



Fraunhofer-Institut für Schicht-  
und Oberflächentechnik IST

---

Jahresbericht 2022



## Titelbild

*Datenerfassung und Simulation für optimierte Abläufe und Energieverbräuche:  
Neben der Simulation von Raumluftrömungen befasst sich das Fraunhofer IST  
auch mit der Digitalisierung von Prozessabläufen im Krankenhaus.*

Fraunhofer IST  
Jahresbericht

—

2022





**Wie sieht die Energieversorgung von morgen aus?  
Wie gestalten wir nachhaltige Produktion?  
Was können wir zu einer optimalen medizinischen  
Versorgung beitragen? Wie kann Digitalisierung  
helfen, Erträge in der Landwirtschaft zu steigern  
und die Umwelt zu schützen? Diese und viele andere  
Fragen treiben uns am Fraunhofer IST an, täglich  
unser Bestes zu geben.»**

**Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann / Institutsleiter**



# Vorwort der Institutsleitung

Sehr geehrte Damen und Herren,

für das Fraunhofer IST sowie für die Fraunhofer-Gesellschaft insgesamt gehört es zum Selbstverständnis, stets im engen Schulterschluss mit universitären Partnern vor Ort zu agieren sowie Kooperationen mit der Wirtschaft und weiteren Partnern zu leben.

Ein herausragendes Beispiel für diesen Schulterschluss und Kooperationen ist die gemeinsame Forschung zu mobilen und stationären Energiespeichern der nächsten Generation. Unter Berücksichtigung technologischer, ökonomischer und ökologischer Aspekte arbeiten wir am Fraunhofer-Zentrum für Energiespeicher und Systeme ZESS an der Material- und Prozessentwicklung sowie an der Planung und Gestaltung von Produktionsprozessen und der Auslegung von Batteriefabriken.

Zwei weitere herausragende Kooperationen sind der Wasserstoff Campus Salzgitter sowie der Forschungscampus Open Hybrid LabFactory in Wolfsburg. Ziel ist es hier, Innovationen für eine Circular Economy in der Automobilindustrie – auf der Basis exzellenter, organisationsübergreifend nutzbarer Forschungsinfrastruktur – schnell in die Anwendung zu bringen. Dazu gehören auch maßgeschneiderte Ausbildungskonzepte.

Am Fraunhofer IST stehen wir nicht nur für innovative Produkte und Prozesse, sondern auch für ein modernes Arbeitsumfeld. Um den Bedürfnissen unserer Mitarbeitenden gerecht zu werden und eine kooperative, kreative Atmosphäre zu fördern, arbeiten wir an der Adaption und Umsetzung maßgeschneiderter New-Work-Konzepte. Im Zertifizierungsverfahren des Arbeitgeberverbands Region Braunschweig e.V. (AGV) haben wir Bestnoten erreicht und dürfen nun das Arbeitgebersiegel Zukunftsgeber tragen. Darüber hinaus wurden wir von der IHK Braunschweig als Ausbildungsbetrieb für unser Engagement ausgezeichnet und sind natürlich besonders stolz auf die Leistungen unserer Azubis, die auch in diesem Jahr zu den Besten gehörten.

Ein weiteres Highlight war die Eröffnung des Patientenzimmers der Zukunft gemeinsam mit der TU Braunschweig und dem Städtischen Klinikum Braunschweig, das als anwendungsorientiertes Forschungs- und Studienlabor und für die klinische Weiterbildung genutzt werden soll. Neben praxistauglichen baulich-technischen Musterlösungen sollen hier innovative smarte Materialien und Oberflächen sowie zukunftsfähige Ausstattungselemente und Produkte im Sinne der Infektionsprävention und Reinigung entwickelt und erprobt werden.



Im Rahmen der Fokusreise Strukturwandel konnten wir Fraunhofer-Präsident Professor Reimund Neugebauer im ehemaligen Helmstedter Revier begrüßen. Das Fraunhofer IST plant, am Standort Helmstedt gemeinsam mit dem Fraunhofer IKTS überregionale Initiativen und regionale Partner zu vernetzen und Kompetenzen zu bündeln, u. a. auch mit denen der TU Braunschweig, des Julius-Kühn-Instituts sowie des Thünen-Instituts. Ein Ziel ist es, gemeinsam mit den Stakeholdern, technologische Lösungen für die Herausforderungen des Agrarsektors zu erarbeiten und zu testen.

Darauf und auf viele weitere gemeinsame spannende Projekte und Kooperationen mit Ihnen freuen wir uns. Wir danken Ihnen, unseren Partnern aus Forschung und Entwicklung, den Auftraggebern aus der Industrie, unseren Förderern, Kollegen und Freunden für die vertrauensvolle Zusammenarbeit. Mein besonderer Dank gilt an dieser Stelle den Mitarbeitenden des Instituts, deren Leistung, Engagement, Vertrauen und Unterstützung dazu beitragen, dass das Fraunhofer IST als Impulsgeber für innovative Entwicklungen wirkt und unsere Zukunft mitgestaltet.

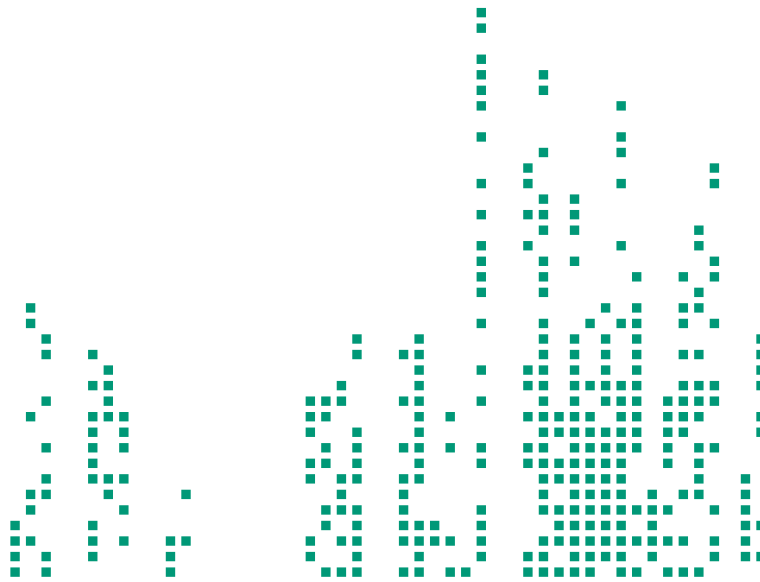
Ich wünsche Ihnen viel Freude mit dem vorliegenden Jahresbericht.

Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann

# Inhalt

---

<b>Vorwort der Institutsleitung</b> .....	<b>2</b>
<b>Inhalt</b> .....	<b>4</b>
<b>Unser Kuratorium</b> .....	<b>8</b>
<b>Ausgezeichnete Zusammenarbeit</b> .....	<b>10</b>
Ein Interview mit Frank Benner, CEO der B+T Unternehmensgruppe .....	10
<b>Das Institut im Profil</b> .....	<b>12</b>
<b>Das Institut in Zahlen</b> .....	<b>14</b>
<b>Professuren an Universitäten und Hochschulen</b> .....	<b>16</b>
<b>Ihre Ansprechpersonen</b> .....	<b>18</b>
Institutsleitung und Verwaltung .....	18
Abteilungs-, Gruppen- und Teamleitung .....	19
<b>Highlights</b> .....	<b>22</b>
Violettes Plasma, bunte Flammen, neblige Tische .....	22
Sub-Sahara Afrika: Gesundheitsvorsorge für Jedermann .....	22
Eröffnung des Patientenzimmers der Zukunft .....	23
Im Fokus von Fraunhofer: Strukturwandel im Helmstedter Revier durch nachhaltige Agrarproduktion und Digitalisierung der Landwirtschaft .....	24
<b>Auf Messen und Ausstellungen unterwegs</b> .....	<b>26</b>
<b>Ausgezeichnet</b> .....	<b>28</b>
Fraunhofer IST als Zukunftgeber ausgezeichnet .....	28
INNOspace Masters-Wettbewerb – Bronze für »Ferrotherm« .....	29
»Sehr gut« für Anton Corba .....	30
Nachhaltigkeit in der Forschung .....	31

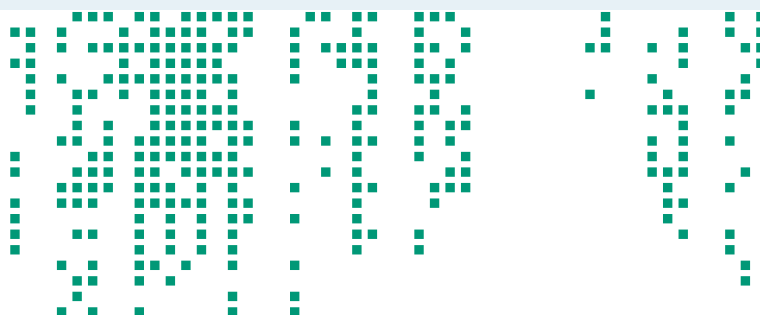


<b>Im Fokus: Oberflächentechnik für das Gesundheitswesen</b>	<b>32</b>
<b>Unsere Branchenlösungen für Ihre Anwendungen</b>	<b>40</b>
<b>Werkzeuge, Anlagen-, Maschinen- und Fahrzeugbau</b>	<b>42</b>
Individuelle, anwendungsspezifische Oberflächenlösungen	44
Aus der Forschung: Sensoreinsätze zur Kontakttemperaturmessung im Querkeilwalzprozess	46
Aus der Forschung: Intelligente Schraubverbindung Q-Bo®	48
Aus der Forschung: Behandlungsmöglichkeiten für tribokorrosiv beanspruchte Bauteile	50
Aus der Forschung: Green-Tools: Cobaltfreie Hartmetalle mit leistungsfähigen CVD-Diamant- und PVD-Hartstoffschichten für Hochleistungswerkzeuge	52
<b>Digitalwirtschaft</b>	<b>54</b>
Datenerfassung und Datenanalytik – die Grundpfeiler der Digitalisierung	56
Aus der Forschung: Simulation von Mikropartikeln mit PALADIN	58
<b>Energie</b>	<b>60</b>
Von Photovoltaik über Batterien bis Wasserstoff	62
Aus der Forschung: Kurzfristige Lösungen für grünen Wasserstoff in Salzgitter	64
<b>Luft- und Raumfahrt</b>	<b>68</b>
Die Zukunft der Erde liegt in den Sternen	70
Aus der Forschung – Interview: Ressourcengewinnung auf dem Mond	72
<b>Medizin- und Pharmaverfahrenstechnik</b>	<b>76</b>
Maßgeschneiderte Beschichtungen für medizinische Produkte und Produktionssysteme	78
Aus der Forschung: Automatisierte Reinigung und Vorbehandlung	80
Aus der Forschung: Robotergeführte Plasmabehandlung von 3D-Oberflächen	82

# Inhalt

---

<b>Optik</b> .....	<b>84</b>
Optische Systeme und Anwendungen für die Oberflächentechnik .....	86
Aus der Forschung: Aufbau zur hochpräzisen Wellenfrontmessung .....	88
<b>Umwelttechnik, Agrar- und Ernährungswirtschaft</b> .....	<b>90</b>
Innovative Lösungen für eine bessere Zukunft .....	92
Aus der Forschung: Forschung für den Pflanzenbau der Zukunft .....	94
<b>Das Fraunhofer IST in Netzwerken</b> .....	<b>96</b>
Die Fraunhofer-Gesellschaft auf einen Blick .....	98
Synergien durch Vernetzung – Netzwerke innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft .....	100
Vernetzung regional und deutschlandweit .....	102
Das Kompetenznetz Industrielle Plasma-Oberflächentechnik e. V. – INPLAS .....	104
Mitgliedschaften .....	106
Publikationen .....	108
Konferenzbeiträge .....	110
Bildverzeichnis .....	113
Impressum .....	114









# Unser Kuratorium

## Schnittstelle zwischen Forschung und Praxis



Die Mitglieder unseres Kuratoriums beraten und unterstützen uns bei Fragen zur fachlichen Ausrichtung sowie zu strukturellen Veränderungen und geben unserem Institut wichtige Impulse. Nach zwei virtuellen Treffen konnte die Kuratoriumssitzung 2022 endlich wieder in Präsenz stattfinden. Unser hochkarätig besetztes Kuratorium besteht aus Vertreterinnen und Vertretern aus Wissenschaft, Wirtschaft und dem öffentlichen Leben.

### 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

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.

Dr.-Ing. Stefan Rinck  
Singulus Technologies AG

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

Michael Stomberg  
Bauer AG

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

Dr. Ernst-Rudolf Weidlich  
GRT GmbH & Co. KG

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

# Ausgezeichnete Zusammenarbeit

## Ein Interview mit Frank Benner, CEO der B+T Unternehmensgruppe



### Zur Person

Nach einer Ausbildung zum Krankenpfleger war Frank Benner nach mehreren Jahren in der Intensivmedizin schließlich auf der OP-Intensivstation Herzchirurgie des Rhön-Klinikums tätig. Im Jahr 1989 wechselte er in die Oberflächentechnik. Nach einer vorgezogenen Gesellenprüfung legte er zwei Jahre später die Meisterprüfung als Galvaniseur und Metallschleifer ab.

Anschließend war er als Geschäftsführer und Verantwortlicher für Oberflächen und Schichtsysteme weltweit in einem Konzern der Automobilzulieferindustrie tätig. Im Jahr 2006 wechselte er zur Ruhl & Co. GmbH in Wetzlar, heute B+T Oberflächentechnik, und wurde dort zum geschäftsführenden Gesellschafter. Im Anschluss folgte die Gründung der B+T Unternehmensgruppe mit Integration der B+T Oberflächentechnik, die mit dem »Wachstumschampion 2017« Award ausgezeichnet wurde und zu den 500 erfolgreichsten Unternehmen in Deutschland gehört.

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



In der Oberflächentechnik ist die digitale Transformation noch voll im Gange. Die analogen Waren-, Material- und Informationsflüsse digital abzubilden, ist eine Herausforderung, der wir uns mit Erfolg täglich widmen. Dabei geht es einerseits um das Monitoring der eingesetzten Ressourcen, von den Rohstoffen, Betriebs- und Hilfsmitteln bis zum Einsatz der Energie, andererseits um die Verfolgung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks. B+T ist bei der nachhaltigen Ausrichtung der Produktionstechnik gewiss auf dem richtigen Weg, aber um den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck der einzelnen Produkte zu ermitteln, gibt es noch einiges zu tun. Das Fraunhofer IST und seine Mitarbeiter sind uns in diesem Bereich wertvoller Partner, auch bei diversen Forschungsprojekten. Wir schätzen sehr die unkomplizierte Art und Weise, mit der Sie uns mit Rat und Tat zur Seite stehen.«

### Sie arbeiten seit 2008 mit dem Fraunhofer IST zusammen. An welches besondere Projekt erinnern Sie sich, das Ihre Zusammenarbeit auszeichnet?



Besonders gerne erinnere ich mich an das erste gemeinsame Forschungsprojekt. Hierbei ging es um die Einbringung von korrosionsaktiven Nano-Containern in ein chemomechanisches Beschichtungsverfahren für hochfeste Bauteile zur Optimierung der gewünschten Produktanforderungen im Hinblick auf Korrosionsschutz, Duktilität und tribologische Eigenschaften.







Beschichtungsanlage am Standort Rechtenbach.

Der Austausch auf Augenhöhe unter Experten einerseits, aber das Herantasten an die neue Thematik andererseits hat mit dem Fraunhofer IST unheimlich viel Spaß gemacht. Die Zusammenarbeit ist immer mit einem hohen Erkenntnisgewinn verbunden und Ergebnissen, die man in der Praxis sinnvoll umsetzen kann.«

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



Aktuell befindet sich ein Antrag für das Forschungsprojekt NachDiGal (Nachhaltige Digitale Geschäftsmodelle für die Galvanotechnik) in der Prüfungs- bzw. Genehmigungsphase. Hierbei ist die Zusammenarbeit mit einer Vielzahl von Unternehmen und Institutionen geplant, über alle Prozesse entlang der galvanischen Lieferkette, von der Produktion bis zur Entsorgung, unter Einbeziehung von Elektrolytherstellern oder auch Behörden, hier das Regierungspräsidium Gießen. Ziel ist die Entwicklung von digitalen Dienstleistungen zur nachhaltigen Prozessführung, Erhöhung der Effizienz und Transparenz, Vereinfachung von Prozessen und automatisierte Berichterstattung.

Darüber hinaus streben wir zukünftig den Einsatz von alternativen Energiequellen an, insbesondere auch von Wasserstoff – wir sehen und würdigen den Wissensvorsprung, den das Fraunhofer IST in dieser Zukunftstechnologie vorweist.«

Familienunternehmen in der dritten Generation. V.l.n.r.: Sarah Benner, Willi Perschbacher, Annalina Benner und Frank Benner.



### Die B+T Unternehmensgruppe

**B+T: »Benner und Töchter«.** In der dritten Generation vertreten die Gesellschafterinnen Annalina und Sarah Benner die Zukunftsorientierung des Unternehmens. Die Weichen dafür hat Namensgeber, Frank Benner, gestellt.

Verwurzelt in der Oberflächentechnik, setzt man weiterhin auf die Bereiche Härterei, Oberflächenbeschichtung und Logistik. Die Anfang 2019 gegründete B+T K-Alpha GmbH hat sich auf die Entwicklung und den Vertrieb von röntgenanalytischen Messmethoden in der Beschichtungstechnik und deren Einbindung für den Einsatz in Galvanik 4.1 spezialisiert.

Die neueste Sparte B+T ID Solutions GmbH deckt mit innovativen Individuallösungen den großen Bereich der Prozessoptimierung in der Produktion und Logistik ab. Mit in Deutschland entwickelt und produzierten RFID-Geräten und -Softwarelösungen aus dem B+T IT Department werden Kunden aus Industrie, Nahrungsmittelproduktion, Handel, Handwerk, dem öffentlichen Sektor u.v.m. angesprochen.

Weitere Informationen: <https://bt-unternehmensgruppe.de>  
Copyright: B+T Unternehmensgruppe (Abb. 1-4)



Das B+T Headquarter in Rechtenbach mit zentralem Sitz der Verwaltung und angeschlossenen Werk.

# 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.

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

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

- Elektrochemische Verfahren, insbesondere Galvanik
- Atmosphärendruck-Plasmaverfahren
- Niederdruck-Plasmaverfahren mit den Schwerpunkten Magnetronputtern, hochionisierte Plasmen und plasma-aktivierte 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 (Life Cycle Costing, Life Cycle Assessment) und Systemgestaltung (Life Cycle Engineering).

Die Leistungsangebote des Fraunhofer IST werden insbesondere komplementiert 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.

Am Hauptstandort Braunschweig verfügt das Institut über 4000 m<sup>2</sup> Büro- und Laborfläche sowie zusätzlich über 1000 m<sup>2</sup> für die Energiespeicherforschung am Standort Bevenroder Straße.

Am Fraunhofer-Zentrum für Energiespeicher und Systeme ZESS entwickeln wir nachhaltige Energiespeicher der nächsten Generation und führen diese zur Marktreife. Dabei betrachten wir den gesamten Lebensweg vom Rohstoff bis zum Recycling unter technischen, ökonomischen und ökologischen Aspekten. Hierfür entsteht am Campus Forschungsflughafen in Braunschweig ein Forschungsneubau. In der Übergangsphase stehen den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern rund 250 m<sup>2</sup> Laborfläche im Niedersächsischen Forschungszentrum Fahrzeugtechnik

(NFF) und 400 m<sup>2</sup> Bürofläche im Lilienthalhaus am Forschungsflughafen Braunschweig zur Verfügung. Am Standort Wolfsburg ist das Fraunhofer IST Partner im Fraunhofer-Zentrum Circular Economy für Mobilität CCEM. Das Zentrum ist Teil der Open Hybrid LabFactory (OHLF), ein Forschungscampus und Plattform öffentlich-privater Partnerschaft für Innovationen. Im Fokus steht die dringende Frage, wie die industrielle Fahrzeugproduktion nachhaltig und im Sinne einer Circular Economy gestaltet werden.

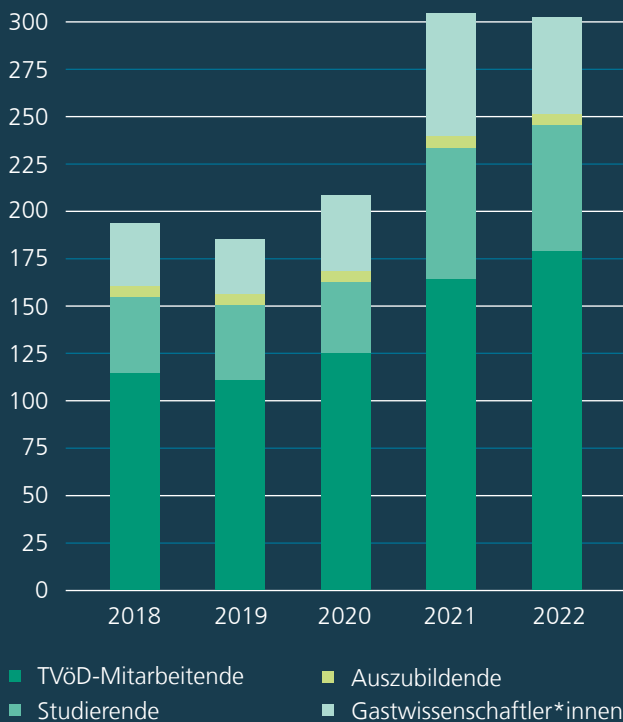
Die industrielle Wasserstoffnutzung ist sowohl im Hinblick auf die Energiewende als auch im Hinblick auf eine resiliente Energieversorgung höchst relevant. Am Standort Salzgitter und dem dortigen Wasserstoff Campus arbeitet das Fraunhofer IST gemeinsam mit regionalen Unternehmen auf knapp 2500 m<sup>2</sup> an Technologien und Konzepten für die Erzeugung und Nutzung von grünem Wasserstoff.

Darüber hinaus stehen am Anwendungszentrum des Fraunhofer IST am Standort Göttingen in Kooperation mit der dortigen Hochschule weitere 1500 m<sup>2</sup> Labor- und Bürofläche zur Verfügung. Ein Schwerpunkt ist hier das Kaltplasmaspritzen. Am Standort Dortmund arbeitet das Fraunhofer IST zudem auf 1100 m<sup>2</sup> Technikum- und Bürofläche an Beschichtungen und Diffusionsbehandlungen für den Aufbau verschleiß- und temperaturresistenter Oberflächen.

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: Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF), Institut für Oberflächentechnik (IOT) und das Institut für Partikeltechnik (iPAT).

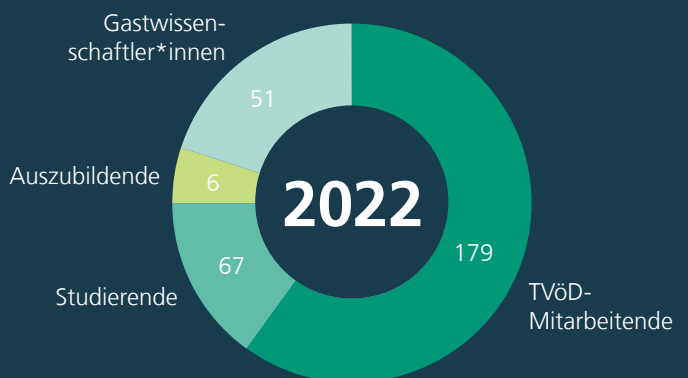
# Das Institut in Zahlen

## Personalentwicklung

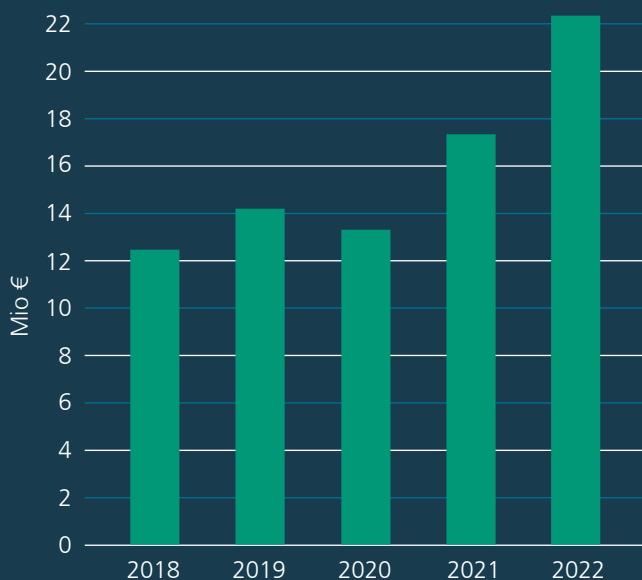


**303**

Mitarbeitende

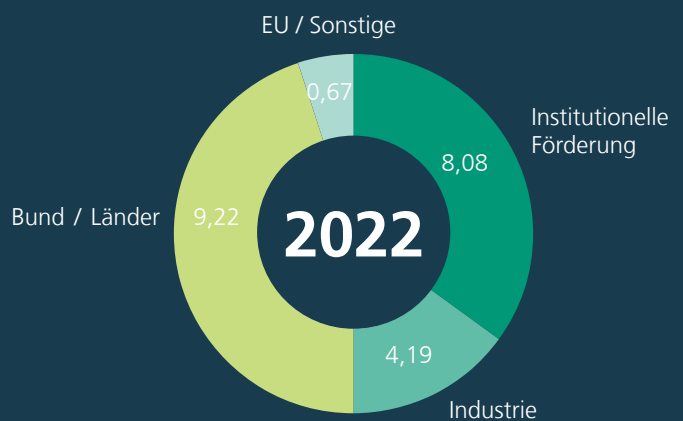


## Gesamthaushalt



**22,16 Mio.**

Gesamthaushalt





8   
Professuren

8   
Nationalitäten

>15   
Fachdisziplinen

43   
Konferenzbeiträge

7   
Standorte

  
\*TVöD-Mitarbeitende

4   
Ausbildungsberufe

67   
Studentische Hilfskräfte

6   
Auszubildende

11   
Messen und Ausstellungen

# 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
- 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:

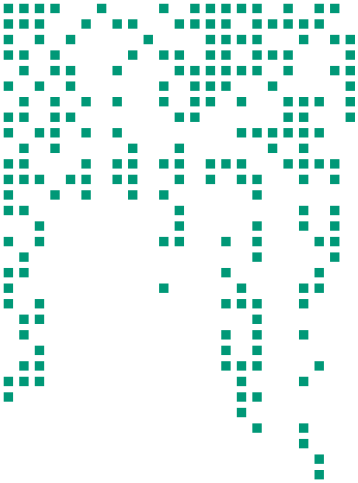
- Nachhaltige Energiespeicher
- Material- und Prozessentwicklung für neuartige Batterien
- Wasserstoffwirtschaft und Wasserstofftechnologien
- Nachhaltige Fabrikssysteme und Lebenszyklusbewertung

### Institut für Oberflächentechnik (IOT)

#### Prof. Dr. Günter Bräuer

Forschungsschwerpunkte:

- Schicht- und Oberflächentechnik
- Niederdruckplasmen
- Magnetronspattern
- 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 Ansprechpersonen

---

### Institutsleitung, Verwaltung und zentrale Dienste

#### Institutsleitung

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

#### Stellvertretende Institutsleitung

Dr. Lothar Schäfer<sup>2</sup> (bis 30. Juni 2023)  
Tel. +49 531 2155-520  
lothar.schaefer@ist.fraunhofer.de

Prof. Dr.-Ing. Sabrina Zellmer<sup>3</sup> (ab 1. Juni 2023)  
Telefon +49 531 2155-528  
sabrina.zellmer@ist.fraunhofer.de

#### Verwaltungsleitung

Ass. Iur. Annelie Maria Lambert<sup>4</sup>  
Tel. +49 531 2155-519  
annelie.lambert@ist.fraunhofer.de

#### Nachhaltigkeit und Life Cycle Engineering

Prof. Dr. Stephan Krinke<sup>5</sup>  
Tel. +49 531 2155-504  
stephan.krinke@ist.fraunhofer.de

#### Business Development und Strategie

Assistenz der Institutsleitung  
Dipl.-Ing. Carola Brand<sup>6</sup>  
Tel. +49 531 2155-574  
carola.brand@ist.fraunhofer.de

#### Marketing und Kommunikation

Dr. Simone Kondruweit<sup>7</sup>  
Tel. +9 531 2155-535  
simone.kondruweit@ist.fraunhofer.de

#### IT

Andreas Schlechtweg<sup>8</sup>  
Tel. +49 531 2155-633  
andreas.schlechtweg@ist.fraunhofer.de

#### Technische Dienste

Stephan Thiele<sup>9</sup>  
Tel. +49 531 2155-440  
stephan.thiele@ist.fraunhofer.de





## Abteilungs-, Gruppen- und Teamleiterinnen und -leiter

### Verfahrens- und Fertigungstechnik für nachhaltige Energiespeicher

Prof. Dr.-Ing. Sabrina Zellmer<sup>3</sup>  
sabrina.zellmer@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-528

#### Material- und Prozessentwicklung

Dr.-Ing. Sebastian Melzig<sup>10</sup>  
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 Prozessketten für Batteriesysteme

Nikolas Dilger M.Sc.<sup>11</sup>  
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)*

#### Nachhaltige Fabrikssysteme und Wasserstofftechnologien

Christoph Imdahl M.Sc.<sup>12</sup>  
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*

### Grenzflächenchemie und adaptive Haftsysteme

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

#### Atmosphärendruck-Plasmaverfahren

Dr. Kristina Lachmann<sup>14</sup>  
kristina.lachmann@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-683  
*Plasmapolymerisation und chemische Funktionalisierung / Prozess- und Quellenentwicklung für Atmosphärendruckplasmen / Oberflächenreinigung und chemische Analytik / Additive Fertigungsprozesse*

#### Galvanotechnik und nasschemische Prozesse

Rowena Duckstein M. Sc.<sup>15</sup>  
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<sup>14</sup>  
kristina.lachmann@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-683  
*Individualisierte Arzneimittelproduktion und Verpackungstechnologien / Medizintechnische Lösungen (Reinigung und Hygiene, Schutzausrüstung, Implantate, Disposables) / Qualitätssicherung für Herstellungsverfahren*



## Optische Systeme und Anwendungen

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

### Präzisionsoptische Schichten

Dr. Philipp Henning<sup>17</sup>  
philipp.henning@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-645  
*Produktionstechnik optischer Präzisionsschichten / Herstellung optischer Schichten / Optische Online- und Offline-Messtechnik*

### Optische und elektrische Systeme

Dr.-Ing. Ralf Bandorf<sup>18</sup>  
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. Andreas Pflug<sup>19</sup>  
andreas.pflug@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-629  
*Kinetische und CFD-Simulation PIC-MC / DSMC / Cyber-physische Systeme / Softwareentwicklung / Messtechnik*

## Diamantbasierte Systeme und CleanTech

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

### Atomlagenabscheidung

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

### Heißdraht-CVD

Dr.-Ing. Christian Stein<sup>22</sup>  
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<sup>23</sup>  
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*

## Analytik und Qualitätssicherung

Dr. Kirsten Schiffmann<sup>24</sup>  
kirsten.schiffmann@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-577  
*Chemische und strukturelle Analyse / Mikroskopie, Kristallstruktur und Oberflächenvermessung / Mechanische Charakterisierung / Reibungs- und Verschleißmessung / Prüftechnik / Kundenspezifische Prüfverfahren / Auftragsuntersuchungen*



## Tribologie und Sensorik

Dr.-Ing. Jochen Brand<sup>25</sup>  
jochen.brand@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-600

### Mikro- und Sensortechnologie

Anna Schott M. Sc.<sup>26</sup>  
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<sup>27</sup>  
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<sup>25</sup>  
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<sup>28</sup>  
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*

## Anwendungszentrum

Dr.-Ing. Jochen Brand<sup>25</sup>  
jochen.brand@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-600

Prof. Dr. Wolfgang Viöl<sup>29</sup>  
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

Prof. Dr.-Ing. Sabrina Zellmer<sup>3</sup>  
sabrina.zellmer@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-528

Prof. Dr.-Ing. Arno Kwade<sup>30</sup>  
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 an der Open Hybrid LabFactory

Prof. Dr. Michael Thomas<sup>14</sup>  
michael.thomas@ist.fraunhofer.de | Tel. +49 531 2155-525  
*Automatisierte Reinigungs- und Aufbereitungsverfahren / Funktionelle und smarte Oberflächen / Einsatz von biobasierten und sekundären Materialien / Zukünftige Innenraumkonzepte / Life Cycle Engineering und nachhaltiges Produktdesign*



# Highlights

## Violettes Plasma, bunte Flammen, neblige Tische

**28. April 2022** / Was passiert, wenn violett-leuchtende Plasmaflammen auf eine Oberfläche gehalten werden? Wodurch färben sich Flammen grün, blau oder rot? Und wie werden Oberflächen wirklich sauber?

Um diese Fragestellungen drehten sich die Vorführungen und Experimente am Fraunhofer IST, die 20 Schülerinnen und Schüler im Alter von 11-14 Jahren im Rahmen des Zukunftstags 2022 durchführen konnten. Neben der Besichtigung der Reinigungsanlage experimentierten sie z. B. mit bunten Flammen und lernten so einiges zum Thema Flammenfärbung. Darüber hinaus wurden 3D-gedruckte Pyramiden mit Atmosphärendruckplasma vorbehandelt und im Anschluss lackiert.



*Besichtigung der Mehrkammeranlage für die wässrige Reinigung des Fraunhofer IST.*

## Sub-Sahara Afrika: Gesundheitsvorsorge für Jedermann

**17. August 2022** / Eine flächendeckende medizinische Versorgung stellt vor allem in ländlichen Regionen Afrikas eine große Herausforderung dar. Das Fraunhofer IST entwickelt daher gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE und der Universität Stellenbosch in Südafrika eine mobile Versorgungsplattform, mit der selbst entlegenste Gebiete erreicht werden können.

Unter dem Motto »Made in Africa for Africa« ist es das langfristige Ziel des Vorhabens, eine Serienfertigung vor Ort zu etablieren, um so Arbeitsplätze zu schaffen und gleichzeitig eine lokale Wertschöpfung zu ermöglichen.

Weitere Informationen zum Projektverlauf finden Sie auf unserer Website: <https://www.ist.fraunhofer.de/de/referenzprojekte/precare.html>



2

*Prototyp der mobilen Versorgungseinheit, die auf einen handelsüblichen Pickup montiert wurde.*



Das Patientenzimmer der Zukunft wurde feierlich eröffnet. Mit dabei: (v.l.) Dr. Andreas Goepfert (Geschäftsführer Städtisches Klinikum Braunschweig), Wissenschaftsminister Björn Thümler, Dr. Thomas Bartkiewicz (Ärztlicher Direktor Städtisches Klinikum Braunschweig), Dr. Patrick Hoyer (Forschungskordinator Fraunhofer-Gesellschaft), Prof. Dr. Angela Ittel (Präsidentin TU Braunschweig), Oberbürgermeister Dr. Thorsten Kornblum, Prof. Carsten Roth (Leiter Institut für Konstruktives Entwerfen, Industrie- und Gesundheitsbau), Dr. Kristina Lachmann (Projektleiterin Fraunhofer IST), Dr. Wolfgang Sunder (Projektkoordinator, Institut für Konstruktives Entwerfen, Industrie- und Gesundheitsbau) Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann (Leiter Fraunhofer IST), Prof. Dr. Michael Thomas (Abteilungsleiter Fraunhofer IST). © skbs/Björn Petersen

## Eröffnung des Patientenzimmers der Zukunft

**31. August 2022** / Eigene Bäder für alle Patient\*innen, fugenlose und leicht zu reinigende Nachttische mit schmutzabweisenden Oberflächen, automatisierte Reinigungskonzepte, Desinfektionsmittelspender, die bei Benutzung einen Smiley zeigen: So könnte das »Patientenzimmer der Zukunft« aussehen. Der begehbare Demonstrator eines solchen Zweibettzimmers wurde am 31. August 2022 auf dem Gelände des Städtischen Klinikums Braunschweig eröffnet.

Der Prototyp des Patientenzimmers wurde im Projekt KARMIN entwickelt und auf dem Gelände der Charité im Rahmen des World Health Summit 2020 in Berlin ausgestellt. Jetzt wird der Demonstrator in ein neues anwendungsorientiertes Forschungs- und Studienlabor überführt. Die Kooperationspartner\*innen – das Institut für Konstruktives Entwerfen, Industrie- und Gesundheitsbau (IKE) der TU Braunschweig, das Fraunhofer IST und das Städtische Klinikum Braunschweig – können damit Forschungsergebnisse in realer Umgebung direkt einbinden und unmittelbar erproben. Dass das begehbare Modell auf dem Gelände des Städtischen Klinikums Braunschweig an der Naumburgstraße errichtet wurde, hat den großen Vorteil, dass dem medizinischen Personal der Zugang für praxisnahe Untersuchungen ermöglicht werden kann und die Forschenden direktes Feedback von Ärzt\*innen, Pflegefachkräften und Auszubildenden erhalten.

Mehr zu diesem Thema erfahren Sie in unserem Fokusbeitrag »Oberflächentechnik für das Gesundheitswesen« (ab Seite 32) und auf unserer Webseite <https://s.fhg.de/patientenzimmer>.



Schlüsselübergabe vor dem Patientenzimmer der Zukunft (v.l.): Dr. Andreas Goepfert (Geschäftsführer Städtisches Klinikum Braunschweig), Dr. Thomas Bartkiewicz (Ärztlicher Direktor Städtisches Klinikum Braunschweig), Dr. Kristina Lachmann (Projektleiterin, Fraunhofer IST), Dr. Wolfgang Sunder (Projektkoordinator, Institut für Konstruktives Entwerfen, Industrie- und Gesundheitsbau). © skbs/Björn Petersen

## Im Fokus von Fraunhofer

# Strukturwandel im Helmstedter Revier durch nachhaltige Agrarproduktion und Digitalisierung der Landwirtschaft

**03. November 2022** / Wie lässt sich ein wirtschaftlicher, sozialer und ein ökologisch nachhaltiger Strukturwandel im ehemaligen Helmstedter Revier gestalten? Wie können Arbeitsplätze in der Region gesichert und neue geschaffen werden? Welche Innovationen sind notwendig, um die landwirtschaftlichen Betriebe in der Region langfristig zu stärken? Diese Fragen beschäftigen nicht nur die Politik sowie die Menschen und Unternehmen der Region Helmstedt, sondern auch die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Fraunhofer-Gesellschaft.

Am 3. November 2022 initiierte das Fraunhofer IST im Rahmen der »Fokusreise Strukturwandel« des Präsidenten der Fraunhofer-Gesellschaft Professor Reimund Neugebauer ein Round-Table-Gespräch auf der Burg Warberg, dem Sitz des Netzwerks Ackerbau Niedersachsen NAN. Vor dem Hintergrund der Klimakrise, einer wachsenden Weltbevölkerung und geopolitischer Instabilität diskutierten etwa 30 Vertreter aus Politik, Wissenschaft, Wirtschaft und Landwirtschaft Herausforderungen und Lösungsansätze für heutige Agrarsysteme.

Ein Ziel ist es, die landwirtschaftliche Produktion unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten zu optimieren. Dementsprechend rücken zunehmend regionale und dezentrale Lösungen in den Fokus, die eine optimale Anpassung an die jeweiligen örtlichen Bedingungen erlauben. Um den landwirtschaftlichen Strukturwandel in der Region Helmstedt modellhaft voranzutreiben, plant das Fraunhofer IST gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, den Standort Helmstedt zu nutzen und überregionale Initiativen und regionale Partner zu vernetzen. Wie solche technologischen Lösungen aussehen und welche Möglichkeiten die digitale Landwirtschaft bietet, davon konnten sich die Teilnehmenden auf der Domäne Schickelsheim in Königsutter einen Eindruck verschaffen.



*René Borresch, Geschäftsführer der Bundeslehranstalt Burg Warberg; Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann, Institutsleiter des Fraunhofer IST; Prof. Dr. Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft; Prof. Dr. Lothar Hageböling, Mitglied der Strukturkommission Helmstedt; Hilmar Freiherr von Münchhausen, Geschäftsführer des Netzwerks Ackerbau Niedersachsen e.V.; Volker Hahn, Vorsitzender des Netzwerks Ackerbau Niedersachsen e.V. (v.l.n.r.) während der »Fokusreise Strukturwandel« auf der Burg Warberg.*





*Die Domäne Schickelsheim in Königsutter.*



*Rundgang auf der Domäne Schickelsheim: Mit der mobilen Anlage des Fraunhofer IST wird ozoniertes Wasser zur Desinfektion erzeugt.*



**Unser Ziel ist es, technologische Lösungen für die Herausforderungen des Agrarsektors gemeinsam mit den Stakeholdern zu erarbeiten und prototypisch zu erproben. Dazu bündeln wir die vielfältigen Kompetenzen der Fraunhofer-Gesellschaft und vor allem der regionalen Partner. Dazu gehören insbesondere die TU Braunschweig, das Julius-Kühn-Institut sowie das Thünen-Institut.«**

**Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann / Institutsleiter**



Anhand interaktiver Exponate erfuhren die Besucher der Ausstellung, was Wasserstoff ist und wie Wasserstoff unsere niedersächsische Industrie klimafreundlicher machen kann.



Auf der Hannover Messe wurden Dünnschichtsensoren vorgestellt, die direkt in den Hochlastzonen von Werkzeugen und Bauteilen Daten erfassen – für mehr Qualität, Effizienz und Nachhaltigkeit.

## Auf Messen und Ausstellungen unterwegs

**Endlich wieder Messe – live und in Präsenz! Nach zwei Jahren Messeabstinenz waren die Expertinnen und Experten des Fraunhofer IST auf zahlreichen Messen und Ausstellungen unterwegs.**

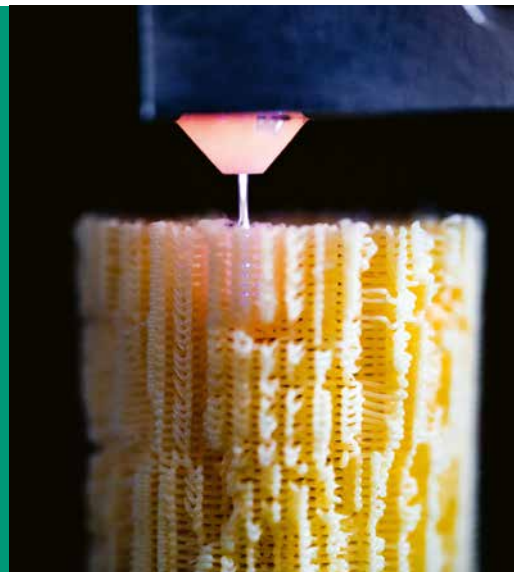
Im KonzernForum der Autostadt in Wolfsburg präsentierte der Wasserstoff Campus Salzgitter unter der wissenschaftlichen Führung des Fraunhofer IST gemeinsam mit der Autostadt vom 2. bis 22. Mai die Ausstellung »Energiewende Niedersachsen – wie wir mit Wasserstoff unsere Industrie klimafreundlicher machen können«. Zeitgleich startete eine vierteilige Reihe prominent besetzter Forumsveranstaltungen mit Fachkundigen aus Politik, Wirtschaft und Forschung zu dem chemischen Element, das als eine der Schlüsselkomponenten für eine erfolgreiche Energiewende gilt.

Der Fokus des Fraunhofer IST auf der Hannover Messe lag in diesem Jahr auf dem Thema Dünnschichtsensorik. Die Messung von Kraft, Druck, Temperatur, Verschleiß und weiteren Größen direkt in Hauptbelastungszonen oder auf Werkzeugaktivflächen mittels Dünnschichtsensorik liefert wertvolle Daten, um bestehende Produktionsprozesse oder Simulationsmodelle zu optimieren.

Mit den am Fraunhofer IST entwickelten verschleißfesten und an die jeweilige Anwendung angepassten Dünnschichtsensoren können Messungen auch in bisher schwer zugänglichen Bereichen erfolgen. Erstmals ist es den Forschenden gelungen, eine orts aufgelöste Temperaturmessung in mischreibungsbeanspruchten Wälzkontakten durchzuführen.



*Das Fraunhofer IST präsentierte auf der IFAT unter anderem einen mobilen Ozongenerator auf Basis von Diamantelektroden zur Erzeugung ozonierten Wassers vor Ort.*



*Plasmabehandlung eines 3D-gedruckten Scaffolds, d.h. eine Gerüststruktur für ein maßgeschneidertes Implantat.*

### **Energieeffizient, ressourcen- und umweltschonend – Schadstoffreduzierung ohne Zusatz von Chemikalien**

Auf der IFAT 2022, der Weltleitmesse für Wasser-, Abwasser-, Abfall- und Rohstoffwirtschaft, präsentierte das Fraunhofer IST im Rahmen eines Gemeinschaftsstands der Fraunhofer-Allianz SysWasser die diamantelektrodenbasierte Anlage »DiaDis« zur Herstellung von ozoniertem Wasser. Von 30. Mai bis 3. Juni hatten die Messebesucher die Gelegenheit, die Anlage im Betrieb bei der Erzeugung ozonierten Wassers zu erleben.

### **Energie erzeugen mit Mondgestein**

Begrenzte Ressourcen auf dem Mond, das Fehlen fossiler Energieträger sowie extreme Bedingungen wie sehr hohe bzw. niedrige Temperaturen oder ein veränderter Tag-/ Nachtrhythmus erfordern neue Ideen zur Energieversorgung sowie zur Produktion dazu notwendiger Komponenten und Bauteile. Das Fraunhofer IST entwickelt neue Konzepte, um die Energieversorgung mit lunaren Ressourcen sicherzustellen, die auf Internationalen Luft- und Raumfahrttausstellung ILA in Berlin von 22. bis 26. Juni vorgestellt wurden.

### **Neue Möglichkeiten für den 3D-Druck durch integrierte Plasmabehandlung**

Mithilfe von Atmosphärendruckplasmen können Oberflächen gezielt vorbehandelt, gereinigt oder funktionalisiert werden. Der Aufbau von Plasmaquellen ist dabei variabel und kann an die Anwendung angepasst werden: Von punktgenauen Behandlungen kleinster Flächen bis hin zur Bearbeitung von mehreren Metern großen Substratflächen ist alles möglich.

Am Fraunhofer IST werden Plasmaquellen entwickelt, die in den 3D-Drucker integriert werden können und so bereits während des Druckprozesses eine gezielte chemische Modifikation der Oberfläche ermöglichen. Dadurch kann u. a. eine deutliche Steigerung der Adhäsion erreicht werden, was zu neuen Optionen für die 3D-gedruckte Bauteilfertigung führt. Auf der K2022 und der Compamed in Düsseldorf sowie der formnext in Frankfurt demonstrierte das Fraunhofer IST die Plasmabehandlung 3D-gedruckter Bauteile mit einem Prototyp eines 3D-Druckers, in den eine Plasmaquelle integriert ist.



# Ausgezeichnet

## Fraunhofer IST als Zukunftsgeber ausgezeichnet



*Cordula Miosga, Geschäftsführerin des AGV, überreicht Prof. Dr. Christoph Herrmann, dem Institutsleiter des Fraunhofer IST, die Urkunde mit der Arbeitgeberauszeichnung »Zukunftgeber«.*

**07. Juni 2022** / Im Zertifizierungsverfahren für die Auszeichnung »Zukunftgeber«, die vom Arbeitgeberverband Region Braunschweig e.V. (AGV) vergeben wird, konnte sich das Fraunhofer IST Bestnoten verdienen und wurde mit dem Arbeitgebersiegel »Zukunftgeber« belohnt.

Das Institut wurde in insgesamt zehn Kategorien geprüft und hat sich den zentralen Fragen nach Flexibilität, einzelnen Angeboten und Anreizen gestellt. Insgesamt konnten in allen neun Kategorien jeweils die Höchstpunktzahl erreicht werden: Ernährung und Gesundheit, Attraktive Verdienstmöglichkeiten, Familienfreundlichkeit, Personalentwicklung und Qualifizierung, Digitales, Innovation, Kommunikation und Transparenz, Mobilität und Anbindung, Freiräume und Komfort sowie Verantwortungsbewusstsein. »Zukunftgeber« ist eine Auszeichnung, die besonders attraktive Arbeitgeber der Region erhalten können, wenn sie am Zertifizierungsverfahren des AGV teilnehmen.



**Es freut uns sehr, dass wir mit unserem Angebot an attraktiven Arbeitsbedingungen und Anreizen punkten und wir darüber hinaus wertvolle Impulse für unser weiteres Engagement mitnehmen können.«**

**Ass. Iur. Annelie Maria Lambert, Verwaltungsleiterin**

## INNOspace Masters-Wettbewerb – Bronze für »Ferrotherm«



*Dr. Franziska Zeitler (DLR), Preisträger Dr. Andreas Dietz und Dr. Peter Gräf (DLR) (v.l.n.r.) während der Preisverleihung des INNOspaceMasters-Wettbewerbs. © DLR*

**05. Juli 2022** / Auf der INNOspace Masters-Konferenz durfte sich Dr. Andreas Dietz über den 3. Platz des Innovationswettbewerbs INNOspace Masters freuen.

Das Projekt »Ferrotherm«, in dem der promovierte Chemiker aus dem Fraunhofer IST gemeinsam mit Forschenden des Fraunhofer ICT arbeitet, wurde im Rahmen der DLR Challenge 2021/2022 ausgezeichnet. Ziel ist es, eine kohlenstofffreie Energieerzeugung durch Eisenverbrennung und elektrochemisches Recycling zu entwickeln, die auch auf dem Mond eingesetzt werden kann.

## »Sehr gut« für Anton Corba



*Prüflingsehrung der IHK Braunschweig 2022: IHK-Präsident Tobias Hoffmann, Absolvent Anton Corba, Ausbildungsbeauftragter Jannik Pfeiffer und Personalerin Carolin Buttler (v.l.n.r.) im Anschluss an die offizielle Verleihung. © IHK Braunschweig, Andreas Rudolph*

**24. Oktober 2022** / Im Rahmen der Prüflingsehrung 2022 wurde Anton Corba, Auszubildender des Fraunhofer IST, für seine sehr guten Leistungen bei seiner Abschlussprüfung zum Fachinformatiker für Systemintegration ausgezeichnet.

Bei der Ehrung wurden die 132 besten Absolventinnen und Absolventen des IHK-Bezirks Braunschweig ausgezeichnet, die als Teil des Prüfungsjahrgangs die Winterprüfung 2021/2022 sowie die Sommerprüfungen 2022 mit der Note »sehr gut« abgeschlossen haben. Insgesamt sind 2650 Auszubildende erfolgreich zu den Prüfungen angetreten.

Darüber hinaus erhielt das Fraunhofer IST als Ausbildungsbetrieb im Rahmen der Veranstaltung eine Auszeichnung für sein Ausbildungsengagement, die Carolin Buttler als Mitglied der Personalabteilung stellvertretend für das Institut entgegennahm.



**Die tägliche Arbeit bei uns im Helpdesk hat mir am meisten Spaß gemacht. Dort gibt es immer neue Aufgaben und Herausforderungen, es wird nie langweilig und man lernt jeden Tag etwas dazu.«**

**Anton Corba, Fachinformatiker für Systemintegration**



## Nachhaltigkeit in der Forschung



*Frank Benner, CEO der B+T-Unternehmensgruppe (links), und Gesellschafterin Annalina Benner (rechts) würdigten im Namen der gesamten Unternehmensgruppe mit dem B+T-Innovationspreis das Engagement und die Forschungsarbeiten des Fraunhofer IST im Bereich der Nachhaltigkeit. Im Rahmen der offiziellen Preisverleihung nahm Institutsleiter Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann den Preis stellvertretend für die Mitarbeitenden des Instituts entgegen. © B+T Unternehmensgruppe*

**01. Dezember 2022** / Für seine menschenzentrierte Forschung und Entwicklung von nachhaltigen sowie zukunftsweisenden Technologien wurde das Fraunhofer IST mit dem B+T Innovation Award ausgezeichnet.

Besonders hervorgehoben wurden die Aktivitäten des Fraunhofer IST im Bereich Galvanik 4.0. Das Institut arbeitet u. a. daran, durch den Einsatz digitaler Methoden galvanotechnische Prozesse zukünftig agiler, flexibler und nachhaltiger zu gestalten. Dazu werden modulare Anlagenkonzepte mit umfangreicher Inline-, Online- und Atline-Analytik ausgestattet. Eigens entwickelte Softwarelösungen für die automatisierte Datenerfassung und -verarbeitung bilden galvanotechnische Produktionsprozesse digital ab – mit dem Ziel, die Prozesse modellbasiert zu regeln und zu optimieren sowie erforderliche Wartungen vorherzusagen. Auf diese Weise werden nicht nur Qualität, Durchsatz und Reproduzierbarkeit der Beschichtungsprozesse verbessert und die Ressourceneffizienz gesteigert, sondern es werden auch die Grundlagen für eine Kreislaufwirtschaft gelegt.



## Im Fokus: Oberflächentechnik für das Gesundheitswesen

---

Oberflächen spielen in Gesundheitseinrichtungen wie Krankenhäusern oder Arztpraxen eine zentrale Rolle bei der Übertragung von Infektionen. Um dieses Risiko zu minimieren, müssen sie regelmäßig und gründlich gereinigt und desinfiziert werden. Dies gilt für Betten, Sitzgelegenheiten, Türgriffe und Lichtschalter ebenso wie für Arbeitsflächen, medizinische Geräte und vieles mehr.

**Zusätzlich können Beschichtungen oder Modifikationen der Oberflächen selbst dazu beitragen, die Hygiene zu verbessern und Infektionen vorzubeugen. Das Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST entwickelt dazu antimikrobiell wirksame und leicht zu reinigende Oberflächen, umweltfreundliche Reinigungssysteme sowie nachhaltige Interieurkonzepte, die nicht nur im Gesundheitswesen Anwendung finden können.**



### Das »Patientenzimmer der Zukunft« in Braunschweig

Patientenkomfort und eine sichere Versorgung schließen sich nicht aus. Das demonstrieren das Fraunhofer IST, das Institut für Konstruktives Entwerfen, Industrie- und Gesundheitsbau der TU Braunschweig und das Städtischen Klinikum Braunschweig im »Patientenzimmers der Zukunft«.

Das Reallabor wurde 2022 auf dem Gelände des Klinikums aufgebaut. Im Rahmen der Kooperation sollen anwendungsbezogene Fragestellungen mit einem Fokus auf Infektionsprävention und Reinigung in der Normalpflege bearbeitet werden. Die Schwerpunkte liegen dabei in der Entwicklung innovativer, praxistauglicher baulich-technischer Musterlösungen, smarter Materialien und Oberflächen sowie zukunftsfähiger Ausstattungselemente und Produkte. Nach dem Motto »from bedside to bench and back« werden im Reallabor fortlaufend neue Ideen umgesetzt, Fragestellungen aus dem Praxisalltag des Klinikums in die Forschung transferiert und innovative Lösungen hinsichtlich ihrer praktischen Eignung im Patientenzimmer überprüft.

Damit die Ideen einen schnellen Weg in die Anwendung finden, arbeiten die drei Forschungspartner eng vernetzt mit verschiedenen Herstellern zusammen. Im begleitenden Industriekonsortium sind aktuell 20 Partner aktiv. Es werden regelmäßig weiterführende Forschungsprojekte angestoßen, wobei mit Blick auf die Maximierung der Effizienz und Effektivität die Bedarfe aus angrenzenden Branchen berücksichtigt werden.

Fragestellungen, die für das Fraunhofer IST im »Patientenzimmer der Zukunft« im Fokus stehen, orientieren sich dabei an folgenden Themen:

- Resiliente Oberflächen zur Infektionsprävention
- Neue Reinigungs- und Desinfektionssysteme für Oberflächen und Geräte
- Kreislauffähigkeit eingesetzter Materialien und Prozesse
- Digitalisierung



**Das »Patientenzimmer der Zukunft« ist mehr als ein Raum mit zwei Betten und zwei Nasszellen.«**

**Dr. Kristina Lachmann, Gruppenleiterin am Fraunhofer IST**



1

*Schmutzabweisende Beschichtung auf einem Holzfurnier.*

Den im Patientenzimmer eingesetzten Oberflächen und Materialien kommt ebenso wie den Reinigungsabläufen eine entscheidende Rolle zu. Das Reallabor enthält alle Komponenten eines Zweibettzimmers der Normalpflege, mit der Besonderheit, dass zwei Nasszellen integriert sind. Um ein möglichst breites Spektrum an Materialien und Möglichkeiten der Bauteilverarbeitung abzubilden, sind die Nasszellen unterschiedlich gestaltet. So kann der Einfluss von Fugen oder Wandabschlüssen sowie der Einsatz verschiedener Materialien oder Designs der Badkeramiken oder Armaturen vergleichend untersucht werden.

Im Zimmer selbst werden unterschiedliche Materialien eingesetzt, z. B. Fußbodenbelege aus Kunststoff, Holzfurniere oder Lederimitat. Die chemischen und topographischen Eigenschaften von Oberflächen spielen für die Anhaftung von Schmutz oder Mikroorganismen eine wichtige Rolle. Letztere können dazu führen, dass durch Kontakt- und Schmierinfektionen Krankheiten von einer Person auf andere übertragen werden.

Insbesondere in sensiblen Bereichen wie Krankenhäusern oder Seniorenheimen, aber auch im öffentlichen Raum kann dies bei immunsupprimierten, geschwächten Patienten zu schwerwiegenden Infektionen führen. Während aerosolgetragene Keime wie z. B. das Coronavirus durch Tröpfchen verbreitet werden, haften »schwerere« Bakterien wie multiresistente Keime oft auf Oberflächen oder Fußböden.

Die im Rahmen des Patientenzimmers der Zukunft entwickelten und zu entwickelnden Materialien und Oberflächen haben ein großes Anwendungspotenzial, auch weit über das Gesundheitswesen und die Pflege hinaus. Langlebige und robuste Oberflächen, die leicht zu reinigen sind und weniger schnell und stark verschmutzen sowie alternative nachhaltige Reinigungsverfahren finden u. a. in öffentlichen Einrichtungen, im stationären Handel, in der Gastronomie, im Bereich des Personentransports und auch in Privathaushalten vielfältige Anwendungen.

# Oberflächen



*Robotergeführte Plasmabeschichtung einer Fliese.*



*Verschleißschutzfeste antibakterielle Beschichtungen auf einem Türgriff.*

# Reinigung



4



5

In Zusammenarbeit mit der HAWK Göttingen und dem Fraunhofer WKI haben die Forschenden des Fraunhofer IST einen Luftreiniger entwickelt, der die Vorteile von Plasma, UV-C und Photokatalyse miteinander vereint. Dabei erfüllt der »PlasmaAirCleaner« die Funktion der Luftreinigung und ermöglicht zeitgleich eine Oberflächendesinfektion beispielsweise in Krankenzimmern. Links: Durch eine spezielle »Bypass-Funktion« soll die durchströmende Raumluft entweder durch die Aktivkohle oder an ihr vorbei geleitet werden können. Im »Aktivkohle-Modus« müssen dabei sämtliche Richtwerte für Gaskonzentrationen im Raum eingehalten werden. Rechts: Im »Bypass-Ozon-Modus« sollen hingegen die Oberflächen im Raum durch ausströmendes Ozon entkeimt werden. Rotes Licht signalisiert den aktivierten Ozon-Modus.



Reinigung und Desinfektion hängen unmittelbar mit der Infektionsprävention in Krankenhäusern zusammen und sind durch Hygienepläne festgelegt, die sich an den Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) orientieren. In Abhängigkeit von z. B. der Fläche, vorhandenen Geräten, den Böden oder auch der Art der Räume werden hier unterschiedliche Vorgaben gemacht und verschiedene chemische Reinigungsmittel empfohlen.

Das Fraunhofer IST besitzt langjährige Erfahrung in der Entwicklung neuer Plasmaquellen oder dem Einsatz elektrochemischer Systeme auf der Basis von Diamantelektroden. Beides kann zur Reinigung und Desinfektion eingesetzt werden und besitzt das Potenzial eines »grünen Reinigungs- und Desinfektionsmittels«. Reaktive Spezies zur Entfernung von organischen Kontaminationen oder der Bekämpfung von Mikroorganismen werden in beiden Systemen durch Einsatz von Luft, Wasser und Strom gewonnen.

Im Patientenzimmer der Zukunft soll untersucht werden, inwieweit diese nachhaltigen und ressourcenschonenden Systeme in der Praxis gegenüber konventionellen Reinigungssystemen bestehen können und ob sich die Materialeigenschaften der Ausstattungselemente durch Einsatz dieser Verfahren verändern. Dabei wird auch das Potenzial der Automatisierung von Reinigungsprozessen und einer integrierten Qualitätskontrolle berücksichtigt.

Reinigungs- und Desinfektionssysteme ohne chemische Zusatzstoffe haben ebenso wie robuste leicht zu reinigende Oberflächen ein breites Anwendungsspektrum. Eine optimale Abstimmung von Reinigungssystem und zu reinigender Oberfläche erlaubt die Entwicklung nachhaltiger Interieurkonzepte und hilft dabei, Kosten zu sparen und die Umwelt zu schonen.



*Modulare Plasmaquelle zur Reinigung und Desinfektion von Oberflächen.*



*Automatisierte Reinigung mittels Plasmatechnologie: Integration einer Plasmaquelle in einen Roboterarm.*

# Desinfektion



# Circular Economy

An Oberflächen und Materialien in Krankenhäusern werden hohe Anforderungen hinsichtlich ihrer chemischen und mechanischen Beständigkeit gestellt. Trotzdem kann es notwendig sein, bestimmte Komponenten in Räumen auszutauschen, aufzubereiten oder zu erweitern.

Gemeinsam mit den Architekten des IKE der TU Braunschweig wollen die Forschenden des Fraunhofer IST untersuchen, wie Patientenzimmer modular gestaltet werden können. Dies ist z. B. dann relevant, wenn, wie im Pandemiefall plötzlich eine erhöhte Anzahl an Isolierzimmern benötigt werden oder im Katastrophenfall die Anzahl an Zimmern mit erhöhter Versorgungstufe nicht ausreicht.

Eine modulare Raumgestaltung fördert auch einen nachhaltigen Einsatz von Ressourcen. Ist es möglich, nur bestimmte Ausstattungselemente auszutauschen? Wie müssen diese gestaltet, montiert oder beschaffen sein, damit ein Austausch kosteneffizient im Betrieb gelingt? Auch hier gilt: Lösungen, die in diesem Kontext entwickelt werden, sind nicht nur auf ihre Anwendung in Krankenhäusern beschränkt. Sie lassen sich – zugeschnitten auf die spezifischen Anforderungen und Rahmenbedingungen – auch in andere Bereiche übertragen, z. B. die Raumgestaltung von Hotelzimmern, Gemeinschaftseinrichtungen oder Wohnmobilen, um nur einige Beispiele zu nennen.

Ein modularer Aufbau mit austauschbaren Elementen ist ein Ansatz, um die Nutzungsdauer vorhandener Räumlichkeiten nachhaltig zu verlängern. Doch dies ist nur ein Aspekt. Ein weiterer bezieht sich auf den Lebenszyklus der einzelnen Produkte, die im Zuge der Innenraumausstattung verbaut werden. Ziel ist es, Produkte vom Rohstoff bis zum Recycling und die zugehörigen Prozesse so zu entwickeln, dass sie in eine Kreislaufwirtschaft integriert werden können.

Am Fraunhofer IST werden dazu Methoden und Werkzeuge des Life Cycle Engineerings und der nachhaltigen Fabrikplanung für technisch-ökonomisch-ökologische Analysen von Produkt- und Produktionssystemen eingesetzt.



*Blick ins Patientenzimmer der Zukunft. Hier stehen die Betten gegenüber statt nebeneinander.*



# Digitalisierung

Langfristiges Ziel des Fraunhofer IST ist die Erstellung eines digitalen Zwillings des Patientenzimmers, um bereits im Vorfeld schnell und kostengünstig verschiedene Konstellationen im Hinblick auf die optimale Ausgestaltung des Raumes sowie der Prozesse und Bedingungen im Rahmen der Versorgungsforschung und unter der Prämisse des Infektionsschutzes zu testen.

Digitalisierung leistet auch in Krankenhäusern einen wichtigen Beitrag zum Fortschritt und zur Nachhaltigkeit. Sie ist ein Schlüssel für mehr Energie- und Ressourceneffizienz, für mehr Patientenkomfort und eine Entlastung des Personals. Durch Digitalisierung, die eine entsprechende Datenerfassung voraussetzt, lassen sich Arbeitsabläufe verbessern und gleichzeitig die medizinische Versorgung optimieren.

Bei der Erfassung der Daten kommt sensorischen Systemen eine besondere Bedeutung zu, zum einen in Bezug auf die Überwachung des Patientenstatus, zum anderen aber auch zur kontinuierlichen Ermittlung und optimalen Einstellung der Umgebungsbedingungen wie z. B. des Raumklimas.

Die Digitalisierung hängt darüber hinaus unmittelbar mit Fragestellungen zur Nachhaltigkeit und dem Einsparen von Ressourcen zusammen. Perspektivisch könnte das Patientenzimmer der Zukunft mit einem digitalen Zwilling ausgestattet werden, um bereits im Vorfeld schnell und kostengünstig verschiedene Konstellationen im Hinblick auf die optimale Ausgestaltung des Raumes sowie der Prozesse und Bedingungen im Rahmen der Versorgungsforschung und unter der Prämisse des Infektionsschutzes zu testen und um Stoffströme sowie Energieflüsse aufzunehmen.

## Kontakt

Dr. rer. nat. Kristina Lachmann  
Telefon +49 531 2155-683  
[kristina.lachmann@ist.fraunhofer.de](mailto:kristina.lachmann@ist.fraunhofer.de)

Werkzeuge, Anlagen-,  
und Maschinenbau



Fahrzeugbau



Digitalwirtschaft



Energie



Maßgeschneidert und nachhaltig

---

# Unsere Branchenlösungen für Ihre Anwendungen



Luft- und Raumfahrt



Medizin- und  
Pharmaverfahrenstechnik



Optik



Umwelttechnik, Agrar-  
und Ernährungswirtschaft







## Hightech-Oberflächen als Game Changer

---

# Werkzeuge, Anlagen-, Maschinen- und Fahrzeugbau

Robust und leistungsfähig, smart und resilient – das sind Anforderungen, die heute an Werkzeuge sowie den Anlagen-, Maschinen- und Fahrzeugbau gestellt werden. Oft sind Oberflächenbehandlungen und Beschichtungen, abgestimmt auf die eingesetzten Werkstoffe und Anwendungsbedingungen, die einzige Möglichkeit, die anspruchsvollen Ziele umzusetzen.

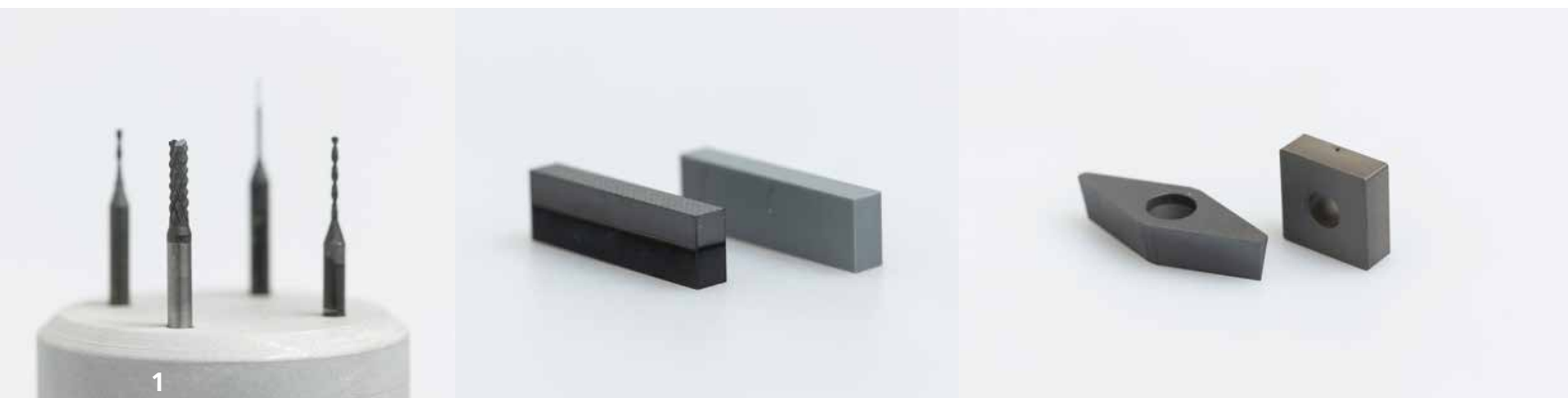


## Individuelle, anwendungsspezifische Oberflächenlösungen

**Der Werkzeug-, Maschinen- und Anlagenbau ist maßgeblicher Innovationstreiber in Bereichen wie Industrie 4.0, Energieeffizienz und Elektromobilität. Hohe Anforderungen an Lebensdauer und Belastbarkeit sowie der Wunsch nach Individualität im Bereich des Automobilbaus erfordern dabei den Einsatz neuer Materialien und Oberflächen. Dabei müssen die Nachhaltigkeit der Herstellung und der Produkte sowie die Umsetzung in eine Großserienproduktion gewährleistet sein.**

Am Fraunhofer IST entwickeln wir ausgehend von einer detaillierten Systemanalyse maßgeschneiderte anwendungsspezifische Lösungen. Die Kombination verschiedenster Beschichtungssysteme und Technologien setzen wir gezielt zur Erfüllung der unterschiedlichen Ansprüche ein.

Dabei können wir zahlreiche Funktionen realisieren. Neben tribologischen und optischen sind Kombinationen auch mit verschiedenen zusätzlichen Funktionen möglich, um z. B. Antihaft oder antibakteriellen Eigenschaften umzusetzen.



*CVD-Diamantbeschichtungen für vielfältige nachhaltige Bauteil- und Werkzeuglösungen, zum Beispiel Mikroschleifstifte, Schneidplatten oder Honleisten.*

*Photolithographische Strukturierung der nur 200 nm dünnen Chromschicht auf einem Königszapfen. Das piezoresistive Dünnschichtsystem zur Messung der Last- und Temperaturverteilung wird direkt auf dem komplex geformten Königszapfen zwischen Sattelzugmaschine und Anhänger abgeschieden.*





2

Die aktuellen Herausforderungen im Fahrzeugbau wie die Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen oder das autonome Fahren erfordern die Entwicklung innovativer Technologien.



3

Sensormodule zur Überwachung des Blecheinzugs für den Tiefziehprozess.

## #WeKnowSolutions

- Systemanalyse und -bewertung
- Entwicklung kundenspezifischer Lösungen
- Breites Portfolio an industrieller Anlagentechnik und Beschichtungsmaterialien
- Abscheidung komplexer, multifunktionaler Schichtsysteme mit Hilfe verschiedener Beschichtungstechniken
- Entwicklung individueller Lösungen für unterschiedlichste Anwendungen im Fahrzeugexterieur- und interieur
- Entwicklung smarter Oberflächen und Produkte mittels Dünnschichtsensorik zur Komponenten- und Fahrzeugüberwachung



4

Um den steigenden Anforderungen an Werkzeuge sowie im Anlagen- und Maschinenbau gerecht zu werden, setzt das Fraunhofer IST auf Verbunde aus Hightech-Werkstoffen und materialspezifischer Oberflächenveredelung. Darüber hinaus nutzen wir neue Ansätze der Oberflächentechnik zur konstruktiven Gestaltung von Komponenten, die z. B. den Verzicht auf Schmierstoffe und Trennmittel erlauben.

## Individuelle Oberflächen für die Fahrzeuge von Morgen

Genauso ist der Automobilbau vielfältigen Veränderungen unterworfen. Die zunehmende Tendenz zu alternativen Antriebskonzepten sowie das geänderte Nutzungsverhalten in Hinblick auf Shared Mobility verändert die Anforderungsprofile an Oberflächen sowohl für das Fahrzeugexterieur- als auch das -interieur. Darüber hinaus steigt der Bedarf an Lösungen, um individuelle und interaktive Oberflächen zu realisieren. Das autonome Fahren erfordert außerdem die sensorische Überwachung vieler Fahrzeugkomponenten. Dünnschichtsensoren auf Oberflächen oder integriert in Komponenten können diese Überwachungsfunktion übernehmen.



## Kontakt

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





## Aus der Forschung

# Sensoreinsätze zur Kontakttemperaturmessung im Querkeilwalzprozess

**Bei der Untersuchung neuartiger Prozesse zur Herstellung hybrider Halbzeuge aus Stahl und Aluminium ist die Temperierung des Werkstücks für die resultierende Bauteilqualität von großer Bedeutung. Am Fraunhofer IST wurden deshalb in einem Projekt mit dem IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover gemeinnützige GmbH (IPH) Dünnschicht-Sensoreinsätze zur Integration in einen Querkeilwalzprozess entwickelt, um die hohen Kontakttemperaturen während des Umformens zu messen. Es zeigen sich vor allem hinsichtlich Genauigkeit und zeitlicher Auflösung deutliche Vorteile für eine In-Prozess-Messung gegenüber herkömmlichen Messmethoden wie Pyrometrie oder Thermoelementen.**

## Sensorintegration

Mit dem Ziel, die Temperatur an der Werkzeugoberfläche in Kontakt mit dem Werkstück messen zu können, wurden spezielle Sensoreinsätze in Form eines sogenannten Messtrichters entwickelt, welcher in die Oberfläche eines Flachbackenwerkzeuges integriert wird. Zum Auslesen des Sensors können die Kabel rückseitig aus der Maschine herausgeführt werden.

## Dünnschichtsystem

Das Messprinzip des Sensors basiert auf einem verschleißbeständigen thermoresistiven Dünnschichtsystem, welches auf den Kopf des Messtrichters abgeschieden wird. Auf einer isolierenden Grundbeschichtung, bestehend aus einer ca. 4 µm dicken Aluminiumoxidschicht ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), wird eine 250 nm dünne Chromschicht aufgetragen. In einem zweiten Schritt wird mittels Fotolithografie und anschließender nasschemischer Ätzung eine mäanderförmige Sensorstruktur auf den Messtrichter angeordnet. Der Mäander liegt dabei auf der horizontalen Trichterfläche, welcher in direktem Kontakt mit dem Werkstück steht. Die Leiterbahnen zum Auslesen des Sensors in Vierleitertechnik werden über eine Krümmung in einen abgeschrägten, unbelasteten Kontaktierungsbereich geführt. Für die Kabelführung ist ein Kanal in den Trichterhals eingelassen. Schließlich wird der Dünnschichtsensor mit einer zweiten ca. 3 µm dicken  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Schicht versehen, welche den Sensor vor Verschleiß schützt.



*Mit Dünnschichtsensorik beschichteter Sensoreinsatz.*

## Kontakttemperaturmessung im Querkeilwalzprozess

Im nebenstehenden Schema (Abbildung 3) sind die Sensorpositionen und die Zwischenschritte des Querkeilwalzprozesses gezeigt. Es ist zu erkennen, wie das Werkstück vor dem Prozess je nach Material unterschiedlich stark erhitzt wurde. Der Temperaturverlauf beim Überwalzen des Sensors an Position A ist in Abbildung 4 dargestellt. Es konnte gezeigt werden, wie der Sensor die Temperatur in der Belastungszone erfolgreich erfasst und auch die kurze Kontaktzeit mit dem Werkstück zeitlich auflösen kann.

## Ausblick: Digitalisierung und Überwachung von Produktionsprozessen

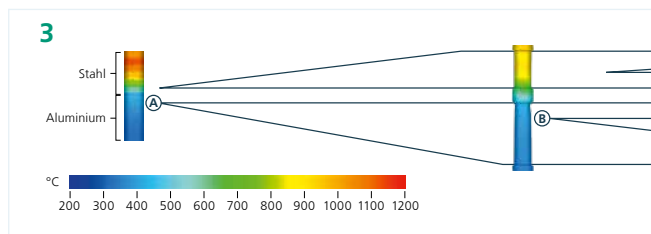
Die hier gezeigte Lösung zur Sensorintegration in große Maschinen oder Werkzeuge ist eine attraktive Möglichkeit, die Digitalisierung und Überwachung von Produktionsprozessen voranzutreiben. Durch die Verwendung von Sensoreinsätzen kann Dünnschichtsensorik zur In-situ-Erfassung von Temperaturen und Drücken ohne aufwändige und kostenintensive Beschichtung ganzer Werkzeuge implementiert werden. Dieser Ansatz bietet darüber hinaus die Möglichkeit, Verbesserungen und Weiterentwicklungen an der Sensorik durch einfachen Austausch umzusetzen, und lässt sich neben dem hier gezeigten Prozess auf eine Vielzahl weiterer Produktionsprozesse wie beispielsweise die Warm- und Kaltumformung oder das Kunststoffspritzgießen anwenden.



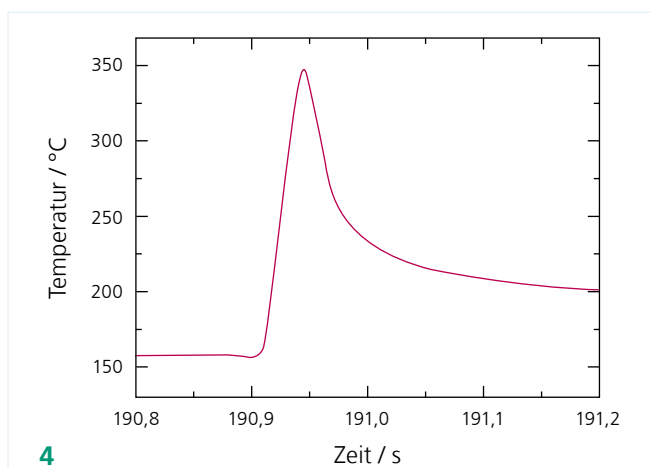
Flachbackenwerkzeug mit integriertem Sensoreinsatz.<sup>1</sup>

## Das Projekt

Diese Ergebnisse wurden in Zusammenarbeit mit dem IPH im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgesellschaft geförderten Projekts »Inkrementelle Umformung hybrider Halbzeuge mittels Querkeilwalzen« (SFB 1153 – Teilprojekt B1 – Querkeilwalzen) erzielt.



Schema des Werkzeugs mit Messpositionen und Werkstücktemperaturen.<sup>1</sup>



Gemessener Temperaturverlauf während eines Querkeilwalzprozesses.

<sup>1</sup> © IPH - Institut für Integrierte Produktion Hannover gemeinnützige GmbH



## Kontakt

Marcel Plogmeyer, M.Sc.  
Telefon +49 531 2155 661  
marcel.plogmeyer@ist.fraunhofer.de

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



1

Intelligente Schraubverbindung Q-Bo®.

Aus der Forschung

## Intelligente Schraubverbindung Q-Bo®

Mit dem Ziel, eine drahtlose und energieautarke Langzeit-Überwachung von sicherheitsrelevanten Strukturen wie z. B. Brücken oder Windkraftanlagen zu realisieren, hat das Forschungszentrum IoT-COMMs – Teil des Fraunhofer-Clusters of Excellence Cognitive Internet Technologies CCIT – bereits vor zwei Jahren die intelligente Schraubverbindung Q-Bo® entwickelt, die eine regelmäßige Kontrolle der Verbindungen ohne hohen Zeit- und Kostenaufwand ermöglicht. Die vom Fraunhofer IST entwickelte Dünnschichtsensorik ermittelt die Vorspannkraft der Schraubverbindung und misst die Umgebungstemperatur. Q-Bo® wurde nun mittels eines neuen Mechanik-Konzepts weiterentwickelt, sodass handelsübliche DIN-Schrauben ab einer Größe von M18 ohne großen Aufwand mit dem Sensorsystem aus- und nachgerüstet werden können.

### Sensordesign

Die Integration der Sensorik in die Schraubverbindung erfolgt am Fraunhofer IST über das Aufbringen eines Dünnschichtsystems auf der Oberfläche von Unterlegscheiben. Mittels PACVD-Prozessen (plasmaunterstützte chemische Gasphasenabscheidung) werden die am Fraunhofer IST entwickelte piezoresistive DiaForce®-Schicht und die elektrisch isolierende Zwischen- und Deckschicht SICON® des multisensorischen Schichtsystems homogen auf der Unterlegscheibe abgeschieden. Die zwischenliegenden Elektroden aus Chrom bilden die Sensorflächen zur Belastungsmessung. Diese Strukturen sowie eine Struktur zur Temperaturkompensation und der Mäander zur Temperaturerfassung werden in fotolithografischen Prozessen im Reinraum hergestellt.

2



Monitoring von Schraubverbindungen – drahtlos, energieautark und retrofittable.

Die neu designten Elektroden und Leiterbahnführungen wurden speziell für das weiterentwickelte Mechanik-Konzept der Schraubverbindung angepasst, um eine homogene Kraftverteilung auf den Elektroden einzustellen und eine kompakte Systembauweise zu realisieren. Gleichzeitig zeigt das optimierte Design ein verbessertes Sensorverhalten.

### Intelligente Schraubverbindung Q-Bo®

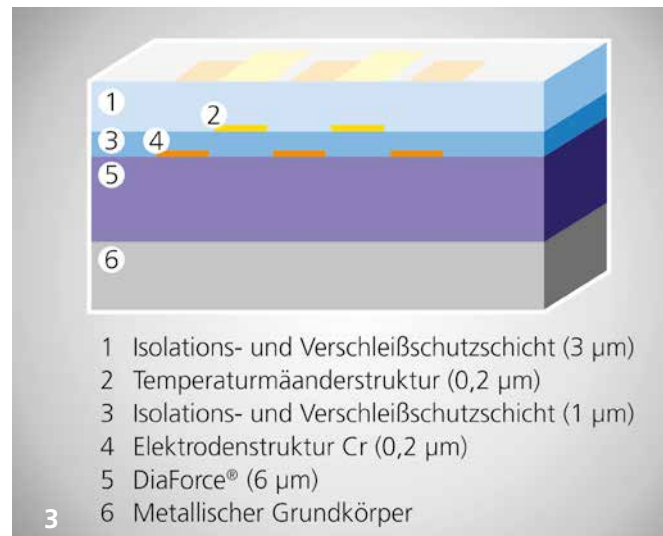
Mit dem patentierten Sensorsystem können bestehende Schraubverbindungen unter Verwendung handelsüblicher DIN-Schrauben ab einer Größe von M18 zur Erfassung der Vorspannkkräfte und der Umgebungstemperatur aus- und nachgerüstet werden. Die Auswerteelektronik befindet sich in einer auf den Schraubenkopf aufsteckbaren Kappe. Mithilfe der drahtlosen Übertragungstechnologie mioty® werden vom Sensorsystem regelmäßig Messwerte an eine Cloud-gebundene Kontrollinstanz übertragen. Vor der Montage werden die Schrauben in der manipulationssicheren Programmiereinheit »FunkeyBox« konfiguriert und erhalten einen eigenen Schlüssel. Dadurch sind die Sensordaten bei der Übertragung an die Basisstation bzw. das Backend angriffssicher. Die autarke Energieversorgung erfolgt nach dem Energy-Harvesting-Prinzip wahlweise über einen Thermogenerator, eine Solarzelle oder eine Batterie. Um die Montage und den Betriebseinsatz der intelligenten Schraubverbindung Q-Bo® zu gewährleisten, wurde das Mechanik-Konzept mittels FEM-Simulationen optimiert und die Zuverlässigkeit hinsichtlich Anzugsverhalten sowie Schwingfestigkeit experimentell validiert.

### Ausblick

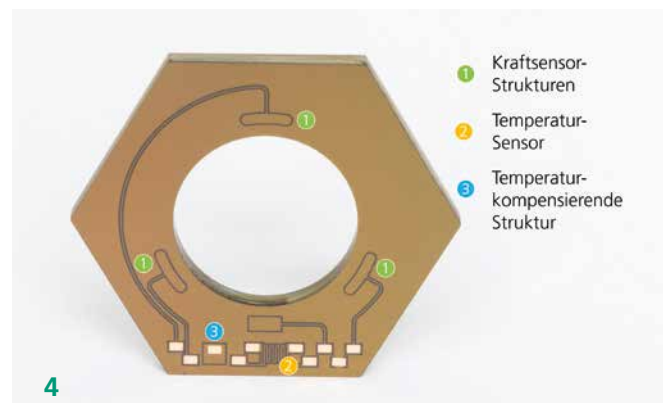
Die erzielten Projektergebnisse sollen für die anwendungsorientierte Optimierung der intelligenten Schraubverbindungen Q-Bo® verwendet werden. Dazu werden potenziellen Anwendern, etwa Herstellern und Betreibern von Windkraftanlagen, Zügen, Kränen oder Baumaschinen, sogenannte Evaluation-Kits (aktuell in den Größen M18, M20, M30 und M36) zur Verfügung gestellt.

### Das Projekt

Diese patentierte Lösung wird im Rahmen des Fraunhofer-Forschungszentrums IoT-COMMs in Zusammenarbeit der Fraunhofer-Institute IST, IIS, LBF und AISEC entwickelt. Das FloT-COMMs ist ein Teil der Clusterinitiative CCIT (Cluster of Excellence Cognitive Internet Technologies) der Fraunhofer-Gesellschaft.



Schematische Darstellung des multifunktionalen Schichtsystems.



Sensorische Unterlegscheibe



### Kontakt

Marcel Plogmeyer, M.Sc.  
Telefon +49 531 2155 661  
marcel.plogmeyer@ist.fraunhofer.de

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





*In industrienahen Aufbauten wurde die Behandelbarkeit von Lagerringen in Batchprozessen untersucht. Die Chargierung einzelner Lagerringe fand in entsprechenden Fraktionen statt.*



*Behandlungen fanden sowohl an Außen- als auch an Innenringen statt.*

## Aus der Forschung

# Behandlungsmöglichkeiten für tribokorrosiv beanspruchte Bauteile

**Dichtungslose Wälzlager, die unter Mediensmierung verwendet werden können, besitzen ein hohes Potenzial für den Einsatz in energieeffizienten und ressourcenschonenden Anwendungen. Standard-Wälzlagermaterialien sind bei diesen kombinierten Beanspruchungen aus Korrosion und Verschleiß jedoch nur sehr begrenzt einsetzbar. Abhilfe kann eine Randzonenbehandlung mittels Niedertemperatur-Plasmanitrieren bieten.**

Ziel des Projekts POSEIDON-II, an dem das Fraunhofer IST gemeinsam mit Projektpartnern arbeitete, war es, die im Vorgängerprojekt POSEIDON-I begonnene Werkstoffentwicklung zu optimieren und Wälzlagerstähle für eine Beanspruchung hinsichtlich mechanischer, tribologischer und chemisch-korrosiver Randbedingungen bereitzustellen.

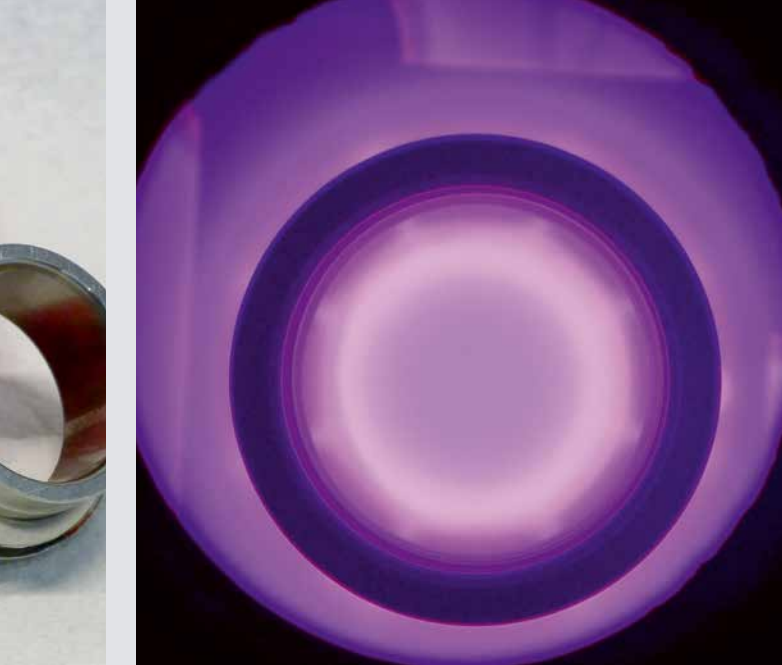
sind, müssen jedoch beide Anforderungen – sowohl eine hohe Korrosions- als auch Verschleißbeständigkeit – erfüllt sein. Neben der entsprechenden Entwicklung von Behandlungslösungen im Labormaßstab ist zudem auch die Überführung in eine industrielle Batch-Behandlung der Wälzlager essenziell, um die Wirtschaftlichkeit der Produktion zu gewährleisten.

## Herausforderungen

In tribokorrosiven Umgebungen spielt sowohl Korrosion als auch Verschleiß bzw. die Kombination aus beiden Beanspruchungen eine große Rolle. Standardwerkstoffe weisen hier entweder eine gute Korrosionsbeständigkeit oder eine gute Verschleißbeständigkeit auf. Damit Materialien in diesem komplexen tribologischen System mit Korrosionsangriff beständig

## Lösungsansatz

Eine Möglichkeit, wie nichtrostende Stähle diesen Beanspruchungen standhalten können, ist die Randschichtbehandlung mittels Niedertemperatur-Plasmanitrieren. Bei diesem Verfahren wird Stickstoff im Zwischengitter des Materials gelöst und dadurch eine Härtesteigerung erreicht. Der Vorteil dieses Verfahrens gegenüber einem herkömmlichen Nitrierverfahren ist,



*Behandlung eines Außenringturms mittels  
Niedertemperatur-Plasmanitrieren.*

dass durch die geringe Behandlungstemperatur die Ausscheidung von Chromnitriden unterbunden und so die Korrosionsbeständigkeit des Ausgangsmaterials erhalten oder sogar verbessert wird. Untersuchungen des Projektpartners Ruhr-Universität Bochum zeigten für die am Fraunhofer IST erzeugten Randzonen eine Verbesserung der Tribokorrosionsbeständigkeit von bis zu 70 Prozent.

### Prozessübertragung in den industriellen Maßstab

Um die Vorteile einer derartigen Behandlung in die Anwendung bringen zu können, ist unter ökonomischen Gesichtspunkten die Behandlung großer Stückzahlen nötig. Mit dem Ziel, die Ergebnisse auch im industriellen Maßstab nutzbar zu machen, fanden daher Untersuchungen zum Übertrag der Prozessführung in industrielle Größenordnungen statt. Hierbei konnten Erkenntnisse für eine Homogenisierung des Prozesses hinsichtlich Plasmabedingungen, Temperatur- und Gasverteilung gewonnen sowie Empfehlungen zur Chargierung abgeleitet werden.

### Ausblick

Durch dieses Projekt konnte ein Beitrag zur industriellen Nutzung von Randschichtbehandlungsprozessen geleistet werden. Die Erkenntnisse liefern die Grundlage für weitere Optimierungen und zeigen darüber hinaus das Potenzial für die Verwendung in anderen Industriebereichen. Das Themenfeld Tribokorrosion bietet darüber hinaus mit seinen komplexen Zusammenhängen noch ein großes Spektrum weiterer Forschungsmöglichkeiten, die zu einem besseren Verständnis dieses Systems beitragen können.

### Das Projekt

Die dargestellten Arbeiten wurden im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderten Verbundprojekts »POSEIDON-II« im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms durchgeführt. Das Fraunhofer IST bearbeitet das Teilvorhaben »Randschichtmodifikation des Grundmaterials, Duplexbehandlungen« (FKZ 03ET1477D).



### Kontakt

Tristan Brückner, M.Sc.  
Telefon +49 231 844 5464  
tristan.brueckner@ist.fraunhofer.de

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

## Aus der Forschung

# Green-Tools: Cobaltfreie Hartmetalle mit leistungsfähigen CVD-Diamant- und PVD-Hartstoffschichten für Hochleistungswerkzeuge

Hochleistungswerkzeuge aus beschichtetem Hartmetall haben eine Schlüsselfunktion für den deutschen Maschinenbau und die fertigende Industrie. Viele Werkzeuge bestehen derzeit aus mit Cobalt gebundenem Wolframcarbid (WC-Co). Sowohl Cobalt als auch Wolfram werden allerdings bereits seit Jahren von der EU als kritische Rohstoffe geführt. Um der zunehmenden Verknappung dieser Rohstoffe und den bestehenden Abhängigkeiten von nur wenigen Lieferanten und Herkunftsländern zu begegnen, wurden in dem Projekt »Green-Tools« alternative Grundwerkstoffe in Kombination mit hochverschleißfesten Werkzeugbeschichtungen erforscht.



*Wendeschneidplatten mit einfacher Werkzeuggeometrie für die Entwicklung von PVD-Hartstoff- und CVD-Diamantschichten.*

## Herausforderungen

Hochleistungswerkzeuge sind hochkomplexe und innovative Produkte, welche für die Herstellung fast aller technischer Erzeugnisse eingesetzt werden. Erst durch das optimale Zusammenwirken aller beteiligten Kompetenzen – vom Hartmetall über die Geometrie bis hin zur passenden Randzone- und Verschleißschutzschicht sowie der richtigen Bearbeitungsstrategie – können die notwendigen Leistungsfähigkeiten mit

»grünen« Technologien erreicht werden. Für die Einführung neuer, cobaltfreier Grundwerkstoffe müssen daher die gesamte Prozesskette der Werkzeugfertigung entwickelt und insbesondere auch genau abgestimmte Hartstoff- und CVD-Diamant-Schichtsysteme und Vorbehandlungen erforscht werden.

## Lösung

Das Fraunhofer IST entwickelt im Rahmen des Projekts »Green-Tools« Werkzeugschichtsysteme auf Diamant- und Hartstoffbasis für neue, cobaltfreie Hartmetalle mit verbesserten Verbundeigenschaften, Schneidleistungen und Lebensdauern. Dabei kommt unser gebündeltes Prozess- und System-Know-how zum Einsatz: von der Vorbehandlung der Werkzeuge über das Interface-Design, das durch gezielte mechanische und chemische Modifikation der Randzonen erreicht wird – beispielsweise mit Hilfe von Ätzwahlbehandlungen oder dem Aufbringen von Zwischenschichten, bis hin zur Herstellung innovativer Diamant- und nanostrukturierten Hartstoffschichten mittels CVD- sowie PVD-Prozessen.

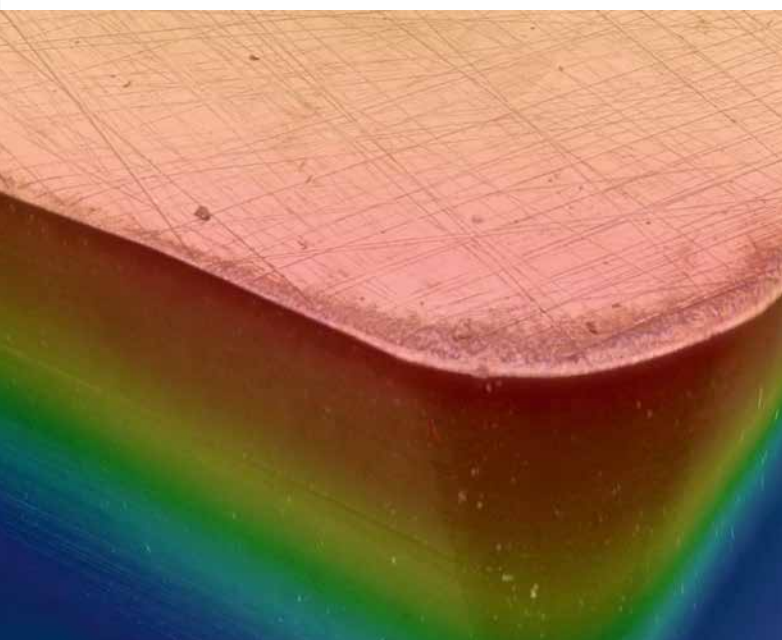


## Nutzen

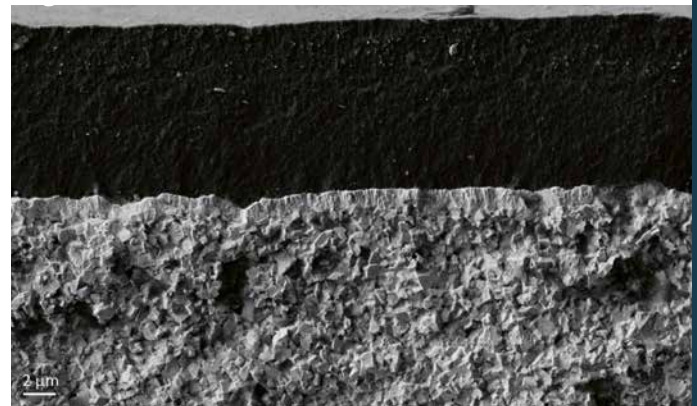
Die Erarbeitung von leistungsstarken Demonstratoren soll die Markteintrittsbarriere senken, sodass die neue Technologie mit direkter Beteiligung der Schlüsselindustrien Maschinen- und Anlagenbau zur Serienreife weiterentwickelt werden kann. Damit wird ein wesentlicher Beitrag zur Vision einer nachhaltigen und ressourceneffizienten Industriegesellschaft geleistet. Durch die entwickelten Vorbehandlungen und CVD-Diamantschichten konnten mit einer nickelgebundenen Hartmetallsorte bereits hohe Standzeiten beim Drehen von Aluminium-Silizium-Legierung (AlSi17) erreicht werden, die mit der Performance von cobalthaltigen Hartmetallen vergleichbar sind. Mit einem sowohl Co-, als auch WC-freien Cermet-Werkstoff des Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS in Kombination mit verbesserten Hartstoffschichten des Fraunhofer IST konnte die Standzeit bei der Edelstahlzerspanung gegenüber der kommerziellen, cobalthaltigen Referenz sogar erheblich gesteigert werden.

## Förderhinweis und Kooperationen

Die Ergebnisse aus dem Projekt »Green-Tools« wurden zusammen mit den Fraunhofer-Instituten für Keramische Technologien und Systeme IKTS, für Werkstoffmechanik IWM sowie für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK erarbeitet.



Wendeschneidplatte aus alternativem Grundwerkstoff mit einer adaptierten und verbesserten PVD-Hartstoffschicht.



Nanokristalline CVD-Diamantschicht auf einem Hartmetallgrundwerkstoff. Als Alternative zur chemischen Ätzbehandlung wurde eine Zwischenschicht eingesetzt.

## Ausblick

Die ersten Ergebnisse bei der Beschichtung von cobaltfreien Grundwerkstoffen mit CVD-Diamant und mit nitridischen Hartstoffen sind vielversprechend und werden in Kooperation mit den beteiligten Fraunhofer-Instituten sowie mit Partnern aus der Industrie für spezifische Anwendungen aus der Zerspanung, insbesondere im Hinblick auf die erforderlichen Werkzeuggeometrien, Zerspanleistungen und Prozesssicherheiten weiterentwickelt. Ebenfalls werden weitere Zielanwendungen, z. B. aus der Umformtechnik adressiert und Werkstoffe, Behandlungen und Beschichtungen für die vorliegenden Belastungskollektive und anwendungsspezifischen Voraussetzungen erforscht und optimiert. Ziel ist es, die entwickelte Technologie unter Betrachtung von Rohstoffströmen bei der Fertigung, beim Recycling und beim Remanufacturing im Sinne einer Kreislaufwirtschaft für die nachhaltige Herstellung und den industriellen Einsatz von Hochleistungswerkzeugen weiter zu verfolgen.



## Kontakt

Dr.-Ing. Christian Stein  
Telefon +49 531 2155 647  
christian.stein@ist.fraunhofer.de








## **Digitalisierung und datengestützte Produkt- und Prozessoptimierung für die Oberflächentechnik**

---

# Digitalwirtschaft

Die Digitalisierung in der Oberflächentechnik bietet vielfältige Potenziale, um Prozesse zu optimieren, die Qualität von Produkten und Produktionssystemen zu verbessern sowie Produktionsprozesse flexibler zu gestalten.



# Datenerfassung und Datenanalytik – die Grundpfeiler der Digitalisierung

---

Kontinuierlich steigende Anforderungen an Oberflächen hinsichtlich Effizienz, Reproduzierbarkeit und Nachhaltigkeit erfordern eine systematische Erfassung von Produkt- und Prozessdaten. Digitale Zwillinge nutzen diese Datenbasis zur Erkennung der Ursachen von Drifts oder Defekten und können komplexe Abhängigkeiten zwischen Prozessschritten aufdecken. In der Oberflächentechnik existieren diese bereits für ausgewählte Teilprozesse, eine Digitalisierung kompletter Produktionslinien stellt nach heutigem Stand jedoch eine hohe Herausforderung dar.

## Mit innovativer Verfahrens-, Prozess- und Fertigungstechnik vom Material zum Hightech-Produkt

Am Fraunhofer IST haben wir den gesamten Produktlebenszyklus im Blick und entwickeln nachhaltige Produkte und zugehörige Produktionssysteme. Digitalisierung, Vernetzung und Automatisierung sind dabei Schlüssel zur ganzheitlichen

Gestaltung von Prozessketten und deren Einbettung in Fabrikssysteme. Zentral für unsere Arbeit ist ein tiefergehendes Verständnis der Beziehungen zwischen den Prozessparametern, der resultierenden Struktur von Schichten und Oberflächen sowie den finalen Eigenschaften des Produkts. Inline- und Laboranalytik schaffen dafür das Fundament und liefern wichtige Daten für simulationsbasierte Ansätze, z. B. für eine Simulation des Schichtwachstums oder neue datengetriebene Ansätze z. B. auf Basis von Machine Learning.

Alle Voraussetzungen zur experimentellen Validierung daten- und modellgetriebener Simulationscodes stehen am Fraunhofer IST zur Verfügung. Mit diesen Werkzeugen bieten wir Simulationsstudien zur Prozessoptimierung oder Know-how-Transfer in Form von Lizenzen und Workshops. Darüber hinaus unterstützen wir bei der Digitalisierung mittels Sensordatenerfassung, Konzeption und Implementierung von Prozess- und Produkt-Datenbanken sowie bei der Auswahl und Installation von High Performance Computing Hardware und im Cloud-Computing.

## #WeKnowSolutions

- Innovative Simulationslösungen im Bereich der Oberflächentechnik in Kombination mit umfangreicher Prozesstechnik und Langzeiterfahrung
- Prozessoptimierung mithilfe von Simulationsstudien oder durch Transfer des am Fraunhofer IST entwickelten Prozess-Know-hows
- Unterstützung bei der Digitalisierung von Produktionslinien, bei der Installation von High Performance Computing Hardware sowie im Cloud-Computing



Dashboard-Ansicht der In-situ-Prozessdaten von der Reinigungsanlage am Fraunhofer IST.

## Kontakt

Dr. Andreas Pflug  
 Telefon +49 531 2155-629  
[andreas.pflug@ist.fraunhofer.de](mailto:andreas.pflug@ist.fraunhofer.de)



## Aus der Forschung

# Simulation von Mikropartikeln mit PALADIN

**In zahlreichen Anwendungsgebieten sind kleine Partikel unterschiedlichen Ursprungs ein problematischer Faktor. Dies betrifft vor allem optische Anwendungen, in denen Fremdkörper die optischen Schichten beeinträchtigen können, aber auch beispielsweise den Bereich der Raumlüftung, wo Mikropartikel wie Staub oder Aerosole beseitigt werden sollen. Zu diesem Zweck wurde am Fraunhofer IST die Simulationssoftware PALADIN entwickelt, welche das Verhalten von Mikropartikeln in variablen Geometrien und unterschiedlichen Situationen numerisch modelliert.**

### Die Software

Die Simulationssoftware PALADIN (**Plasma Lattice Dust Integrator**) wurde entwickelt, um das Verhalten von Mikropartikeln in verschiedenen Umgebungen zu untersuchen. Der ursprüngliche Anwendungsfall waren Plasma-Beschichtungsanlagen, in denen Partikel massive Schäden verursachen und somit die Produktionseffizienz herabsetzen können.

Durch Simulation dieser Anlagen mit PALADIN können potenzielle Gefahrenherde erkannt und Lösungsstrategien entworfen werden. Außerdem ist es möglich, beliebige hypothetische Anlagenkonfigurationen zu testen, ohne diese extra bauen zu müssen. Die erforderlichen Eingabeparameter von PALADIN sind neben der Geometrie des Szenarios z. B. die Strömungsgeschwindigkeit oder die Dichte des umgebenden Mediums sowie die Startbedingungen der Mikropartikel.

### Anwendung von PALADIN für optische Schichten

Eine beispielhafte Anwendung der PALADIN-Software ist die Simulation der Magnetron-Sputtering-Beschichtungsanlage EOSS®. Abbildung 1 zeigt ein Ergebnis der PALADIN-Simulationen für ein einzelnes Teilchen, das zwischen zwei Targets und einem zu beschichtenden Substrat hin- und herpendelt. Dabei wird deutlich, dass das Partikel in der Nähe des Substrats durch das lokale Plasma besonders stark geladen und somit stärker beschleunigt wird, was das Risiko einer Kollision mit dem Substrat – und somit einer Beschädigung – erhöht.

### Simulation von Luftströmungen mittels PALADIN

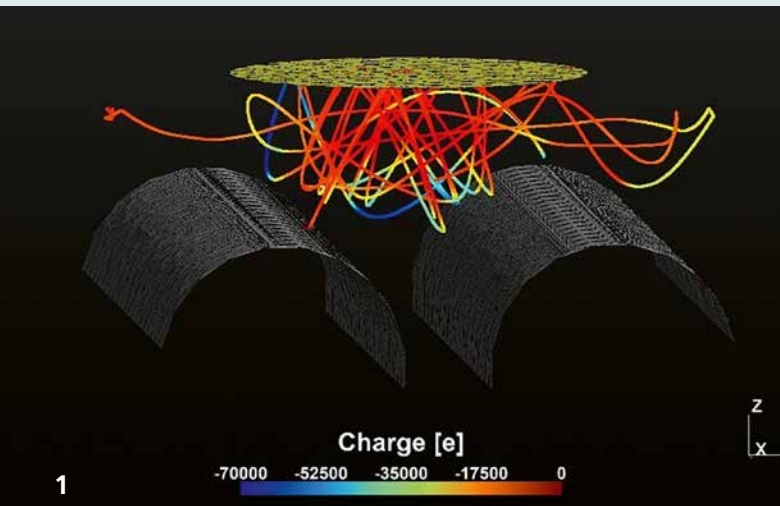
Ein weiteres Anwendungsspiel für PALADIN ist z. B. die Simulation von atmosphärischen Luftströmungen. Insbesondere die Simulation von Aerosolen kann zukünftig von besonderem Nutzen sein, da sich Viren wie bspw. das Corona-Virus im Allgemeinen auf diesem Weg verbreiten. Mit PALADIN ist es möglich, das Infektionsrisiko in verschiedenen Szenarien auf Basis der vorhandenen Luftströmungen zu überprüfen.

Die Abbildungen 2 und 3 zeigen beispielhafte Simulationen solcher Szenarien: In Abbildung 2 sind die Bewegungsabläufe von Aerosolpartikeln in einem idealisierten Krankenzimmer mit Lüftungsgerät zu sehen, Abbildung 3 zeigt einen Luftstrom in einer Pumpe.

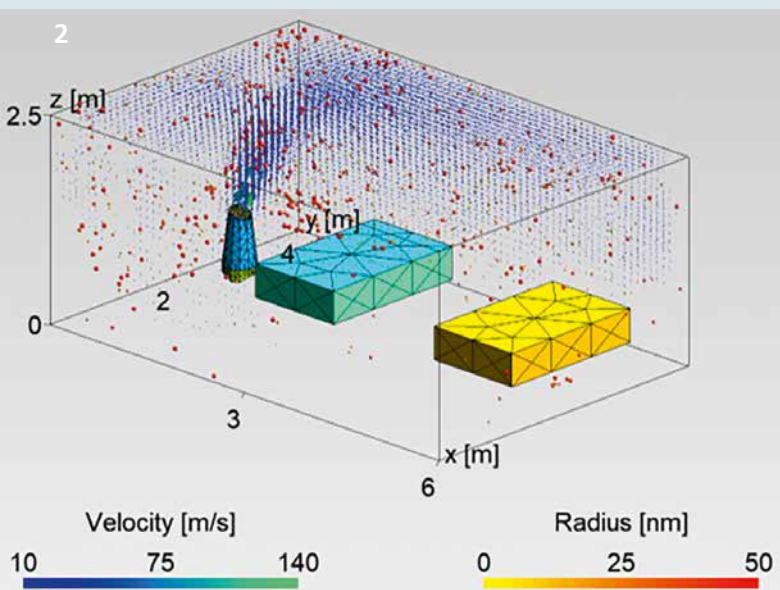
Darüber hinaus lässt sich PALADIN auch auf weitere potenzielle Anwendungszwecke wie z. B. für die Simulation der Partikelausbreitung in astronomischen Kontexten erweitern.

### Das Projekt

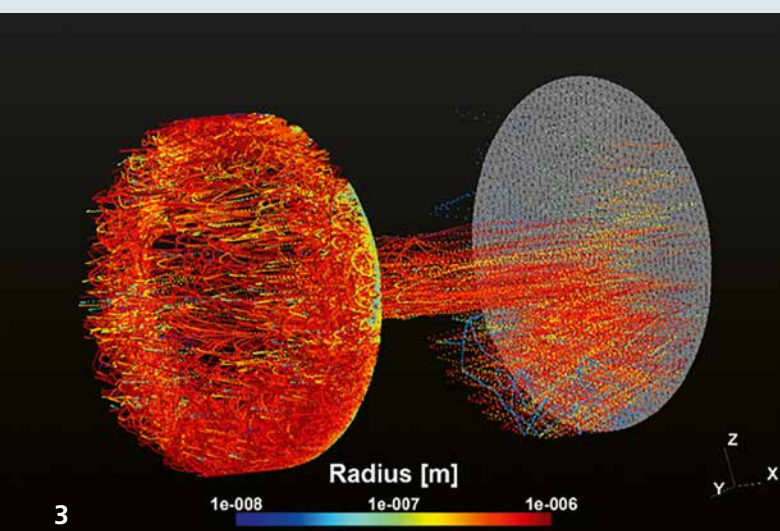
Die PALADIN-Software wurde innerhalb des Projekts »EVAPORE – Entstehungsdetektion und Vermeidungsstrategien von Mikropartikeln in Plasmabeschichtungsprozessen für die optische Industrie« entwickelt. Dabei handelt es sich um ein IGF-Projekt (Fördernummer 18590 N) der Forschungvereinigung Feinmechanik, Optik und Medizintechnik e. V.



Mit PALADIN simulierter Bahnverlauf eines Teilchens in der EOSS®-Anlage, mit Partikelladung farblich dargestellt.



Simulation der Bewegung von Partikeln in einem Krankenzimmer mit Lüftungsanlage.



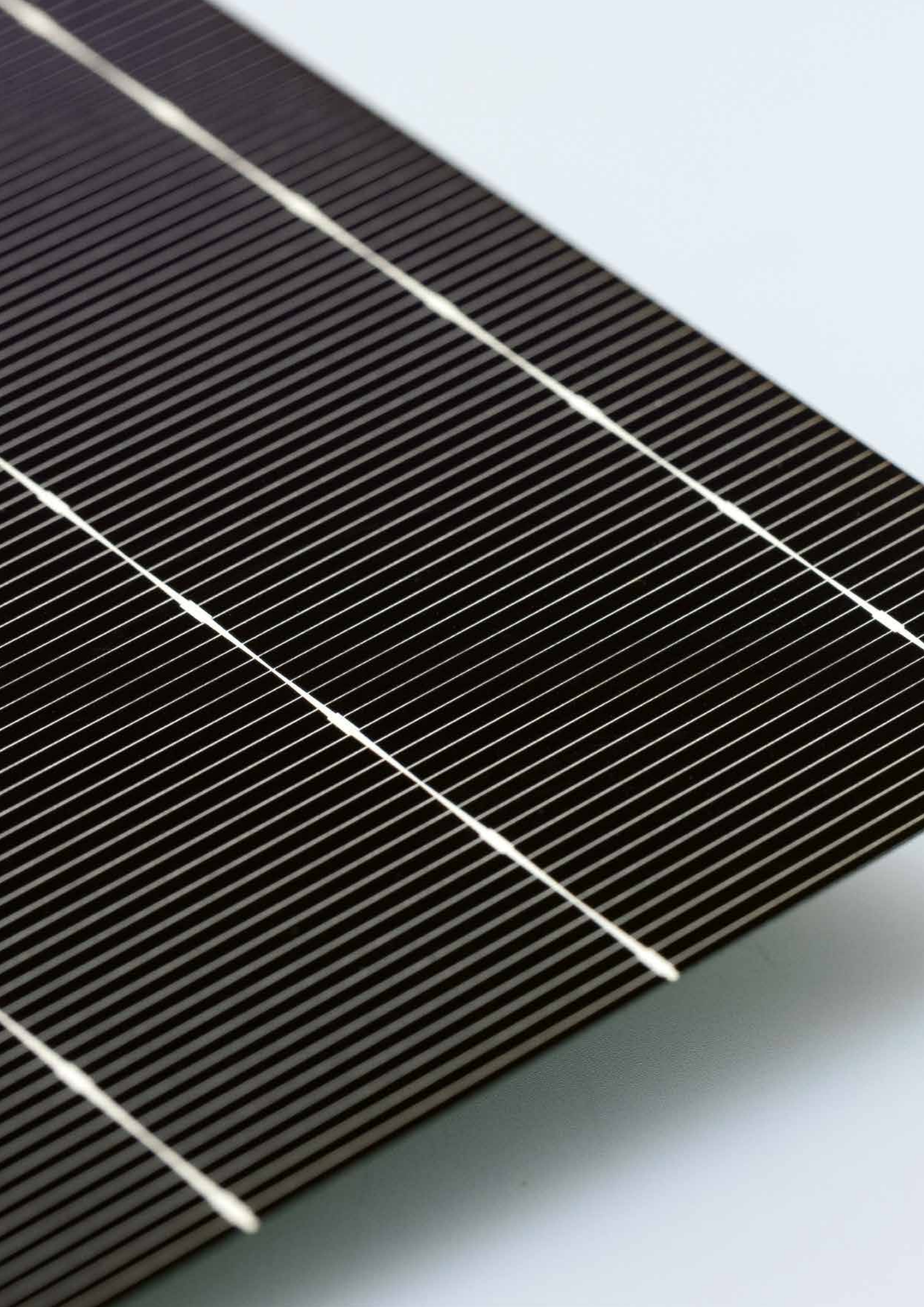
Simulierte Bewegungen von Partikeln unterschiedlicher Größen in einer Pumpe.



## Kontakt

Philipp Schulz, M.Sc.  
Telefon +49 531 2155-668  
philipp.schulz@ist.fraunhofer.de







## Leistungsfähige Technologien für eine erfolgreiche Energiewende

---

# Energie

Ein Schlüssel für das Gelingen der Energiewende ist die Erschließung neuer Technologien zur Speicherung erneuerbarer Energien, um den Übergang in eine nachhaltige Zukunft zu ermöglichen.

*Mit HWCVD hergestellte Silizium-Schichten  
für eine Heterostruktur-Solarzelle.*



# Von Photovoltaik über Batterien bis Wasserstoff



*Nanomaterialien für die Energiewende mittels Atomlagenabscheidung.*



Die Defossilisierung von Gesellschaft und Wirtschaft erfordert eine konsequente Energiewende hin zu erneuerbaren Energien. Diese kann jedoch nur gelingen, wenn Technologien der Energieerzeugung, -wandlung und -speicherung noch effizienter, kostengünstiger und umweltfreundlicher gestaltet werden. Die weiter fortschreitende Digitalisierung erlaubt es, komplexe Systeme wie Erzeugerverbünde, Energienetze oder industrielle und private Energieverbraucher intelligent miteinander zu vernetzen.

## Neuartige Lösungen für die Energiebranche

Am Fraunhofer IST treiben wir die Energieforschung in vielfältigen Bereichen maßgeblich voran. Besondere Schwerpunkte stellen die Entwicklung neuer und nachhaltiger Batteriegenerationen auf Basis von Festelektrolyten (All Solid State Batteries, ASSB) sowie auf Grundlage nachwachsender Rohstoffe dar. Dabei steht neben der Produktion insbesondere ein effizientes Recycling zur Schließung der Materialkreisläufe im Fokus. Im Bereich der Photovoltaik sorgen wir mit neuartigen und industriell etablierten Prozessen zur Herstellung von funktionellen Dünnschichtsystemen für immer höhere Effizienzen von Solarzellen.

Die Marktreife von Wasserstofftechnologien ermöglichen wir einerseits durch optimierte Schichtsysteme für Komponenten wie Elektrolyseure, Brennstoffzellen oder Wasserstofftanks. Gleichzeitig lösen wir systemische Fragestellungen wie die industrielle Wasserstoffversorgung und die Realisierung einer Sektorenkopplung. Gemeinsam mit starken Partnerinnen und Partnern aus Industrie und Wissenschaft treiben wir die Energieforschung voran – zum Beispiel im Fraunhofer-Zentrum für Energiespeicher und Systeme ZESS, in der Battery LabFactory Braunschweig (BLB), im Wasserstoff Campus Salzgitter und in der Open Hybrid LabFactory (OHLF).

## #WeKnowSolutions

- Herstellung innovativer Schichten für optimierte Komponenten und Systeme im Energiebereich
- Entwicklung und Skalierung von Produktionsprozessen für neuartige Batteriesysteme
- Recyclingstrategien zur vollständigen Schließung von Materialkreisläufen
- Nachhaltige Gestaltung von Produkten und Prozessen – vom Energieerzeuger bis zum -speicher
- Kopplung von Produktions- und Energiesystem der Zukunft

## Kontakt

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

Dr. Volker Sittering  
Telefon +49 531 2155-512  
volker.sittering@ist.fraunhofer.de

*Elektroden für die Herstellung von Batteriezellen.*



Auf dem Werksgelände der Salzgitter AG werden bereits heute grüner Wasserstoff und Strom aus Windenergie erzeugt. © Salzgitter AG

## Aus der Forschung

# Kurzfristige Lösungen für grünen Wasserstoff in Salzgitter

---

**Deutschland und die EU benötigen zunehmend grünen Wasserstoff für die rasche Dekarbonisierung der Industrie. Eine marktfähige Versorgung bis 2030 gelingt durch eine Kombination aus nationaler Erzeugung und strategischen Importen über den Seeweg. Der Wasserstoff Campus Salzgitter, den das Fraunhofer IST aus wissenschaftlicher Perspektive begleitet, untersucht wesentliche Fragestellungen und gibt Antworten zum erforderlichen Markthochlauf.**



### Salzgitter als Modellregion für klimaneutrale Industrie

Der Wasserstoff Campus Salzgitter verfolgt den Anspruch, sich am industriegeprägten Standort als sichtbare Modellregion für eine erfolgreiche Transformation von Industrie und Gesellschaft zur Klimaneutralität zu entwickeln, indem er den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft adressiert und vorantreibt. Experten des Fraunhofer IST haben im Auftrag des Campus gemeinsam mit MAN Energy Solutions SE ein Thesenpapier zum Projekt »GreenH2SZ« veröffentlicht, das mögliche Lösungen für eine zeitnahe und kosteneffiziente Versorgung von Salzgitter mit grünem Wasserstoff aufzeigt. Die Forschungsergebnisse belegen, dass Niedersachsen beste Standortvoraussetzungen bietet, um eine konkurrenzfähige Wasserstoffwirtschaft aufzubauen.

### These: Die Erzeugung von grünem Wasserstoff in Deutschland ist konkurrenzfähig

Eine Aussage des Thesenpapiers betrifft die Herstellungskosten von grünem Wasserstoff in Deutschland. Dieser lässt sich zwar grundsätzlich in sonnenreichen Ländern deutlich günstiger produzieren als in Niedersachsen, muss für den Transport nach Deutschland allerdings umgewandelt und später wieder zurückgewandelt werden. Diese mit Kosten und Verlusten behafteten Prozesse treiben die Gesamtkosten nach oben und übertreffen die Gestehungs- und Transportkosten innerhalb Norddeutschlands. Die Untersuchungen des Expertenteams ergaben, dass der mit Windstrom erzeugte und per Pipeline nach Salzgitter transportierte Wasserstoff im Vergleich kostengünstiger bleibt.

Ein Beispiel: Die Erzeugungskosten des grünen Wasserstoffs aus Norddeutschland werden für 2030 mit ca. 4 €/kg H<sub>2</sub> prognostiziert. Im Thesenpapier wird ein Vergleich mit importiertem Wasserstoff aus Tunesien angeführt (vgl. Abbildung 2, S. 66): Die Kosten für Wasserstoff, der über die sogenannte Ammoniak-Route importiert, d. h. für den Transport in Ammoniak gebunden und anschließend wieder zurückgewandelt wird, (vgl. Abbildung 4, S. 67) werden mit ca. 4,70 €/kg H<sub>2</sub> kalkuliert. Demnach wäre grüner Wasserstoff aus Norddeutschland konkurrenzfähig zu Importen und könnte den Grundbaustein für eine ausreichende Versorgung bilden. Die Experten fordern daher, Investitionen in großskalige Elektrolyseanlagen und erneuerbare Energieerzeugung in Deutschland parallel zu Importen voranzutreiben.



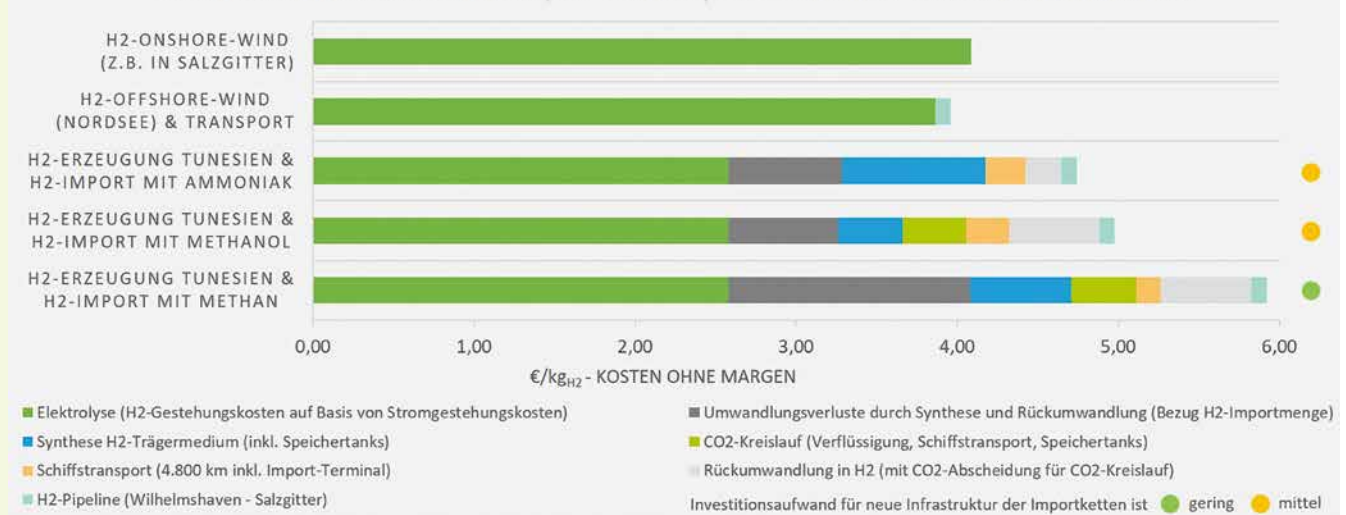
## Regionale Wasserstoffherzeugung und Infrastruktur für den Wasserstoffimport erforderlich

Zusammenfassend kommen die Autoren des Thesenpapiers zu dem Schluss, dass Niedersachsen insgesamt hervorragende Voraussetzungen bietet, um den Markthochlauf der Wasserstoffwirtschaft für die Energiewende anzustoßen und zu beschleunigen. Dies gilt sowohl für die notwendige heimische Erzeugung zu konkurrenzfähigen Gestehungskosten von ca.

4 €/kg H<sub>2</sub> als auch für die Realisierung zeitnaher Importe von grünem Wasserstoff über die entstehenden Gasimportterminals an der Nordsee. Dies untermauert ihre These, dass Niedersachsen den Nukleus des deutschen Wasserstoffpipelinesnetzes bilden werde, um Industriestandorte wie Salzgitter versorgen zu können.

2

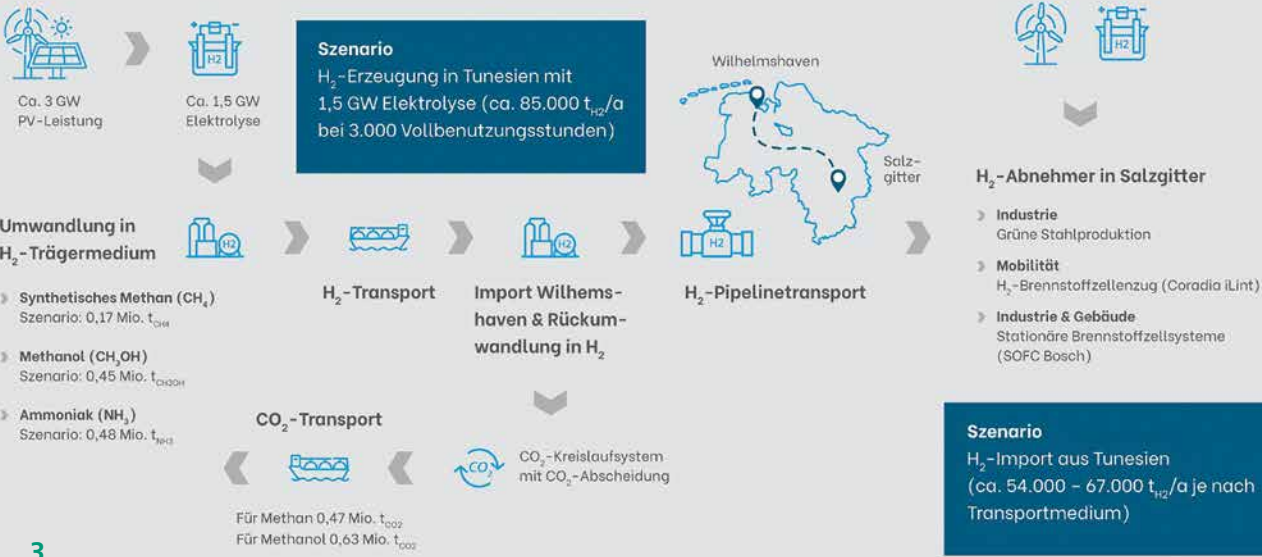
### H<sub>2</sub>-IMPORTKETTEN AUS NORDAFRIKA (BSP. TUNESIEN) & H<sub>2</sub>-ERZEUGUNG IN NIEDERSACHSEN IN 2030



*Szenario-Ergebnisse: Kosten der Importlieferketten 2030 für eine H<sub>2</sub>-Versorgung in Salzgitter im Szenario Tunesien im Vergleich zu Wasserstoffgestehungskosten aus Offshore- und Onshore-Wind für Elektrolyse-Standorte in Niedersachsen in 2030.*

## H<sub>2</sub>-Szenarien für Importketten und regionale Eigenerzeugung 2030

Grüner H<sub>2</sub>-Export nach Deutschland  
(z. B. aus Tunesien, Kanada oder Australien)



3

Modellierung der Szenarien 2030 für H<sub>2</sub>-Importe mit unterschiedlichen  
Trägermedien zur H<sub>2</sub>-Abnahme in Salzgitter mit dem Beispiel Tunesien.



4

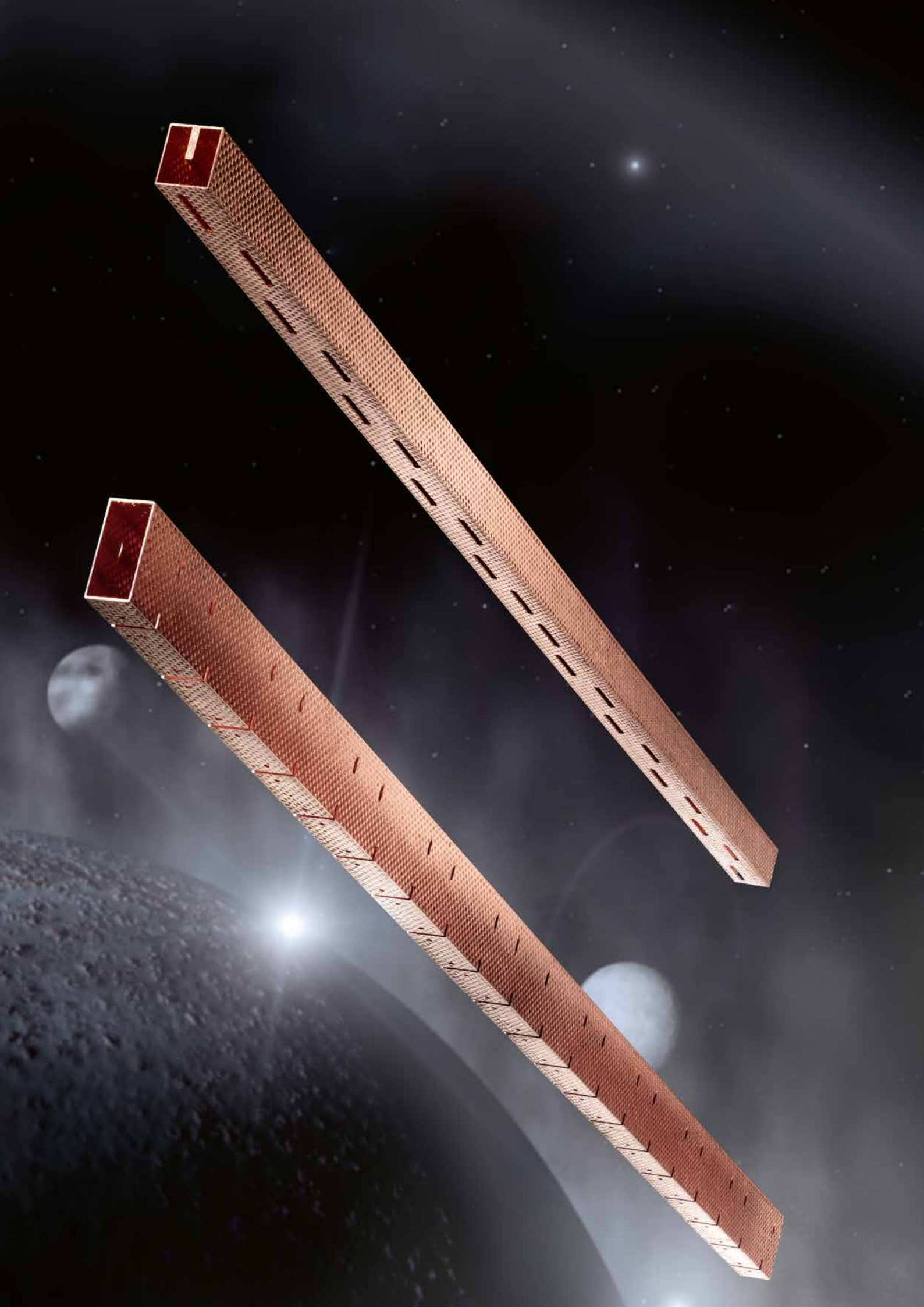
Technologische Reife und Marktverfügbarkeit der jeweiligen Technologien  
und Infrastruktur für zukünftige Wasserstofflieferketten.



### Kontakt

Florian Scheffler, M.Sc.  
Telefon +49 175 8712948  
florian.scheffler@ist.fraunhofer.de

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





## Oberflächentechnik für das Flugzeug der Zukunft und die Weltraumforschung

---

# Luft- und Raumfahrt

Luft- und Raumfahrzeuge müssen ebenso wie Satelliten und andere Raumflugkörper unter den extremen Bedingungen im Luft- bzw. Weltraum zuverlässig funktionieren. Die Forschung und Entwicklung in der Oberflächentechnik arbeitet daher unter anderem an innovativen Werkstoffen, die starken Temperaturschwankungen, Druckveränderungen, starker Korrosion und Reibung standhalten und gleichzeitig leicht, leistungsfähig sowie kostengünstig sind.

*Das Fraunhofer IST metallisiert die Antennen aus Faserverbundwerkstoff CFK für die »Sentinel-Mission« der ESA.*



# Die Zukunft der Erde liegt in den Sternen

Die Anforderungen an neue Entwicklungen im Bereich der Luft- und Raumfahrt haben vieles gemeinsam: Ein wichtiges Ziel ist es, zum Beispiel die Emissionen schädlicher Gase zu verringern. Darüber hinaus stellt die Industrie hohe Anforderungen an die verwendeten Materialien, vor allem im Hinblick auf den Ersatz kritischer Substanzen oder Rohstoffen. Das Fraunhofer IST entwickelt und realisiert daher vielfältige Lösungen für Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt.

Die aktive Erforschung des Weltraums dient neben dem Studium der fundamentalen Gesetze der Physik auch realen Anwendungen wie der Untersuchung von Lebensmöglichkeiten auf fernen Planeten. Im »Moon Village« der European Space Agency (ESA) sollen Menschen für einen längeren Zeitraum wohnen und forschen. Um dies zu ermöglichen, setzen wir am Fraunhofer IST (elektro-)chemische Verfahren ein, um z. B. aus Mondregolith nutzbare Metalle sowie lebensnotwendigen Sauerstoff zu extrahieren. Darüber hinaus entwickeln wir Verfahren, um Energiespeicher sowie Treibstoffe aus Mondmaterial herzustellen. Wichtig für fast alle heutigen Missionen sind zudem optische Instrumente. So kann z. B. mithilfe von Hyperspektralkameras aus dem Orbit sehr genau der Zustand der Erdatmosphäre erfasst werden. Darüber hinaus messen die am Fraunhofer IST beschichteten Radarantennen der Sentinel-1-Mission sehr präzise die Erdoberfläche.

Am Fraunhofer IST realisieren wir weltraumspezifizierte optische Präzisionsbeschichtungen mit neuesten Beschichtungsverfahren auf hohem Technologiereifegrad (engl. Technology Readiness Level, TRL).

## Unser Beitrag für eine grüne Luftfahrt

Im Bereich der Luftfahrt entwickeln wir mit unserer Expertise in der Modifizierung und Gestaltung von Oberflächen Lösungen zur Substitution kritischer Substanzen wie z. B. Cadmium (Cd) oder Cr(VI). Die Vision der emissionsfreien Luftfahrt führt zu einem Umbruch in der Entwicklung von Flugzeugen sowie deren Energiespeicher und erfordert damit eine systemische Betrachtung für den Einsatz neuer Materialsysteme, angepasster Prozesse sowie der Bewertung hinsichtlich des Beitrags zur Emissionsreduzierung. Gemeinsam mit unseren Kunden und Partnern arbeiten wir daher an der Weiterentwicklung von Energiespeichern und -wandlern wie der Innenbeschichtung von Wasserstofftanks, Festkörperbatterien oder Brennstoffzellen.

Für Anwendungen im Innenraum von funktionalisieren wir Oberflächen, um diese beispielsweise zur Realisierung smarter Systeme mit integrierter Sensorik oder mit antibakteriellen Schichten auszustatten. Zur Optimierung der Luftfahrzeuge in ihrer Struktur arbeiten wir an der Verbesserung von Fügeverbindungen, an der Entspiegelung von Scheiben sowie an eisfreien Oberflächen.

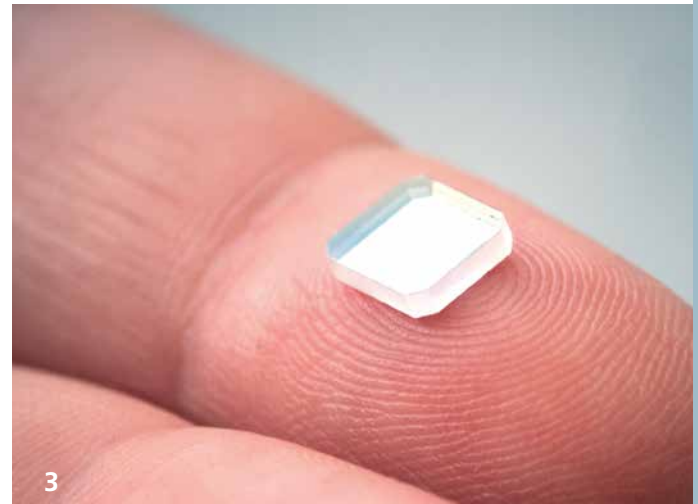




Fertigungsschritte der Dünnschichtsensorik zur Lastüberwachung kritischer Bauteile von vorne nach hinten: Sensormodul mit Elektrodenstruktur gefolgt von einem Sensormodul mit vollständigem Schichtsystem und einem Modul, auf welchem rückseitig die elektrische Isolationsschicht aufgebracht wurde.



Technologie des Fraunhofer IST auf dem Mars: Der Interferenzfilter (rechts) ist Bestandteil eines optischen Sensors zur Staubcharakterisierung im »Mars Environmental Dynamics Analyzer«, kurz MEDA.



## #WeKnowSolutions

- Erfahrung mit Weltraumprojekten, z. B. ESA-Sentinel-1, DLR-MASCOT, ESA-BepiColombo
- Wissenschaftlich-technisches Know-how im Bereich Materialien für den Leichtbau für Oberflächen insbesondere im Bereich der In-situ-Resource-Utilization (ISRU) sowie für die Produktion
- Entwicklung von Modellen für die spätere terrestrische Nutzung
- Entwicklung von Materialien und Prozessen im Bereich der Oberflächentechnik, Sensorik, Energiespeicher und Leichtbau
- Systemische Betrachtung von Material, Produktion und Life Cycle Engineering
- Übertragung von Know-how aus der Forschung in die industrielle Anwendung
- Ergänzende Leistungen im Bereich Analytik, Qualitätssicherung und Dokumentation

## Kontakt

Dr. Andreas Dietz  
Telefon +49 531 2155-646  
andreas.dietz@ist.fraunhofer.de

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

## Aus der Forschung – Interview

# Ressourcengewinnung auf dem Mond

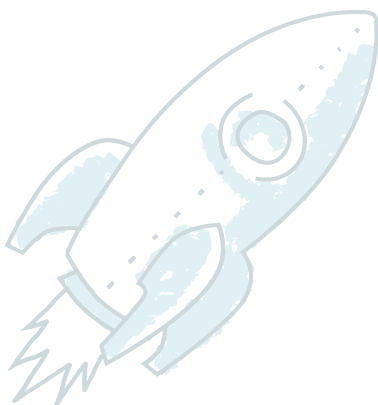
**Leben auf dem Mond? Das klingt heute vielleicht noch etwas unrealistisch, die Urbanisierung des Mondes ist aber eines der Zukunftsthemen in der Raumfahrt. Begrenzte Ressourcen auf dem Mond, das Fehlen fossiler Energieträger sowie extreme Bedingungen wie sehr hohe bzw. niedrige Temperaturen oder ein veränderter Tag-/ Nachtrhythmus erfordern neue Ideen zur Energieversorgung sowie zur Produktion dazu notwendiger Komponenten und Bauteile.**

Das Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST entwickelt neue Konzepte, um die Energieversorgung mit lunaren Ressourcen sicherzustellen. Lesen Sie hier ein Interview mit Dr. Andreas Dietz, Experte für Elektrochemie und Oberflächentechnik für die Raumfahrtbranche am Fraunhofer IST.

**Herr Dietz, Sie beschäftigen sich intensiv mit dem Thema »Elektrochemie in der Raumfahrt«, was fasziniert Sie so an diesem Thema?**

Wir wollen ja die Welt retten und fangen am besten auf dem Mond damit an. Wie bereits in den 1960er bis 1970er Jahren wollen die Menschen heute wieder zum Mond fliegen. Damals war es die Apollo-Mission, die die Welt in Atem gehalten hat. Heute denkt man wieder ernsthaft darüber nach, Menschen auf den Mond zu bringen, jedoch für längere Zeit.

Im Projekt »Moon Village« arbeiten wir mit an dem Ziel, ein ganzes Dorf auf dem Mond zu bauen. Eine große Herausforderung ist aber, dass es auf dem Mond nichts gibt, keine Materialvielfalt und leider auch keinen Baumarkt, in dem man nach Herzenslust einkaufen kann. Wir müssen also mit dem arbeiten, was dort oben zur Verfügung steht. Technologien zu entwickeln und Methoden zu erforschen, die das ermöglichen, ist ein spannendes Aufgabenfeld.



**Ist ein Leben auf dem Mond in Zukunft denkbar?**

Eine wichtige Voraussetzung für eine dauerhafte und nachhaltige menschliche Präsenz auf dem Mond ist die Verfügbarkeit von Ressourcen wie reinen Metallen und Sauerstoff, um beispielsweise Unterkünfte, eine Forschungsstation und die notwendige Infrastruktur für Astronauten zu schaffen. Das sogenannte Mondregolith, loses Gestein, das sich auf der Oberfläche des Mondes befindet, besteht aus Metalloxiden wie zum Beispiel Eisen, Titan, Aluminium oder Magnesium. In diesen Oxiden liegt Sauerstoff in festgebundener Form mit einem Anteil von etwa 50 Prozent an der Gesamtmasse vor. Um sowohl den Sauerstoff als auch die Metalle in ihrer Reinform für die Menschen verfügbar zu machen, ist ein Prozess unter Weltraumbedingungen mit wenig Verbrauchsmaterialien erforderlich. Am Fraunhofer IST arbeiten wir an einem solchen Verfahren zur Extraktion reiner Elemente aus Mondregolith.

**Was sind die Herausforderungen bei der Ressourcengewinnung auf dem Mond?**

Wir müssen mit den Vorräten und Ressourcen leben, die es auf dem Mond gibt. Wir können nur wenig von der Erde hochbringen, weil das natürlich viel zu teuer wird. Ein Kilogramm Payload für eine Rakete kostet etwa 15 000 Euro und wir können nicht Tonnen über Tonnen dort hoch transportieren. Das heißt, die große Herausforderung ist, dass alles, was wir auf dem Mond brauchen, Häuser, Straßen, Lampen, jeden einzelnen Schraubendreher, aus dieser Ressource, dem Regolith, hergestellt werden muss.

### An welchen Projekten arbeiten Sie, um dieses Ziel zu erreichen?

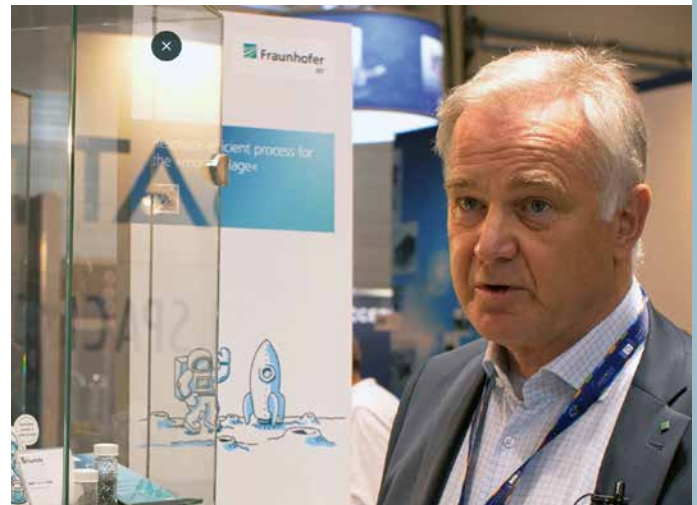
Ein Projekt ist ELMORE, das steht für »ELEktrochemische Prozesse zur Gewinnung reiner Elemente aus MOndREGolith« und wurde vom DLR gefördert. Das Ziel des Projekts ist es, nutzbare Metalle und Sauerstoff aus Regolith zu gewinnen, d. h. wir versuchen, Regolith so aufzuspalten, dass wir auf der einen Seite Eisen, Aluminium oder Silizium und auf der anderen Seite Sauerstoff bekommen. Das ist schon eine sehr große Herausforderung, besonders, weil auf dem Mond völlig andere, sehr schwierige Bedingungen vorherrschen.

### Welche Bedingungen sind das?

Es ist mit  $-120\text{ °C}$  bitterkalt in der Nacht, während es mit Temperaturen von  $170\text{ °C}$  tagsüber sehr heiß wird. Dazu kommt noch der veränderte Tag-Nacht-Rhythmus: Ein Tag-Nacht-Zyklus auf dem Mond entspricht einem Zeitraum von etwa einem Monat auf der Erde. Von Sonnenaufgang bis zum Höchststand der Sonne vergeht rund eine Woche, eine weitere Woche dauert es, bis die Sonne wieder untergegangen ist und sich eine etwa 14-tägige Mondnacht anschließt. Für derart lange Nächte muss unter anderem ausreichend Energie gespeichert werden.

### Wie kann das gelingen? Gibt es dafür bereits Lösungsansätze?

Im DLR-Projekt »Ferrotherm« arbeiten wir an der Idee, eine kohlenstofffreie Energieerzeugung durch Eisenverbrennung und elektrochemisches Recycling zu entwickeln. Der Vorteil: Das Eisenoxid, das bei der Verbrennung entsteht, ist fest und lässt sich elektrochemisch recyceln. Dieses Prinzip der Eisenverbrennung soll in einem späteren Schritt auf ein Kraftwerk übertragen werden – analog zu einem Kraftwerk auf der Erde. Denn da es auf dem Mond keine fossilen Brennstoffe gibt und die vorhandenen Ressourcen ebenfalls endlich sind, sind wir auf der Suche nach einem auch langfristig tragbaren Ansatz. Dieser Prozess könnte dann mittelfristig auch auf die Energieerzeugung ohne fossile Brennstoffe auf der Erde übertragen werden.



Dr. Andreas Dietz im Interview.

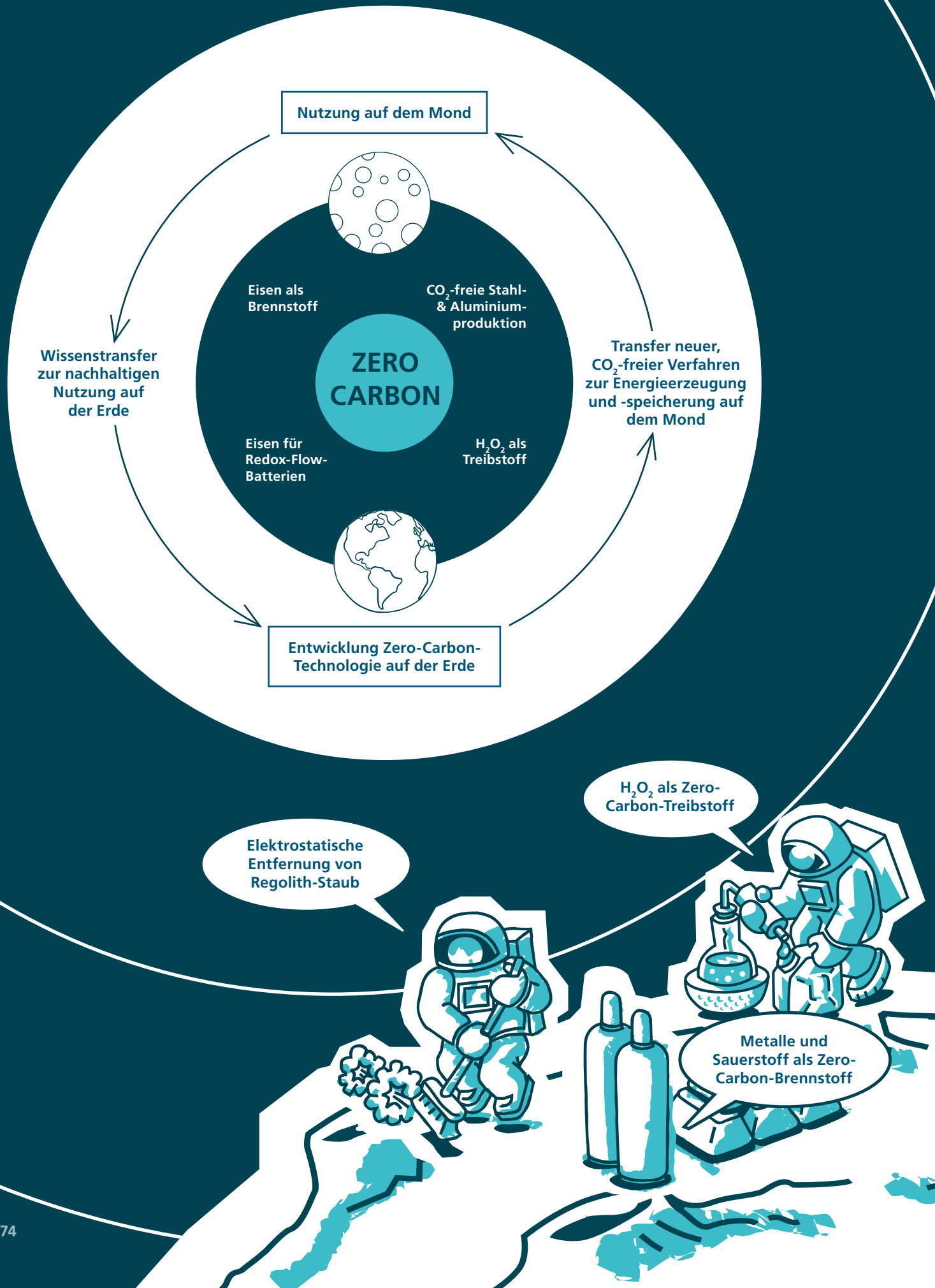
### Glauben Sie, dass – angesichts der Klimakrise – es sinnvoll ist, soviel Geld zu investieren, um den Mond als Lebensraum nutzbar zu machen?

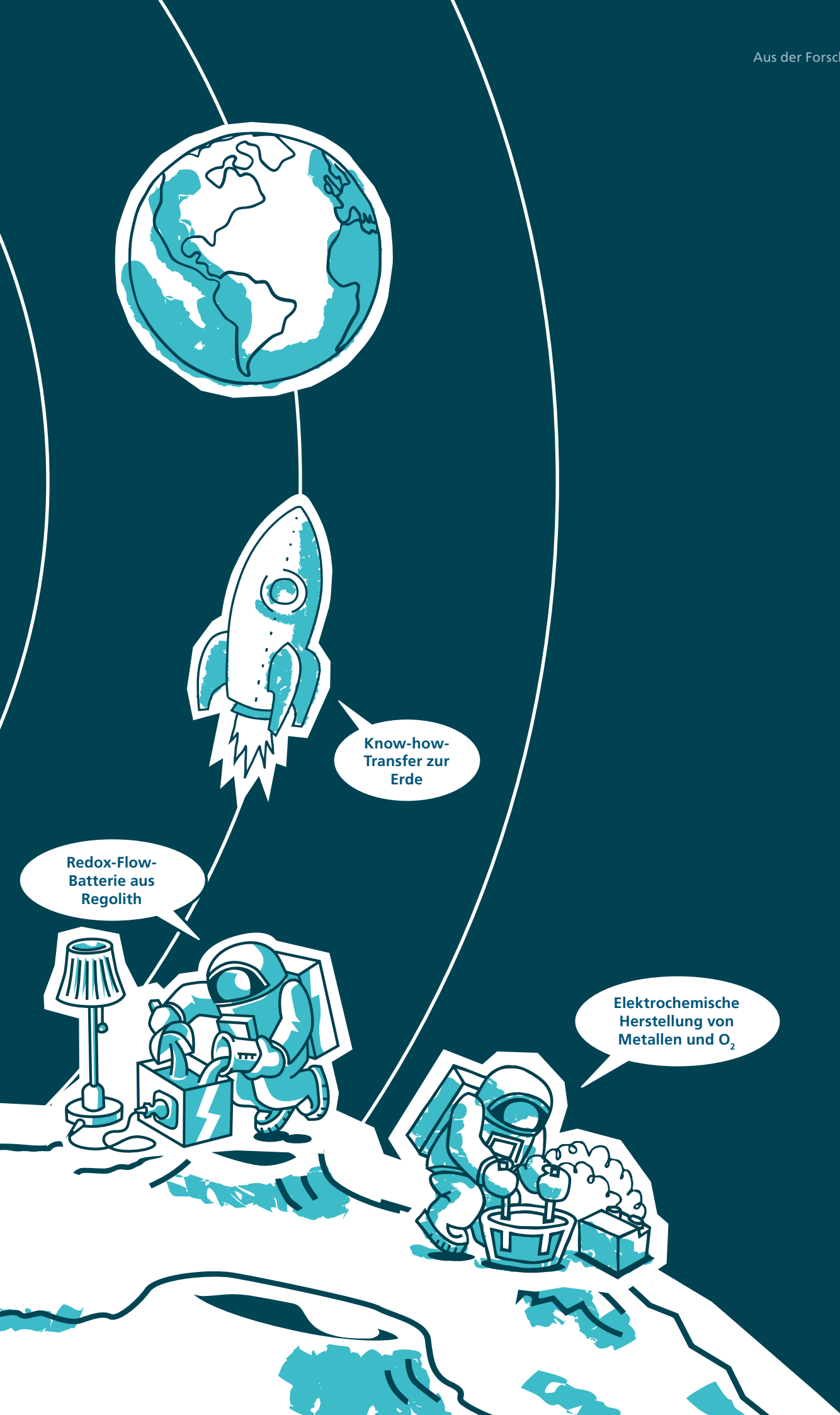
Wir möchten nicht einfach nur zum Mond fliegen, sondern wollen alle diese Ideen und Technologien, die wir für »Moon Village« entwickeln, auch auf der Erde nutzen. So wollen wir die Dekarbonisierung vorantreiben. Da trifft es sich gut, dass wir auf dem Mond ohnehin keinen Kohlenstoff haben. Wenn wir es also schaffen, dort Eisen als Brennstoff erfolgreich einzusetzen, dann können wir das auch auf der Erde nutzen. Ein ähnliches Beispiel sind Batterien: Sinnvolle Energieträger auf dem Mond wären sogenannte Redox-Flow-Batterien, die es auf der Erde bereits gibt. Diese basieren auf Vanadium, mit dem jedoch niemand arbeiten möchte, weil es als kritischer Rohstoff gilt. Auf dem Mond gibt es kein Vanadium und man muss sich mit dem begnügen, was zur Verfügung steht: Eisen, Titan, Magnesium. Das heißt, man denkt darüber nach, Redox-Flow-Batterien in Zukunft aus Eisen oder Titan herzustellen und das dann auf die Erde zu transferieren. Eine Batterie aus Eisen wäre wirklich ein tolles Geschenk. Es nicht kritisch, überall verfügbar und darüber hinaus sehr günstig.

### Ihr Fazit?

Das sind alles Ideen, die uns umtreiben, wenn es um die Entwicklung von ISRU-Themen (In-situ-Resource-Utilization) für den Mond geht. Uns geht es vor allem darum, nachhaltige und effiziente Innovationen für Weltraum und Erde zu entwickeln. Der Hauptgedanke dabei ist für uns immer, diese Technologien auch auf der Erde zu nutzen, um dort ressourceneffizient, ohne Kohlenstoff und somit nachhaltiger zu arbeiten zu können.





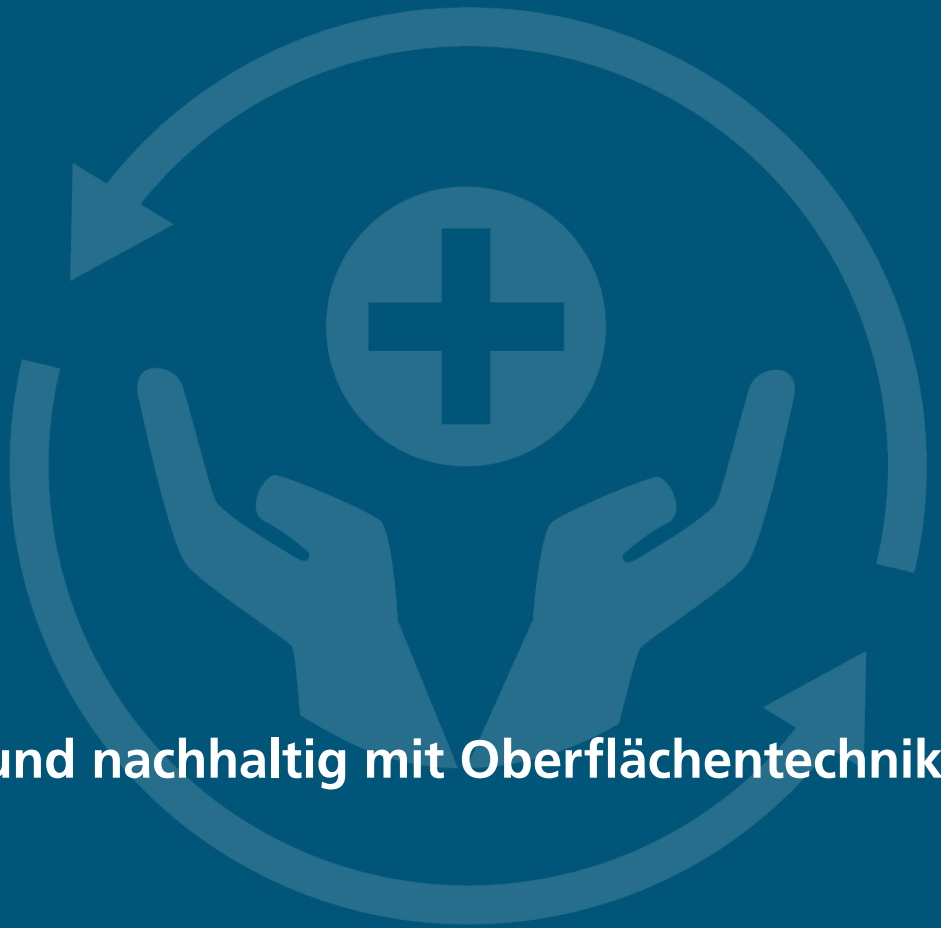


Know-how-  
Transfer zur  
Erde

Redox-Flow-  
Batterie aus  
Regolith

Elektrochemische  
Herstellung von  
Metallen und  $O_2$





**Individualisiert und nachhaltig mit Oberflächentechnik**

## Medizin- und Pharmaverfahrenstechnik

Beschichtungs- und Oberflächentechnologien sind ein Schlüssel zu innovativen Produkten für die Medizin- und Pharmaverfahrenstechnik. Hohe Qualitätsanforderungen, komplexe regulatorische Anforderungen, anlagenbezogene und betriebliche Bedingungen und nicht zuletzt die Digitalisierung stellen die Branche vor große Herausforderungen.

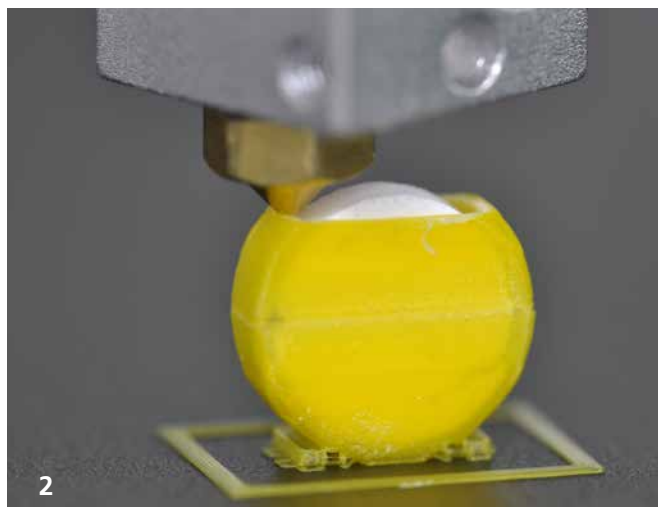
*Anwendung der Plasmatechnik im Bereich der Medizin- und Pharmaverfahrenstechnik:  
Mit einer Plasmabehandlung lässt sich die Migration von Weichmachern aus Blutbeuteln reduzieren.*



# Maßgeschneiderte Beschichtungen für medizinische Produkte und Produktionssysteme



*Funktionalisierung von Wirk- und Hilfsstoffen mittels Plasmaverfahren für eine optimierte Herstellung individualisierter Arzneimittel.*



*Einsatz von 3D-Druck für die Herstellung individualisierter Arzneimittel.*

Die optimale patientenzentrierte und individualisierte Versorgung ist ein wichtiges Ziel in der Medizin- und Pharmatechnologie. Ein aktuelles Beispiel aus der Forschung ist es, Tabletten oder Kapseln so zu gestalten, dass sie in kleinen Stückzahlen flexibel, d. h. individualisiert für einen Patienten oder eine kleine Patientengruppe hergestellt werden können.

In interdisziplinären Teams entwickelt das Fraunhofer IST Lösungen für Produkte und Produktionssysteme der Medizin- und Pharmaverfahrenstechnik. Durch adhäsionssteuernde Oberflächen optimieren wir u. a. Zellkultursysteme und Implantate. Mit funktionellen Beschichtungen steigern wir z. B. die Sensitivität diagnostischer Testverfahren. Im Bereich Hygiene entwickeln wir neben nachhaltigen antibakteriellen Beschichtungen innovative Reinigungssysteme zur Flächendesinfektion.



## Gebündeltes Know-how und Expertise

Im Bereich der individuellen Arzneimittelherstellung arbeiten wir in enger Kooperation mit dem Zentrum für Pharmaverfahrenstechnik PVZ der TU Braunschweig an pharmazeutischen Produktionstechnologien und Produktentwicklungen im Rahmen eines Translationslabors mit dem Ziel, Forschungsergebnisse und Innovationen gemeinsam noch schneller in die Anwendung zu bringen sowie Partner als Innovationslotsen zu begleiten. Unser Fokus liegt dabei auf additiven Fertigungstechnologien und der Modifizierung von Wirk- und Hilfsstoffen für eine verbesserte Verarbeitung und Funktionalität sowie den Wechselwirkungen zwischen Arzneistoffen und Produktionssystemen in unterschiedlichen industriellen Maßstäben.

Gemeinsam mit der TU Braunschweig und dem Städtischen Klinikum Braunschweig arbeiten wir an einem Patientenzimmer der Zukunft mit dem Ziel, bautechnische Lösungen, smarte Materialien und Oberflächen sowie zukunftsfähige Ausstattungselemente und Produkte zu entwickeln.

Als Mitglied des Fraunhofer Leistungszentrums Medizin- und Pharmatechnologie beschäftigen wir uns gemeinsam mit dem Fraunhofer ITEM und dem Fraunhofer IMTE an der Gestaltung einer Plattform für die Forschung und den Innovationstransfer in die Patientenversorgung. Unser Fokus liegt dabei auf personalisierten Implantaten und Respirationssystemen sowie der individualisierten Arzneimittelherstellung.

## #WeKnowSolutions

- Beschleunigung des Innovationstrfers für die individualisierte Arzneimittelproduktion und neue Verpackungskonzepte
- Qualifizierte Anlagen
- Produktorientierte Prozess- und Quellenentwicklung für funktionelle Oberflächen, Reinigung und Hygiene sowie für additive Fertigungstechnologien
- Entwicklung von Materialien und Reinigungssystemen im Forschungs- und Studienlabor eines »Patientenzimmers der Zukunft«
- Translationslabor zur individualisierten Arzneimittelproduktion
- Individuelle oberflächentechnische Lösungen für Produktionsanlagen
- Übergreifende Entwicklung von Prozessketten für Pharmaproduktionssysteme in Zusammenarbeit mit dem PVZ der TU Braunschweig

## Kontakt

Dr. rer. nat. Kristina Lachmann  
Telefon +49 531 2155-683  
kristina.lachmann@ist.fraunhofer.de

## Aus der Forschung

# Automatisierte Reinigung und Vorbehandlung

**Die COVID-19-Pandemie hat deutlich gezeigt, wie wichtig schnelle und einfache Reinigungs- und Desinfektionssysteme in unserem Alltag sind. In öffentlichen Gebäuden, medizinischen Einrichtungen oder in der Mobilitätsbranche – überall besteht unverzichtbarer Bedarf an nachhaltigen, möglichst leicht zu reinigenden Oberflächen. Das Fraunhofer IST arbeitet daher an der Entwicklung automatisierter und auf die Oberfläche und die Verschmutzung angepasster Prozeduren für eine effiziente und materialschonende Reinigung.**




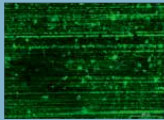
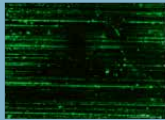
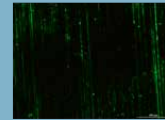

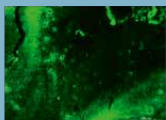
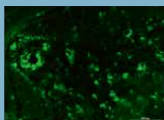
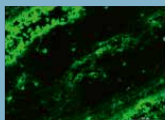
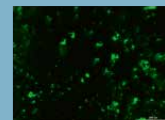
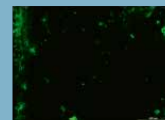
### Nachhaltige Lösungen für saubere Oberflächen

Gebäude-Innenräume oder das Interieur in Fahrzeugen sind von einer hohen Materialvielfalt und verschiedenen Geometrien geprägt. Hochwertig anmutende Materialien, funktionelle Oberflächen mit Touch-Funktionen oder Textilien sind unterschiedlichsten Belastungen und Anforderungen ausgesetzt. Optimale, auf eine Langlebigkeit der Materialien und Oberflächen abgestimmte Reinigungsprozeduren sind dabei extrem komplex, da oft für jede Oberfläche ein anderes Reinigungsmittel benutzt werden muss. Dies verursacht hohe Kosten, große Umweltbelastungen und führt häufig auch zu Fehlern, die eine irreversible Schädigung der Oberflächen zur Folge haben können.

### Multifunktionelle Oberflächen und innovative autarke Reinigungssysteme

Am Fraunhofer IST bieten wir kundenspezifische Lösungen für multifunktionelle Oberflächen, die zum Beispiel antimikrobielle, schmutzabweisende oder flammhemmende Eigenschaften haben. Dabei nutzen wir eine umfassende Oberflächenanalytik und können damit u. a. Schichtzusammensetzung, -stabilität sowie Benetzung und Mikrobiologie bewerten. Ergänzend dazu entwickeln wir neue Reinigungssysteme, die auf das

*Kompakte Plasmaquelle mit integrierter Hochspannung und Absaugung zur Reinigung und Vorbehandlung.*

Zeit [s]	10	30	60	120	300
Edelstahl					
Siliziumwafer					

Nachweis des Reinigungseffekts der Plasmabehandlung für Triglyceride mittels Fluoreszenznachweisverfahren.

Material angepasste Reinigungsprozeduren durchführen sollen. Hierzu zählt die Entwicklung von kompakten Plasmaquellen, die in robotergeführte und mobile autarke Systeme integriert werden können, sowie Systeme zur In-situ-Herstellung von ozoniertem Wasser.

### Ausblick: Automatisierte Reinigung

Die umfassende Kenntnis von Oberflächen- und Materialeigenschaften sowie unterschiedlicher Reinigungssysteme ermöglicht es, auf die Problemstellung angepasste Reinigungsprozeduren anzubieten. Perspektivisch sollen Sensoren zur Material- und Schmutzerkennung in die Reinigungssysteme integriert werden, um datenbasiert auf das Material und die Verschmutzung ausgerichtete automatisierte Reinigungsprozeduren sowie neue optimal zu reinigende Oberflächen zu entwickeln.

### Das Projekt

Das Projekt wurde finanziell von der Fraunhofer-Gesellschaft im Rahmen des Projekts »MobDi – Mobile Desinfektion« gefördert.



### Kontakt

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





*Atmosphärendruckplasma-Behandlungssystem für mittelgroße 3D-Bauteile  
(< 50 cm x 50 cm x 80 cm) mit robotergeführter Plasmadüse.*

## Aus der Forschung

# Robotergeführte Plasmabehandlung von 3D-Oberflächen

**Robotergeführte Plasmabehandlungen ermöglichen die strukturierte Modifikation der Oberflächenchemie von dreidimensionalen Bauteilen. Auf diese Weise lässt sich z. B. die Adhäsion von Lackierungen und Verklebungen auf Oberflächen steuern und verbessern. Am Fraunhofer IST wurde ein entsprechendes System erfolgreich aufgebaut und getestet, um anwendungsnahe Bauteile behandeln und den Einfluss dieser Behandlung untersuchen zu können.**

## Möglichkeiten einer Plasmabehandlung

Mithilfe von Atmosphärendruckplasmen können Oberflächen von verschiedensten Materialien wie z. B. von Polymeren, Keramiken oder Metallen modifiziert werden. Abhängig vom Prozessgas ist es möglich, Oberflächen zu ätzen, aufzurauen, zu oxidieren, zu reduzieren, zu funktionalisieren oder zu beschichten. Die Oberflächeneigenschaften und die Weiterverarbeitbarkeit von Werkstücken durch Verkleben, Lackieren oder Verschmelzen kann durch eine Plasmabehandlung erheblich verbessert werden. Verunreinigungen können entfernt, Benetzung und Adhäsion erhöht werden. Dies wird insbesondere auf 2D-Oberflächen wie Polymerfolien und -platten bereits intensiv technologisch genutzt und ist aktueller Stand der Technik. Es stehen zu diesem Zweck verschiedenste Plasmaquellen mit verschiedenen Funktionsprinzipien und Einsatzzwecken zur Verfügung.

## Robotergeführte Behandlung mit Plasmajets

Ein interessanter Quellentyp sind sogenannte Plasmadüsen, auch bekannt als Plasmajets. Diese erzeugen einen Strahl aus ionisiertem und aktiviertem Gas, dem Plasma, welches einen sehr definierten Oberflächenbereich behandeln kann. Durch das aktivierte Gas lassen sich die zur Oberflächenmodifikation nötigen chemischen Bindungen aufbrechen. Plasmadüsen eignen sich insbesondere zum Einsatz in robotergeführten Systemen, um eine Behandlung auf räumlichen Bauteilen durchzuführen.

Am Fraunhofer IST wurde ein Atmosphärendruckplasma-Behandlungssystem für mittelgroße 3D-Bauteile ( $< 50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} \times 80 \text{ cm}$ ) mit robotergeführter Plasmadüse aufgebaut. Hiermit können dielektrische und elektrisch leitfähige Materialien mit einem stickstoffhaltigen Plasma behandelt werden. Das System besitzt eine abgesaugte Einhausung, mit der schädliche Prozessgase entfernt werden können. Die Modifikation der Bauteile erfolgt mit einer Auflösung von ca. 1 cm und einer hohen Leistungsdichte von ca.  $500 \text{ W/cm}^2$  sowie Behandlungsgeschwindigkeiten von bis zu 1 m/s. Insbesondere die Verbesserung der Adhäsion von Lackierungen und Verklebungen auf spritzgegossenen Polymeroberflächen konnte hiermit bereits erfolgreich demonstriert werden.

## Ausblick

Zukünftig wird neben der Reinigung und Plasmaaktivierung vermehrt auch die Schichtabscheidung von z. B. Haftvermittlerschichten auf 3D-Oberflächen am Fraunhofer IST untersucht. Neben einer verbesserten Automatisierbarkeit der Prozessierung wird auch die Integration der Behandlung in konkrete Prozessketten im Fokus stehen.



*Plasmabehandlung von dreidimensionalen Oberflächen mit Hilfe eines robotergeführten Systems.*

## Kontakt

Dr. rer. nat. Thomas Neubert  
Telefon +49 531 2155-667  
thomas.neubert@ist.fraunhofer.de





## Innovationstreiber und Schlüsseltechnologie

---

### Optik

Präzise optische Beschichtungen und Oberflächen werden für eine Vielzahl von Anwendungen in der Photonik, Kommunikations-, Halbleiter- und Mikrosystemtechnik sowie in der optischen Messtechnik benötigt. Die Verbesserung der optischen Eigenschaften von Komponenten und die Integration neuer Funktionen in optische Systeme sind wichtige Schwerpunkte der Forschung im Bereich der optischen Technologien.

*Mappingsystem zur Messung der Ellipsometrie, Reflexion, Transmission, Streulicht und Raman-Spektroskopie.*



# Optische Systeme und Anwendungen für die Oberflächentechnik

Die optischen Technologien zählen zu den wichtigsten Wachstums- und Zukunftsbranchen der deutschen Wirtschaft. Neben dem äußeren Erscheinungsbild steht die Funktionalisierung optischer Komponenten im Fokus.

Auf dem Gebiet der Optik ist das Fraunhofer IST mit innovativen Dünnschichttechnologien tätig und bietet maßgeschneiderte Lösungen für die industrielle Anwendung. Es werden sowohl Beschichtungen für optische Komponenten als auch die zugehörige Anlagentechnik entwickelt. Mit zwei Sputteranlagen vom Typ EOSS® (Enhanced Optical Sputtering System) stehen produktionstaugliche Systeme für die Herstellung hochpräziser Interferenzfilter zur Verfügung.

Zur Optimierung der Beschichtungsprozesse und -anlagen werden passgenaue Simulationen und virtuelle Beschichtungsläufe erstellt. Diese verknüpfen wir mit optischer Messtechnik zur Prozesskontrolle und Qualitätssicherung: der In-situ-Steuerung mit dem Monitoringsystem MOCCA+®, mit einem Ex-situ-Mappingsystem für Ellipsometrie, Photometrie und Raman-Spektroskopie oder der Partikel- und Defektanalyse mittels FIB-REM (Focussed Ion Beam/Rasterelektronenmikroskopie) und konfokaler Mikroskopie. Neue Messsysteme werden mit Tools wie Zemax, TracePro oder COMSOL konzipiert und aufgebaut.



Demonstrator auf einem Durchmesser von 200 mm.  
Bandpassfilter mit einer optischen Dichte von 6.  
Oben: Reflexion, unten: Transmission.

## #WeKnowSolutions

- Langjährige und breit gefächerte Expertise im Bereich der Simulation und Herstellung komplexer Interferenzfilter
- Anpassung an verschiedenste Substrate (Glas, Kunststoffe, plan, gekrümmt, nachträglicher Zuschnitt)
- Kombination von optischen Schichtsystemen mit anderen Funktionalisierungen
- Entwicklung neuer intelligenter Materialien, z.B. schaltbar, transparent-leitfähig
- Konzipierung und Entwicklung optischer Messsysteme zur In- und Ex-situ-Anwendung



*Präzisionsoptik 2.0 – die EOSS®-Anlage der zweiten Generation zur Abscheidung interferenzoptischer Filterschichten höchster Präzision ergänzt seit 2022 die Anlagentechnik am Institut. Sowohl auf ebenen als auch gekrümmten Oberflächen können mit der Anlage extrem defektarme Beschichtungen und hochkomplexe Schichtdesigns mit mehreren 100 Einzelschichten realisiert werden. Dabei stehen extreme Präzision und Uniformität der Beschichtung im Vordergrund. Die Prozessführung ist variabel, Beschichtungen können z.B. metallisch, reaktiv oder im Meta-Mode erfolgen.*



*Aufsicht auf den Drehteller der EOSS®-Beschichtungsanlage von oben. Mit dem EOSS®-System können modernste Hochpräzisionsschichten hergestellt werden.*

## Kontakt

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

## Aus der Forschung

# Aufbau zur hochpräzisen Wellenfrontmessung

**Im Rahmen der Euclid-Mission untersucht die ESA dunkle Materie sowie die Entstehung und Ausdehnung des Universums. Das dabei eingesetzte Instrument besitzt ein Abbildungssystem für den sichtbaren und ein Spektrometer für den nahen Infrarotbereich. Die Geräte vermessen das Lichtspektrum weit entfernter Sterne, weshalb die Optik entsprechend hochwertig ausgelegt ist. Die beiden Kanäle werden mithilfe eines Strahlteilers separiert. Für eine effiziente Teilung der beiden Wellenlängenbereiche ist dieser Strahlteiler mithilfe einer dielektrischen Multilagenbeschichtung versehen. Abhängig von der Wellenlänge, dem Einfallswinkel und der Polarisierung induziert der Strahlteiler physikalisch bedingt unterschiedlich stark ausgeprägte Wellenfrontfehler in das Messsystem. Um das Bauteil geeignet charakterisieren zu können, wird ein eigens entwickelter Messaufbau benötigt, dessen Entwicklung das Fraunhofer IST im Rahmen einer Designstudie bearbeitete.**

## Die Herausforderung

Für optische Systeme mit hochgenauen Abbildungseigenschaften spielt die Wellenfrontdeformation neben anderen Abbildungsfehlern eine entscheidende Rolle. Die Anforderungen an einen solchen wie für das Projekt benötigten Aufbau sind daher enorm hoch: Zum einen soll die polarisationsabhängige Messung des reflektierten Wellenfrontfehlers sowie die Punktspreizfunktion des Dichroiten über einer Apertur von 117 mm ermöglicht werden. Zum anderen muss der Spektralbereich von 510 bis 950 nm mit einer Auflösung von  $<0,4$  nm abgedeckt werden. Darüber hinaus ist eine Anpassungsmöglichkeit des Einfallswinkels zwischen  $0^\circ$  bzw. zwischen  $4$  und  $20^\circ$  gewünscht.

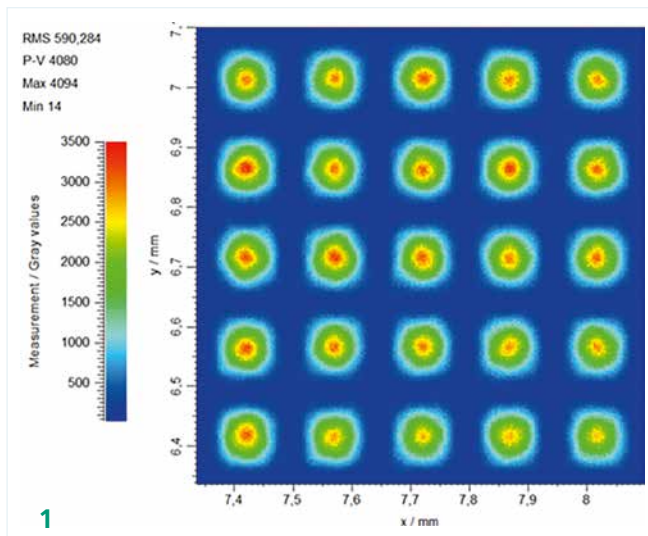
## Messaufbau

Um chromatische Aberrationen zu vermeiden, wurde ein Design mit Spiegeloptiken gewählt. Als Lichtquelle dient ein durchstimmbarer Weißlichtlaser, die Messung der eigentlichen Wellenfront erfolgt über einen sogenannten Shack-Hartmann-Sensor. Die beiden Polarisatoren sowie die

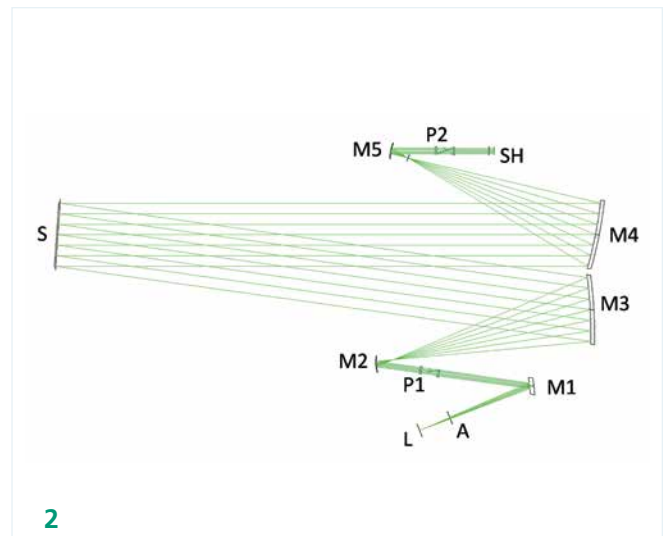
Bühne zum Einstellen des Einfallswinkels können motorisiert betrieben werden. Lediglich für die Messung unter  $0^\circ$  Einfallswinkel muss ein zusätzlicher Strahlteiler eingefügt werden. Der Shack-Hartmann-Sensor als zentrale Komponente des Messaufbaus wurde hinsichtlich Brennweite sowie Anzahl und Separierung der Mikrolinsen optimiert. So war es möglich, die Wiederholgenauigkeit der Messung von 2 nm auf unter 0,97 nm im ganzen Wellenlängenbereich zu reduzieren. Darüber hinaus wurden Geisterbilder, Rausch- und Dynamikverhalten des Sensors untersucht und optimiert.

## Messgenauigkeit

Über eine Monte-Carlo-Simulation wurde schließlich der kumulierte Wellenfrontfehler des gesamten Aufbaus auf 45,3 nm ( $4$  bis  $20^\circ$ ) bzw. 66,5 nm ( $0^\circ$ ) abgeschätzt. Da der Wellenfrontfehler nur als relative Größe aus zwei Wellenfrontmessungen zugänglich ist, wird eine entsprechend genaue Referenzierung benötigt. Die eigentliche Genauigkeit der Messung wurde mithilfe eines extern vermessenen Referenzsubstrats sowie über die Rekonstruktion und Wiederholgenauigkeit des Sensors auf 1,71 nm RMS bestimmt.



Spotbild gemessen auf dem Shack-Hartmann-Sensor UHR3 von Optocraft bei einer Wellenlänge von 1064 nm.



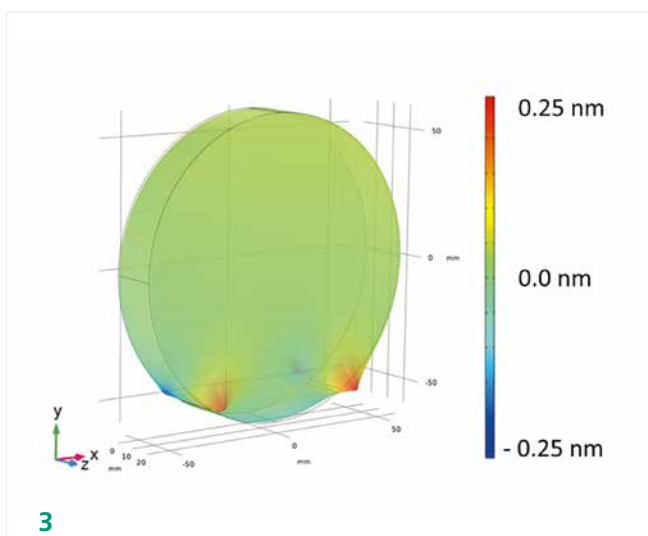
Strahlengang zur Messung des Wellenfrontfehlers für einen Einfallswinkel von 4°.

## Ausblick

Die durchgeführte Designstudie ebnet den Weg für hochgenaue Wellenfrontmessungen über breite Spektralbereiche, die in ähnlichen Aufbauten realisiert werden können. Die Kompetenzen im Bereich der optischen Messtechnik und Charakterisierung sowie im Optikdesign, auch mittels ZEMAX, ergänzen das am Fraunhofer IST vorhandene Know-how zu präzisionsoptischen Beschichtungen.

## Das Projekt

Diese Forschungsarbeit wurde im Rahmen des Projekts No. AO/1-10283/20/NL/PM von der ESA finanziert und mit Unterstützung von Asphericon (Toleranzanalyse) und Optocraft (Messungen der Shack-Hartmann-Konfigurationen) durchgeführt.



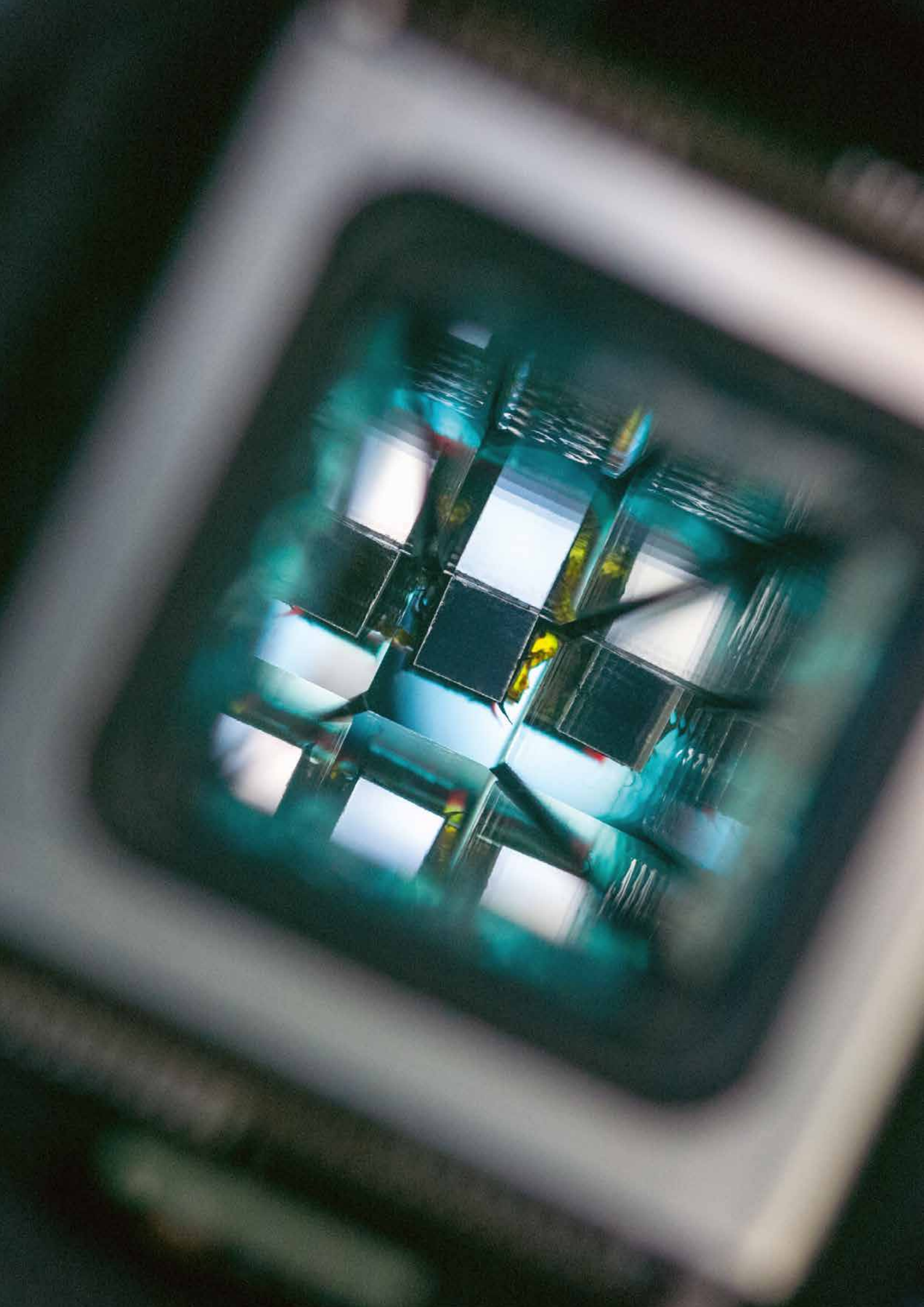
Simulierte Oberflächenverformung des Substrats in Z-Richtung aufgrund der Halterung.



## Kontakt

Chris Britze, M.Sc.  
Telefon +49 531 2155-516  
chris.britze@ist.fraunhofer.de







**Nachhaltige, saubere Lösungen  
für Wasser, Boden und Luft**

---

## Umwelttechnik, Agrar- und Ernährungswirtschaft

Die Branche steht vor einer Vielzahl von Herausforderungen, die insbesondere mit Umweltschutz, Nachhaltigkeit, Lebensmittelsicherheit und den Anforderungen einer wachsenden Weltbevölkerung zusammenhängen. Im Fokus steht daher die Entwicklung nachhaltiger und umweltfreundlicher Lösungen, um den Bedürfnissen heutiger und zukünftiger Generationen gerecht zu werden.

*Demonstrator einer mobilen Messpistole  
mit lumineszenter Trägerfolie.*





*Künftige Gewährleistung der Ernährungssicherheit erfordert innovative Agrarsysteme.*

## Innovative Lösungen für eine bessere Zukunft

Die Umweltbranche sieht sich mit den wachsenden Herausforderungen des Klimawandels, der Umweltverschmutzung und der daraus folgenden Notwendigkeit nachhaltiger Prozessketten und Materialien sowie der zunehmenden Digitalisierung konfrontiert. Die wachsende Weltbevölkerung und geopolitische Instabilität stellen darüber hinaus unsere heutigen Agrarsysteme vor komplexe Aufgaben.

Die Gewährleistung einer zuverlässigen Ernährungssicherheit unter Einhaltung erforderlicher ökologischer Standards und ökonomischer Randbedingungen erfordert dringend neue Lösungen. Der Aufbau dezentraler und resilienter Agrarproduktionssysteme zur Sicherung der Nahrungsmittelproduktion kann einen wesentlichen Beitrag für eine nachhaltige Krisenbewältigung für die Bevölkerung leisten.

Im Rahmen des Nexus Wasser, Energie und Ernährungssicherheit entwickelt das Fraunhofer IST in interdisziplinären Teams nachhaltige Prozesse und Systeme zur Wasseraufbereitung und zur Desinfektion. Wir nutzen Diamantelektroden, um hochwirksame Oxidationsmittel im Wasser zu erzeugen, die Spurenstoffe eliminieren oder die Bildung von Biofilmen verhindern können. Mit amorphen Kohlenstoffschichten schützen wir die Oberflächen von Ventilen oder Wärmeübertragern in der chemischen, pharmazeutischen und Lebensmittelindustrie

vor Fouling. Unsere elektrochemischen Systeme erzeugen ozoniertes Wasser beispielsweise zur Reinigung von Werkzeugen zur Boden- und Pflanzenbearbeitung und zur Schädlingsbekämpfung ohne zusätzliche Chemikalien, um so den Ernteertrag zu erhöhen, zur Verarbeitung von landwirtschaftlichen Erzeugnissen oder zur Desinfektion von Anbausystemen. Auch im Bereich des Pflanzenbaus forscht das Fraunhofer IST an neuartigen Lösungen für den Einsatz von ozoniertem Wasser. Ein Forschungsgewächshaus auf unserem Campus mit hydroponischen Anbausystemen sowie das mobile Rucksacksystem OzoDis zur bedarfsgerechten Vernebelung von ozoniertem Wasser ermöglichen die Erprobung unter realen Umgebungsbedingungen oder direkt in Feldversuchen. Darüber hinaus setzen wir Photokatalysatoren zur Wasser- und Luftreinigung ein und beurteilen deren Wirksamkeit im Labor sowie im Feld.

*Mobiles System zum Versprühen ozonierten Wassers zur Flächendesinfektion einer Spargelschälmaschine.*

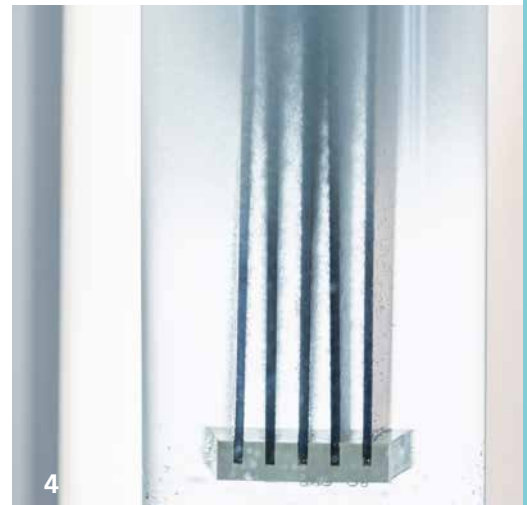




*Mobiler Ozongenerator »DiaDis« zur Erzeugung von ozoniertem Wasser auf Basis von Diamantelektroden. Das direkt im Wasser erzeugte Ozon kann zur Foulingreduzierung auf RO-Membranen sowie zur Vermeidung von Biofilmen in Reinstwasser- oder in Kühlanlagen eingesetzt werden. Alternativ lässt sich die Anlage zur Abtötung Viren, Keimen und Schädlingen einsetzen, um beispielsweise Oberflächen zu desinfizieren oder das Pflanzenwachstum zu verbessern.*

## #WeKnowSolutions

- Entwicklung von Systemlösungen zur Wasseraufbereitung und -desinfektion auf Basis stationärer oder mobiler Systeme
- Verringerung des Reinigungs- und Wartungsaufwands durch Antifoulingbeschichtungen oder elektrochemische Sanitisierung
- Steigerung des Ernteertrags durch Schädlingsbekämpfung oder keimreduzierte Verarbeitungsprozesse ohne den Einsatz zusätzlicher Chemikalien
- Zertifizierte Bewertung der Leistungsfähigkeit von photokatalytisch aktiven Produkten nach DIN-, CEN- und ISO-Normen
- Erprobung von kundenindividuellen Entwicklungen im realen Anbau von Pflanzen in einem Forschungsgewächshaus
- Einsatz und Anpassung des mobilen Rucksacksystems »OzoDis« zur bedarfsgerechten Vernebelung von ozoniertem Wasser
- Einsatz und Anpassung der mobilen Desinfektionseinheit auf Basis von Diamantelektroden »DiaDis« zur Reinigung von Abwasser für die landwirtschaftliche Bewässerung
- Anwendung von Atmosphärendruck-Plasmaverfahren zur Saatgutbehandlung



*Wasserreinigung mit Hilfe von Diamantelektroden.*

## Kontakt

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

Dr. Guido Hora  
Telefon +49 531 2155-373  
guido.hora@ist.fraunhofer.de



## Aus der Forschung

# Forschung für den Pflanzenbau der Zukunft

**Die Sicherstellung der weltweiten Ernährung wird aufgrund des fortschreitenden Klimawandels und der intensiven Nutzung der Ökosysteme zunehmend herausfordernd: Die Wasserknappheit nimmt auch in unseren Breitengraden zu, vielfältige Verunreinigungen behindern die Wiederverwendung von Wasser, Energiepreise steigen und kriegerische Auseinandersetzungen behindern Anbau und Export. Das erfordert neue Lösungen für die Erzeuger, um ihre Produktivität zu erhöhen sowie den Einsatz von Energie und Wasser zu minimieren. Wasserversorger und Wasserverbraucher benötigen Lösungen, um Schadstoffe zu reduzieren und den Einsatz von Chemikalien zu vermeiden.**

### Pflanzenproduktion mit hochproduktiven Kultursystemen

Zur größtmöglichen Kontrolle und Optimierung der Anbaubedingungen werden von Gemüsebauern zunehmend Gewächshäuser und hydroponische Anbausysteme eingesetzt. In diesen hochtechnisierten Systemen gibt es vielfältige Herausforderungen, für die das Fraunhofer IST mithilfe der Schicht- und Oberflächentechnik sowie der Digitalisierung Lösungen entwickelt. Ein neu auf dem Campus in Braunschweig aufgebautes Gewächshaus dient dabei als Forschungslabor sowie als Demonstrator für Kunden und Partner (vgl. Abbildung 1), um zukunftsfähige Agrarsysteme zu erforschen und weiter zu entwickeln.

Mit den im Gewächshaus aufgebauten Hydroponik-Anbausystemen lassen sich sowohl Aspekte der Pflanzenproduktion erforschen, als auch FuE-Themen aus den Bereichen Bewässerung und Nährlösung behandeln.

### Desinfektion und Schädlingsbekämpfung ohne Zusatz von Chemikalien

Mit diamantbeschichteten Elektroden lässt sich sehr energieeffizient in Wasser gelöstes Ozon herstellen. Damit können Prozesswassersysteme und Oberflächen desinfiziert werden, ohne Chemikalien zuzusetzen.

Das Fraunhofer IST hat zwei Demonstratorsysteme entwickelt: In der mobilen DiaDis-Anlage können 100 Liter ozoniertes Wasser mit bis zu 10 mg/m<sup>3</sup> Ozon bereitgestellt werden, das unter anderem im Pflanzenbau zur Behandlung von Böden und zur Bekämpfung von Nematoden eingesetzt werden kann<sup>1</sup>. Mit der tragbaren Sprüheinheit (vgl. Abbildung 2) lassen sich Oberflächen desinfizieren und Schädlinge auf Pflanzen bekämpfen.

<sup>1</sup>Kanfra, Xorla ; Elhady, Ahmed ; Thiem, Hendrik ; Pleger, Sven ; Höfer, Markus ; Heuer, Holger: Ozonated water electrolytically generated by diamond-coated electrodes controlled phytonematodes in replanted soil. In: Journal of Plant Diseases and Protection (2021), Nr. 128, S. 1657–1665



*Forschungsgewächshaus des Fraunhofer IST.*



*Bekämpfung von Pflanzenschädlingen mit ozoniertem Wasser.*

## Ausblick

Das neu aufgebaute Gewächshaus wird kontinuierlich ausgebaut und mit weiterer Produktionstechnik ausgestattet. Sensoren und Steuerungen werden eine Digitalisierung der Pflanzenproduktion zur Überwachung, Automatisierung und Prozessregelung ermöglichen. Im Gewächshaus können Kunden und Partnern Entwicklungen unter realen Anbaubedingungen erproben.

Die DiaDis-Anlage sowie die tragbare Sprüheinheit stehen zur Verfügung, um ozoniertes Wasser bei Kunden zur Desinfektion von Prozesswassersystemen oder Oberflächen zu erproben und darauf aufbauend bedarfsgerecht angepasste Systeme zu entwickeln.



## Kontakt

Dr.-Ing. Jan Gäbler  
Telefon +49 531 2155-625  
[jan.gaebler@ist.fraunhofer.de](mailto:jan.gaebler@ist.fraunhofer.de)







# Das Fraunhofer IST in Netzwerken

---





*Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft.*

# Die Fraunhofer-Gesellschaft auf einen Blick

Die Fraunhofer-Gesellschaft mit Sitz in Deutschland ist die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien sowie auf die Verwertung der Ergebnisse in Wirtschaft und Industrie spielt sie eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Sie ist Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen und wissenschaftliche Exzellenz. Mit inspirierenden Ideen und nachhaltigen wissenschaftlich-technologischen Lösungen fördert die Fraunhofer-Gesellschaft Wissenschaft und Wirtschaft und wirkt mit an der Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft.

Interdisziplinäre Forschungsteams der Fraunhofer-Gesellschaft setzen gemeinsam mit Vertragspartnern aus Wirtschaft und öffentlicher Hand originäre Ideen in Innovationen um, koordinieren und realisieren systemrelevante, forschungspolitische Schlüsselprojekte und stärken mit wertorientierter Wertschöpfung die deutsche und europäische Wirtschaft. Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Austausch mit den einflussreichsten Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

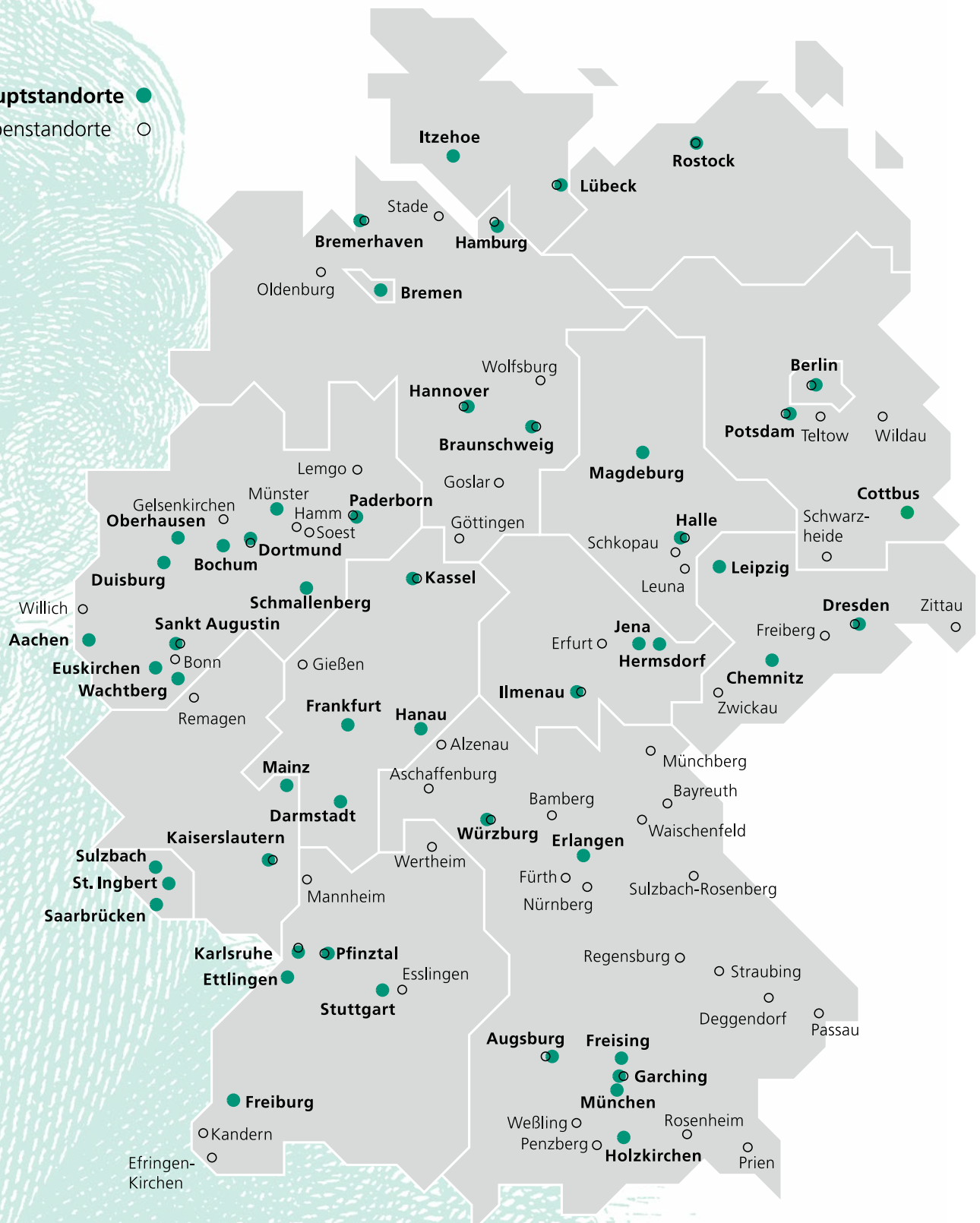
Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 76 Institute und Forschungseinrichtungen. Unsere derzeit rund 30800 Mitarbeitenden, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von rund 3,0 Mrd. €. Davon fallen 2,6 Mrd. € auf den Bereich Vertragsforschung. Rund zwei Drittel davon erwirtschaftet Fraunhofer mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Rund ein Drittel steuern Bund und Länder als Grundfinanzierung bei, damit die Institute schon heute Problemlösungen entwickeln können, die in einigen Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft entscheidend wichtig werden.

Die Wirkung der angewandten Forschung geht weit über den direkten Nutzen für die Auftraggeber hinaus: Fraunhofer-Institute stärken die Leistungsfähigkeit der Unternehmen, verbessern die Akzeptanz moderner Technik in der Gesellschaft und sorgen für die Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Hoch motivierte Mitarbeitende, die Spitzenforschung betreiben, stellen für uns als Wissenschaftsorganisation den wichtigsten Erfolgsfaktor dar. Fraunhofer bietet daher die Möglichkeit zum selbstständigen, gestaltenden und zugleich zielorientierten Arbeiten und somit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung, die zu anspruchsvollen Positionen in den Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft befähigt. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und des frühzeitigen Kontakts mit Auftraggebern hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen. Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich.



**Hauptstandorte** ●  
Nebenstandorte ○



# 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 für 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.

Fraunhofer-Verbund

## Produktion

Fraunhofer-Verbund

## Light & Surfaces

Geschäftsbereich

## Adaptronik

Forschungsfeld

## Leichtbau

Geschäftsbereich

## Reinigung

Fraunhofer-Allianz

## SysWasser

Fraunhofer Cluster of Excellence

## Cognitive Internet Technologies

Leistungszentrum

**Medizin- und  
Pharmatechnologie**

Fraunhofer-Allianz

**Batterien**

Fraunhofer-Netzwerk

**Nachhaltigkeit**

Fraunhofer

**POLO®**

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**



# Vernetzung regional und deutschlandweit

**Eine stärkere Vernetzung und Verzahnung sowohl der Forschungsthemen als auch der Forschungsakteure steht im Vordergrund der Aktivitäten des Fraunhofer IST innerhalb Braunschweigs, aber auch deutschlandweit.**

## ForschungsRegion Braunschweig

Um Wissen zu vernetzen, Innovationen nachhaltig zu fördern und die Spitzenposition der Wissenschaftsregion Braunschweig zu stärken, schlossen sich im Jahr 2004 insgesamt 27 Hochschulen, Bundesforschungsanstalten, Helmholtz-Institute, Fraunhofer-Institute, Forschungseinrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft, Museen, Bibliotheken, das Klinikum Braunschweig und weitere Einrichtungen mit international hoch angesehener Forschung zur ForschungsRegion Braunschweig e.V. zusammen – mit dabei ist auch das Fraunhofer IST.

## Fraunhofer-Zentrum Circular Economy für Mobilität

Der Forschungscampus Open Hybrid LabFactory e.V. (OHLF) gilt in Deutschland als eine der führenden Adressen für die Erforschung und Entwicklung von Lösungen, wie zukünftig die industrielle Fahrzeugproduktion nachhaltig und im Sinne einer Circular Economy gestaltet werden kann. Hier arbeiten das Fraunhofer CCEM und die TU Braunschweig gemeinsam an dem Ziel, neue Materialien, Produktionstechniken und digitale Methoden, die eine unabdingbare Voraussetzung zur Umsetzung zukünftiger Kreislaufsysteme bilden, wirtschaftlich und ökologisch nachhaltig zu entwickeln und zu bewerten. Im Fraunhofer CCEM forscht das Fraunhofer IST gemeinsam mit den Fraunhofer-Instituten IFAM, IWU und WKI an Verfahren zur automatisierten Demontage, Reinigung, zum Remanufacturing, ReUse sowie zu nachhaltigen Oberflächenprozessen entlang einer zirkulären Prozesskette und der großseriennahen Erprobung dieser Technologien.

## Fraunhofer-Zentrum für Energiespeicher und Systeme ZESS

Als gemeinsame Forschungs- und Transferplattform arbeitet das Zentrum an der Erarbeitung von Systemlösungen für Batterien und Brennstoffzellen im Bereich Elektromobilität sowie für stationäre Speicher als Bestandteile der Energiewende. Mit dem Ziel, mobile und stationäre Speichertechnologien zur

Marktreife zu führen, bündelt das Fraunhofer IST gemeinsam mit den Fraunhofer-Instituten IKTS und IFAM sowie der Battery LabFactory Braunschweig der TU Braunschweig ihre technischen Kompetenzen und forschen an der Weiterentwicklung der Technologien zu prototypenfähigen Lösungen und Systemen.

## Wasserstoff Campus Salzgitter

Am Wasserstoff Campus Salzgitter arbeitet das Fraunhofer IST in Kooperation mit der Stadt Salzgitter, der Salzgitter AG, MAN Energy Solutions, Robert Bosch Elektronik GmbH, Alstom Transport Deutschland GmbH, der WEVG und regionalen Unternehmen daran, mit regionaler Wasserstoffkompetenz CO<sub>2</sub>-neutrale Lösungen für die industrielle Nutzung zu entwickeln.

## Kooperationen mit der TU Braunschweig

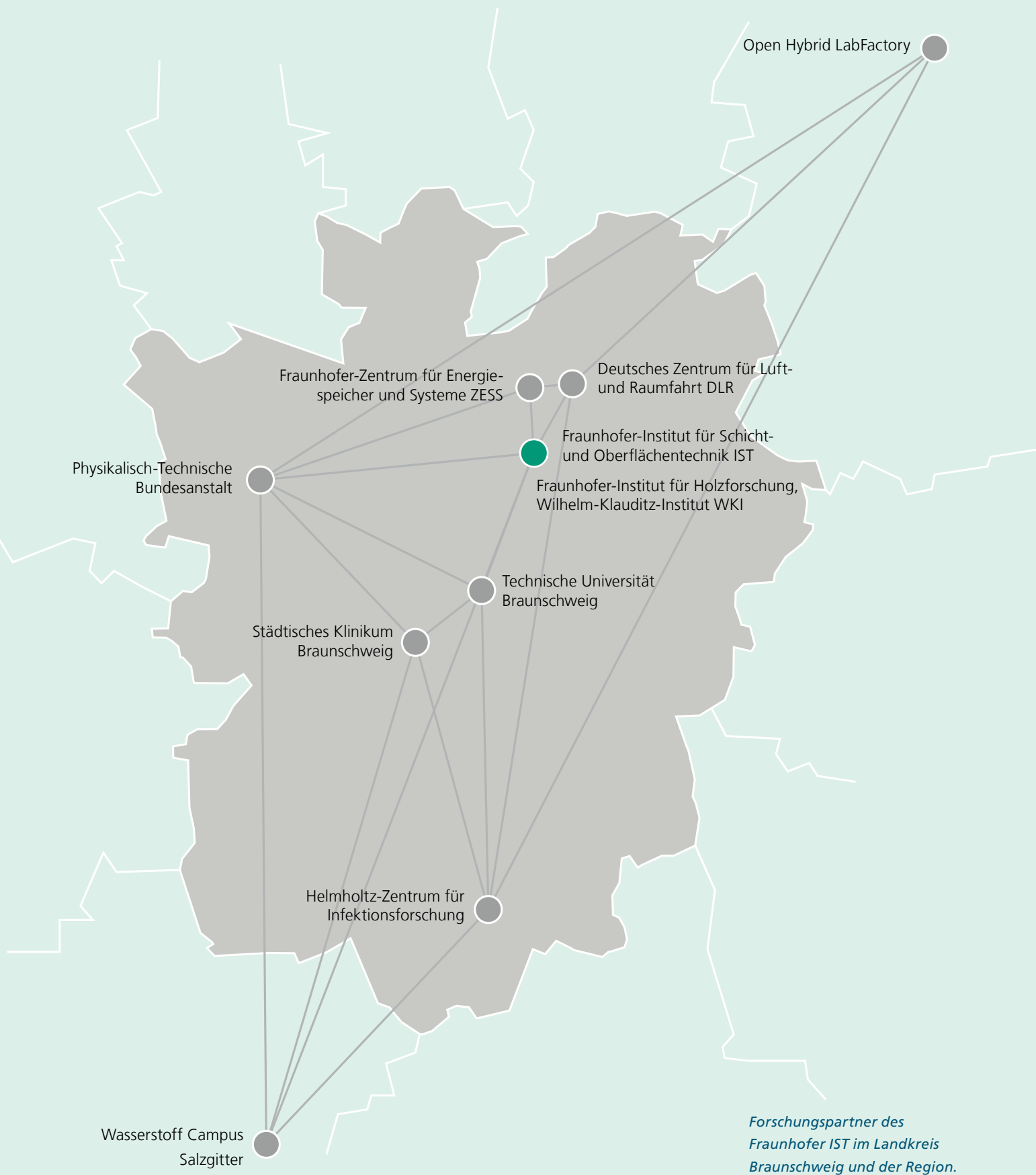
- Battery LabFactory Braunschweig BLB
- Niedersächsisches Forschungszentrum Fahrzeugtechnik NFF
- Niedersächsisches Forschungszentrum für Luftfahrt NFL
- Zentrum für Pharmaverfahrenstechnik PVZ
- Open Hybrid LabFactory e.V.

## Standorte Göttingen und Dortmund

Die Erforschung neuer anwendungsorientierter Einsatzfelder im Bereich der Plasmatechnologien bei Atmosphärendruck sowie die Entwicklung maßgeschneiderter Plasmaquellen sind die Schwerpunkte des Anwendungszentrums des Fraunhofer IST in Göttingen in Kooperation mit der Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst HAWK. Am Dortmunder OberflächenCentrum DOC entwickelt ThyssenKrupp Steel Europe gemeinsam mit seinen Partnern vor Ort, dem Fraunhofer IST und dem Fraunhofer IWS industrietaugliche Lösungen im Bereich der Oberflächentechnik für Flachstahlprodukte sowie Verschleißschutzlösungen für die warmformgebende Produktion.

## Strategische Partnerschaft mit dem Kompetenzzentrum Tribologie in Mannheim

In Zusammenarbeit mit der Hochschule Mannheim arbeitet das Fraunhofer IST am Ausbau der gemeinsamen Forschungsaktivitäten im Bereich Tribologie und Oberflächen.



# Das Kompetenznetz Industrielle Plasma-Oberflächentechnik e. V. – INPLAS

Das Kompetenznetz INPLAS e. V. verfolgt das Ziel, Potenziale der Plasmatechnik weiter bekannt zu machen und Entwicklungen in den zahlreichen Anwendungsgebieten in ihrer jeweiligen Komplexität zu unterstützen, zu fördern und zu moderieren. Das Netzwerk ist beim Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) im Programm »go-cluster« akkreditiert und mit dem Silber-Label Cluster Management Excellence ausgezeichnet. INPLAS hat aktuell 55 Mitglieder aus Industrie und Wissenschaft mit ca. 200 aktiven Personen. 75 Prozent der INPLAS-Mitglieder kommen aus der Industrie.



Mitgliederversammlung im Event- und Gründerzentrum LOKSCHUPPEN Marburg.

Im vergangenen Jahr hat INPLAS wieder vielfältige Aktivitäten rund um die Themen der Oberflächentechnik gestaltet. Besonders erfreulich waren für die Mitglieder und Partner die wieder stattfindenden Präsenztreffen, bei denen neben den Fachvorträgen auch wieder ein Netzwerken möglich wurde. Wir danken allen Mitgliedern für ihr Engagement und ihre tatkräftige Unterstützung. Einige Highlights der Aktivitäten, Projekte und Veranstaltungen 2022 werden im Folgenden vorgestellt:

## 12. International Conference on Fundamentals and Industrial Applications of HIPIMS

INPLAS beteiligte und präsentierte sich im Juni 2022 als Mitorganisator bei der federführend von der Universität Sheffield in Zusammenarbeit mit weiteren Partnern organisierten 12. Ausgabe der International Conference on Fundamentals and Industrial Applications of HIPIMS, die nach der »Corona-Pause« dieses Mal wieder in Präsenz in Sheffield und mit rund 100 Teilnehmenden stattfand. Das übergeordnete Thema, das auch in einer Paneldiskussion mit dem Auditorium intensiv diskutiert wurde, lautete »Surface Engineering for net zero«. In den technologischen Sessions gab es hierzu verschiedene

Impulsvorträge aus den Perspektiven Industrie, Forschung und Projektträgerschaft. In den Fachvorträgen ging es u. a. um die gezielte Modifikation der Schichtstruktur durch die Variation der Ionenenergie, die CO<sub>2</sub>-Reduktion durch Vakuumbeschichtung, Aspekte der Digitalisierung in der Oberflächentechnik und speziell HIPIMS, das Thema Optoelektronik, um Wasserstofftechnologien – v. a. Bipolarplatten, aktive Prozessregelung reaktiver HIPIMS-Prozesse sowie die Frage, ob es eine Obergrenze des Pulsstromes in HIPIMS-Prozessen gibt.

## INPLAS-Gemeinschaftsstand auf der 18<sup>th</sup> International Conference on Plasma Surface Engineering (PSE) 2022

Vom 12. bis 15. September 2022 fand die 18. PSE in Erfurt mit annähernd 500 Teilnehmenden und 62 Industrieausstellenden statt. In der Industrieausstellung auf dem INPLAS-Gemeinschaftsstand präsentierten sich folgende Partner: CCR Technology GmbH, Comet AG, Fraunhofer IST, Nadir S.r.l., Softal Corona & Plasma GmbH, Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V. (INP) sowie das Kompetenznetz Industrielle Plasma-Oberflächentechnik e.V. (INPLAS) selbst.

## INPLAS-Arbeitsgruppen

Der Schwerpunkt der 7. Sitzung der AG »Plasma4Life« im März 2022 mit dem Leitungsteam Prof. Dr. Peter Awakowicz, Dr. Kristina Lachmann und Prof. Dr. Wolfgang Viöl lag auf dem Gebiet Hygiene in Kliniken und öffentlichen Räumen. In neun Vorträgen wurden u. a. das Projekt KARMIN – das Patientenzimmer der Zukunft, die automatisierte UV-C-Desinfektion von Oberflächen mit Hilfe von Robotern, materialschonende Reinigungswerkzeuge für mobile Anwendungen sowie Technologien zur Raumlufthereinigung vorgestellt.



INPLAS-Mitgliederübersicht (Stand: 2022).

2

Die AG »Werkzeugbeschichtungen« unter der Leitung von Hanno Paschke, Fraunhofer IST, traf sich ebenfalls zweimal in virtueller Form. Auf den beiden Treffen im März und im Dezember 2022 diskutierten die Teilnehmenden ökologische und funktionsoptimierte Vorbehandlungsketten für die Plasma-beschichtung komplex geformter Werkzeuge, das Recycling von Zerspanwerkzeugen, additive Prozessketten sowie Fragestellungen auf dem Gebiet CVD-Diamant und beschichtete Hartmetallwerkzeuge.

Die AG »Neuartige Plasmaquellen und -prozesse« mit dem Leitungsteam Dr. Anke Hellmich, Applied Materials GmbH & Co. KG, Matthias Nestler, scia systems GmbH und Dr. Ulf Seyfert, Von Ardenne GmbH, widmete sich während der Treffen im Juni bei der Robert Bosch Manufacturing Solutions GmbH und im November in Marburg mit den Gastgebern Schneider GmbH & Co. KG und W&L Coating Systems GmbH u. a. der Messung und Vermeidung von Partikeln, der kontaktlosen In-situ-Temperaturmessung und der plasmagestützten örtlichen Atomlagenabscheidung (ALD).

In der 22. Sitzung des Gemeinschaftsausschusses »Kombinierte Oberflächentechnik«, der von Prof. Dr. Petra Uhlmann, Leibniz-Institut für Polymerforschung, geleitet wird, befassten sich die Teilnehmer im Mai 2022 beim Gastgeber BIA Kunststoff und Galvanotechnik GmbH & Co. KG und online u. a. mit dem Thema Kreislaufwirtschaft bei der Kunststoffgalvanisierung.

Das auch als Ergebnis der Aktivitäten der Fokusgruppe »Digitalisierung & KI« initiierte INPLAS-Verbundprojekt »Plasma-diagnostik für Plasmaprozesse 4.0 – PDP 4.0« startete am 1. Oktober 2022. Die acht Partner trafen sich zum Kick-off-Treffen, ebenfalls im Oktober, hybrid am Fraunhofer IST in Braunschweig und online.

## 17. INPLAS-Mitgliederversammlung

Die 17. INPLAS-Mitgliederversammlung wurde im Event- und Gründerzentrum LOKSCHUPPEN Marburg mit der Schneider GmbH & Co. KG und der W&L Coating Systems GmbH als Gastgeber durchgeführt. Zu den wesentlichen Agendapunkten zählten die Aktivitäten in der Berichtsperiode, die geplanten Veranstaltungen sowie ein Brainstorming als Beitrag zur Identifizierung strategischer Themen auf den Gebieten Nachhaltige Produktion, Landwirtschaft, Hygiene und Digitalisierung für die künftige Netzwerkarbeit. Die Location bot einen spannenden Einblick in agile Arbeitsformen bzw. New Work-Themen und zeigte Möglichkeiten für Startups, Synergie von verschiedenen Arbeitsdisziplinen zu nutzen. Sicherlich konnten auch viele Unternehmen im Rahmen der Veranstaltung Anregungen für die Transformation der Arbeitswelten mitnehmen.

### 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

www.inplas.de



## Mitgliedschaften

AiF InnovatorsNet  
[www.aif-ftk-gmbh.de](http://www.aif-ftk-gmbh.de)

Arbeitgeberverband Region Braunschweig e. V.  
<https://agv-bs.de/>

AWT – Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und  
Werkstofftechnik e. V.  
[www.awt-online.org](http://www.awt-online.org)

Battery LabFactory Braunschweig BLB  
<https://www.tu-braunschweig.de/blb>

DECHEMA – Gesellschaft für Chemische Technik und  
Biotechnologie e. V.  
[www.dechema.de](http://www.dechema.de)

Deutsche Gesellschaft für Elektronenmikroskopie e. V.  
[www.dge-homepage.de](http://www.dge-homepage.de)

DGM Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e. V.  
<https://dgm.de/de/home>

Deutsches Flachdisplay-Forum e. V.  
[www.displayforum.de](http://www.displayforum.de)

DGO Deutsche Gesellschaft für Galvano- und  
Oberflächentechnik e. V.  
[www.dgo-online.de](http://www.dgo-online.de)

Deutsche Vakuum-Gesellschaft DVG e. V.  
[www.physik.uni-kl.de/dvg/index.php/die-dvg](http://www.physik.uni-kl.de/dvg/index.php/die-dvg)

Europäische Forschungsgesellschaft  
für Blechverarbeitung e. V. (EFB)  
[www.efb.de](http://www.efb.de)

Europäische Forschungsgesellschaft  
Dünne Schichten e. V. (EFDS)  
[www.efds.org](http://www.efds.org)

European Factories of the Future Research Association (EFFRA)  
[www.effra.eu](http://www.effra.eu)

European Institute of Innovation and Technology for Raw  
Materials (EIT)  
<https://eitrawmaterials.eu/>

European Joint Committee on Plasma and Ion Surface  
Engineering (EJC/PISE)  
[www.ejc-pise.org](http://www.ejc-pise.org)

European Lithium Institute eLi  
[www.lithium-institute.eu](http://www.lithium-institute.eu)

Fachverband Angewandte Photokatalyse (FAP)  
[www.vdmi.de/de/produkte/angewandte-photokatalyse.html](http://www.vdmi.de/de/produkte/angewandte-photokatalyse.html)

FGW Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe e. V.  
[www.fgw.de](http://www.fgw.de)

F.O.M. Forschungsvereinigung Feinmechanik, Optik und  
Medizintechnik e. V.  
[www.forschung-fom.de](http://www.forschung-fom.de)

ForschungRegion Braunschweig e. V.  
[www.forschungregion-braunschweig.de](http://www.forschungregion-braunschweig.de)

Fraunhofer-Allianz autoMOBILproduktion  
[www.automobil.fraunhofer.de](http://www.automobil.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Allianz Batterien  
[www.batterien.fraunhofer.de](http://www.batterien.fraunhofer.de)

Fraunhofer AVIATION & SPACE  
<https://www.aviation-space.fraunhofer.de/>

Fraunhofer-Allianz SysWasser  
[www.syswasser.de](http://www.syswasser.de)

Fraunhofer Cluster of Excellence Cognitive  
Internet Technologies  
[www.cit.fraunhofer.de](http://www.cit.fraunhofer.de)

Fraunhofer Forschungsfeld Leichtbau  
[www.leichtbau.fraunhofer.de](http://www.leichtbau.fraunhofer.de)

Fraunhofer Geschäftsbereich Adaptronik  
[www.adaptronik.fraunhofer.de](http://www.adaptronik.fraunhofer.de)

Geschäftsbereich Reinigung  
[www.allianz-reinigungstechnik.de](http://www.allianz-reinigungstechnik.de)

Fraunhofer Kompetenzfeld Additive Fertigung  
[www.additiv.fraunhofer.de](http://www.additiv.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Netzwerk Nachhaltigkeit  
[www.fraunhofer.de/de/ueber-fraunhofer/  
corporateresponsibility/governance/nachhaltigkeit/  
fraunhofer-netzwerknachhaltigkeit.html](http://www.fraunhofer.de/de/ueber-fraunhofer/corporateresponsibility/governance/nachhaltigkeit/fraunhofer-netzwerknachhaltigkeit.html)

Fraunhofer-Netzwerk Simulation  
[www.simulation.fraunhofer.de](http://www.simulation.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Netzwerk Wasserstoff  
[www.fraunhofer.de/de/forschung/aktuelles-aus-der-forschung/wasserstoff.html](http://www.fraunhofer.de/de/forschung/aktuelles-aus-der-forschung/wasserstoff.html)

Fraunhofer POLO® – Polymere Oberflächen  
[www.polo.fraunhofer.de](http://www.polo.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Verbund Light & Surfaces  
[www.light-and-surfaces.fraunhofer.de](http://www.light-and-surfaces.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Verbund Produktion  
[www.produktion.fraunhofer.de](http://www.produktion.fraunhofer.de)

German Water Partnership  
[www.germanwaterpartnership.de](http://www.germanwaterpartnership.de)

GFT Gesellschaft für Tribologie e. V.  
[https://www.gft-ev.de/de/home\\_de/](https://www.gft-ev.de/de/home_de/)

Göttinger Research Council  
[www.uni-goettingen.de](http://www.uni-goettingen.de)

Haus der Wissenschaft Braunschweig GmbH  
[www.hausderwissenschaft.org](http://www.hausderwissenschaft.org)

Innovationsnetzwerk Niedersachsen  
[www.innovationsnetzwerk-niedersachsen.de](http://www.innovationsnetzwerk-niedersachsen.de)

International Council for Coatings on Glass e. V.  
[www.iccg.eu](http://www.iccg.eu)

International Ozone Association  
<https://www.ioa-ea3g.org/>

Kompetenznetz Industrielle Plasma-Oberflächentechnik e. V. (INPLAS)  
[www.inplas.de](http://www.inplas.de)

Kompetenznetzwerk für Oberflächentechnik e. V.  
[www.netzwerk-surface.net](http://www.netzwerk-surface.net)

Kompetenzzentrum Ultrapräzise Oberflächenbearbeitung CC UPOB e. V.  
[www.upob.de](http://www.upob.de)

Leistungszentrum Medizin- und Pharmatechnologie  
[www.lz-mpt.fraunhofer.de/](http://www.lz-mpt.fraunhofer.de/)

Marketing Club Braunschweig e. V.  
<https://www.marketingclub-bs.de/>

Measurement Valley e. V.  
[www.measurement-valley.de](http://www.measurement-valley.de)

NANOfutures European Technology Integration and Innovation Platform (ETIP) in Nanotechnology  
[www.nanofutures.info](http://www.nanofutures.info)

Open Hybrid LabFactory e. V.  
[www.open-hybrid-labfactory.de](http://www.open-hybrid-labfactory.de)

Optence e. V.  
[www.optence.de](http://www.optence.de)

PhotonicNet GmbH – Kompetenznetz Optische Technologien  
[www.photonicnet.de](http://www.photonicnet.de)

Plasma Germany  
[www.plasmagermany.org](http://www.plasmagermany.org)

R2R NET  
<https://r2r-net.eu/>

Spectaris – Deutscher Industrieverband für Optik, Photonik, Analysen- und Medizintechnik e. V.  
[www.spectaris.de](http://www.spectaris.de)

SVC Society Vacuum Coaters  
<https://www.svc.org/>

Wissens- und Innovations-Netzwerk Polymertechnik (WIP)  
[www.wip-kunststoffe.de](http://www.wip-kunststoffe.de)

Zentrum für Pharmaverfahrenstechnik PVZ  
[www.tu-braunschweig.de/pvz](http://www.tu-braunschweig.de/pvz)

ZIM-Netzwerk AgarCycle  
<https://www.hs-osnabrueck.de/zim-agrarcycle/>

## Publikationen

- Barasinski, M., Schilde, C., Melzig, S., Hübner, M., Garnweitner, G., & Zellmer, S. (2022). Micromechanical properties of spray-dried core-shell silica aggregates along with drug release tests (null6). <https://doi.org/10.1016/j.jciso.2022.100052>
- Baron, S., Tounsi, T., Gäbler, J., Mahlfeld, G., Stein, C., Höfer, M., Sittlinger, V., Hoffmeister, H.-W., Herrmann, C., & Dröder, K. (2022). Diamond coatings for advanced cutting tools in honing and grinding (Vol. 108). <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.03.093>
- Brückner, T., Paschke, H., Thewes, A., Reinders, P. M., Kipp, C., Sternemann, C., & Paulus, M. (2022). Low-temperature plasma nitriding to enhance tribocorrosive resistance of corrosion-resistant steel. <https://publica.fraunhofer.de/handle/publica/439509>
- Bruns, S., Henning, P., Melzig, T., Terhürne, J. & Vergöhl, M. (2022). Improving optical monitoring accuracy by including systematic transmittance deviations (Vol. 62, Issue 7). <https://doi.org/10.1364/AO.475076>
- Duckstein, R., Gerdes, H., & Seemann, T. (2022). Digitale Werkzeuge - nachhaltig & modular (Vol. 62, Issue S2). <https://doi.org/10.1007/s35144-022-1589-z>
- Dültgen, P., Pelshenke, C., Peddinghaus, J., Siegmund, M., & Paschke, H. (2022). Belastungsangepasste strukturierte Diffusionsbehandlungen zur Verbesserung des thermomechanischen Rissverhaltens von Schmiedegeselenken. <https://publica.fraunhofer.de/handle/publica/439537>
- Gäbler, J., Bethke, R., Hatic, D., Rauhut, M., Weibel, T., Cheng, X., Eder, M., Eder, S., Bagcivan, N., & Bastürk, S. (2022). Rockwell-Schichthaftungstest - Der maschinelle Blick. <https://doi.org/10.1007/s35144-022-1513-6>
- Gebken, N., Horbelt, J., Kleine-Wechelmann, S., Ort, T., Puls, S., Schandar, M., Traube, A., Biermann, F., Brandstätter, T. C., Gräfe, S., Herbst, L., König, N., Schmitt, R., Ackermann, H., Diessel, E., Lengen, R. H. van, Schmidt, A., Braun, D., Hunger, S., ... Tradler, T. (2022). Skalierbare Herstellung von ATMPs. <https://doi.org/10.24406/ipa-n-648009>
- Hagen, J. S., Arafat, R., Abraham, T. G., & Herrmann, C. (2022). Function oriented biological transformation of a lubrication process system (Vol. 110). <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.06.007>
- He, W., Henne, A., Lauterbach, M., Geißmar, E., Nikolka, F., Kho, C., Heinz, A., Dostert, C., Grusdat, M., Cordes, T., Härm, J., Goldmann, O., Ewen, A., Verschueren, C., Blay-Cadanet, J., Geffers, R., Garritsen, H. S. P., Kneiling, M., Holm, C. K., ... Hiller, K. (2022). Mesaconate is synthesized from itaconate and exerts immunomodulatory effects in macrophages (Vol. 4, Issue 5). <https://doi.org/10.1038/s42255-022-00565-1>
- Henning, P., Jupé, M., Bruns, S., Melzig, T., Steinecke, M., Wienke, A. & Vergöhl, M. (2022). Manufacturing of Si-based hybrid metamaterials for increasing the refractive index in interference coatings. <https://doi.org/10.1364/OIC.2022.MD.1>
- Kipp, C., Reinders, P., Brückner, T., Paschke, H., Thewes, A., Sternemann, C., & Paulus, M. (2022). Influence of increased temperature on the compound layer of nitrided steels. <https://publica.fraunhofer.de/handle/publica/439519>
- Köhn, C., Arafat, R., Jean-Fulcrand, A., Abraham, T. G., Herrmann, C., & Garnweitner, G. (2022). Surface interactions of SiO<sub>2</sub>-nanofluids with 100Cr6-steel during machining (Vol. 108). <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.03.008>
- Leiden, A., Thiede, S., & Herrmann, C. (2022). Synergetic modelling of energy and resource efficiency as well as occupational safety and health risks of plating process chains. <https://doi.org/10.1007/s40684-021-00402-y>
- Menzler, M., Ganskow, C. S. G., Ruschig, M., Moustafa, E., Sittlinger, V., Lachmann, K., Wenzel, E. V., Russo, G., Klahn, P., & Gäbler, J. (2022). Testing of diamond electrodes as biosensor for antibody-based detection of immunoglobulin protein with electrochemical impedance spectroscopy (Vol. 8, Issue 4). <https://doi.org/10.3390/c8040074>
- Mrotzek, J., & Viöl, W. (2022). Spectroscopic characterization of an atmospheric pressure plasma jet used for cold plasma spraying (Vol. 12, Issue 13). <https://doi.org/10.3390/app12136814>
- Paschke, H., Weber, M., Brunotte, K., Rothgänger, M., Petersen, T., Siegmund, M., & Peddinghaus, J. (2022). Load-adapted surface modifications to increase lifetime of forging dies (Vol. 926). <https://doi.org/10.4028/p-5124m7>
- Pflug, A., Bruns, S., Zickenrott, T., Britze, C. & Vergöhl, M. (2022). A digital twin for PVD deposition of tailored coatings on 3D substrates. <https://doi.org/10.1364/OIC.2022.TC.8>

Reibert, D., Tzanetos, F., Sydow, S., Bialuch, I., Lee, T. H., Abraham, T. G., Zontar, D., & Brecher, C. (2022). Integration of bio-based insulation materials as a contribution to the biological transformation of production technology (Vol. 110). <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.06.055>

Richter, M., Dittrich, R., Zindel, A., Nusch, L., Lehmann, M., Franke, M., Eißmann, N., Hutsch, T., Cerdas Marin, J. F., Zellmer, S., & Herold, D. (2022). Development and environmental assessment of a phase change material based thermal management system for Na/NiCl<sub>2</sub> batteries (Vol. 8, Issue 11). <https://doi.org/10.3390/batteries8110197>

Rogall, C., Mennenga, M., Herrmann, C., & Thiede, S. (2022). Systematic development of sustainability-oriented cyber-physical production systems (Vol. 14, Issue 4). <https://doi.org/10.3390/su14042080>

Rosic, M., Leiden, A., Abraham, T. G., & Herrmann, C. (2022). Data mining approach for device detection using power signatures and manufacturing execution system data (Vol. 107). <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.106>

Roth, T., & Lachmann, K. (2022). Cold plasma. Contactless disinfection of surfaces. <https://publica.fraunhofer.de/handle/publica/417952>

Schnurrer, S., Beuscher, J. P., & Scheffler, F. (2022). Kurzfristige Lösungen für grünen Wasserstoff in Salzgitter. <https://doi.org/10.24406/publica-1152>

Sittinger, V., Schulze, P., Meßmer, C. A., Pflug, A., & Goldschmidt, J. C. (2022a). Complex refractive indices of Spiro-TTB and C60 for optical analysis of perovskite silicon tandem solar cells (Vol. 30, Issue 21). <https://doi.org/10.1364/OE.458953>

Sittinger, V., King, H., Kabakli Ö. S., Schulze, P. and Goldschmidt, J. C. (2022). Optimization and characterization of indium zinc oxide TCOs for perovskite-silicon tandem solar cell applications. <https://doi.org/10.4229/WCPEC-82022-2AV.3.16>

Stortz, F., Went, J., Koschikowski, J., Nasimul, Md., Maruf, I., Schäfer, L., Neumann, F., Lotz, B., Beckett, M. & Hamann, M. (2022). Smart mobile vaccination pickup for sustainable improvement of medical care and smart pandemic control in Southern Africa.

Thewes, A., Bröcker, L., George, E. T. K., Bräuer, G., Paulus, M., Sternemann, C., Paschke, H., Brückner, T., Lechner, S., & Müller, S. (2022a). Ti-Si-B-C-N plasma enhanced chemical vapor deposition nanocomposite coatings for high temperature applications (Vol. 760). <https://doi.org/10.1016/j.tsf.2022.139507>

Thewes, A., Kipp, C., Reinders, P. M., Brückner, T., Sternemann, C., & Paulus, M. (2022b). Oxidation resistance of PECVD Ti-Si-C-N nanocomposite coatings. <https://publica.fraunhofer.de/handle/publica/439406>

Wang, X., Mayrhofer, L., Keunecke, M., Estrade, S., Lopez-Conesa, L., Moseler, M., Waag, A., Schäfer, L., Shi, W., Xiangjian, M., Chu, J., Fan, Z., & Shen, H. (2022). Low-energy hydrogen ions enable efficient room-temperature and rapid plasma hydrogenation of TiO<sub>2</sub> Nanorods for Enhanced Photoelectrochemical Activity (Vol. 18, Issue 46). <https://doi.org/10.1002/sml.202204136>

Weber, M., Vorobev, D., & Viöl, W. (2022). Microwave plasma-enhanced parylene-metal multilayer design from metal salts (Vol. 12, Issue 15). <https://doi.org/10.3390/nano12152540>

Wiese, M., Rogall, C., Henningsen, N., Herrmann, C., & Thiede, S. (2022). Environmental and technical evaluation of additive manufacturing (Vol. 105). <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.02.073>

## Dissertation

King, H. J. (2022). Low-temperature silicon deposition by means of hot-wire chemical vapour deposition. Fraunhofer Verlag. <https://publica.fraunhofer.de/handle/publica/418470>

## Erteiltes Patent

Eichler, M.; Nagel, K.; Thomas, M.: Vorrichtung zum leichten Entfernen von parasitären Beschichtungen bei der Abscheidung mit der Dielektrischer Barrierenentladung. DE10 2007006786 A1



## Konferenzbeiträge

Bandorf, R. (2022): Active control of reactive HIPIMS processes using spectroscopic and electric parameters. 18. International Conference on Plasma Surface Engineering, 12.9.-15.9.2022 – Vortrag.

Bandorf, R. (2022): Antimicrobial effectivity of Me-DLC coatings prepared by HIPIMS. 65th Annual SVC Technical Conference, 2.5.-5.5.2022 – Vortrag.

Baron, S., Tounsi, T., Gäbler, J., Mahlfeld, G., Stein, C., Höfer, M., Sittinger, V., Hoffmeister, H.-W., Herrmann, C., Dröder, K. (2022): Diamond coatings for advanced cutting tools in honing and grinding. 6th CIRP Conference on Surface Integrity, 8.6.-10.6.2022 – Vortrag.

Brokmann, J., Dilger, N., Kaminski, M., Hesselbach, J., Zellmer, S., Kwade, A. (2022): Establishment and application of lithium metal anodes on novel metal-polymer composite current collectors to increase safety and energy density. International Battery Production Conference IBPC, 7.11.-9.11.2022 – Poster.

Brückner, T. (2022): Investigation on low-temperature plasma nitriding under industry-related treatment conditions for rolling bearing components. 18. International Conference on Plasma Surface Engineering, 12.9.-15.9.2022 – Poster.

Brueckner, T.; Paschke, H.; Kaestner, P.; Hahn, I.; Siebert, S.; Weber, S. (2022): Transfer of economical low temperature nitriding processes to industrial scale treatments POSEIDON (II). 63. GfT-Tagung, 26.09.-28.09.2022 – Vortrag.

Castro, M. P.; Montiel, M. A.; Mena, I. F.; Rodrigo, M. A.; Gäbler, J.; Höfer, M.; Armgardt, M.; Schäfer, L. (2022): Electrochemical production of persulfate with boron-doped diamond electrodes. International Conference on Ozone and Advance Oxidation EA3G2022. Toulouse, 28.11.-30.11.2022 – Poster.

Gäbler, J., Glaß, S., Filiz, V., Neumann, F. (2022): Resistance of polymeric ultrafiltration membranes exposed to ozone produced by diamond electrodes. International Conference on Ozone and Advance Oxidation EA3G2022. Toulouse, 28.11.-30.11.2022 – Poster.

Gerdes, H. (2022): A data centric approach to handle processes in surface technology. 65th Annual SVC Technical Conference, 2.5.-5.5.2022 – Vortrag.

Gerdes, H. (2022): Applied research in surface technology. ISA-CApp - The International Symposium on Advanced Coatings and Applications, Benguerir, 14.11.-16.11.2022 – Vortrag.

Gerdes, H. (2022): Approach to digitizing your sputtering system. 18. International Conference on Plasma Surface Engineering, 12.9.-15.9.2022 – Vortrag.

Gerdes, H. (2022): Digitalization and data management for Vacuum processes. 12. International Conference on Fundamentals and Industrial Applications of HIPIMS, 15.6.-17.6.2022 – Vortrag.

Graumann, T., Pleger, S., Jacobs, C., Beyen, C., Sittinger, V. (2022): Photocatalytic Degradation of Harmful Pollutants to Improve Indoor and Outdoor Air Quality. 22nd International Conference on Atomic Layer Deposition ALD, 26.6.-29.6.2022 – Poster.

Grube, M., Hofer, M., Burmeister, C. F., Michalowski, P., Zellmer, S., Kwade, A. (2022): Upscaling of solvent-free synthesis of sulfide-based solid electrolytes and demonstration of a continuous production process. International Battery Production Conference IBPC, 7.11.-9.11.2022 – Vortrag.

Herrmann, C. (2022): LCA-based surface engineering. Quo Vadis Surface Engineering Symposia, 1.6.-2.6.2022 – Vortrag.

Hora, G., Henniger, M. (2022): Horizon Europe / Improving success chances to receive EU funding. 18. International Conference on Plasma Surface Engineering, 12.9.-15.9.2022 – Vortrag.

Kunkel, L., Zellmer, S., Kwade, A. (2022): Developing robust and scalable recycling routes for cathode active materials in lithium-ion batteries. International Battery Production Conference IBPC, 7.11.-9.11.2022 – Poster.

Mejauschek, M. (2022): Gasboring of tool steels and its tribological evaluation. 18. International Conference on Plasma Surface Engineering, 12.9.-15.9.2022 – Poster.

Mejauschek, M., Paschke, H., Weber, M., Herrmann, C., Kaestner, P., Vogtmann, J. (2022). New surface boriding technologies. International Ceramics Congress, 20.6.-29.6.2022. <https://publica.fraunhofer.de/handle/publica/418610>

- Neubert, T., Lachmann, K., Thomas, T. (2022): Atmospheric pressure microplasma sources for additive manufacturing. 18th International Conference on Plasma Surface Engineering, Erfurt, 12. 9.-15.9.2022 – Vortrag.
- Omelan, M. (2022): Adhesion control of sustainable materials by atmospheric pressure plasma process. 18. International Conference on Plasma Surface Engineering, 12.9.-15.9.2022 – Vortrag.
- Omelan, M. (2022): Bio-based thin film coatings using sustainable materials. 5th CIRP Biomanufacturing Conference, 22.6.-24.6.2022 - Vortrag.
- Omelan, M. (2022): Klebstofffreies Fügen von homogenen und heterogenen Materialverbunden via AD-Plasma. 42. Workshop AK-ADP, 09.11.-10.11.2022 - Vortrag.
- Paschke, H. (2022): Adhesion reducing surface modifications on aluminum processing tools. 18. International Conference on Plasma Surface Engineering, 12.9.-15.9.2022 – Poster.
- Paschke, H.; Weber, M.; Brunotte, K.; Rothgänger, M.; Petersen, T.; Siegmund, M.; Peddinghaus, J. (2022): Load-adapted surface modifications to increase lifetime of forging dies. 25th International Conference on Metal Forming ESAFORM, 27.04.-29.04.2022 – Vortrag.
- Paschke, H.; Weber, M.; Brunotte, K.; Rothgänger, M.; Petersen, T.; Siegmund, M.; Peddinghaus, J. (2022): Adhesion reducing surface modifications on aluminum processing tools. 18th International Conference on Plasma Surface Engineering, 12.09.-15.09.2022 – Vortrag.
- Paschke, H.; Lauth, M.; Grydin, O. (2022): Surface modifications to reduce the adhesion of aluminum during twin roll casting. 23rd International Conference on Advances in Materials and Processing Technologies AMPT, 10.10.-14.10.2022 – Vortrag.
- Peddinghaus, J.; Paschke, H.; Brunotte, K.; Behrens, B.-A. (2022): 'Adhäsions- und Schädigungsverhalten von Duplex-behandelten Werkzeugen beim Gesenkschmieden von Aluminiumlegierungen. XLI. Verformungskundliches Kolloquium VKK, 18.-22.03.23 – Vortrag.
- Reinders, P. M. (2022): Investigations on the corrosion behavior of plasma-nitrided austenitic stainless steels. 18. International Conference on Plasma Surface Engineering, 12.9.-15.9.2022 – Vortrag.
- Reus, J., Hain, K., Tidau, M., Finke, J.H., Lachmann, K. (2022) Functionalization of 3D-printed tablets by atmospheric pressure plasma coating. Transactions on Additive Manufacturing Meets Medicine 2022. DOI: 10.18416/AMMM.2022.2209661 – Vortrag.
- Schneider, M., Bruns, S., Galonska, K., Vergöhl, M., Henning, P., Melzig, T. (2022). Sputtering platform for double-sided precision optical coatings. Conference "Oxide-based Materials and Devices" 2022. <https://doi.org/10.1117/12.2607764>
- Schott, A., Rekowski, M., Grötzinger, K., Ehrbrecht, B., Herrmann, C. (2022): Development of thin-film sensors for data acquisition in cold forging tools. WGP - Congress of the German Academic Association for Production Technology, 11.10.-14.10.2022 – Vortrag.
- Schrepfer, A., Schott, A., Trober, P., Keunecke, M., Welm, M., Steinlehner, F., Golle, R., Volk, W. (2022): Reduction of adhesive wear with use of tool coating reducing thermoelectric currents. International Deep-Drawing Research Group Conference IDDRG 2022, Lorient, France, 6.6.-10.6.2022 – Vortrag.
- Sittinger, V., Baron, S., Höfer, M., Harig, T. (2022): Hot-filament CVD diamond coatings for optical applications. 65th Annual SVC Technical Conference, 2.5.-5.5.2022 – Vortrag.
- Sittinger, V., King, H., Kabakli Ö. S., Schulze, P. and Goldschmidt, J. C. (2022): Indium-based transparent conductive oxides developed for perovskite and perovskite-silicon tandem solar cell applications. 65th Annual SVC Technical Conference, 2.5.-5.5.2022 – Vortrag.
- Sittinger, V., King, H., Stoll, D., Kaiser, A., Jung, S. (2022): Indium-based transparent conductive oxides for perovskite silicon tandem solar cells. 8th International Symposium on Transparent Oxide and Related Materials for Electronics and Optics, Greece - Vortrag
- Stein, C. (2022): CVD diamond coatings for co-free cemented carbide tool materials. 18. International Conference on Plasma Surface Engineering, 12.9.-15.9.2022 – Vortrag.

## Konferenzbeiträge

Stein, C. (2022): Thermal barrier tool coatings for thermoforming of FRP, thermal film properties and first forming-tests. 18. International Conference on Plasma Surface Engineering, 12.9.-15.9.2022 – Poster.

Thomas, M. (2022): Surface engineering with atmospheric-pressure plasmas. 18. International Conference on Plasma Surface Engineering, 12.9.-15.9.2022 – Vortrag.

Weber, S., Wolff, D., Grube, M., Dilger, N., Zellmer, S. (2022a). Technical, Economic and Ecological Evaluation of Production Processes for Solid-State-Batteries. International Bunsen Discussion Meeting Solid-State Batteries 2022. - Vortrag.

Weber, S., Wolff, D., Grube, M., Voges, K., Dilger, N., Cerdas Marin, J. F., Zellmer, S. (2022b). Environmental assessment of sulfidic all-solid-state battery pouch cell production. International Battery Production Conference, 7.11.-9.11.2022. <https://doi.org/10.24406/publica-1159> – Poster

Weber, S., Wolff, D., Grube, M., Voges, K., Dilger, N., Cerdas Marin, J. F., Zellmer, S. (2022c). Sulfide-based all-solid-state battery pouch cell production - an environmental assessment. International Bunsen Discussion Meeting Solid-State Batteries 2022 – Poster. <https://doi.org/10.24406/publica-1160>

Wilde, A.-S., Czarski, M., Schott, A., Abraham, T., Herrmann, C. (2022): Utilizing artificial intelligence for virtual quality gates in changeable production systems. WGP - Congress of the German Academic Association for Production Technology, 11.10.-14.10.2022 – Vortrag.

## Bildverzeichnis

- Titelbild: TU Braunschweig, Foto: Tom Bauer  
 2, 3: Fraunhofer IST, Foto: Ulrike Balhorn  
 8: Fraunhofer IST, Foto: Paul Kurze  
 10, 11: B+T Unternehmensgruppe  
 12, 13, Grafik: Nils Hildebrandt  
 14, 15, Grafik: Nils Hildebrandt  
 18, Bild 1-8: Fraunhofer IST, Fotos: Ulrike Balhorn  
 18, Bild 9: Fraunhofer WKI, Foto: Manuela Lingnau  
 19-21, Bild 10-28: Fraunhofer IST, Fotos: Ulrike Balhorn  
 21, Bild 29: HAWK  
 21, Bild 30: TU Braunschweig  
 22, Bild 1: Fraunhofer IST, Foto: Paul Kurze  
 22, Bild 2: Fraunhofer ISE, Foto: Joachim Went  
 23, Bild 3, 4: skbs/Björn Petersen  
 24, 25: Fraunhofer, Fotos: Max Niemann  
 26, 27: Fraunhofer IST  
 28: Fraunhofer IST, Foto: Paul Kurze  
 28, Logo: Arbeitgeberverband Region Braunschweig e. V.  
 29: DLR  
 30: IHK Braunschweig, Foto: Andreas Rudolph  
 31: B+T Unternehmensgruppe, Foto: Norbert Kaufmann  
 33: TU Braunschweig, Foto: Tom Bauer  
 34, 35, Bild 1, 3, 4: Fraunhofer IST, Foto: Paul Kurze  
 34, Bild 2: Fraunhofer IST, Foto: Linus Burkel  
 35, Bild 4: HAWK, Fotos: Clara Valentin  
 36: Fraunhofer IST  
 37, 38: TU Braunschweig, Tom Bauer  
 42, 44: Fraunhofer IST, Foto: Nils Hendrik Mueller  
 45, Bild 2: Unsplash, Foto: Lenny Kuhne  
 45, Bild 3: Fraunhofer IST, Foto: Manuela Lingnau  
 45, Bild 4: Fraunhofer IST, Falko Oldenburg  
 46: Fraunhofer IST, Foto: Ulrike Balhorn  
 47, Bild 2, 3: IPH – Institut für Integrierte Produktion  
 Hannover gGmbH  
 47, Bild 4: Fraunhofer IST  
 48, Bild1: Fraunhofer IST, Foto Ulrike Balhorn  
 48, Bild 2: Fraunhofer IIS  
 49: Bild 3, 4: Fraunhofer IST  
 50, 51: Fraunhofer IST  
 52: Fraunhofer IST, Foto: Falko Oldenburg  
 53: Fraunhofer IST  
 54: rawpixels.com - stock.adobe.com  
 56, 57, 59: Fraunhofer IST  
 60, 62: Fraunhofer IST, Foto: Nils Hendrik Mueller  
 63: Fraunhofer IST, Foto: Falko Oldenburg  
 64: Salzgitter AG  
 66, 67: Fraunhofer IST  
 68: Fraunhofer IST, Foto: Rainer Meier, BFF Wittmar  
 71, Bild 1: Fraunhofer WKI, Foto: Manuela Lingnau  
 71, Bild 2: Courtesy NASA/JPL-Caltech  
 71, Bild 3: Fraunhofer IST, Foto: Falko Oldenburg  
 73: Fraunhofer  
 74, 75: Fraunhofer IST, Illustration: Falko Oldenburg  
 76, 78, Bild 1: Fraunhofer IST, Foto: Falko Oldenburg  
 78, Bild 2: Fraunhofer IST, Foto: Krees Nagel  
 80: Fraunhofer IST, Foto: Paul Kurze  
 81: Fraunhofer IST  
 82: Fraunhofer IST, Foto: Thomas Neubert  
 83: Fraunhofer IST, Foto: Kevin Hain  
 84: Fraunhofer IST, Foto: Nils Hendrik Mueller  
 86: Fraunhofer IST, Foto: Jan Benz  
 87, 89 90: Fraunhofer IST  
 92, Bild 1: Pexels  
 92, Bild 2: Fraunhofer IST  
 93, Bild 3, 4: Fraunhofer IST, Foto: Nils Hendrik Mueller  
 95: Fraunhofer IST, Foto: Paul Kurze  
 96, 97: Grafik: Nils Hildebrandt  
 98: Fraunhofer, Foto: Markus Jürgens  
 98, 99: adobe.stock.com  
 99: Fraunhofer  
 103: Fraunhofer IST  
 104: Fraunhofer IST  
 105: INPLAS



# Impressum

Das Fraunhofer-Institut für Schicht-  
und Oberflächentechnik IST

## Institutsleiter

Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann

## Stellvertretender Institutsleiter

Dr. Lothar Schäfer

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

[info@ist.fraunhofer.de](mailto:info@ist.fraunhofer.de)  
[www.ist.fraunhofer.de](http://www.ist.fraunhofer.de)

## Redaktion und Koordination

Dr. Simone Kondruweit  
Sandra Yoshizawa  
Daniela Kleinschmidt

## Layout

nils hildebrandt designer  
[www.nilshildebrandt-designer.de](http://www.nilshildebrandt-designer.de)

## Druck

Roco Druck GmbH  
[www.rocodruck.de](http://www.rocodruck.de)

© Fraunhofer IST, 2023





## Kontakt

---

Fraunhofer Institut für Schicht-  
und Oberflächentechnik IST  
Riedenkamp 2  
38108 Braunschweig  
Tel. +49 531 2155-0  
Fax +49 531 2155-900  
[info@ist.fraunhofer.de](mailto:info@ist.fraunhofer.de)

[www.ist.fraunhofer.de](http://www.ist.fraunhofer.de)