.-11.05.2023 – Vortrag.

Zellmer, S. (2023): Circular Production of Li-ion Batteries and Future Battery Generations - Recycling and Re-Synthesis. REWIMET-Symposium Ressourcenmanagement 2023, 23.-24.08.2023 – Vortrag.

Zellmer, S. (2023): Dismantling and Recycling Strategies for Fuel Cells. hy-fcell conference 2023, 13.-14.09.2023 – Vortrag.

Zellmer, S. (2023): Material Production and Characterization. International Battery Production Conference IBPC 2023, 07.-09.11.2023 – Vortrag.

Zellmer, S., Gensicke, M. (2023): Salzgitter im H₂-Praxistest | Transformation im Herzen Niedersachsens, Public Forum, Hydrogen + Fuel Cells Europe, 19.04.2023 – Vortrag.

Bildverzeichnis

Titelbild	Fraunhofer IST, Nils Hildebrandt	38	Ben, adobe.stock.com
2	Fraunhofer IST, Foto: Ulrike Balhorn	40/41	United Nations,
3	Fraunhofer IST, Foto: Stefan Mysliwietz		Department of Public Information
7	Fraunhofer IST, Foto: Sandra Yoshizawa	41	Parradee, stock.adobe.com
8/9	Fraunhofer IST, Foto: Patricia Bach	42	Fraunhofer IST, Foto: Nils Hendrik Mueller
10	VON ARDENNE Corporate Archive	45	Fraunhofer IST, Foto: Falko Oldenburg
11	Fraunhofer IST, Foto: Ulrike Balhorn	46/47	AddMeshCube, adobe.stock.com
12/13, Grafik	Fraunhofer IST, Nils Hildebrandt	48/49, 50	Fraunhofer IST, Foto: Falko Oldenburg
14, Bild 1	Fraunhofer IST, Foto: Ulrike Balhorn	53	Wirtschaftsförderungsgesellschaft
14, Bild 2	Architektenbüro HDR		Wilhelmshaven mbH
15, Bild 3	Fraunhofer IST	54, 56	Fraunhofer IST, Foto: Ulrike Balhorn
15, Bild 4	Fraunhofer IST, Foto: Michael Thomas	57, 58:	Fraunhofer IST
16, Bild 5	Fraunhofer IST	59, Bild 2	Fraunhofer IST, Foto: Ulrike Balhorn
16, Bild 6	Fraunhofer IST, Foto: Hanno Paschke	59, Bild 3, 60, 65	Fraunhofer IST
22, Bild 1-6, 8-27	Fraunhofer IST, Fotos: Ulrike Balhorn	62, 64	Fraunhofer CSP
22, Bild 7	Fraunhofer WKI, Manuela Lingnau	63, Grafiken	Fraunhofer IST, Nils Hildebrandt
22, Bild 28	HAWK	66	Fraunhofer IST, Foto: Falko Oldenburg
22, Bild 29	TU Braunschweig	68	Fraunhofer IST
24/25, Grafik	adidesigner23, stock.adobe.com	69	Fraunhofer IST, Foto: Krees Nagel
26	Fraunhofer IST, Foto: Lothar Schäfer	70	Fraunhofer IST, Foto: Rainer u. Natalie Meier
27, Bild 2	Fraunhofer IST, Foto: Frank Neumann	72	Fraunhofer ISE, Foto: Ricarda Sack
27, Bild 3	Fraunhofer IST, Foto: Ulrike Balhorn	74-76	Fraunhofer IST
28	Fraunhofer, Foto: Andreas Rudolph	78	Fraunhofer IST/HAWK
29	Telluride Architektur, B&TB	80/81	Fraunhofer IST, Foto: Martin Bellmann
30	TU Braunschweig, Foto: Madeleine Franke	82	Parradee, adobe.stock.com
31	Fraunhofer IST, Foto: Sandra Yoshizawa	84	Teerasan, stock.adobe.com
32/33, Grafik	Fraunhofer IST, Nils Hildebrandt	85	Fraunhofer IWS
33	Wirtschaftsregion Helmstedt, Foto: Philipp Ziebart	86	Fraunhofer IST, Foto: Nils Hendrik Mueller
		88/89	Fraunhofer IST
34, Bild 1	Fraunhofer IST, Foto: Christina Pongratz	92/93	acrogame, stock.adobe.com
34, Bild 2	Fraunhofer IST, Foto: Patricia Bach	93, Grafik	Fraunhofer
35, Bild 3	Fraunhofer IST, Foto: Stefan Bruns	93	Fraunhofer, Foto: Markus Jürgens
35, Bild 4	Fraunhofer IST	96/97	Fraunhofer-Verbund Produktion
35, Grafik	Fraunhofer IST, Nils Hildebrandt	98/99, Grafik	Fraunhofer IST, Nils Hildebrandt
36/37	Unsplash, Foto: Nicholas Doherty	100	Fraunhofer IST
36/37, Grafik	Fraunhofer IST, Nils Hildebrandt	101	INPLAS
37	Romolo Tavani, stock.adobe.com		

Impressum

Das Fraunhofer-Institut für Schicht-
und Oberflächentechnik IST

Institutsleiter

Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann

Stellvertretende Institutsleiterin

Prof. Dr.-Ing. Sabrina Zellmer

Riedenkamp 2
38108 Braunschweig
Telefon +49 531 2155-0
Fax +49 531 2155-900

info@ist.fraunhofer.de
www.ist.fraunhofer.de

Redaktion und Koordination

Dr. Simone Kondruweit
Sandra Yoshizawa
Daniela Kleinschmidt

Layout

nils hildebrandt designer
www.nilshildebrandt-designer.de

Druck

Roco Druck GmbH
www.rocodruck.de

© Fraunhofer IST, 2024



