

# DAS FRAUNHOFER IWS

## Fraunhofer IWS

### Complex systems solutions in materials and laser technology

Fraunhofer IWS develops complex system solutions in materials and laser technology. We define ourselves as idea drivers developing customized solutions based on laser applications, functionalized surfaces and material and process innovations – from easy-to-integrate custom solutions to cost-efficient solutions for small and medium-sized enterprises to industry-ready one-stop solutions. Our research focuses on aerospace, energy and environmental technology, automotive, medical and mechanical engineering, toolmaking, electrical engineering and microelectronics, and photonics and optics sectors. In our five future and innovation fields of battery technology, hydrogen technology, surface functionalization, photonic production systems and additive manufacturing, we are already creating the basis today for the technological answers of tomorrow.

### Our drive: fast solutions for industrial practice

The essential motivation for all Fraunhofer-Gesellschaft members is to transfer state-of-the-art research results directly into industrial application. Inspired by this idea, we work every day to find answers to customers' and partners' requirements. Learn more about our service portfolio, possible cooperation forms, our mission statement and details of how we can research and develop solutions for industry and society together with you.

### Komplexe Systemlösungen in Werkstoff- und Lasertechnik

Das Fraunhofer IWS entwickelt komplexe Systemlösungen in der Laser- und Werkstofftechnik. Wir am Fraunhofer IWS verstehen uns als Ideentreiber, die Lösungen mit Laseranwendungen, funktionalisierten Oberflächen sowie Werkstoff- und Prozessinnovationen entwickeln – von einfach integrierbaren Individuallösungen über kosteneffiziente Mittelstandslösungen bis hin zu industrietauglichen Komplettlösungen. Die Forschungsschwerpunkte liegen in den Branchen Luft- und Raumfahrt, Energie- und Umwelttechnik, Automobilindustrie, Medizintechnik, Maschinen- und Werkzeugbau, Elektrotechnik und Mikroelektronik sowie Photonik und Optik. In den fünf Zukunfts- und Innovationsfeldern Batterietechnik, Wasserstofftechnologie, Oberflächenfunktionalisierung, Photonische Produktionssysteme und Additive Fertigung schaffen wir bereits heute die Basis für die technologischen Antworten von morgen.

### Unser Antrieb: schnelle Lösungen für die industrielle Praxis

Der wesentliche Antrieb für alle Mitglieder der Fraunhofer-Gesellschaft besteht darin, aktuelle Forschungsergebnisse unmittelbar in die industrielle Praxis zu überführen. Getragen von diesem Gedanken arbeiten wir jeden Tag daran, Antworten auf die Fragen von Kunden und Partnern zu finden. Erfahren Sie im Folgenden mehr über unser Leistungsportfolio, mögliche Formen der Kooperation, unser Leitbild und darüber, wie wir für Sie oder gemeinsam mit Ihnen Lösungen für Industrie und Gesellschaft erforschen und entwickeln können.

**Jahresbericht 2021 / 2022**  
Annual Report 2021/2022

**Green Economy**

# Die Fraunhofer-Gesellschaft

## Fraunhofer Gesellschaft

The Fraunhofer-Gesellschaft is the world's leading applied research organization. Prioritizing key future-relevant technologies and commercializing its findings in business and industry, it plays a major role in the innovation process. It is a trailblazer and trendsetter in innovative developments and research excellence. The Fraunhofer-Gesellschaft supports research and industry with inspiring ideas and sustainable scientific and technological solutions and is helping shape our society and our future. Interdisciplinary research teams turn original ideas into innovations together with contracting industry and public sector partners, coordinate and complete essential key research policy projects and strengthen the German and European economy with ethical value creation. International collaborative partnerships with outstanding research partners and businesses all over the world provide for direct dialogue with the most prominent scientific communities and most dominant economic regions.

Founded in 1949, the Fraunhofer-Gesellschaft currently operates 76 institutes and research units throughout Germany. Over 30,000 employees, predominantly scientists and engineers, work with an annual research budget of €2.9 billion. Fraunhofer generates €2.5 billion of this from contract research. Industry contracts and publicly funded research projects account for around two thirds of that. The federal and state governments contribute around another third as base funding, enabling institutes to develop solutions now to problems that will become crucial to industry and society in the near future. The impact of applied research goes far beyond its direct benefits to clients: Fraunhofer institutes enhance businesses' performance, improve social acceptance of advanced technology and educate and train the urgently needed next generation of research scientists and engineers.

The prestigious nonprofit Fraunhofer-Gesellschaft's namesake is Munich scholar Joseph von Fraunhofer (1787–1826). He enjoyed equal success as a researcher, inventor and entrepreneur.

Die Fraunhofer-Gesellschaft 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 an der Gestaltung unserer Gesellschaft und Zukunft mit. Interdisziplinäre Forschungsteams 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. Mehr als 30 000 Mitarbeitende, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,9 Milliarden Euro. Davon fallen 2,5 Milliarden Euro 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.

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.



### Zertifiziert nach ISO 9001:2015

Qualität ist das Fundament für unseren Erfolg. Wir haben es uns zur Aufgabe gemacht, unsere Potenziale weiterzuentwickeln sowie die Zufriedenheit unserer Partner und Kunden auf höchstem Niveau zu etablieren. Deshalb hat das Fraunhofer IWS Dresden bereits 1997 ein Qualitätsmanagementsystem eingeführt, das seither kontinuierlich weiterentwickelt und regelmäßig nach dem ISO-Standard 9001 extern zertifiziert wird. Dies dient als Basis, um anhand dokumentierter Verfahren zukunftssicher am nationalen und internationalen Markt agieren zu können.

### Certified according to ISO 9001:2015

Quality is the cornerstone of our success. We have made it our task to refine our own potential, as well as to establish and keep our partners' and customers' satisfaction at the highest level. For this reason, in 1997 Fraunhofer IWS Dresden introduced a quality management system and this system has been continuously refined and regularly externally certified according to the ISO standard 9001 ever since. This audit is regarded as the basis for working sustainably by means of documented procedures on the domestic and international markets.

# Jahresbericht 2021 / 2022

---

Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS

# Annual Report 2021 / 2022

---

Fraunhofer Institute for Material and Beam Technology IWS

# Inhalt

## Contents

### Jahresbericht 2021/2022 | Annual Report 2021/2022

Vorwort   Foreword	4
Aus dem Kuratorium   From the Board of Trustees	6
Ansprechpartner   Contact	8
<b>Zukunft und Innovation   Future and Innovation</b>	<b>10</b>
<b>Aus den Technologiefeldern   From the Technology Fields</b>	<b>20</b>
PVD- und Nanotechnik   PVD and Nanotechnology	22
Chemische Oberflächentechnik   Chemical Surface Technology	26
Additive Fertigung und Oberflächentechnik   Additive Manufacturing and Surface Technology	30
Trennen und Fügen   Cutting and Joining	36
Werkstoffcharakterisierung und -prüfung   Materials Characterization and Testing	44
Optische Messtechnik und Oberflächentechnologien AZOM   Optical Metrology and Surface Technologies AZOM	48
Dortmunder OberflächenCentrum DOC®	52
<b>Das Fraunhofer IWS   Fraunhofer IWS</b>	<b>56</b>
Vision und Mission   Vision and Mission	58
Fraunhofer IWS im Überblick   Fraunhofer IWS at a glance	62
Highlights 2021/2022	64
<b>Zentren und Netzwerke   Centers and Networks</b>	<b>70</b>
Kooperationspartner   Cooperation Partners	72
Zentren   Centers	76
Wissenschaftliche Vernetzungen   Scientific Networks	80
<b>Impressum   Publisher's details</b>	<b>88</b>





**The future  
begins now.«**

Prof. Dr.-Ing. Christoph Leyens  
Director Fraunhofer IWS

## Vorwort

### Foreword

Dear readers,

With our research results we contribute daily to providing solutions for various societal challenges. Climate change, environmental protection and energy transition in conjunction with technical and social sustainability are key issues which our society will have to face in the future. For example, it is undeniable that we will not be able to continue maintaining the model of overproduction. Resource availability and ever-increasing waste problems are already omnipresent. It is essential to make the transition towards circularity. That is why we have consciously decided to place 2022 under the motto "Green Economy".

We are also responding to our partners' and customers' feedback, who report that they have to address solutions to upcoming problems, for example, due to missing modules in their "life cycle". The task is not only to make production processes more environmentally friendly, more cost-effective and leaner. The steps toward the end

Liebe Leserinnen und Leser,

mit unseren Forschungsergebnissen tragen wir täglich dazu bei, Lösungen für verschiedene gesellschaftliche Herausforderungen zu finden. Klimawandel, Umweltschutz und Energiewende in Verbindung mit technischer und sozialer Nachhaltigkeit sind zentrale Themen, denen sich unsere Gesellschaft noch über Generationen hinweg stellen muss. Es ist zum Beispiel unverkennbar, dass wir nicht weiter das Modell der Überproduktion werden aufrechterhalten können. Die Ressourcenverfügbarkeit und ein immer größeres Entsorgungsproblem sind bereits heute allgegenwärtig. Es gilt, aus einer Wertschöpfungskette einen Kreislauf entstehen zu lassen. Daher haben wir uns bewusst dazu entschlossen, 2022 unter das Motto »Green Economy« zu stellen.

Wir reagieren damit auch auf die Rückmeldungen unserer Partner und Kunden, die uns davon berichten, dass sie bereits heute Lösungen für aufkommende Probleme, etwa durch noch fehlende Bausteine in ihrem »Life Cycle«, angehen müssen. Die Aufgabe besteht

nicht nur darin, Produktionsprozesse umweltfreundlicher, kostengünstiger und schlanker zu gestalten. Auch die Schritte zum Ende eines Produktzyklus hinsichtlich der Wiederverwertung verbauter Ressourcen werden als Schlüsselthemen gesehen.

»Die Zukunft beginnt jetzt«, ist ein Leitgedanke, dem wir unsere Forschungen unterstellen, indem wir etwa verstärkt das Thema »Life Cycle Assessment« für die am Fraunhofer IWS entwickelten Technologien und Prozesse angehen und für unsere Kunden nutzbar machen. Weitere Ansätze, die bereits heute zum Einsatz kommen und Chancen für morgige Anforderungen bieten, fassen wir in diesem Jahresbericht an verschiedenen Stellen für Sie zusammen, beispielsweise in der neuen Rubrik »Zukunft und Innovation«. Dort erfahren Sie unter anderem mehr über unsere Entwicklungen innovativer Werkstoff- und Technologielösungen der Batteriezelle von morgen, darüber, wie wir beim Thema »Wasserstoff und Brennstoffzelle« bei deutlich reduzierten Kosten die Skalierung hin zur industriellen Massenproduktion unterstützen können, oder über das Laserhärten von Stahlkomponenten, das den Energiebedarf im Bearbeitungsprozess um mehr als 90 Prozent reduzieren soll. Außerdem berichten wir über ATeM (kurz für »Additive Technologien für Medizin und Gesundheit«), eines der ersten internationalen Leistungszentren der Fraunhofer-Gesellschaft.

Unser Jahresmotto »Green Economy« soll auch Raum für Ideen und Entwicklungen unserer Forscherinnen und Forscher bieten. Kommen Sie gerne mit uns ins Gespräch, gemeinsam suchen wir nach Lösungen für Ihre Problemstellungen. Möge dieser Jahresbericht den einen oder anderen Denkanstoß bieten!

Ihr | Sincerely,

Prof. Dr.-Ing. Christoph Leyens

of a product cycle in terms of recycling consumed resources are also of utmost importance.

"The future begins now" is a guiding idea, to which we are committed, for example by increasingly addressing the topic "Life Cycle Assessment" for Fraunhofer IWS developed technologies and processes and turning them into useful tools for our customers. Other approaches already implemented today, and offering opportunities for tomorrow's requirements are summarized in various passages in this annual report, for example in the new section "Future and Innovation". Here you can find out more about our research in innovative recyclables and technology solutions for the battery cell of tomorrow, about how we can contribute to the scaling up of hydrogen and fuel cells to industrial mass production at significantly reduced costs, or about the laser hardening of steel components, which is expected to reduce energy consumption in the machining process by more than 90 percent. We also report on ATeM (short for "Additive Technologies for Medicine and Health"), one of Fraunhofer-Gesellschaft's first international centers of excellence.

Our motto "Green Economy" is also intended to provide a platform for the ideas and developments of our researchers. Please feel free to contact us, together we will find solutions for your problems. May this annual report provide food for thought!

# Aus dem Kuratorium

## From the Board of Trustees

For many years, Fraunhofer IWS has been known for its outstanding achievements in materials development, systems engineering and its expertise in processes and technologies related to materials and laser technology.

The pandemic has shown how important this technological know-how and its implementation in practical applications is for sustainable and resilient solutions. Today, society agrees that sustainability must be an essential aspect in our actions. The dependence on complex supply chains and changing manufacturing processes in distant regions across the world has clearly shown that resilience is becoming an equally important success factor. On the one hand, we need to deliberately create revolutionary changes in research and development in terms of sustainability; on the other hand, we need to protect the new ideas against unexpected and unwanted changes. This seems to be a contradiction only at first glance. Science is used to dealing with several independent objectives at the same time – so is Fraunhofer IWS.

There is a requirement for advanced technologies for the efficient and large-scale conversion of natural renewable to usable energy sources to meet our daily needs and produce required products. Due to the volatility of energy sources and the dynamics in consumption, the ability to store all forms of energy is becoming increasingly important. At the same time, the ability to use CO<sub>2</sub> as a resource must be expanded. Thus, a CO<sub>2</sub> circular economy must be created. However, for a successful turn to circularity we need to focus on more than raw materials and material cycles. Circularity needs to be the principle guiding idea for use of all resources.

Fraunhofer IWS is excellently qualified to address all of the challenges described above and can thus significantly contribute to the urgently needed developments. The Board of Trustees would like to thank the customers for their trust and all partners and employees for their excellent contribution to creating value for society!

Das Fraunhofer IWS steht seit vielen Jahren für hervorragende Leistungen in der Materialentwicklung, im System-Engineering sowie in der Beherrschung von Prozessen und Technologien rund um die Themenschwerpunkte Werkstoff- und Lasertechnik.

Die Pandemie hat gezeigt, wie wichtig dieses Technologie-wissen und dessen Umsetzung in praktische Anwendungen für nachhaltige und resiliente Lösungen ist. Inzwischen ist es gesellschaftlicher Konsens, dass Nachhaltigkeit ein wesentliches Kriterium in unserem Handeln sein muss. Die transparent gewordene Abhängigkeit von komplexen Lieferketten und Veränderungen der Fertigungssituation in entfernten Regionen der Welt hat auch verdeutlicht, dass Resilienz zu einem ebenso wichtigen Erfolgskriterium wird. Einerseits müssen wir in Forschung und Entwicklung bewusst revolutionäre Veränderungen im Sinne der Nachhaltigkeit herbeiführen, andererseits die neuen Ideen gegen unerwartete und ungewollte Veränderungen des Umfelds absichern. Dies scheint nur im ersten Augenblick einen Widerspruch darzustellen. Die Wissenschaft ist es gewohnt, mit mehreren unabhängigen Zielsetzungen gleichzeitig umzugehen – so auch das Fraunhofer IWS.

Es besteht Bedarf an weiterentwickelten Technologien für die effiziente und hochverfügbare Wandlung von natürlichen, erneuerbaren zu nutzbaren Energieformen, um unsere täglichen Bedürfnisse decken und benötigte Produkte erzeugen zu können. Aufgrund der Volatilität der Energiequellen und der Dynamik im Verbrauch wird die Fähigkeit der Speicherung aller Energieformen immer wichtiger. Gleichzeitig muss die Möglichkeit der Nutzung von CO<sub>2</sub> als Ressource ausgebaut werden. Es muss also eine CO<sub>2</sub>-Kreislaufwirtschaft entstehen. Der Bedarf an Rohstoff- und Materialkreisläufen beschränkt sich allerdings nicht nur auf Kohlenstoff, sondern muss im Sinne der angesprochenen Resilienz für alle Arten von Ressourcen zu Ende gedacht werden.

Alle beschriebenen Herausforderungen betreffend ist das Fraunhofer IWS mit seinem Know-how hervorragend aufgestellt und kann damit einen wesentlichen Beitrag zu den dringend benötigten Entwicklungen leisten. Das Kuratorium bedankt sich bei den Kunden für ihr Vertrauen und bei allen Partnern sowie Mitarbeitenden für ihren ausgezeichneten Beitrag zur Wertschöpfung!

Herzlichst | Sincerely,

Dr.-Ing. Reinhold Achatz



*Dr. Reinhold Achatz chairs the Fraunhofer IWS Board of Trustees.*

**Dr. Reinhold Achatz**  
*(Chairman of the Board of Trustees)*  
former General Manager, thyssenkrupp Transrapid GmbH, Munich

**Dr. Annerose Beck**  
Head of Division Bund-Länder Research Institutions, Saxon State Ministry for Higher Education, Research and the Arts, Dresden

**Dr. Claudio Dalle Donne**  
Head of Materials, Processes and Tests (ESCM), Airbus Operations GmbH, Bremen

**Katrien Delaey** *(Guest)*  
Director Newson NV, Dendermonde, Belgium

**Dr. Joachim Fetzer**  
Executive Vice President, MARELLI, Saitama, Japan

**Ralf-Michael Franke**  
former CEO, Factory Automation, Digital Factory Division Siemens AG, Nuremberg

**Thorsten Frauenpreiß**  
Managing Director Newport Spectra-Physics GmbH & Ophir Spiricon Europe GmbH, Darmstadt

**Dr. Andreas Handschuh**  
Chancellor, Technische Universität Dresden

**Prof. Dr. Tim Hosenfeldt**  
Senior Vice President Research and Innovation, Central Technology, Schaeffler AG, Herzogenaurach

**Dr. Uwe Krause**  
Karlsruhe Institute of Technology, Project Management Agency Karlsruhe, Production and Manufacturing Technologies, Head of Branch Office Dresden

**Dr. Monika Kursawe**  
Director Performance Materials | Operations – Head of EHS & Compliance, Merck KGaA, Darmstadt

**Dr. Marco Nock** *(Guest)*  
Senior Vice President Innovation Management, EOS GmbH Electro Optical Systems, Krailling

**MinR. Peter G. Nothnagel**  
Head of Division Structural Development, Energy and Environment relating to Economy, Saxon State Ministry for Economic Affairs, Labor and Transport, Dresden

**Dr. Christoph Rüttimann**  
CTO Bystronic Laser AG, Niederörs, Switzerland

**Dr. Oliver Schauerte**  
Group Innovation Materials Volkswagen AG, Wolfsburg

**Dr. Inga Stoll**  
Director Engineering Support Processes (TEP), MTU Aero Engines AG, Munich

**Prof. Dr. Ronald Tetzlaff** *(Guest)*  
Chief Officer Technology Transfer and Internationalisation, Technische Universität Dresden

**Dr. Christoph Ullmann**  
CEO, Laserline GmbH, Mülheim-Kärlich

**Dr. Franz-Josef Wetzel**  
BMW Motorrad, Munich

# Ansprechpartner

## Contacts




**Prof. Dr. Christoph Leyens**  
 Director  
 +49 351 83391-3242  
 christoph.leyens@iws.fraunhofer.de



**Birgit Mörbe**  
 Administration and Engineering  
 +49 351 83391-3426  
 birgit.moerbe@iws.fraunhofer.de



**Dr. Jens Standfuß**  
 Business Development  
 +49 351 83391-3212  
 jens.standfuss@iws.fraunhofer.de



**Markus Forytta**  
 Corporate Communications  
 +49 351 83391-3614  
 markus.forytta@iws.fraunhofer.de



**Prof. Dr. Andreas Leson**  
 PVD and Nanotechnology  
 +49 351 83391-3317  
 andreas.leson@iws.fraunhofer.de



**Prof. Dr. Stefan Kaskel**  
 Chemical Surface Technology  
 +49 351 83391-3331  
 stefan.kaskel@iws.fraunhofer.de



**Prof. Dr. Frank Brückner**  
 Additive Manufacturing and Surface Technology  
 Coordinator Digitalization  
 +49 351 83391-3452  
 frank.brueckner@iws.fraunhofer.de



**Dr. Andreas Wetzig**  
 Cutting and Joining  
 +49 351 83391-3229  
 andreas.wetzig@iws.fraunhofer.de



**Prof. Dr. Martina Zimmermann**  
 Materials Characterization and Testing  
 +49 351 83391-3573  
 martina.zimmermann@iws.fraunhofer.de



**Prof. Dr. Peter Hartmann**  
 Application Center for Optical Metrology AZOM  
 +49 375 536-1538  
 peter.hartmann@iws.fraunhofer.de



**Dr. Teja Roch**  
 Dortmunder Oberflächen-Centrum DOC®  
 Business Development  
 +49 231 844-3894  
 teja.roch@iws.fraunhofer.de



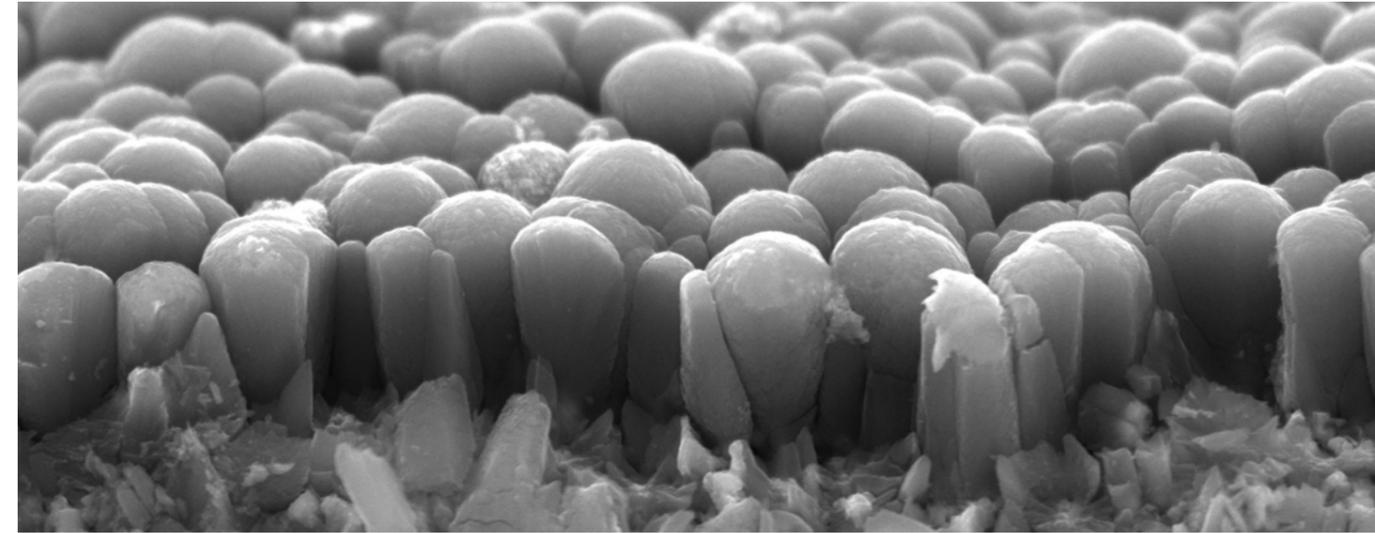
**Prof. Dr. Andrés-Fabián Lasagni**  
 Business Development  
 Center for Advanced Micro-Photonics (CAMP)  
 +49 351 83391-3007  
 andres-fabian.lasagni@iws.fraunhofer.de

# Zukunft und Innovation

Future and Innovation

## Neue Ideen für die Batteriezellen von morgen

### New ideas for tomorrow's battery cells



*The electron micrograph shows a columnar silicon layer to be used as a new anode material for tomorrow's battery cell with increased energy density.*

Batterien sind die Zukunft. Diese neue Generation von Batteriezellen verspricht eine höhere Energiedichte und niedrigere Kosten. Das alles erfordert jedoch innovative Werkstoffe und Technologielösungen entlang der Wertschöpfungskette. Am Fraunhofer IWS entstehen dafür neuartige Konzepte – vom Materialdesign bis hin zur Vollzelle, inklusive Werkstoffcharakterisierung, modernsten Verfahren zur Verarbeitung und der Evaluierung von Prototypzellen.

Ein aussichtsreiches Element für den Einsatz in Batterien ist zum Beispiel die Siliziumanode. Forschenden des Fraunhofer IWS ist es gelungen, eine Siliziumschicht auf einer Kupferfolie als Anode zu verwenden. Sie verzichten damit komplett auf das gängige Graphit als Anode. Die Herausforderung dabei: Im Ladevorgang der Batterie nimmt Silizium knapp 300 Prozent seines Volumens zu. Ohne Gegenmaßnahmen sind ein Abplatzen des Materials und ein rapider Kapazitätsverlust die Folge. Im Rahmen des Verbundprojekts »KaSiLi: Strukturmechanische Kathodenadaptation für Silizium- und Lithiumwerkstoffe« rückt die dünne Kupferfolie in den Fokus, auf der das Silizium abgeschieden wird. Das Modifizieren

Batteries are the future. This new generation of battery cells promises higher energy density and lower costs. However, this new generation requires innovative materials and technology solutions along the entire value chain. Fraunhofer IWS is developing novel concepts to address this challenge – from material design to full cells, including material characterization, state-of-the-art processing methods and the evaluation of prototype cells.

Silicon, for example, is a promising element as anode material for use in batteries. Fraunhofer IWS researchers have succeeded in depositing a silicon layer on a copper foil as an anode. This means that they can completely dispense with graphite, which is commonly used. The challenge in this process is that silicon increases in volume by almost 300 percent during the battery charging process. Without countermeasures, this results in the spalling of the material and subsequently a rapid loss of capacity. As part of the joint project "KaSiLi: Structural mechanical cathode adaptation for silicon and lithium materials", researchers are focusing on the thin copper foil on which

the silicon is deposited. Modifying the surface structure of the foil provides space for the silicon to expand when the cells are cycled.

Already now, the process is working on a laboratory scale. By the end of 2022, it should be determined which material design provides the ideal conditions for the silicon to expand in volume without any problems and how such a battery cell can be operated without major losses over many charging cycles. In this way, new types of battery systems with a higher energy density – almost 30 percent more than conventional lithium-ion batteries – will be produced at the institute.

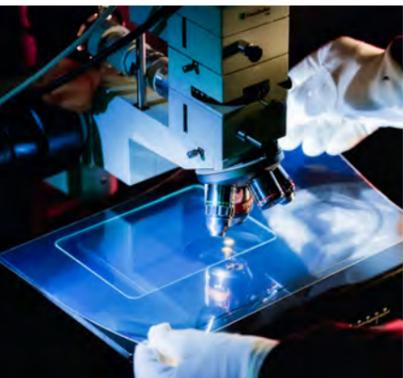
der Oberflächenstruktur der Folie schafft Raum für ein Ausdehnen des Siliziums beim Zyklieren der Zellen.

Schon jetzt funktioniert das im Labormaßstab. Bis Ende 2022 soll feststehen, welches Materialdesign ideal ist, damit die Volumenausdehnung des Siliziums ohne Probleme verläuft, und wie solch eine Batteriezelle ohne große Verluste über viele Ladezyklen hinweg funktioniert. Somit entstehen am Institut neuartige Batteriesysteme mit einer höheren Energiedichte – knapp 30 Prozent mehr als bei herkömmlichen Lithium-Ionen-Batterien.



## Künstliche Intelligenz in der Qualitätssicherung

### Artificial intelligence in quality assurance



Hyperspectral imaging (HSI) can help to monitor processes as completely as possible and detect changes or errors.

Failures in industrial production processes result in costs. It is therefore all the more important to completely monitor these processes. Such an approach allows for early detection of changes in the processes or the manufactured components. At Fraunhofer IWS researchers are developing novel concepts for a high-performance process monitoring. They use artificial intelligence (AI) to access relevant process information, analyze it in real time and use it for quality assurance.

#### Sensor technology and AI for production engineering – laser beam welding as a use case

Laser welding has been well established in mass production and stands for high reproducibility as well as product quality. In order to further improve the efficiency and cost-effectiveness of these processes and thus the product sustainability, the scientists in the Laser Welding research group are focusing on the development of an AI-based expert system for laser-based manufacturing processes. In the long term, this digital tool should enable process

Ausfälle in industriellen Produktionsprozessen verursachen Kosten. Umso wichtiger ist es, diese Prozesse möglichst lückenlos zu überwachen. Dieses Vorgehen erlaubt ein frühzeitiges Detektieren von Veränderungen der Prozesse bzw. der gefertigten Bauteile. Am Fraunhofer IWS entwickeln Forschende neuartige Konzepte für eine leistungsfähige Prozessüberwachung. Sie setzen dabei Künstliche Intelligenz (KI) ein, um relevante Prozessinformationen zugänglich zu machen, diese in Echtzeit zu verarbeiten und für die Qualitätssicherung zu nutzen.

#### Sensorik und KI für die Produktionstechnik – Beispiel: Laserstrahlschweißen

Das Laserschweißen ist in der Massenproduktion etabliert und steht für eine hohe Reproduzierbarkeit sowie Qualität der erzeugten Produkte. Um diese Prozesse noch effizienter, kostengünstiger und damit die Produkte nachhaltiger zu gestalten, verfolgen die Forschenden der Gruppe Laserstrahlschweißen das Ziel, ein KI-basiertes Expertensystem für laserbasierte Fertigungsprozesse zu entwickeln. Dieses digitale Werkzeug soll langfristig eine

Prozesskontrolle für eine Null-Fehler-Produktion in großen industriellen Prozessketten ermöglichen.

Die sensorgestützte Datenerfassung während der Laserprozessführung in Verbindung mit intelligenten Auswertemethoden wird in Zukunft nachgelagerte, zum Teil sehr aufwendige Prüfverfahren ersetzen. Der Forschungsfokus liegt vor allem auf der Verbesserung von Detektions- und Anwendungsmöglichkeiten und der Realisierung einer echtzeitfähigen Kommunikation zwischen Sensor und laserbasiertem Prozess. Darüber hinaus sollen die am Fraunhofer IWS entwickelten Lösungen einfach auf bereits bestehende Produktionsanlagen übertragbar sein.

#### Hyperspektrale Bildgebung und KI in Fertigungsprozessen – Beispiel: additive Fertigung

Die hyperspektrale Bildgebung (HSI) in Kombination mit KI-basierter Datenverarbeitung ist eine hervorragende Technologie für eine schnelle flächige Inspektion von Auftragsprozessen (wie etwa Beschichtung oder additive Fertigung). Die Gruppe Optische

control for zero-defect production in large industrial process chains.

In the future, sensor-based data acquisition during laser process control in conjunction with intelligent evaluation methods will replace subsequent control procedures, some of which are very costly. Research focuses mainly on improving the detection and application scenarios and enabling real-time communication between sensor and laser-based process. Furthermore, Fraunhofer IWS developed solutions should be easily transferable to already existing production facilities.

#### Hyperspectral imaging and AI in manufacturing processes – additive manufacturing as a use case

Hyperspectral imaging (HSI) in combination with AI-based data processing is an excellent technology for fast lateral surface inspection of deposition processes (such as coating or additive manufacturing). The Optical Inspection Technology group developed customized HSI systems to address a wide range of application

*HSI is suitable for monitoring and control applications to enable zero-defect tolerance in industrial process chains.*

scenarios. Intelligent processing of images containing millions of data points plays a central role. Only the use of artificial intelligence methods opens up access to quality statements regarding sample and material properties and their lateral distribution. For the first time, Fraunhofer IWS researchers successfully applied the concept to powder bed additive manufacturing. By means of HSI, it is possible to continuously guarantee the quality of the powders throughout the entire process. Random sampling and subsequent tedious laboratory tests are no longer necessary. The process's flexibility permits very simple adaptation to a wide variety of applications. The extraordinary potential of this new imaging technique is highly attractive, especially for processes without adequate continuous quality monitoring. In addition, hyperspectral imaging is highly suitable for use in process monitoring and control, as well as in sorting.

Inspektionstechnik entwickelt maßgeschneiderte HSI-Systeme, um vielfältige Anwendungsszenarien zu adressieren. Dabei spielt die intelligente Verarbeitung der viele Millionen Datenpunkte enthaltenden Bilder eine zentrale Rolle. Erst der Einsatz von Methoden der Künstlichen Intelligenz eröffnet den Zugang zu Qualitätsaussagen bzgl. Proben- bzw. Materialeigenschaften und deren lateraler Verteilung. Erstmals wandten die Forschenden das Konzept erfolgreich in der additiven Fertigung im Pulverbettverfahren an. Mittels HSI gelingt es, die Güte der Pulver kontinuierlich während des gesamten Prozesses zu garantieren. Stichprobenhafte Probennahme und sich anschließende langwierige Laboruntersuchungen entfallen. Die Flexibilität des Verfahrens erlaubt eine sehr einfache Anpassung an verschiedenste Aufgabenstellungen. Das außerordentliche Potenzial dieser neuen Form der Bildgebung ist gerade für solche Prozesse hochattraktiv, die bislang über keine adäquate kontinuierliche Qualitätsüberwachung verfügen. Darüber hinaus eignet sich die hyperspektrale Bildgebung für den Einsatz in der Prozessüberwachung und -steuerung, sowie in der Sortierung.



*Conventional methods for manufacturing prostheses (above) could be replaced in the future and realized more individually and with improved properties.*

im Pulverbettverfahren reduziert sich der Aufwand und es lassen sich Ressourcen einsparen. Anfallendes Restmaterial kann in späteren Prozessen einfach wiederverwendet werden. Im Nachgang entfällt zudem das zeitintensive Nachbearbeiten unter Freisetzung potenziell gesundheitsschädlicher Stäube. Die endkonturnahen Ergebnisse der additiven Verfahren machen das möglich.

Ziel der Fraunhofer-Forschenden ist es, die Möglichkeiten der additiven Fertigung später nahtlos in bestehende Prozessketten einzufügen. Aus dem Mundraum-Scan beim Zahnarzt entstehen dann mithilfe von Künstlicher Intelligenz Modelle, die wiederum Grundlage für den Druck ganz individueller Prothesen mit verbesserten Eigenschaften und Funktionen sind. Das Verfahren erlaubt außerdem Materialzusammenstellungen, die heute nur schwierig miteinander kombinierbar sind – das alles bei kurzen Wartezeiten.

resulting in this process step is high. Manufacturing in the powder bed process, however, reduces effort and saves resources. Any residual material can easily be reused in subsequent processes. In addition, time-consuming reworking involving the emission of potentially harmful particles is no longer necessary. This is possible thanks to the near-net-shape results of additive processes.

The goal of the Fraunhofer researchers is to seamlessly integrate the possible additive manufacturing processes into existing process chains at a later stage. Models are thus created from the oral cavity scan taken by the dentist with the help of Artificial Intelligence. These models, in turn, form the basis for printing completely individual prostheses with improved properties and functions. The process also allows material combinations that are difficult to combine today – all with short waiting times.

## Schnelle und individuelle Hilfe für Patienten

### Fast and individual help for patients



*ATeM aims to advance customized medicine with modern processes, for example with dentures from the 3D printer.*

3D-printed dental prostheses: The new German-Polish high-performance center "Additive Technologies for Medicine and Health" (ATeM) is researching the potential of additive manufacturing in dental medicine. However, researchers from the Fraunhofer Institutes IWS in Dresden and IWU in Chemnitz as well as the Wrocław University of Science and Technology are not only exploring industrial applications of 3D printing processes in this field.

Dentistry benefits, for instance, from the faster and more cost-effective fabrication of so-called clasp dental prostheses. Until now, dental laboratories have milled these time-consumingly by hand from cylindrical plates. Furthermore, the material waste

Die Zahnprothese aus dem 3D-Drucker: Das neue deutsch-polnische Leistungszentrum »Additive Technologien für Medizin und Gesundheit« (ATeM) erforscht Möglichkeiten der additiven Fertigung in der Dentalmedizin. Aber nicht nur dort loten Forschende der Fraunhofer-Institute IWS in Dresden und IWU in Chemnitz sowie die Technische Universität Wrocław den Einsatz von 3D-Druckverfahren in der Industrie aus.

Die Zahnmedizin profitiert dabei unter anderem von der schnelleren und kostengünstigeren Produktion sogenannter Klammerprothesen. Bisher fräsen Zahntechniklabore diese zeitaufwendig per Hand aus zylindrischen Platten. Der Materialabfall bei diesem Arbeitsschritt ist zudem groß. Durch die Fertigung

## Abheben mit Wasserstoff

### Take off with hydrogen

Grüner Fliegen – Wasserstoff bietet dafür eine echte Chance. Aktuell werden dahingehend verschiedene Ansätze untersucht. Für nahezu emissionsfreies Reisen in der Luft soll er entweder direkt in Fluggasturbinen verbrannt werden oder über Brennstoffzellen den Strom für Elektromotoren liefern. Gerade im Hinblick auf die Energiewende spielt das Element Wasserstoff eine wichtige Rolle, weil der Einsatz kohlenstoffarmer Energiequellen einen geringeren Ausstoß von Treibhausgasen in die Atmosphäre ermöglicht. Eine große Menge an Energie bei gleichzeitig geringer Masse – das macht Wasserstoff nicht nur für das Flugwesen attraktiv. Am Fraunhofer IWS beschäftigen sich die Forschenden mit der Entwicklung und Verbesserung verschiedener Bausteine für die Wasserstofftechnologie, darunter angepasste Beschichtungen und Produktionsprozesse oder Möglichkeiten dichter Fügeverbindungen für Wasserstoffspeicher.

Flying green – hydrogen offers a real chance. Currently, researchers are investigating various approaches to this end. For virtually emission-free air travel, hydrogen must either be burned directly in aircraft gas turbines or used to supply electricity for electric motors via fuel cells. Hydrogen plays an important role, particularly with regard to energy transition, since the use of low-carbon energy sources minimizes emissions of greenhouse gases into the atmosphere. A large amount of energy combined with low mass – this is precisely what makes hydrogen highly attractive not only for aviation. At Fraunhofer IWS, scientists are focusing on the development and improvement of various modules for hydrogen technology, including adapted coatings and production processes or tight joints for hydrogen storage systems.

### Uniform material flow for high efficiency

One process for hydrogen production is electrolysis, in which water is split into oxygen and hydrogen by means of an electric current. Researchers at Fraunhofer IWS are focusing on electrolysis based on the proton exchange membrane (PEM). Such electrolyzers are currently still cost-intensive in production and not very efficient. A possible approach to increasing efficiency is the design of bipolar plates. These electrolyzer components ensure the supply of water and remove the resulting elements hydrogen and oxygen. Therefore flow profiles are incorporated on both sides of the plate halves as distribution structures. The Powder Bed Processes and Printing group is developing novel designs for these so-called flow fields to improve cell performance. Fraunhofer IWS rapid prototyping technology enables higher performance designs resulting from simulations to be quickly transferred to test components and analyzed regarding their efficiency. This approach can also help in the future to implement experimental designs quickly.

### Gleichmäßiger Stofffluss für hohe Effizienz

Ein Verfahren zur Wasserstofferzeugung ist die Elektrolyse, bei der Wasser durch den Einsatz von elektrischem Strom in Sauerstoff und Wasserstoff aufgespalten wird. Forschende am Fraunhofer IWS beschäftigen sich speziell mit der Elektrolyse auf Basis der Proton-Exchange-Membran (PEM). Solche Elektrolyseure sind momentan noch kostenintensiv in der Herstellung und wenig effizient. Ein möglicher Ansatzpunkt zur Steigerung der Effizienz ist das Design der Bipolarplatten. Diese Komponenten des Elektrolyseurs stellen die Versorgung mit Wasser sicher und realisieren den Abtransport der entstehenden Elemente Wasserstoff und Sauerstoff. Auf beiden Seiten der Plattenhälften sind dazu Strömungsprofile als Verteilstrukturen eingearbeitet. Die Gruppe Pulverbettverfahren und Drucken entwickelt neuartige Designs für diese sogenannten Flowfields, um die Leistung der Zelle zu verbessern. Das Rapid-Prototyping des Fraunhofer IWS ermöglicht es, dass sich die aus Simulationen entstandenen leistungsfähigeren Entwürfe schnell in Versuchsbauteile überführen und vermessen lassen. Dieser Ansatz kann auch in Zukunft helfen, um experimentelle Designs zeitnah umzusetzen.

### Neue Ideen für die Brennstoffzellproduktion

Kostengünstige, automatisierte Prozesse sind das Ziel für die Massenproduktion von Bipolarplatten. Am Fraunhofer IWS entwickeln Mitarbeitende zukunftsweisende Lösungen für die Massenfertigung im Rolle-zu-Rolle-Verfahren. Im Hinblick auf das Produktions-tempo soll damit künftig die Herstellung einer Bipolarplatte eine Sekunde dauern. Auch das Beschichten der Platten steht im Fokus. Dies ist beispielsweise dann notwendig, wenn ein kostengünstigeres Edelstahlblech eingesetzt wird. Am Dortmunder OberflächenCentrum DOC® wurde eine durch physikalische Gasphasenabscheidung schnell applizierbare und nur wenige Nanometer dünne Kohlenstoffbeschichtung entwickelt. Sie schützt den Edelstahl vor Korrosion, macht ihn gleichzeitig leitfähiger und hat einen ähnlich niedrigen Kontaktwiderstand wie Gold – sie kostet jedoch nur einen Bruchteil. Eine weitere Herausforderung ist das kontinuierliche Fügen bei hohen Bandgeschwindigkeiten. Die Forschenden setzen unter anderem auf den am Dresdner Institut entwickelten und bereits patentierten Spaltschweißprozess.

### New ideas for fuel cell production

Cost-efficient, automated processes are the goal for bipolar plate production. At Fraunhofer IWS, researchers are developing forward-looking solutions for mass production using roll-to-roll processes. In the future the production of a bipolar plate should take just a second, in terms of production speed. The scientists are also focusing on plate coating. This is necessary, for example, if a cheaper stainless steel plate is used. At Dortmunder OberflächenCentrum DOC®, a carbon coating has been developed which can be deposited quickly by physical vapor deposition and is only a few nanometers thick. It protects the stainless steel against corrosion, at the same time making it more conductive and having a similarly low contact resistance as gold – but it costs only a fraction. Another challenge is continuous joining at high steel strip speeds. Among other things, the researchers are relying on the welding process in the gap between two rollers developed and already patented at the Dresden institute.



### Hydrogen storage – an ice-cold affair

If hydrogen is to be used in aviation, the problem of storage must be solved. Storage is possible in two ways. Firstly, as compressed gas in pressure tanks, and secondly by storing it at low temperatures. For this purpose, the gas is cooled down considerably and ultimately becomes liquid. This method in particular is ideal for use in aircraft because of the lighter tanks compared with pressurized storage. Various metallic materials are used in the construction of the tanks and pipe systems. However, joining with conventional welding methods only produces joints of inadequate quality. The resulting welds often exhibit high brittleness and would fail at low temperatures or abrupt loads, posing a too high flight risk. Researchers in the Design and Special Processes group use the magnetic pulse welding process for such applications and have already demonstrated the resulting excellent joint properties. In the process, the two joining partners collide at high speed. The resulting high pressure leads to welding. A measuring and testing system, also newly developed for this purpose, ensures consistently high quality of the weld seams and thus the leak-tightness of the tanks and pipes. For "green" flying in particular, this represents an important safety guarantee. In the near future, the scientists also want to study how laser beam welding processes and friction stir welding are suitable for joining hydrogen tanks.

*Cryogenic, i.e. very cold environments such as containers and piping systems for hydrogen storage systems, can be reliably joined by magnetic pulse welding.*

### Wasserstoffspeicherung – eine eiskalte Angelegenheit

Soll der Wasserstoff im Flugverkehr Anwendung finden, ist das Problem der Speicherung zu lösen. Möglich ist das Lagern auf zwei Wegen. Zum einen als komprimiertes Gas in Drucktanks, zum anderen durch die Speicherung bei tiefen Temperaturen. Dafür wird das Gas stark abgekühlt und letztlich flüssig. Gerade diese Methode ist für den Einsatz im Flugzeug aufgrund der leichteren Tanks im Vergleich zur Druckspeicherung ideal. Beim Bau der Behälter und Leitungssysteme kommen verschiedene metallische Werkstoffe zum Einsatz. Das Fügen mit herkömmlichen Schweißverfahren erzeugt allerdings lediglich Verbindungen mit ungenügender Qualität. Die entstandenen Schweißnähte weisen oftmals eine hohe Sprödigkeit auf und würden bei tiefen Temperaturen oder schlagartigen Belastungen versagen, was ein zu hohes Risiko während des Flugs darstellen würde. Forschende der Gruppe Auslegung und Sonderverfahren nutzen für solche Anwendungen das Magnetpulsschweißverfahren und wiesen bereits die daraus resultierenden ausgezeichneten Verbindungseigenschaften nach. Bei dem Verfahren prallen die beiden Fügepartner mit großer Geschwindigkeit aufeinander. Der entstehende hohe Druck führt zum Verschweißen. Ein dafür ebenfalls neu erdachtes Mess- und Prüfsystem ermöglicht eine gleichbleibend hohe Qualität der Schweißnähte und somit die Dichtigkeit der Tanks und Leitungen. Gerade für das »grüne« Fliegen stellt das eine wichtige Sicherheitsgarantie dar. In nächster Zeit wollen sich die Forschenden auch damit beschäftigen, wie sich Laserstrahlschweißprozesse und das sogenannte Rührreibschweißen für das Fügen von Wasserstofftanks eignen.

## »Coherent Beam Combining«: Neuartiger Laser im Test

### »Coherent beam combining«: Testing the novel CIVAN laser



Das Fraunhofer IWS erprobt einen neuartigen Hochleistungslaser, der auf dem »Coherent Beam Combining« (CBC) basiert. Das 13-Kilowatt-Gerät kombiniert 32 einzeln ansteuerbare Faserlaser, um rasch zwischen verschiedenen Strahlprofilen zu wechseln. Dadurch lassen sich schneller als bisher variierende Leistungsverteilungsmuster erzeugen. Das Fraunhofer IWS eruiert nun im Auftrag des israelischen Herstellers »CIVAN Advanced Technologies«, ob und wie sich damit schwierig schweißbare Werkstoffe besser fügen lassen. Auch die additive Fertigung von Bauteilen aus rissempfindlichen Legierungen sowie Schneidprozesse stehen auf der Test-Agenda. Im Anschluss steht der Laser Industriepartnern für deren Anwendungen zur Verfügung. Absehbar ist, dass CBC-Laser sowohl bestehende Laseranwendungen verbessern als auch neue Anwendungen erschließen werden.

Fraunhofer IWS is testing a novel high-power laser based on the "Coherent Beam Combining" method (CBC). The 13-kilowatt device combines 32 individually controllable fiber lasers to rapidly switch between different beam profiles. This allows to generate varying power distribution patterns faster than before. Fraunhofer IWS is now studying on behalf of the Israeli manufacturer "CIVAN Advanced Technologies" whether and how the CBC laser can be used to better join hard-to-weld materials. Additive manufacturing of components made of crack-sensitive alloys as well as cutting processes are included in the test agenda. Subsequently, the laser will be available to industrial partners for their applications. CBC lasers are expected to improve existing laser processes and to enable new applications.

*Fraunhofer IWS in Dresden is currently testing a novel high-power laser.*





# Aus den Technologiefeldern

## From the Technology Fields

PVD- und Nanotechnik   PVD and Nanotechnology .....	22
Chemische Oberflächentechnik   Chemical Surface Technology .....	26
Additive Fertigung und Oberflächentechnik   Additive Manufacturing and Surface Technology .....	30
Trennen und Fügen   Cutting and Joining .....	36
Werkstoffcharakterisierung und -prüfung   Materials Characterization and Testing ...	44
Optische Messtechnik und Oberflächentechnologien AZOM   Optical Metrology and Surface Technologies AZOM .....	48
Dortmunder OberflächenCentrum DOC® .....	52

# PVD- und Nanotechnik

## PVD and Nanotechnology



Unique surfaces with promising properties for the industry«



### Technology Field Manager PVD and Nanotechnology

#### Division Manager Nano Coatings

**Prof. Dr. Andreas Leson**  
+49 351 83391-3317  
andreas.leson@iws.fraunhofer.de



### Group Manager EUV and X-ray Optics

**Dipl.-Phys. Peter Gawlitza**  
+49 351 83391-3431  
peter.gawlitza@iws.fraunhofer.de



### Group Manager Energy Storage Coatings

**Dipl.-Ing. Erik Pflug**  
+49 351 83391-3524  
erik.pflug@iws.fraunhofer.de



### Group Manager PVD Coatings

**Dr. Otmar Zimmer**  
+49 351 83391-3257  
otmar.zimmer@iws.fraunhofer.de



### Division Manager Carbon Coatings

**Dr. Volker Weihnacht**  
+49 351 83391-3247  
volker.weihnacht@iws.fraunhofer.de



### Group Manager Coating Technology

**Dr. Frank Kaulfuß**  
+49 351 83391-3414  
frank.kaulfuss@iws.fraunhofer.de



### Group Manager Coating Characterization

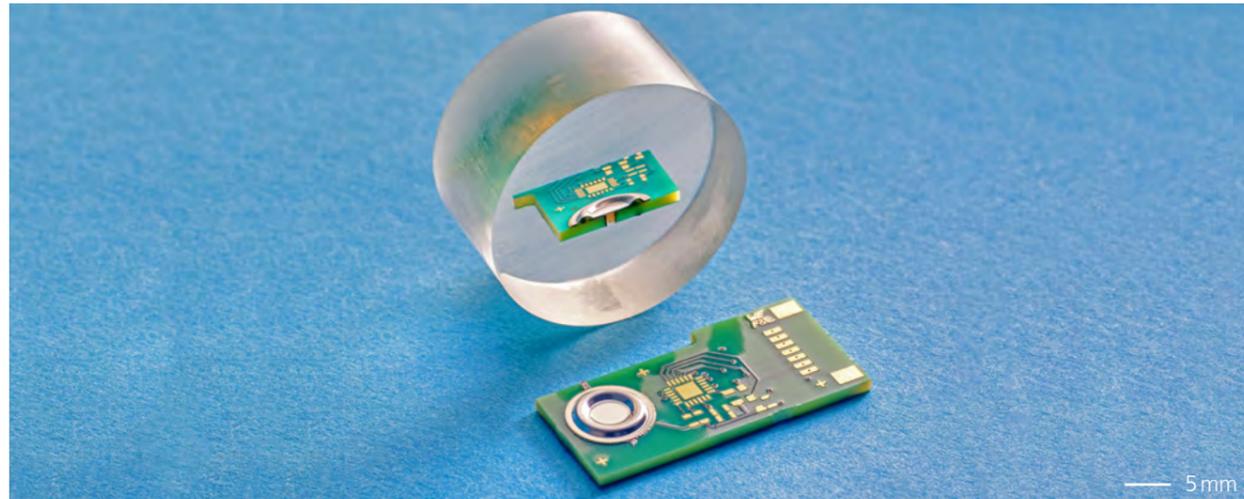
**Dr. Stefan Makowski**  
+49 351 83391-3192  
stefan.makowski@iws.fraunhofer.de

Einzigartige Oberflächen mit interessanten Eigenschaften für die Industrie: hart, reibungsarm, elektrisch leitend oder reflektierend. Das Technologiefeld PVD- und Nanotechnik entwickelt Verfahren und Anlagentechnik zur Herstellung von Dünnschichten, die auf physikalischen Abscheidungsverfahren basieren. Schwerpunkte bilden die Produktion, Anwendung und Charakterisierung von Kohlenstoffschichten und die Erforschung von Energiespeicherschichten. Das Fraunhofer IWS konzipiert zudem hochpräzise Nanometer-Multischichten für Anwendungen im Röntgen- oder extrem ultravioletten Spektralbereich. Hartstoffschichten mit Dicken von bis zu 100 Mikrometern erhöhen die Haltbarkeit und Widerstandsfähigkeit von Maschinenkomponenten oder Werkzeugen.

Unique surfaces with promising properties for industry: hard, low-friction, electrically conductive or reflective. The technology field PVD and Nanotechnology develops processes and system technologies for the fabrication of thin films based on physical deposition processes. Special emphasis is placed on the production, application and characterization of carbon coatings and the research of energy storage coatings. Fraunhofer IWS also designs high-precision nanometer multilayers for applications in the X-ray or extreme ultraviolet spectral range. Hard coatings with thicknesses of up to 100 micrometers increase the durability and resistance of machine components or tools.

# Hochpräzise reaktive Fügetechnik für die Mikrosystemtechnik

## High-precision reactive joining for microsystems technology



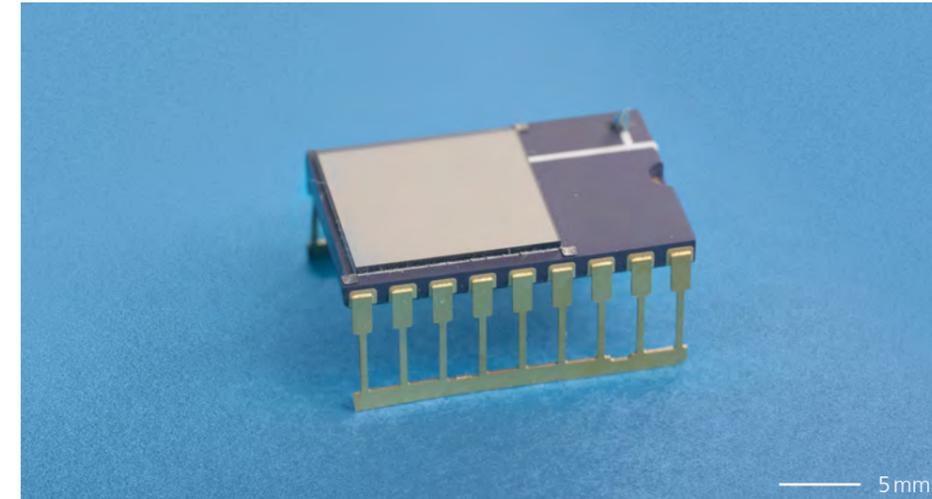
*Hermetic sealing of a pressure sensor (component: Hahn-Schickard)*

Fraunhofer IWS is taking reactive joining to the next level. In the future, reactive multilayer systems (RMS) will join sensors and other components in the field of microsystems engineering as direct coating on wafers and components or as thin films in a particularly gentle and environmentally friendly way – using less energy and yet much faster than the joining technologies used so far.

To fabricate pressure sensors, for example, it is necessary to fix a pressure-sensitive thin steel membrane to a printed circuit board. During the joining process between silicon and steel, the energy input should be focused as far as possible solely on the joining zone. Otherwise, the sensor signal could shift unintentionally and damage the compact electronics. This applies not only to the joining of steel and printed circuit boards, but also to glass and many other materials. The scientists aim to join components in microsystems engineering in such a way that they are gentle with respect to the material, strong and hermetically sealed. These RMS consist of the novel material combination of

Das Fraunhofer IWS arbeitet an einer neuen Evolutionsstufe des reaktiven Fügens. Reaktive Multischichtsysteme (RMS) sollen künftig als Direktbeschichtung auf Wafer- und Bauteilebene oder als dünne Folien Sensoren und andere Bauteile in der Mikrosystemtechnik besonders schonend und umweltfreundlich fügen – bei geringerem Energieeinsatz und dennoch weit schneller als die bisher eingesetzten Fügetechnologien.

Um beispielsweise Drucksensoren herzustellen, ist es notwendig, eine druckempfindliche dünne Stahlmembran auf einer Leiterplatte zu fixieren. Beim Fügeprozess zwischen Stahl und Leiterplatte soll sich der Energieeintrag möglichst nur auf die Fügezone konzentrieren. Andernfalls könnte sich das Sensorsignal unbeabsichtigt verschieben und die kompakte Elektronik Schaden nehmen. Dies gilt nicht nur für die Verbindung von Stahl mit Leiterplatten, sondern auch mit Glas und vielen anderen Materialien. Die Forschenden wollen Bauteile in der Mikrosystemtechnik materialchonend, fest und hermetisch dicht verbinden. Die dabei zu entwickelnden RMS bestehen aus der neuartigen Materialkombination Zirkonium (Zr) und Silizium (Si).



Ein RMS besteht aus Hunderten alternierenden, nanometerdünnen Schichten. Ein Zündimpuls setzt eine exotherme Kettenreaktion in Gang, die in Sekundenbruchteilen beide Materialien fest miteinander verbindet. Der lokal begrenzte Wärmeeintrag schont die Bauteile, reduziert die Produktionskosten, mindert den Fügestress, spart Energie ein, erhöht das Prozesstempo deutlich und kann selbst Materialien verbinden, die sich mit klassischen Verfahren nicht oder nur schwierig fügen lassen.

Zr/Si-RMS machen nun erstmalig Hartlötungen möglich. Dadurch werden Sensoren und Fügeverbindungen mechanisch und thermisch stärker belastbar. Im Gegensatz zu bisher eingesetzten RMS aus Nickel und Aluminium entfällt der Einsatz biologisch bedenklichen Nickels. Dadurch ergeben sich breitere Anwendungsfelder, zum Beispiel in der Medizintechnik als Sensorik, etwa für Lab-on-Chip-Systeme. Die im Vergleich zu Nickel-Aluminium-RMS von 80 auf etwa 20 Mikrometer reduzierten Gesamtdicken ermöglichen zudem eine komplexere und hoch integrierte Sensorik.

zirconium (Zr) and silicon (Si). An RMS consists of hundreds of alternating nanometer-thin layers. An ignition pulse initiates an exothermic chain reaction that firmly joins the two materials in just a few milliseconds. The locally limited heat input protects the components, reduces production costs, minimizes joining stress, saves energy, significantly increases the process speed and can even join materials that are difficult or impossible to join using conventional methods.

Zr/Si RMS now for the first time enable brazing joints. As a result, sensors and joints can withstand higher mechanical and thermal loads. In contrast to previously used RMS made of nickel and aluminum, the use of biologically harmful nickel is no longer necessary. This opens up broader fields of application, for example sensors in medical technology, e.g. for lab-on-chip systems. The total thickness, which have been reduced from 80 to approx. 20 micrometers compared to nickel-aluminum RMS, also enable more complex and highly integrated sensor technology.

### Contact



Dipl.-Ing. Erik Pflug  
Energy Storage Coatings  
+49 351 83391-3524  
erik.pflug@iws.fraunhofer.de

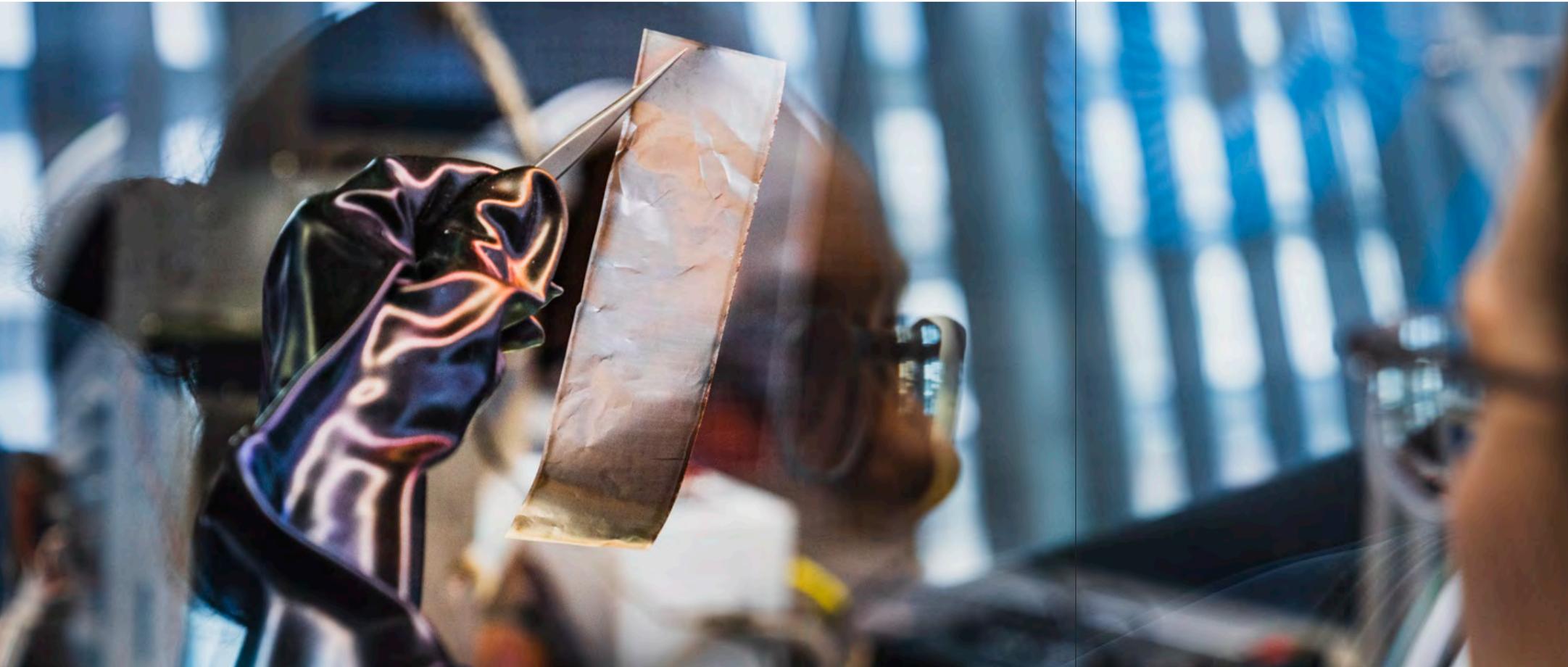
*Hermetic sealing of a ceramic enclosure with a Pyrex lid (component: Hahn-Schickard)*

Founded by  Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

The project "Optimized reactive joining technology based on novel zirconium systems for use in microsystems technology" (Join-ZiSi) is funded by the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy based on a resolution of the German Bundestag under the grant number 21347 BG from September 2020 to February 2023. AiF acts as the funding agency.

# Chemische Oberflächentechnik

## Chemical Surface Technology



**Technology Field Manager  
Chemical Surface Technology**  
Prof. Dr. Stefan Kaskel  
+49 351 83391-3331  
stefan.kaskel@iws.fraunhofer.de



**Group Manager  
Gas and Particle Filtration**  
Dr. Jens Friedrich  
+49 351 83391-3430  
jens.friedrich@iws.fraunhofer.de



**Division Manager Chemical  
Surface and Battery Technology**  
Dr. Holger Althues  
+49 351 83391-3476  
holger.althues@iws.fraunhofer.de



**Group Manager  
Chemical Coating Technology**  
Dr. Benjamin Schumm  
+49 351 83391-3714  
benjamin.schumm@iws.fraunhofer.de



**Group Manager  
Battery- and Electrochemistry**  
Dr. Susanne Dörfler  
+49 351 83391-3703  
susanne.doerfler@iws.fraunhofer.de



**Group Manager  
Battery Technology**  
Dr. Thomas Abendroth  
+49 351 83391-3294  
thomas.abendroth@iws.fraunhofer.de

Die Batterie der Zukunft zu entwickeln – darauf richtet das Technologiefeld Chemische Oberflächentechnik seinen Forschungsfokus und erarbeitet neue Konzepte für die gesamte Prozesskette der Batterieentwicklung. Es erforscht den Aufbau von und chemische Prozesse in Batteriezellen und entwickelt effiziente sowie kosten- und ressourcensparende Produktionsprozesse. Neben etablierten Konzepten wie der Lithium-Ionen-Technologie liegt der Schwerpunkt auch auf innovativen Ansätzen wie der Lithium-Schwefel- und der Festkörperbatterie.

Ein Forschungs- und Entwicklungsfeld sind neuartige chemische Beschichtungsverfahren. Das am Fraunhofer IWS entwickelte Trockenbeschichtungsverfahren »dry transfer electrode coating« (DRYtraec®) ermöglicht zum Beispiel die lösungsmittelfreie, umweltfreundliche sowie kosteneffiziente Herstellung von Batterieelektroden. Die Forschenden entwerfen maßgeschneiderte Lösungen für die Gas- und Partikel-filtration schädlicher Stoffe während der Batterieherstellung und Wiederverwertung.

Developing the battery of the future – this is the research focus of the Chemical Surface Technology field, which is developing new concepts for the entire process chain of battery development. The scientists study the structure and chemical processes in battery cells and develop efficient as well as cost- and resource-efficient production processes. In addition to established concepts such as lithium-ion technology, the focus is also on innovative approaches such as lithium-sulfur and solid-state batteries.

Research and development are addressing novel chemical coating processes. For example, the "dry transfer electrode coating" (DRYtraec®) process developed at Fraunhofer IWS enables the solvent-free, environmentally friendly as well as cost-efficient production of battery electrodes. The scientists design customized solutions for gas and particle filtration of harmful substances during battery manufacturing and recycling.

# DRYtraec®: Umweltfreundliche Trockenbeschichtung von Batterieelektroden

## DRYtraec®: Environmentally friendly dry coating of battery electrodes



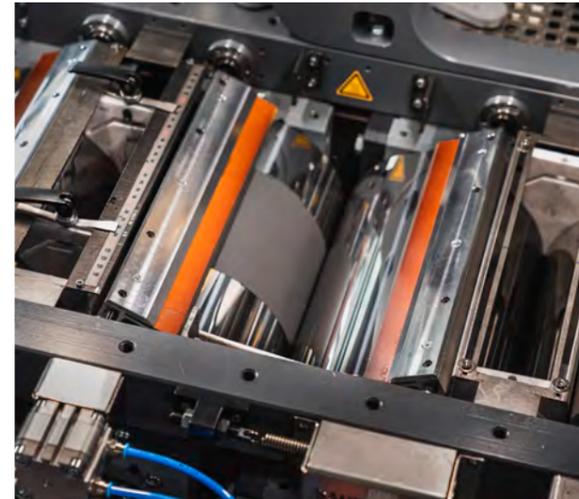
*Left:*  
Compact systems based on DRYtraec® coating technology can save several 100 meters of drying lines in battery electrode production.

*Right:*  
The special feature of the process lies in the technical design of the calendaring process, which completely avoids wet chemical additives.

A team of interdisciplinary researchers led by Dr. Benjamin Schumm from the Chemical Coating Technology group has developed "DRYtraec®" to produce battery electrodes in a more environmentally friendly way, at lower cost and with less energy input than before. This new dry coating process has the potential to revolutionize the production of electrodes for electric car batteries and similar energy storage devices.

Until now, it has been common practice to coat the metal foils for battery electrodes with a wet paste consisting of active material, conductive carbon blacks, binders and solvents. Huge machines subsequently dry the film and evaporate the solvent. However, such "slurry" processes require high energy input.

Fraunhofer IWS now offers an excellent alternative with its DRYtraec® technology. This dry electrode coating process eliminates the use of toxic solvents but uses a special binder instead. The mixed powder is fed into a calender gap between two



Um Batterieelektroden umweltfreundlicher, preiswerter und mit weniger Energieeinsatz als bisher herstellen zu können, hat ein interdisziplinäres Forschungsteam um Dr. Benjamin Schumm von der Gruppe für Chemische Beschichtungsverfahren »DRYtraec®« entwickelt. Dieses neue Trockenbeschichtungsverfahren hat das Potenzial, die Elektrodenproduktion für Elektroauto-Batterien und ähnliche Energiespeicher zu revolutionieren.

Bisher ist es üblich, die Metallfolien für Batterieelektroden mit einer nassen Paste aus Aktivmaterial, Leitrußen, Bindern und Lösungsmitteln zu beschichten. Riesige Anlagen trocknen die Schicht danach und lassen das Lösungsmittel verdampfen. Solche »Slurry«-Verfahren erfordern allerdings einen hohen Energieeinsatz.

Mit DRYtraec® bietet das Fraunhofer IWS nun eine Alternative an. Diese trockene Elektrodenbeschichtung verzichtet auf toxische Lösungsmittel und verwendet dafür einen speziellen Binder. Das daraus gemischte Pulver gelangt in einen Kalenderspalt zwischen zwei entgegengesetzt rotierenden Walzen – wobei sich eine

davon schneller dreht als die andere. Durch die resultierenden Scherkräfte bildet der Binder sogenannte Fibrillen. Sie verankern ähnlich wie ein Spinnennetz die Partikel mechanisch. Ein zweiter Kalenderspalt überträgt den feinen Film auf eine Stromableiterfolie. Zuletzt schneidet eine Maschine die Folien noch für den Einsatz in der Batteriezelle passgenau zu.

Diese Technologie verzichtet auf Lösungsmittel, die Umwelt und Gesundheit gefährden. Außerdem kann DRYtraec® den Energie- und Flächenverbrauch von Batteriefabriken deutlich senken. Erste Prototypenanlagen sind bereits im Betrieb. Das Fraunhofer IWS arbeitet aktuell mit verschiedenen Unternehmen der Branche an weiteren Entwicklungsschritten mit dem Ziel, die Technologie in die industrielle Serienproduktion zu überführen.

Founded by  Federal Ministry of Education and Research

This research and development project was funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) within the "Innovations for Tomorrow's Production, Services, and Work" Program (funding number: 02P17E010 ff.) and implemented by the Project Management Agency Karlsruhe (PTKA). The author is responsible for the content of this publication.

rollers rotating in opposite directions – whereby one of them rotates faster than the other. The resulting shear forces cause the binder to form so-called fibrils. Like a spider's web, they mechanically embed the particles. A second calender gap transfers the fine film to a current collector foil. Finally, a machine cuts the films to precise shape for use in the battery cell.

This technology eliminates solvents, which are hazardous to the environment and human health. DRYtraec® can also significantly reduce the energy and space consumption of battery factories. First prototype systems are already in operation. Fraunhofer IWS is currently working with several industrial companies on further development steps aiming at transferring the technology to industrial series production.

### Contact



Dr. Benjamin Schumm  
Chemical Coating Technology  
+49 351 83391-3714  
benjamin.schumm@iws.fraunhofer.de



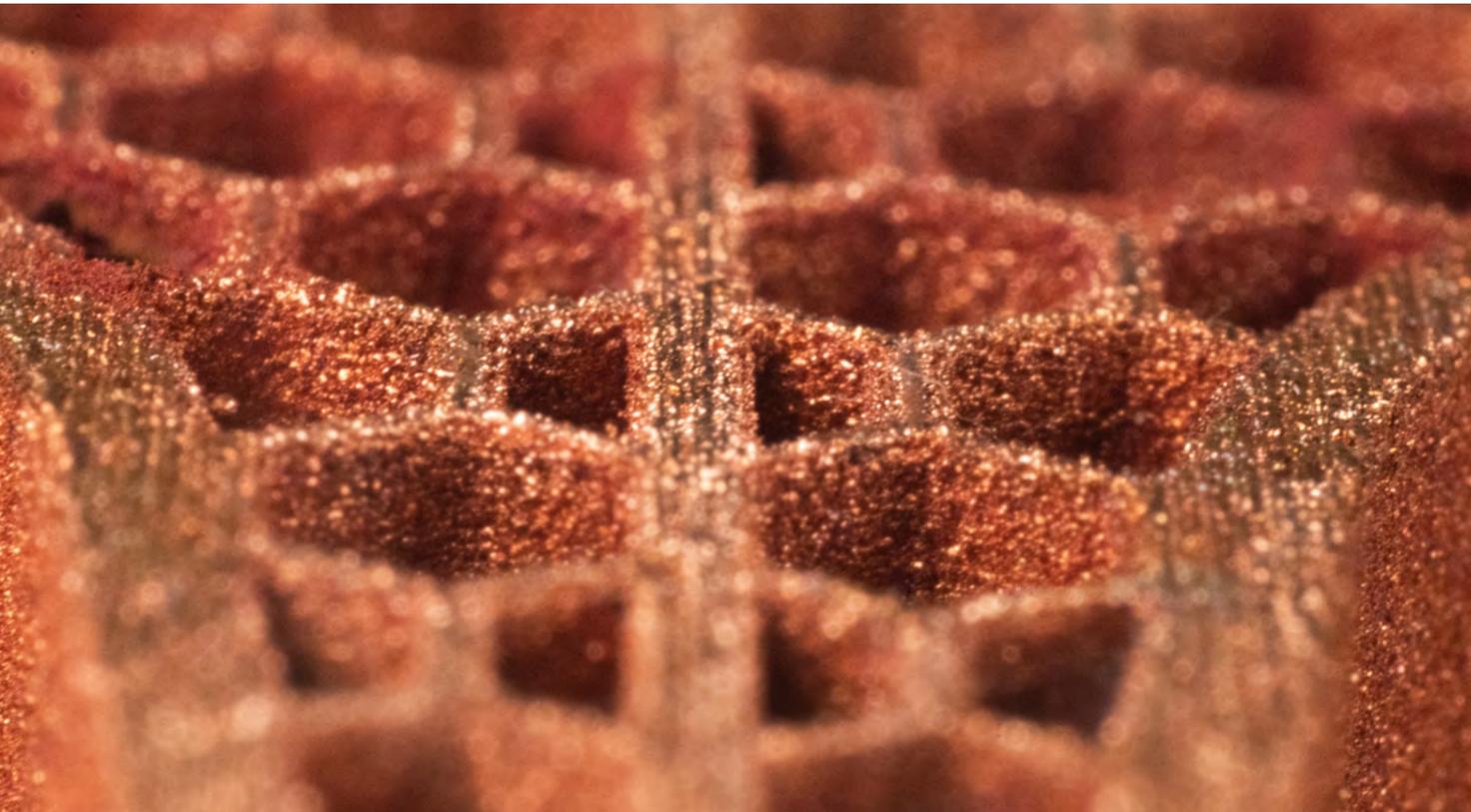
<https://s.fhg.de/drytraec-film>

*The first prototype systems are already in operation. The researchers are currently working on transferring the technology to industrial series production.*



# Additive Fertigung und Oberflächentechnik

## Additive Manufacturing and Surface Technology



The technology field Additive Manufacturing and Surface Technology combines extensive knowledge for the use of novel materials and surfaces: from the structure of the materials, to process and system technology development, to the refinement of the components and digital integration. One topic is thermal surface technology. This involves state-of-the-art process and system technology for laser-assisted coating and build-up processes. Other focal points are thermal spraying, laser plate rolling and direct plating, and heat treatment with a focus on high-precision surface hardening processes. Further research activities involve the generation and printing of components. Additive manufacturing is used to create novel, reliable components with new functionalities. The researchers also use their know-how in the field of micro- and biosystems technology to model and miniaturize the circuits of physiological systems.

Das Technologiefeld Additive Fertigung und Oberflächentechnik verknüpft umfangreiches Wissen für den Einsatz neuartiger Werkstoffe und Oberflächen: vom Aufbau der Werkstoffe über die Prozess- und Systemtechnikentwicklung bis hin zur Veredelung der Bauteile und digitalen Integration. Ein Thema ist die thermische Oberflächentechnik. Dabei geht es um modernste Prozess- und Systemtechnik für lasergestützte Beschichtungs- und Aufbauverfahren. Weitere Schwerpunkte sind das thermische Spritzen, das Laserwalz- und Direktplattieren sowie die Wärmebehandlung mit Fokus auf hochpräzise Randschichthärteverfahren. Ein anderer Forschungsfokus liegt auf dem Generieren und Drucken von Bauteilen. Mittels additiver Fertigung entstehen neuartige, zuverlässige Komponenten mit neuen Funktionalitäten. Ihr Know-how nutzen die Forschenden auch auf dem Gebiet der Mikro- und Biosystemtechnik, um Kreisläufe physiologischer Systeme zu modellieren und miniaturisiert nachzubilden.



**Technology Field Manager  
Additive Manufacturing and  
Surface Technology**

**Prof. Dr. Frank Brückner**  
+49 351 83391-3452  
frank.brueckner@iws.fraunhofer.de



**Division Manager  
Additive Manufacturing  
Group Manager Process Chain  
and Product Design**

**Dr. Elena López**  
+49 351 83391-3296  
elena.lopez@iws.fraunhofer.de



**Group Manager Powder  
Bed Processes and Printing**

**Dr. Lukas Stepien**  
+49 351 83391-3092  
lukas.stepien@iws.fraunhofer.de



**Division Manager  
Heat Treatment Systems  
Group Manager Mechanical  
and Thermal Processes**

**Marko Seifert**  
+49 351 83391-3204  
marko.seifert@iws.fraunhofer.de



**Division Manager  
Thermal Coating**

**Dr. Maria Barbosa**  
+49 351 83391-3429  
maria.barbosa@iws.fraunhofer.de



**Group Manager  
Thermal Spraying**

**Stefan Scheitz**  
+49 351 83391-3094  
stefan.scheitz@iws.fraunhofer.de



**Division Manager  
Biosystems Engineering**

**Group Manager Micro- and Bio-  
systems Engineering  
Group Manager Image Processing  
and Data Management**

**Dr. Frank Sonntag**  
+49 351 83391-3259  
frank.sonntag@iws.fraunhofer.de



**Group Manager Direct Energy  
Deposition and Hybrid  
Manufacturing**

**Dipl.-Ing. Mirko Riede**  
+49 351 83391-3188  
mirko.riede@iws.fraunhofer.de



**Group Manager Process  
Heat Treatment Systems**

**Stefan Kühn**  
+49 351 83391-3428  
stefan.kuehn@iws.fraunhofer.de



**Group Manager Laser Cladding  
and System Technology**

**Holger Hillig**  
+49 351 83391-3358  
holger.hillig@iws.fraunhofer.de

## ESA-ASPIRER: Aerospike-Triebwerk mit 6 000 Newton Schub aus dem Pulverbett-3D-Drucker

### ESA-ASPIRER: aerospike rocket engine with 6,000 Newtons of thrust from the powder bed 3D printer



*The design demonstrator of the aerospike microlauncher provided a first feasibility study of the concept, which emerged in the 1960s. Such engines could reduce fuel consumption at takeoff by a third.*

Advanced thermal spraying, welding and additive manufacturing technologies are set to aid the breakthrough of a highly fuel-efficient alternative rocket engine for profitable small satellite missions. The technology in question is an aerospike engine. Such engines could reduce fuel consumption by one-third for many rocket launches, thus improving the environmental and financial costs of space travel.

Unlike the classic bell-shaped rocket nozzles, aerospikes form an annular gap between the spike and the shell to efficiently convert the hot exhaust gases into thrust. Aerospikes are thus better able to adapt to the atmospheric pressure in different altitudes and keep the gas exit jet close to its ideal shape, regardless of the ambient pressure.

Aerospikes were first developed more than 60 years ago. However, their practical use failed due to their complexity and the demanding manufacturing process. The complex internal cooling channels for such engines can hardly be produced using traditional methods. The Institute of Aerospace Engineering (ILR) at TU Dresden and Fraunhofer IWS have been closely collaborating since 2016 and have already designed, manufactured and tested a 500 Newton aerospike in 2019. However, problems with the cooling system and fuel injection still emerged.

Since 2020, the European Space Agency ESA has been funding the "AeroSPIke Rocket Engine Realisation" (ASPIRER) project. As a result, the cooperation of Fraunhofer IWS researchers with ILR, the "Space Technologies Center – Lukaszewicz Research Network" from Warsaw and the "ArianeGroup" from Munich enters the next round.

Moderne Spritz-, Schweiß- und additive Fertigungstechnologien sollen dabei helfen, einem sehr sparsamen alternativen Raketenantrieb für lukrative Kleinsatelliten-Missionen zum Durchbruch zu verhelfen. Dabei handelt es sich um ein Aerospike-Triebwerk. Sie könnten den Treibstoffverbrauch bei vielen Raketenstarts um ein Drittel senken und damit die ökologische und finanzielle Bilanz der Raumfahrt verbessern.

Im Gegensatz zu den klassischen glockenförmigen Raketendüsen bilden Aerospikes einen ringförmigen Spalt zwischen Stachel und Brennkammeraußenwand, um die heißen Abgase effizient in Schub umzuwandeln. Sie können sich dadurch besser an den Druck in verschiedenen Atmosphärenschichten anpassen und den Gas-Austrittsstrahl unabhängig vom Umgebungsdruck nahe an der idealen Form halten.

Erdacht wurden Aerospikes bereits vor über 60 Jahren. Ihr praktischer Einsatz scheiterte aber an ihrer Komplexität und an der anspruchsvollen Fertigung. Denn mit traditionellen Verfahren lassen sich die komplexen inneren Kühlkanäle für solche Triebwerke kaum erzeugen. Das Institut für Luft- und Raumfahrttechnik (ILR) der TU Dresden und das Fraunhofer IWS arbeiten seit 2016 eng zusammen und haben bereits 2019 in einem Kooperationsprojekt ein 500 Newton starkes Aerospike-Triebwerk ausgelegt, gefertigt und getestet. Jedoch zeigten sich noch Probleme beim Kühlsystem und in der Treibstoff-Einspritzung.

Seit 2020 fördert die europäische Raumfahrtagentur ESA das Projekt »AeroSPIke Rocket Engine Realisation« (ASPIRER). Damit geht die Kooperation von Forschenden des Fraunhofer IWS mit dem ILR, dem »Space Technologies Center – Lukaszewicz Research Network« aus Warschau und der »ArianeGroup« in die nächste Runde.



Samira Gruber und Alex Selbmann aus der Gruppe Pulverbettverfahren und Drucken sowie Michael Müller aus der Gruppe Auftragschweißen und Hybridverfahren fertigen das für 6000 Newton Schub ausgelegte Aerospike-Triebwerk in zwei Kernkomponenten als Stachel und Brennkammeraußenwand mit einem additiven pulverbettbasierten Verfahren. Die Laseranlage schmilzt dafür eine Nickel-Basis-Superlegierung im Metallpulverbett auf und erzeugt Schicht für Schicht die Bauteile. Wichtige Anschlussflächen werden mechanisch nachbearbeitet und die Injektorbohrungen erodiert, um notwendige Toleranzen einzuhalten. Danach erhalten die Teile in der Gruppe Thermisches Spritzen an den thermisch beanspruchten Oberflächen eine keramische Hitzeschutzschicht. Sie verhindert, dass das Kernmaterial später durch die heißen Gase beim Start und während der Flugphase schmilzt. Schließlich verschweißt ein weiteres Team am Fraunhofer IWS den Spike und den Flansch mit einem Laser. Anfang 2022 soll das Triebwerk fertig sein. Im Frühjahr 2022 wollen die Partner in Polen eine umfangreiche Testkampagne starten.

Samira Gruber and Alex Selbmann, scientists of the Powder Bed Technologies and Printing group as well as Michael Müller from the Direct Energy Deposition and Hybrid Manufacturing group are manufacturing the aerospike engine, designed for 6,000 Newtons of thrust, in two core components as spike and combustion chamber shroud using an additive powder bed based process. For this purpose, the laser system melts a nickel-based super alloy in a metal powder bed and creates the components layer by layer. Important interface surfaces are mechanically machined and the injector holes are eroded to maintain necessary tolerances. Subsequently, the scientists of the Thermal Spraying team deposit a ceramic heat protection layer on the thermally stressed surfaces. This prevents the core material from melting later due to the hot gases during takeoff and the flight phase. Finally, a further Fraunhofer IWS team joins the spike and the shroud via laser welding. The engine for small satellites should be ready by beginning of 2022. In March 2022, the partners want to start an extensive test campaign in Poland.

*The European Space Agency ESA is funding the "ASPIRER" project, which will result in an aerospike engine with 6000 Newtons of thrust in 2022. After finalization, an extensive test campaign is to be launched in Poland.*

#### Contact



M. Sc. Samira Gruber  
Powder Bed Processes and Printing  
+49 351 83391-3515  
samira.gruber@iws.fraunhofer.de

# COAXquattro erhöht Ressourceneffizienz beim Hochleistungslaserauftragschweißen

## COAXquattro increases resource efficiency in high-power laser cladding

### Left:

The COAXquattro can be connected to industry-typical robotic systems and opens up new perspectives for wire-based laser cladding.

### Center:

The new nozzle significantly improves the application rate and benefits in terms of reduced material costs, increased occupational health and safety, and improved environmental balance.

### Right:

Four wires feed simultaneously to the center of the laser beam and ensure very competitive deposition rates.

A new nozzle opens up perspectives for wire-based laser cladding in automotive and many other industries: The Fraunhofer IWS COAXquattro system simultaneously feeds four wires into the center of the laser beam, significantly increasing the deposition rate and energy efficiency of laser wire cladding for coatings, repairs or additive manufacturing. Systems equipped in this way achieve productivity rates previously reserved only for powder-based laser cladding. At the same time, the COAXquattro system reduces material costs, increases safety at work and improves the environmental balance.

As diode laser prices are falling, more and more companies are turning to laser cladding to coat or additively manufacture complex components. In this process, the system melts a metal-based powder or wire and manufactures the desired component from the molten metal layer by layer. Wire has been used primarily for small-batch repairs.

Eine neue Düse eröffnet dem drahtbasierten Laserauftragschweißen breitere Perspektiven im Automobilbau und in anderen Industriezweigen: Das COAXquattro-System des Fraunhofer IWS führt simultan vier Drähte ins Zentrum des Laserstrahls und verbessert die Auftragrate und die Energieeffizienz des Laser-Drahtauftragschweißen bei Beschichtungen, Reparaturen oder additiver Fertigung enorm. Derart ausgerüstete Anlagen erreichen Produktivitätsraten, die bisher lediglich dem pulverbasierten Laserauftragschweißen vorbehalten waren. Gleichzeitig reduziert das COAXquattro-System die Materialkosten, erhöht den Arbeitsschutz und verbessert die Umweltbilanz.

Angesichts sinkender Diodenlaser-Preise setzen immer mehr Unternehmen für die Beschichtung oder additive Fertigung komplexer Bauteile auf das Laserauftragschweißen. Dabei schmilzt die Anlage ein Pulver oder einen Draht aus einem Metall und erzeugt aus der Schmelze schichtweise die gewünschte Komponente. Draht

wurde bisher vor allem für Reparaturen in Kleinserien eingesetzt. Für größere Produktionen bevorzugten die Anwender hingegen eher Pulver, weil damit bisher höhere Material-Auftragsraten (zum Beispiel etwa 18 Kilogramm pro Stunde für Inconel 625 mittels 20-kW-Diodenlaser) möglich sind. Allerdings bergen Pulver erhöhte Arbeitsschutzrisiken: Manche von ihnen sind gesundheitsgefährlich, andere gar explosionsgefährdet.

Indem die neue Düse vier Drähte auf einmal automatisch in den Laserstrahl führt, erreichen diese Auftragschweiß-Anlagen nun ebenfalls Auftragsraten von etwa 18 Kilogramm pro Stunde. Während pulverbasierte Anlagen jedoch maximal etwa 90 bis 95 Prozent des eingesetzten Materials tatsächlich nutzen, verwertet der neue Düsenkopf den zugeführten Draht zu 100 Prozent. Außerdem liegen die Kosten für Draht bei etwa 50 Prozent von Pulver aus dem gleichen Werkstoff, was sich positiv auf die Herstellungskosten auswirkt.

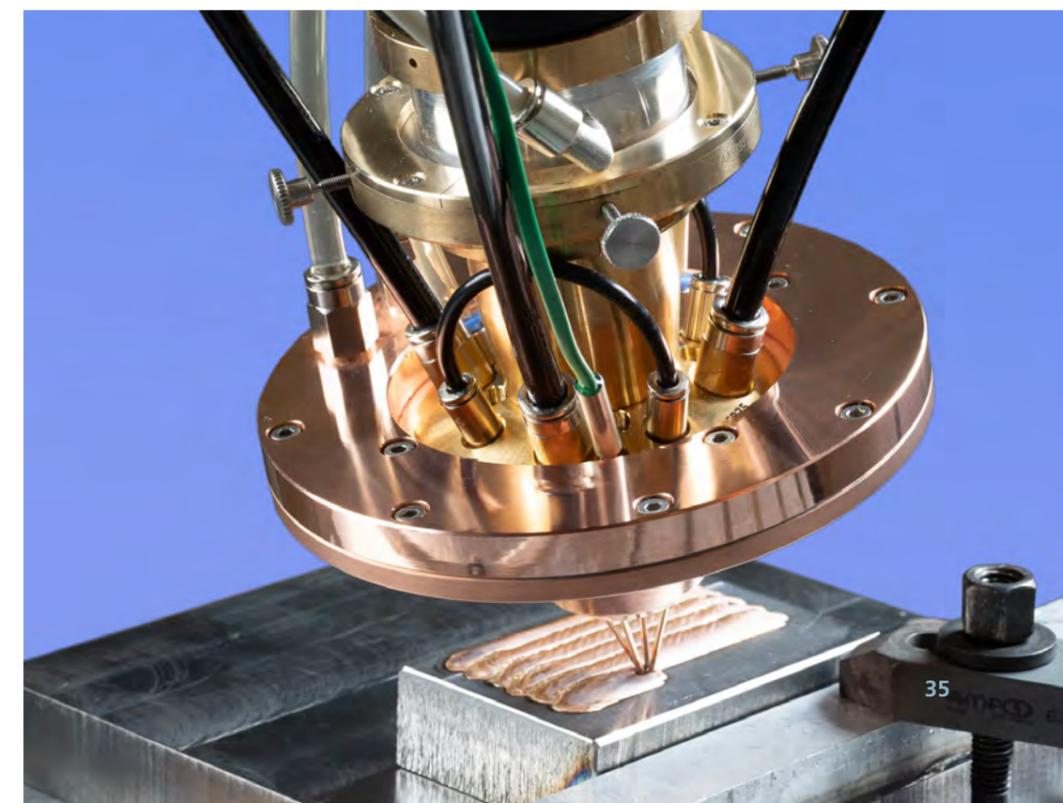
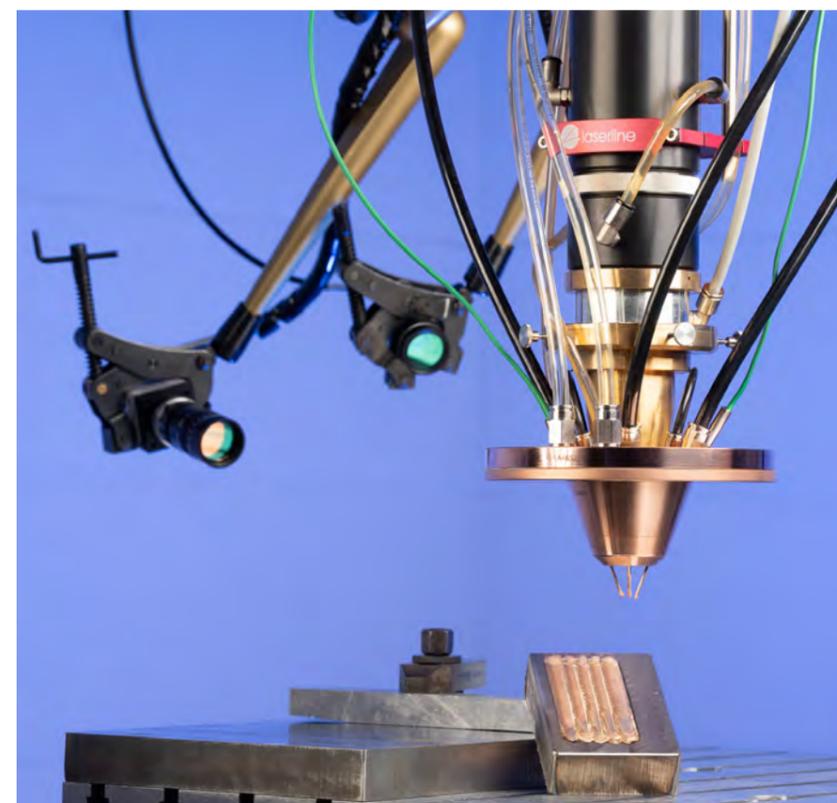
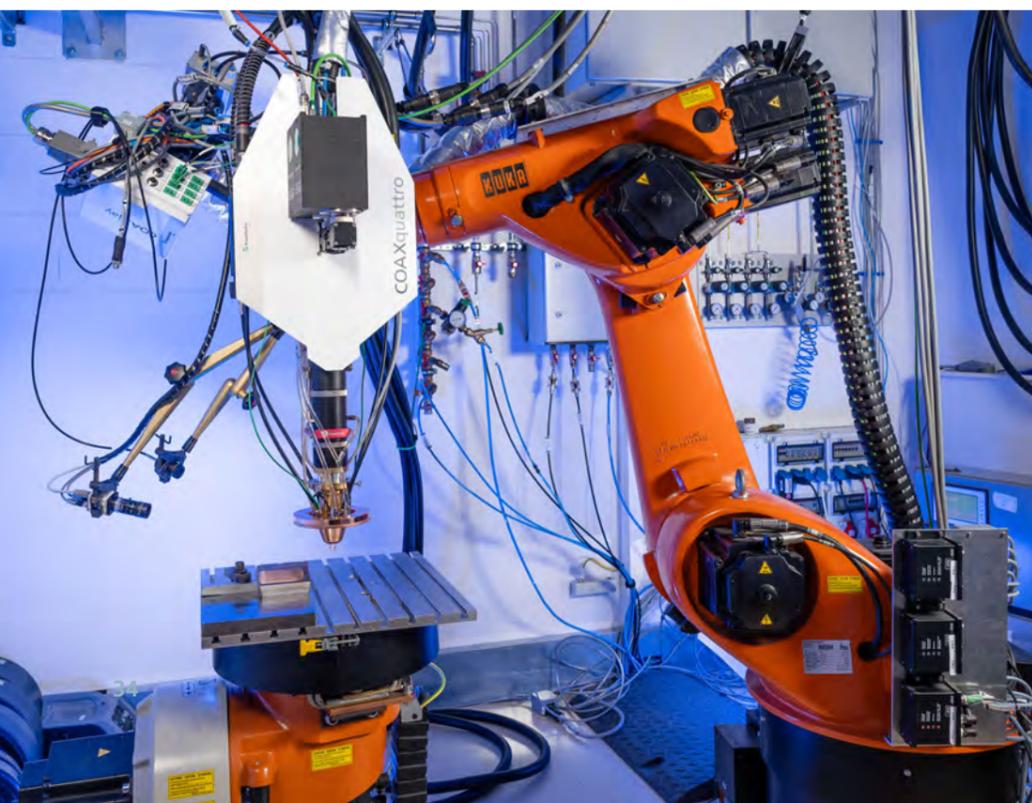
For larger production runs, on the other hand, users preferred powder because it allowed higher material deposition rates (for example, around 18 kilograms per hour for Inconel 625 using a 20kW diode laser). However, powders involve increased occupational safety risks: Some of them are hazardous to health, others even explosive.

By automatically feeding four wires into the nozzle all at once, these laser cladding systems can now also achieve cladding rates of around 18 kilograms per hour. However, while powder-based systems actually use a maximum of about 90 to 95 percent of the feedstock material, the new nozzle head can effectively deposit 100 percent of the fed wire. In addition, wire costs approximately 50 percent less compared to powder made from the same material, thus positively impacting manufacturing costs.

### Contact



Dr. Maria Barbosa  
Thermal Coating  
+49 351 83391-3429  
maria.barbosa@iws.fraunhofer.de



# Trennen und Fügen

## Cutting and Joining



The experienced scientists and engineers of the technology field Cutting and Joining are researching a wide sector of laser material processing. Laboratories extensively equipped with the latest laser sources and systems technology provide the necessary facilities. The focus is on joining, ablation and cutting processes as well as surface and material modifications. New complex processes are also being developed, for example for electromobility, lightweight construction or the hydrogen economy. The simulation and design supports, completes and replaces the experimental work in a holistic approach from the laser process to the component. The linking element between process, simulation, material and laser is the development of systems engineering solutions, which focus on the optimization of various sub-steps within the value chain. Already today, the technology field is intensively dedicated to the trend of controlled processes and Deep Learning applications in industry in order to open up the enormous automation potential of machines.

Die erfahrenen Wissenschaftler und Ingenieure des Technologiefelds Trennen und Fügen erforschen ein weites Gebiet der Lasermaterialbearbeitung. Dafür stehen umfangreich mit aktuellen Laserquellen und Anlagentechnik ausgestattete Labore zur Verfügung. Der Fokus liegt auf fügenden, abtragenden, schneidenden Prozessen sowie Oberflächen- und Werkstoffmodifikationen. Entwickelt werden zusätzlich neue komplexe Prozesse, etwa für die Elektromobilität, den Leichtbau oder die Wasserstoffwirtschaft. Die Simulation und Auslegung unterstützt, ergänzt und ersetzt in ganzheitlicher Betrachtung vom Laserprozess bis hin zum Bauteil die experimentellen Arbeiten. Das verbindende Element zwischen Prozess, Simulation, Werkstoff und Laser stellt die Entwicklung systemtechnischer Lösungen dar, deren Schwerpunkt auf der Optimierung verschiedener Teilschritte innerhalb der Wertschöpfungskette liegt. Bereits heute widmet sich das Technologiefeld intensiv dem Trend geregelter Prozesse und Deep-Learning-Anwendungen in der Industrie, um das enorme Automatisierungspotenzial von Maschinen zu erschließen.



**Technology Field Manager  
Cutting and Joining**  
**Division Manager  
Laser Precision Processing**

**Dr. Andreas Wetzig**  
+49 351 83391-3229  
andreas.wetzig@iws.fraunhofer.de



**Group Manager  
Laser Micro Processing**

**Volker Franke**  
+49 351 83391-3254  
volker.franke@iws.fraunhofer.de



**Group Manager Direct Laser  
Interference Patterning**

**Dr. Christoph Zwahr**  
+49 351 83391-3007  
christoph.zwahr@iws.fraunhofer.de



**Division Manager  
Ablation and Cutting**

**Dr. Jan Hauptmann**  
+49 351 83391-3236  
jan.hauptmann@iws.fraunhofer.de



**Group Manager  
High Speed Laser Processing**

**Peter Rauscher**  
+49 351 83391-3012  
peter.rauscher@iws.fraunhofer.de



**Group Manager  
Process Design and Analysis**

**Dr. Achim Mahrle**  
+49 351 83391-3407  
achim.mahrle@iws.fraunhofer.de



**Group Manager  
Laser Cutting**

**Dr. Patrick Herwig**  
+49 351 83391-3199  
patrick.herwig@iws.fraunhofer.de



**Division Manager  
Joining**

**Dr. Axel Jahn**  
+49 351 83391-3237  
axel.jahn@iws.fraunhofer.de



**Group Manager  
Laser Welding**

**Dr. Dirk Dittrich**  
+49 351 83391-3228  
dirk.dittrich@iws.fraunhofer.de



**Group Manager Component  
Design and Special Technologies**

**Dr. Markus Wagner**  
+49 351 83391-3536  
markus.wagner@iws.fraunhofer.de

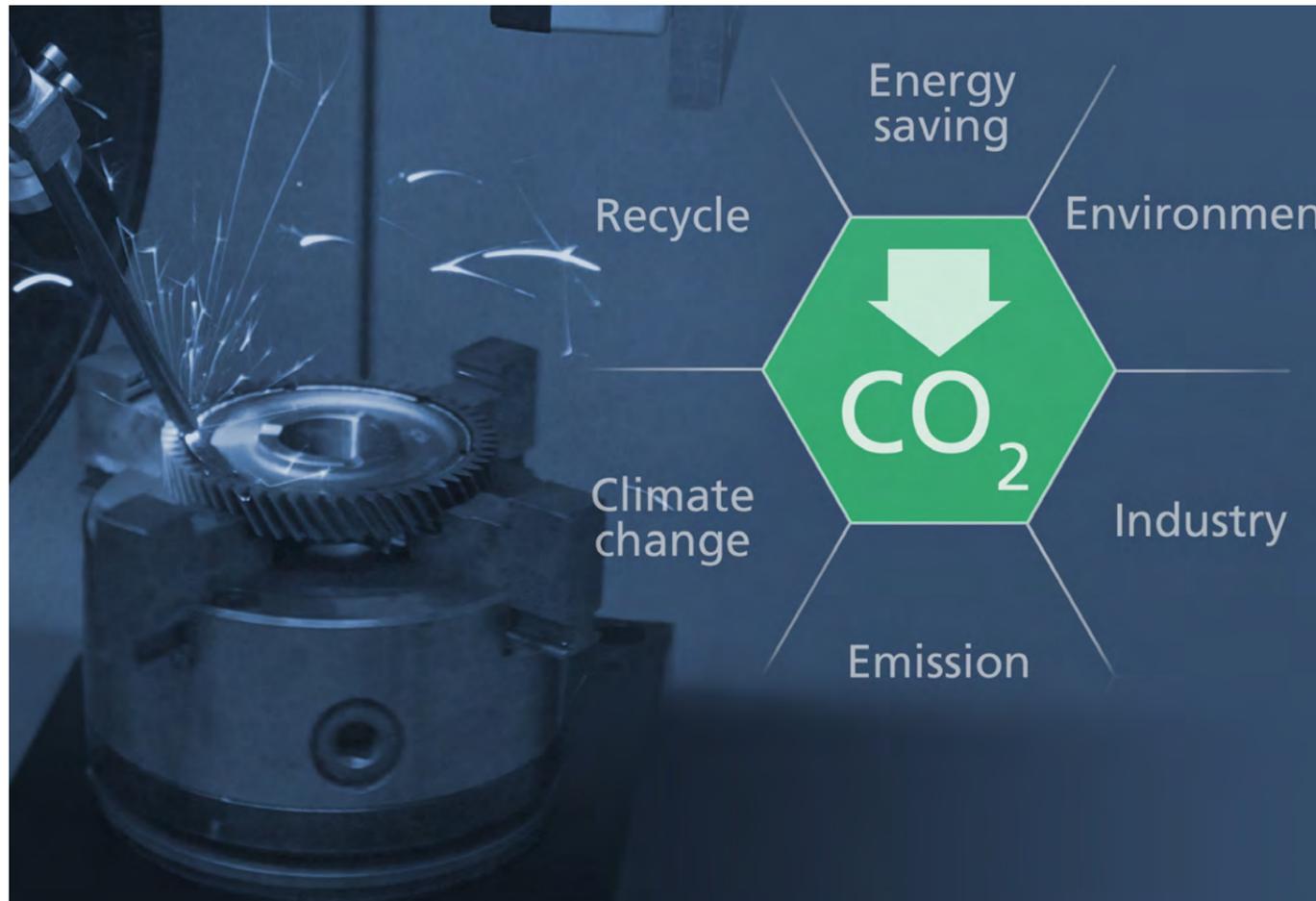


**Group Manager Bonding and  
Fiber Composite Technology**

**Dr. Maurice Langer**  
+49 351 83391-3852  
maurice.langer@iws.fraunhofer.de

## Lebenszyklusbewertungen sollen CO<sub>2</sub>-Bilanz von entwickelten Prozessen offenlegen

### Life Cycle Assessment to reveal CO<sub>2</sub> footprint of developed processes



At Fraunhofer IWS a new LCA-based project aims to comprehensively analyze the specific CO<sub>2</sub> emissions for material processing in order to identify new research and solution approaches for green process routes.

It is an ambitious project: The European Union is aiming to be climate-neutral by 2050. Achieving this goal is essential to limit global warming to 1.5 degrees and CO<sub>2</sub> emissions in Europe must be therefore drastically reduced. "Green manufacturing" will play an increasingly important role for companies and thus also for Fraunhofer IWS customers. At the institute, a new project focuses on the possibilities of CO<sub>2</sub> balancing of in-house developed processes.

Es ist ein großes Ziel: Bis zum Jahr 2050 will die Europäische Union klimaneutral sein. Dieser Schritt wird als essenziell eingeschätzt, um die Erderwärmung auf 1,5 Grad zu begrenzen. Dafür muss der CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Europa drastisch reduziert werden. Das Thema »Green Manufacturing« spielt in diesem Zusammenhang eine immer wichtigere Rolle für Unternehmen und damit auch für Kunden des Fraunhofer IWS. Am Institut beschäftigt sich ein neues Projekt mit den Möglichkeiten der CO<sub>2</sub>-Bilanzierung hier entwickelter Prozesse.

Ausgangspunkt für die Überlegungen ist die Lebenszyklusbewertung. Sie untersucht die Energieflüsse und damit die Umweltwirkungen eines Produkts von der Herstellung bis zum Recycling. Ziel der Projektbeteiligten ist es, den spezifischen CO<sub>2</sub>-Ausstoß für Prozesse der Materialbearbeitung, wie etwa für das Schweißen oder Schneiden, umfassend zu analysieren. »Dabei identifizieren wir prozessbezogen Potenziale für neue Forschungs- und Lösungsansätze des Instituts, die später Grundlage grüner Prozessrouten sind«, erklärt Dr. Dirk Dittrich, Gruppenleiter Laserschweißen und Mitinitiator des Vorhabens. Die Wissenschaftler erarbeiten Strategien für CO<sub>2</sub>- und kosteneffiziente Verfahren, die später in zukunftsweisenden und umweltschonenden Technologien Einsatz finden.

Um die am Institut entwickelten Prozesse bewerten zu können, kommt eine Ökobilanz-Software zum Einsatz. Mit deren Hilfe lässt sich der Prozessablauf hinsichtlich der Material- und Energieflüsse detailliert visualisieren. CO<sub>2</sub>-kritische Prozessschritte werden sichtbar. »Wir konzipieren aktuell Methoden und Strategien, um die erforderliche Datenbasis zu schaffen und unseren Kunden aussagekräftige Ergebnisse bereitzustellen«, erklärt Dittrich. Diese sollen die Daten später nutzen können, um den Grad der Nachhaltigkeit ihrer Produkte zu erhöhen.

The starting point is a life cycle assessment (LCA). It examines the energy flows and thus the environmental impact of a product from manufacturing to recycling. The project team aims to comprehensively analyze the specific CO<sub>2</sub> emissions for material processing, such as welding or cutting. "We are identifying the process-related potential for new research and solution approaches at the institute, which will later provide the basis for green process routes," explains Dr. Dirk Dittrich, group manager of the team Laser Welding and co-initiator of the project. The scientists are developing strategies for CO<sub>2</sub>- and cost-efficient processes to be used later in forward-looking and environmentally friendly technologies.

LCA software is used to evaluate the processes being developed at the institute. The software visualizes the process flow in detail in terms of material and energy flows, making CO<sub>2</sub>-critical process steps become visible. "We are currently creating methods and strategies to generate the necessary database and provide our customers with significant results," explains Dittrich. The customers will later be able to use the data to increase the sustainability level of their products.

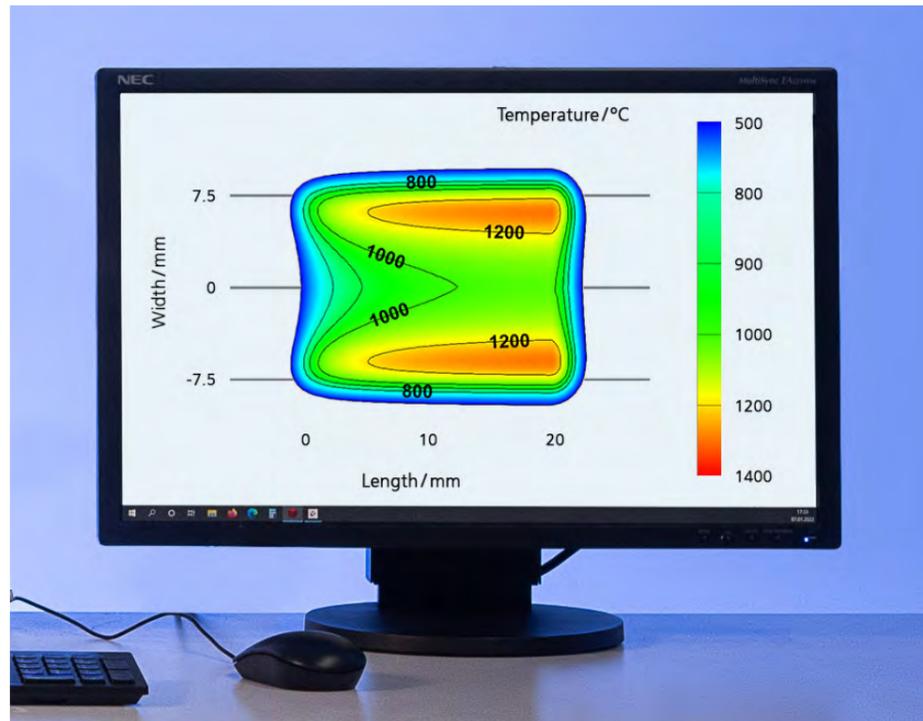
#### Contact



Dr. Dirk Dittrich  
Laser Welding  
+49 351 83391-3228  
dirk.dittrich@iws.fraunhofer.de

## Simulationen für die 2D-Laserhärtung

### Simulations for 2D laser hardening



Thermal simulations support the design process of laser hardening with 2D beam oscillation.

Environmentally friendly laser processing is becoming increasingly popular in industry as a means of hardening turbine blades, tools, engine components and other steel components in an energy-saving and stress-resistant manner: Compared to furnace hardening, laser hardening reduces energy consumption by up to more than 90 percent, depending on the component.

In addition, heat-sensitive components can also be hardened gently. Fast oscillating mirrors guide the laser beam and precisely control the thermal energy input, which often penetrates only a few tenths of a millimeter into the component. It also eliminates the high energy requirements in furnace, flame or induction hardening to quench or annealing components.

Um Turbinenschaufeln, Werkzeuge, Motorenbauteile oder andere Stahlkomponenten energiesparend und beanspruchungsgerecht zu härten, setzt sich in der Industrie immer mehr die umweltfreundliche Behandlung mit dem Laser durch: Im Vergleich zur Ofenhärtung sinkt bei der Laserhärtung – je nach Bauteil – der Energieaufwand um bis zu mehr als 90 Prozent.

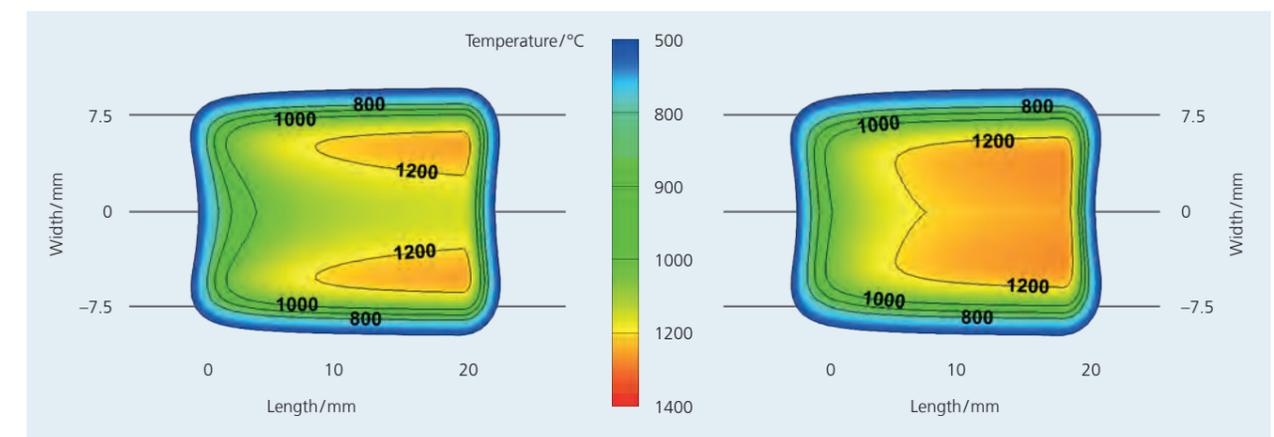
Zudem lassen sich damit auch hitzeempfindliche Komponenten schonend härten. Schnell schwingende Spiegel führen den Laserstrahl und steuern präzise den thermischen Energieeintrag, der oft nur einige Zehntelmillimeter tief ins Bauteil reicht. Auch fällt der energetische Aufwand weg, der beim Ofen-, Flamm- oder Induktionshärten häufig nötig ist, um Bauteile abzuschrecken oder anzulassen.

Das Fraunhofer IWS arbeitet gemeinsam mit europäischen Partnern daran, der Laserhärtung breitere Einsatzmöglichkeiten durch Nutzung komplexerer 2D-Scanfiguren zu eröffnen. Ziel sind besonders kompakte und preiswerte Laserhärtungsmodule für Roboter und CNC-Zellen. Sie sollen mit nur noch einem statt der bisher üblichen zwei Schwingenspiegel den Laserstrahl zweidimensional führen und formen.

Für ein vertieftes Verständnis dieser noch jungen 2D-Scan-Technik setzt das Fraunhofer IWS selbstentwickelte Simulations-Programme ein. Simuliert werden die komplexen zeit- und ortsabhängigen Temperaturverteilungen, um den Einfluss von Parametern wie Laserleistung, Strahldurchmesser und Oszillationsfiguren sowie -frequenzen virtuell abbilden und bewerten zu können. Im Fokus steht die Suche nach geeigneten thermischen Zyklen und optimalen Härteergebnissen. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen in die Auslegung und Steuerung industrierelevanter Anwendungen einfließen, um selbst komplex geformte Bauteile gleichmäßig laserhärten zu können. Perspektivisch sollen Methoden Künstlicher Intelligenz für die Strahlformung und -führung zum Einsatz kommen.

Founded by STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT ARBEIT UND VERKEHR | Freistaat SACHSEN

The project "Dynamic 2D beam shaping for optimized energy input in laser material processing" (DynaBeam) is funded by the Saxon State Ministry of Economics, Labor and Transport under the grant number 100390823 for the period from Dec. 30, 2019 to March 31, 2022.



Effects of position-dependent modulations of the beam parameters (here: beam diameter) can be precisely predicted using the simulations.

#### Contact



Dr. Achim Mahrle  
Process Design and Analysis  
+49 351 83391-3407  
achim.mahrle@iws.fraunhofer.de

## Bessere Batterien dank DLIP auf neuer Rolle-zu-Rolle-Anlage

### Better batteries thanks to DLIP on new roll-to-roll system

“Direct laser interference patterning” (DLIP) can be used to add new functionalities to the surfaces of conductor films in batteries: The interference patterns can increase the reaction area and improve the adhesion of the metal foils. Thereby, more possibilities open up for battery manufacturers to increase the lifetime and capacity of their energy storage devices and, at the same time, the range of electric cars.

*Left:*  
Fraunhofer IWS researchers transfer the patented laser interference process to the roll-to-roll principle.

*Center:*  
The aim: 3D laser structuring of cell components shall optimize battery performance and capacity.

*Right:*  
The project partners expect throughputs around one square meter per minute.

Fraunhofer IWS and Technische Universität Dresden have continuously advanced this laser structuring process over the past years. The focus is now increasingly on the demand to improve the processing speed of DLIP systems and to reduce their form factor. This is exactly the aim of the project “Next-Gen-3DBat”, in which Fraunhofer IWS and other industrial partners are cooperating under the leadership of the project management organization Jülich. By means of 3D laser structuring of cell components, researchers want to optimize the performance and capacity of batteries.

Mit »Direkter Laserinterferenzstrukturierung« (DLIP) lassen sich die Oberflächen von Stromableiterfolien in Batterien neu funktionalisieren: Die Interferenzmuster können die Reaktionsfläche erhöhen und die Haftfähigkeit der Metallfolien verbessern. Dadurch eröffnen sich für Batteriehersteller mehr Möglichkeiten, die Lebensdauer und Kapazität ihrer Energiespeicher und somit gleichzeitig die Reichweite von Elektroautos zu erhöhen.

Das Fraunhofer IWS sowie die Technische Universität Dresden haben diese Laserstrukturierung in den vergangenen Jahren stetig weiterentwickelt. In den Fokus rückt nun zunehmend der Wunsch, die Bearbeitungsgeschwindigkeit von DLIP-Anlagen zu erhöhen und ihren Formfaktor zu verringern. Darauf zielt auch das Projekt »Next-Gen-3DBat«, an dem unter Federführung des Projektträgers Jülich das Fraunhofer IWS und weitere Industriepartner beteiligt sind. Durch die 3D-Laserstrukturierung von Zellkomponenten wollen sie die Leistung und Kapazität von Batterien verbessern.

Das Fraunhofer IWS überträgt dabei seine patentierte Laserinterferenzstrukturierung auf das Rolle-zu-Rolle-Prinzip. Die neue Anlage soll Stromableiterfolien kontinuierlich von Rollen abwickeln und strukturieren. Ziel ist es, im Vergleich zu Taktverfahren die Bearbeitungszeiten zu verkürzen. Die Projektpartner erwarten Durchsätze von etwa einem Quadratmeter pro Minute. Zudem lassen sich so die in der Industrie üblichen Bandrollen (»Coils«) weiterverarbeiten. Ein Prototyp ist betriebsfähig, eine verbesserte Anlage im Bau. Außerdem verfolgt das Fraunhofer IWS hier einen weiteren innovativen Ansatz: Der Laserstrahl wird durch eine Kombination mehrerer Strahlformungsmethoden optimiert, um ein hohes Aspektverhältnis und ein uniformes Interferenzmuster auf der Stromableiterfolie zu erzeugen. Dadurch vergrößert sich die mit jedem ultrakurzen Puls bearbeitete Fläche erheblich.

Founded by  Federal Ministry of Education and Research

The development of the roll-to-roll system for the functionalization of battery foils within the project “NextGen-3DBat” was funded by the German Federal Ministry of Education and Research on the basis of a resolution of the German Bundestag under the grant number 03XP0198F.

Fraunhofer IWS is transferring its patented laser interference patterning process to the roll-to-roll principle. The new system is designed to continuously unwind and structure current conductor foils from rolls. Compared to cycle processes, the goal here is to shorten processing times. The project partners expect throughputs of around one square meter per minute. In addition, the coils commonly used in industry can be further processed. A prototype is operational, and an improved system is under construction. Fraunhofer IWS is also pursuing another innovative approach: the laser beam is optimized by a combination of several beam shaping methods to produce a high aspect ratio and a uniform interference pattern on the current conductor foil. This significantly increases the area processed with each ultrashort pulse.

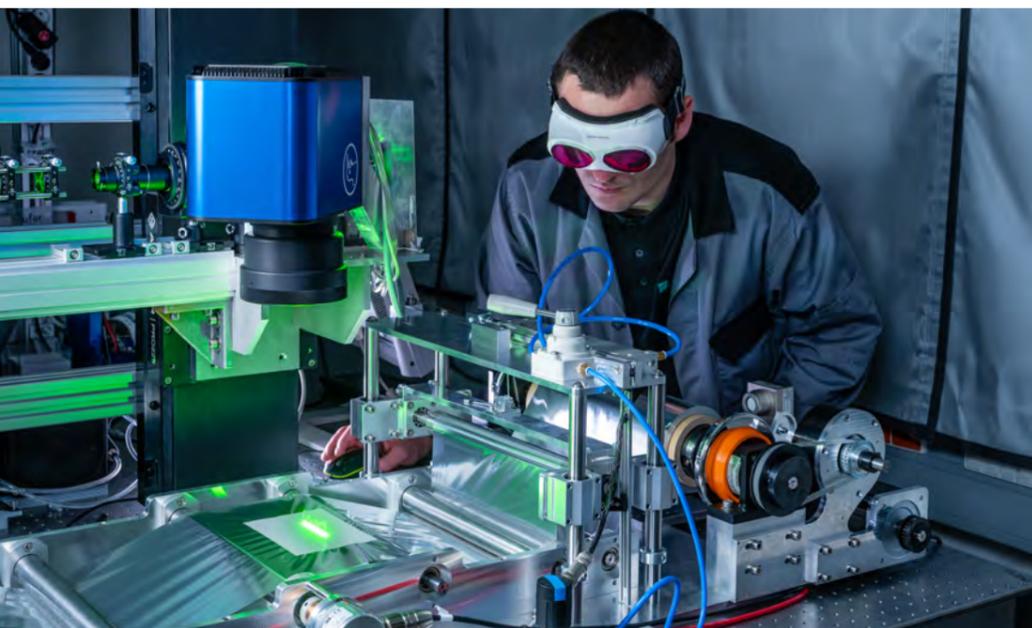
#### Contact



Dr. Christoph Zwahr  
Direct Laser Interference Patterning  
+49 351 83391-3007  
christoph.zwahr@iws.fraunhofer.de



nextgen3dbat.de



# Werkstoffcharakterisierung und -prüfung

## Materials Characterization and Testing



The field of expertise Materials Characterization and Testing focuses on recording mechanical properties, and the structural composition of materials and coating systems. In addition, it explores the effects they are exposed to by modern manufacturing and processing procedures. Using state-of-the-art testing technology, Fraunhofer IWS researchers are able to generate significant component data within a very short time. Especially with respect to fatigue in cyclic strength, this screening provides results after only a few days. The time-saving and simultaneously cost-effective short-term diagnostics is therefore of high interest to medium-sized companies. Another approach focuses on the development and design of novel materials, especially for additive manufacturing, coating technologies and the use under harsh environment such as high temperature, wear or corrosion. These research developments aim to increase the durability of products, improve process efficiency, reduce energy and material consumption, and to enable the substitution of hazardous or difficult-to-recycle materials.

Das Kompetenzfeld Werkstoffcharakterisierung und -prüfung befasst sich mit der Erfassung von mechanischen Eigenschaften, der strukturellen Beschaffenheit von Werkstoffen und Schichtsystemen sowie deren Beeinflussung durch moderne Fertigungs- und Verarbeitungsprozesse. Mithilfe modernster Prüftechnologie sind die IWS-Forschenden in der Lage, innerhalb kürzester Zeit aussagekräftige Daten über Bauteile zu generieren. Gerade bei den Themen Ermüdung und Schwingfestigkeit stehen durch dieses Screening bereits nach wenigen Tagen Ergebnisse zur Verfügung. Diese zeitsparende und gleichzeitig kostengünstige Kurzzeitdiagnostik ist damit gerade auch für den Mittelstand interessant. Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit liegt in der Entwicklung und dem Design neuartiger Werkstoffe, insbesondere für die additive Fertigung, Schichttechnologien und den Einsatz unter extremen Bedingungen wie Hochtemperatur, Verschleiß oder Korrosion. Diese Entwicklungen verfolgen das Ziel, die Haltbarkeit von Produkten zu erhöhen, die Prozesseffizienz zu verbessern, den Energie- und Materialverbrauch zu reduzieren und die Substitution gefährlicher oder schwierig recycelbarer Materialien zu ermöglichen.



### Division Manager Materials Characterization and Testing

**Prof. Dr. Martina Zimmermann**  
+49 351 83391-3573  
martina.zimmermann@iws.fraunhofer.de



### Group Manager Materials and Failure Analysis

**Dr. Jörg Kaspar**  
+49 351 83391-3216  
joerg.kaspar@iws.fraunhofer.de



### Group Manager Materials and Component Reliability

**Robert Kühne**  
+49 351 83391-3156  
robert.kuehne@iws.fraunhofer.de



**Focus on mechanical and microstructural material properties – concentration on process-structure-property relationships.«**

## »DiWan«: Virtuelles Werkstoff-Expertensystem

### DiWan: Virtual materials expert



*Under the lead of Fraunhofer IWS, partners from research and industry are developing an electronic lab book, a knowledge database and a digital lab management to digitalize material testing processes.*

Together with partners from research and industry, Fraunhofer IWS contributes to designing the "Digital Transformation in Materials Testing" (project DiWan). This will result in a virtual expert system supporting materials testers in their work in the future. DiWan combines the latest findings from scientific papers and the standards in materials testing with practical expert knowledge. The digital assistant will provide this accumulated expertise to its human colleagues – thus taking work in materials testing and metallography laboratories to a new level.

Under the lead of Fraunhofer IWS, the research partners are developing and integrating an electronic lab book, a knowledge database and a digital lab management into the new system. Finally, the virtual materials expert will be created based on these components. For example, it includes data on fatigue strength and hardness or on corrosion behavior and processability of materials. It will provide all the information that a person would otherwise have to research extensively. In addition, empirical know-how about the preparation and testing methods used in the laboratories

Gemeinsam mit Partnern aus Forschung und Wirtschaft gestaltet das Fraunhofer IWS den »Digitalen Wandel in der Werkstoffprüfung« (Projekt DiWan) mit. Im Ergebnis unterstützt künftig ein virtuelles Expertensystem die Werkstoffprüfer bei ihrer Arbeit. DiWan vereint neueste Erkenntnisse aus wissenschaftlichen Aufsätzen und die Standards in der Werkstoffprüfung mit dem Praxiswissen von Erfahrungsträgern. Der digitale Assistent soll diese akkumulierte Expertise seinen menschlichen Kollegen zur Verfügung stellen – und damit das Arbeiten in den Labors für Werkstoffprüfung und Metallografie auf eine neue Ebene heben.

Unter der Federführung des Fraunhofer IWS erarbeiten und integrieren die Partner ein elektronisches Laborbuch, eine Wissensdatenbank und ein digitales Labormanagement in das neue System. Aus diesen Komponenten entsteht schließlich der virtuelle Werkstoffexperte. Dieser stellt dann alle Informationen durchgängig zur Verfügung, die ein Mensch sonst aufwendig nachschlagen müsste. Dazu gehören beispielsweise Daten über Festigkeiten und Härten oder das Korrosionsverhalten und die Verarbeitbarkeit von Werkstoffen. Es fließt darüber hinaus Know-how über die in

den Labors verwendeten Präparations- und Prüfmethode ein. Eine zentrale Rolle spielt die Ontologie der Werkstoffwissenschaft: ein Begriffsnetzwerk, das über eine bloße Verwaltung von Daten hinausgeht, indem es auch deren Beziehungen untereinander beschreibt.

In der Perspektive können solche digitalen Expertensysteme die Qualität und das Tempo von Werkstoffuntersuchungen verbessern. Auch ist nicht ausgeschlossen, dass DiWan neue Querverbindungen aus bisher verstreuten Wissensquellen herstellt, die für den einzelnen Menschen kaum überschaubar sind. Nicht zuletzt unterstützt der virtuelle Experte nachhaltige Wissenskonzepte in Wirtschaft und Wissenschaft. Denn selbst wenn Erfahrungsträger zu einem anderen Arbeitgeber wechseln, geht in Zukunft ihre Expertise dank DiWan nicht verloren.

Founded by  Federal Ministry of Education and Research

The project was funded by the German Federal Ministry of Education and Research on the basis of a resolution of the German Bundestag and with financial support from the European Social Fund (ESF) under the grand number 02L18B560.

is incorporated. The ontology of materials science plays a central role: a conceptual network that goes beyond a mere provision of individual data by additionally describing linkages between them. Looking ahead, such digital expert systems can improve the quality and speed of materials investigations. It can also be expected that DiWan will link previously scattered sources of knowledge that would be very time-consuming for individuals to establish. Last but not least, the virtual expert supports sustainable knowledge concepts in business and science. Even if experienced employees move to another employer, their expertise will not be lost in the future thanks to DiWan.



#### Contact



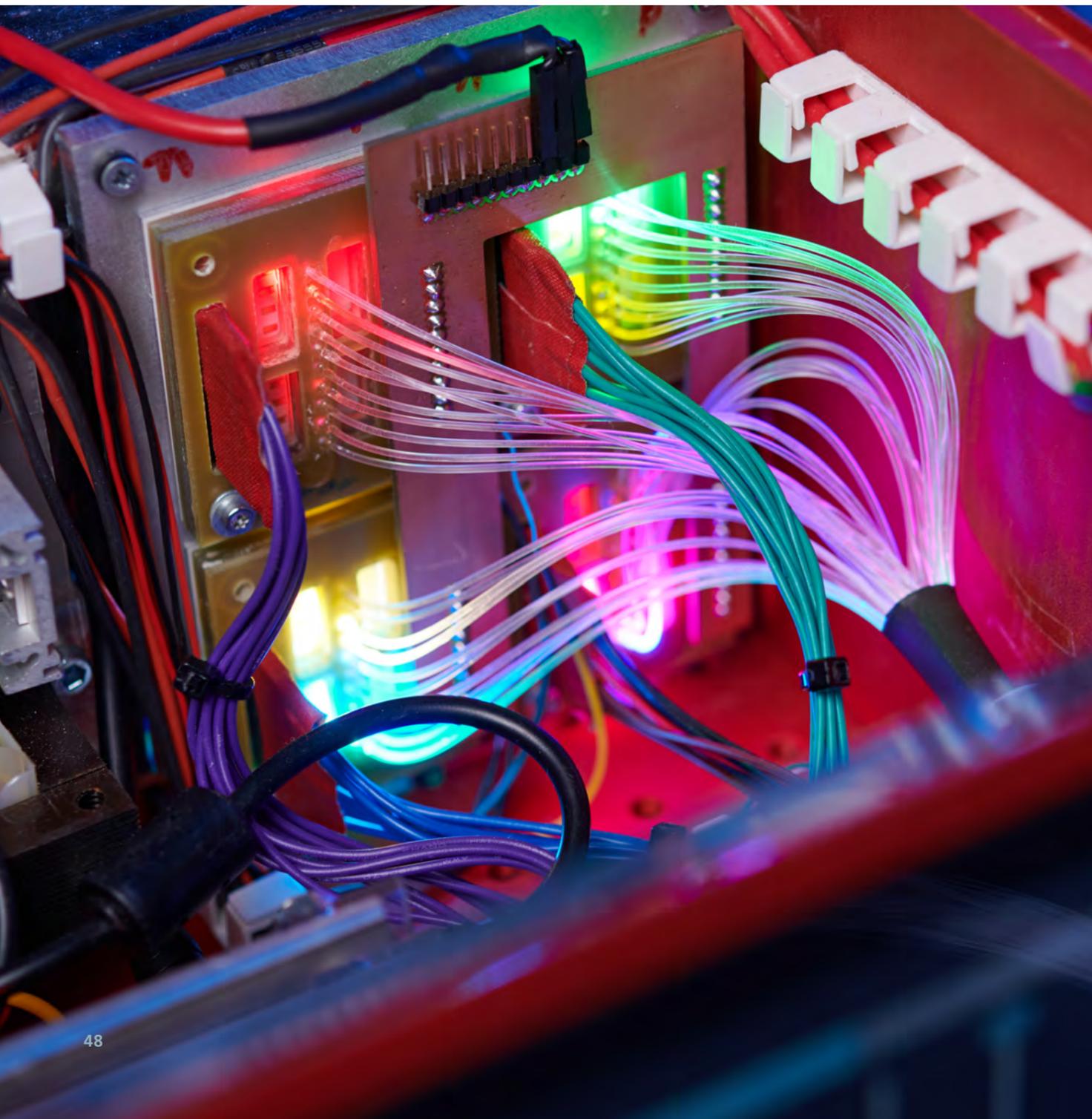
Dr. Jörg Bretschneider  
Materials and Failure Analysis  
+49 351 83391-3217  
joerg.bretschneider@  
iws.fraunhofer.de

*The virtual expert system is designed to support materials testers in their work.*



# Optische Messtechnik und Oberflächentechnologien AZOM

Optical Metrology and Surface Technologies AZOM



**Technology Field Manager**  
Application Center for Optical Metrology and Surface Technologies AZOM, Zwickau

**Prof. Dr. Peter Hartmann**  
+49 375 536-1538  
peter.hartmann@iws.fraunhofer.de



**Group Manager**  
Optical Fiber Technology

**Dr. Tobias Baselt**  
+49 375 536-1970  
tobias.baselt@iws.fraunhofer.de



**Group Manager**  
Surface Metrology

**Dr. Christopher Taudt**  
+49 375 536-1972  
christopher.taudt@iws.fraunhofer.de



**Group Manager**  
Optical Inspection Technology

**Dr. Wulf Grähler**  
+49 351 83391-3406  
wulf.graehlert@iws.fraunhofer.de

Diese Forschungseinrichtung schlägt eine Brücke zwischen Industrie, Ausbildung und angewandter Wissenschaft: In Zusammenarbeit mit der Westsächsischen Hochschule Zwickau (WHZ) betreibt das Fraunhofer IWS das Fraunhofer Anwendungszentrum für Optische Messtechnik und Oberflächentechnologien AZOM. Die Forschenden entwickeln neuartige Konzepte für optische Messtechnik, Oberflächencharakterisierung, Bildverarbeitung und Prozesskontrolle. Dafür steht in modernen Laboren eine Vielzahl unterschiedlichster Messtechnik zur Verfügung, mit der unter anderem im Kundenauftrag Mess- und Bearbeitungsdienstleistungen erfolgen. Standardverfahren entwickeln die Wissenschaftler sowohl hard- als auch softwaretechnisch für den Einsatz im industriellen Umfeld weiter und eröffnen neue Anwendungsmöglichkeiten in der Integration. Weitere Schwerpunkte liegen in der Entwicklung und Evaluierung innovativer Mess- und Laserverfahren für die Automobil- und Halbleiterindustrie, der Medizintechnik sowie dem Maschinenbau. Nächstes großes Ziel ist das Einrichten eines Kompetenzlabors Halbleitermesstechnik, um das Expertenwissen auf diesem Gebiet weiter ausbauen und den Kunden zur Verfügung stellen zu können.

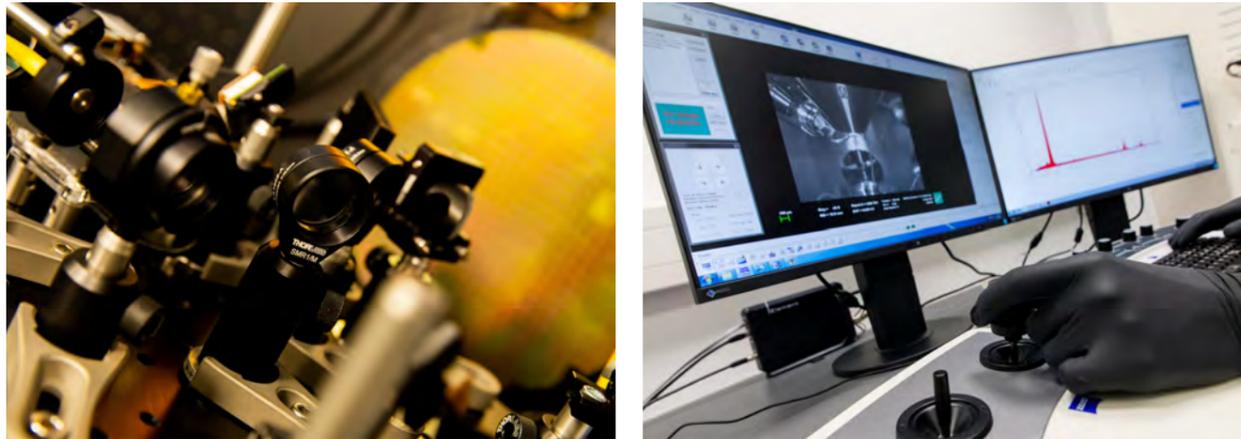
Mit der Anbindung an die WHZ engagiert sich das Fraunhofer AZOM stark in der Ausbildung von technischen Ingenieuren. Den Studierenden bietet sich am Zwickauer Standort die Möglichkeit, industriennahe Forschungsthemen zu bearbeiten.

This research center bridges the gap between industry, education and applied science: In collaboration with Westsächsische Hochschule Zwickau – University of Applied Sciences (WHZ), Fraunhofer IWS operates the Fraunhofer Application Center for Optical Metrology and Surface Technologies AZOM. The researchers develop novel concepts for optical metrology, surface characterization, image processing and process control. To this end, a variety of different measurement technologies are available in modern laboratories, which are used, among other things, to perform measurement and processing services on behalf of customers. Scientists are further developing standard procedures, both in terms of hardware and software, for use in industry and are opening up new application possibilities in integration. Additional focal points include the development and evaluation of innovative measurement and laser processes for the automotive and semiconductor industries, medical technology and mechanical engineering. The next major goal is to set up an expertise laboratory for semiconductor metrology in order to increase expert knowledge in this field and make it available to customers.

With its close ties to WHZ, Fraunhofer AZOM is strongly committed to the training of technical engineers. Students have the opportunity to work on industry-related research topics at the Zwickau location.

## Modernes Zentrum löst Probleme der Halbleiter- und Automobilindustrie

### Modern center solves problems of semiconductor and automotive industry



*Fraunhofer AZOM is focusing on the development of optical measurement technology for technical surfaces in automotive production.*

The Zwickau location is a commitment: Only a few years after its foundation, Fraunhofer AZOM is already cooperating closely with the automotive industry. Particular emphasis is placed on the development of optical measurement technology for technical surfaces in automotive production. In addition, the application center supports the semiconductor industry with the latest surface characterization procedures.

The experts for laser-based surface technologies contribute wherever special fibers are needed for optical measurement processes. They use fiber optics to manufacture special light sources or to enable measurement processes in semiconductor production. This ensures that every structure is implemented at exactly the right place on the wafer during chip production and that process steps are aligned with each other by means of coordinate transfer. Selective removal of materials on components is another possible application. These technologies are necessary also with respect to electromobility, in which increasingly complex microchips are required that permit high currents and power.

Der Standort Zwickau verpflichtet: Nur wenige Jahre nach seiner Gründung arbeitet das Fraunhofer AZOM heute bereits eng mit der Automobilindustrie zusammen. Eine besondere Rolle spielt dabei die Entwicklung optischer Messtechnik für technische Oberflächen bei der Produktion von Fahrzeugen. Außerdem unterstützt das Anwendungszentrum die Halbleiterindustrie mit neuesten Verfahren der Oberflächencharakterisierung.

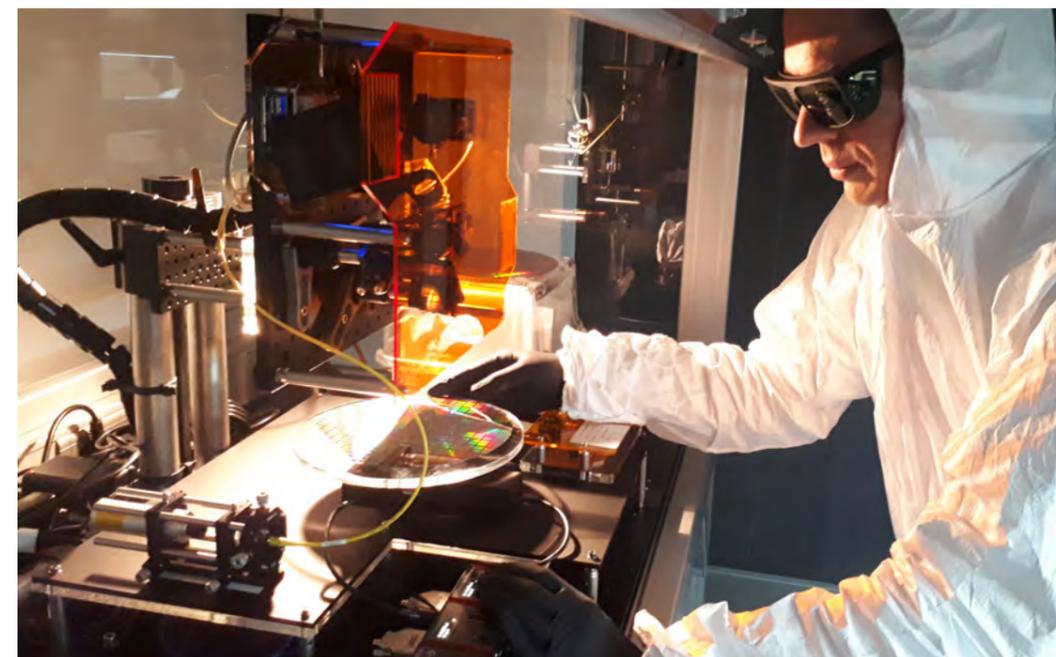
Überall dort, wo Spezialfasern für optische Messverfahren benötigt werden, leisten die Experten für laserbasierte Oberflächentechnologien ihren Beitrag. Sie nutzen Lichtleiter, um spezielle Lichtquellen herzustellen oder Messverfahren in der Halbleiterproduktion zu ermöglichen. Das garantiert, dass bei der Chipherstellung jede Struktur an der exakt richtigen Stelle auf dem Wafer realisiert wird und Prozessschritte mittels Koordinatenübertragung aufeinander abgestimmt werden. Eine weitere Anwendung ist das selektive Entfernen von Materialien auf Bauelementen. Diese Technologien sind auch mit Blick auf die Elektromobilität notwendig, in der immer komplexere Mikrochips gefragt sind, die hohe Ströme und Leistungen erlauben.

Um bei der Herstellung der Wafer mögliche Fehler oder Abweichungen noch im Prozess zu detektieren, eignet sich die Hyperspektrale Bildgebung (HSI), mit der sich orts aufgelöst Eigenschaften erkennen lassen. HSI stellt damit ein wichtiges Werkzeug für die unterschiedlichen Anforderungen der Halbleiterindustrie dar, mit dem sich unter anderem Schichtdickenverteilungen überwachen oder Ablagerungen zeitnah erkennen lassen. Die HSI-Spezialisten am Fraunhofer AZOM unterstützen Kunden dabei, neue Informationen über ihre Prozesse schnell und kostengünstig zu erfassen, und helfen auch, diese Technologie in bestehende Prozesse zu integrieren.

Das Entwickeln optischer Verfahren für die Oberflächenmodifikation und -charakterisierung ist ein weiterer Fokus am Fraunhofer AZOM. Die Wissenschaftler erarbeiten Möglichkeiten, um die Qualität und die Eigenschaften wie Rauheit, Kratzer, Defekte oder Höhenverteilung von Oberflächen zu messen. Dabei kommen unterschiedlichste Technologien zur Anwendung. In der Halbleiterindustrie liegt ein Schwerpunkt vor allem auf der hochauflösenden Charakterisierung von Höhenprofilen, für die am Zwickauer Anwendungszentrum eigene Messverfahren entstehen.

Hyperspectral imaging (HSI) is an excellent tool for detecting possible defects or deviations during the wafer production process, as it can be used to identify properties in a spatially resolved manner. HSI thus represents an important instrument for addressing the various requirements of the semiconductor industry. Among other things, it can be used to monitor layer thickness distributions or to detect deposits in near-real time. The HSI specialists at Fraunhofer AZOM support customers in acquiring new information about their processes quickly and cost-effectively and also help to integrate this technology into existing processes.

Furthermore, the researchers at Fraunhofer AZOM focus their developments on optical procedures for surface modification and characterization. The scientists are working on possibilities to measure quality and properties such as roughness, scratches, defects or height distribution of surfaces. A wide variety of technologies is used in this process. In the semiconductor industry, one focus is primarily on the high-resolution characterization of height profiles, for which the Zwickau Application Center is developing its own measurement methods.



*The researchers ensure that the highest quality requirements can also be in the semiconductor production.*

#### Contact



Dr. Christopher Taudt  
Surface Metrology  
+49 375 536-1972  
christopher.taudt@iws.fraunhofer.de

# Dortmunder OberflächenCentrum DOC®

Dortmunder OberflächenCentrum DOC®



Customized solutions for  
surface coating in strip  
processes«



Dortmunder Oberflächen-  
Centrum DOC

Dr. Teja Roch  
+49 231 844-3894  
teja.roch@iws.fraunhofer.de

Die Projektgruppe »Dortmunder OberflächenCentrum DOC®« des Fraunhofer IWS entwickelt maßgeschneiderte Lösungen für die Oberflächenveredlung in Bandprozessen. Ziel ist es, Funktionen wie etwa Korrosionsbeständigkeit, Kratzfestigkeit, elektrische Leitfähigkeit oder Reinigungseigenschaften mithilfe innovativer Beschichtungen zu verbessern. Die Forschenden betrachten dafür das gesamte Produktionssystem, um die jeweils effektivsten Verfahren zu finden, die zudem kostensparend und ressourceneffizient funktionieren.

Zum Einsatz kommen dafür neben Lasertechniken und Verfahren der physikalischen Gasphasenabscheidung (PVD) auch das Lichtbogenrahtspritzen und Hochtemperaturverfahren, die insbesondere für Bandverfahren geeignet sind. Anlagenbau und -weiterentwicklung gehören ebenfalls zum Portfolio.

The Fraunhofer IWS Dortmund OberflächenCentrum DOC® develops customized solutions for surface coating in strip processes. The aim is to improve features such as corrosion resistance, scratch resistance, electrical conductivity or even cleaning properties by means of innovative coatings. The scientists consider the entire production system in order to find the most effective processes for each application, solutions that are both cost-effective and resource-efficient.

In addition to laser processes and physical vapor deposition (PVD), Fraunhofer IWS researchers are also integrating arc spraying and high-temperature procedures allowing strip processing. Plant engineering and development are also part of the portfolio.

## Massenproduktion für Brennstoffzellen – automatisiert und kostengünstig

### Mass production for fuel cells – automated and cost-effective



*More efficient coating processes, such as roll-to-roll, are to enable the scaling of fuel cell manufacturing to industrial mass production.*

Researchers around the world are working on pioneering technologies for zero-emission mobility. Experts see great potential in hydrogen-based fuel cells. To advance the technology, two challenges need to be addressed: Scaling up production to industrial mass production and reducing manufacturing costs. Thanks to their extensive expertise, Fraunhofer IWS researchers are currently developing concepts for the necessary manufacturing steps.

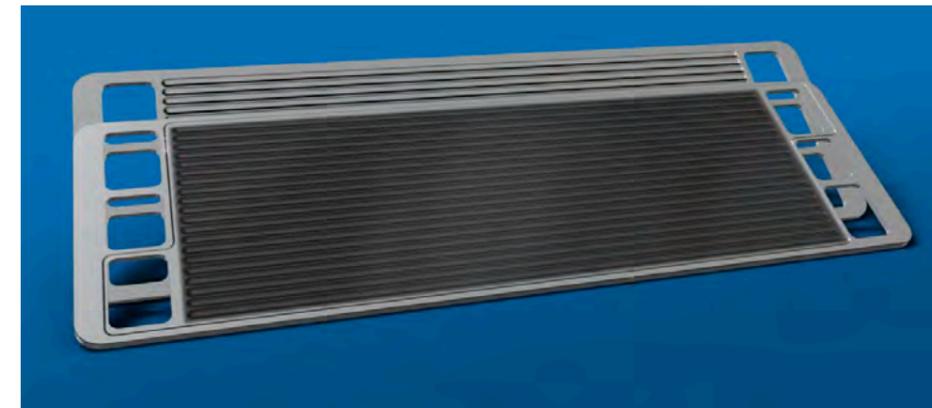
In the development, the focus is on materials and their compounds, which provide both a long service life and highest performance. The topics of component coating, joining and cutting also offer potential for optimization. "We therefore strive to establish the best processes specifically for this purpose," says Dr. Teja Roch, head of the project group at Dortmunder OberflächenCentrum DOC®.

More efficient coating processes offer a possible option for higher production speeds. Fraunhofer IWS scientists are hence

Für eine emissionsfreie Mobilität wird weltweit an zukunftsweisenden Technologien gearbeitet. Experten sehen dabei großes Potenzial in der wasserstoffbasierten Brennstoffzelle. Um die Technologie voranzubringen, gilt es, zwei Probleme zu lösen: die Skalierung der Fertigung hin zur industriellen Massenproduktion und ein Senken der Herstellungskosten. Dank umfangreicher Kompetenzen erarbeiten Forschende am Fraunhofer IWS aktuell Konzepte für die dafür notwendigen Fertigungsschritte.

Bei der Entwicklung stehen Werkstoffe und deren Kombinationen im Fokus, die eine hohe Lebensdauer mit höchster Performanz vereinen. Die Themen Beschichtung, das Fügen und das Schneiden der Komponenten bergen ebenfalls Chancen für Optimierung. »Wir wollen deshalb die jeweils besten Verfahren dafür finden«, sagt Dr. Teja Roch, Leiter der Projektgruppe im Dortmunder OberflächenCentrum DOC®.

Mögliche Option für ein höheres Produktions-tempo sind effektivere Beschichtungsprozesse. Forschende des Fraunhofer IWS entwickeln deshalb Lösungen für ein kostengünstiges



*The Dortmunder OberflächenCentrum DOC® has already developed a new type of carbon coating that offers significant cost savings and production advantages compared with conventional solutions.*

Beschichten am Band. Erstes Ergebnis ist eine neuartige Kohlenstoffbeschichtung, die ohne Probleme umgeformt werden kann. Zudem entstehen Anlagentechnik und Konzepte für das Fügen und Schneiden im Bandprozess. Ein Beispiel ist das patentierte spaltbasierte Fügen. Dabei wird der Laserstrahl direkt zwischen zwei Bleche geführt. Die sonst sichtbare Schweißnaht und Anforderungen an komplexe Spann- und leistungsfähige Methode für das Schneiden ist das Laser-Remote-Cutting, bei dem ein Laser über eine Oberfläche gelenkt wird und lokal Material verdampft. Produktionstechnische Vorteile liegen hierbei insbesondere in der Verfahrenskombination und der Verwendung angepasster Optiken, Laserquellen und Messsensoren.

developing solutions for cost-effective coil coating. The first result is a new type of carbon coating which can easily be formed. In addition, systems engineering and concepts for joining and cutting in the strip process are being developed. One example is the patented gap-based joining process. Here, the laser beam is guided directly between two sheets. The otherwise visible weld seam and requirements for complex clamping technology become obsolete. A further developed and powerful method for cutting is laser remote cutting, in which a laser is guided over a surface and locally vaporizes material. Production advantages lie in particular in the combination of processes and the use of adapted optics, laser sources and measurement sensors.

Founded by  Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

The project "miniBIP II - Metallic bipolar plates from strip processes for coating and forming precision strip" was funded by the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy on the basis of a resolution of the German Bundestag under the grand number 03ETB007B and implemented by Project Management Jülich (PTJ).

#### Contact



Dr. Teja Roch  
Dortmunder OberflächenCentrum  
DOC®  
+49 231 844-3894  
teja.roch@iws.fraunhofer.de



# Das Fraunhofer IWS

## Fraunhofer IWS

Vision und Mission   Vision and Mission .....	58
Fraunhofer IWS im Überblick   Fraunhofer IWS at a glance .....	62
Highlights 2021/2022 .....	64

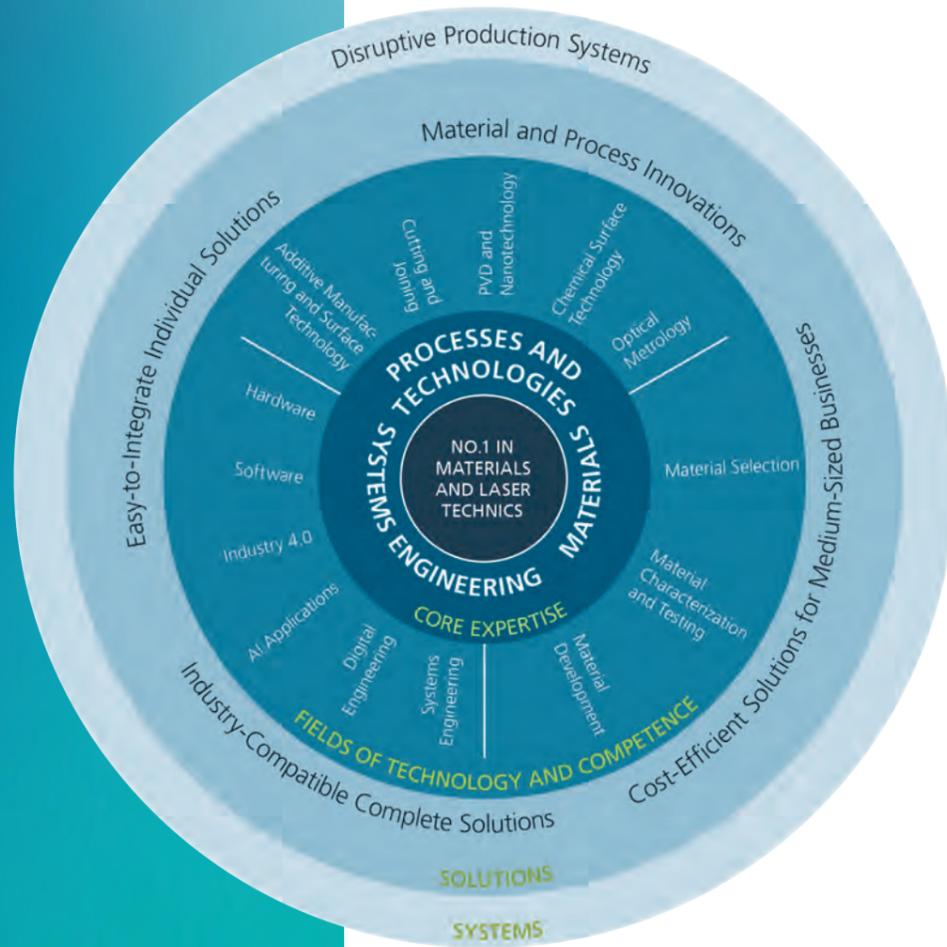
# Portfolio

## Industry Focus

- Aerospace Technology
- Power and Environmental Engineering
- Automotive Technology
- Medical Engineering
- Mechanical Engineering and Tool Manufacturing
- Electrical Engineering and Microelectronics
- Photonics and Optics

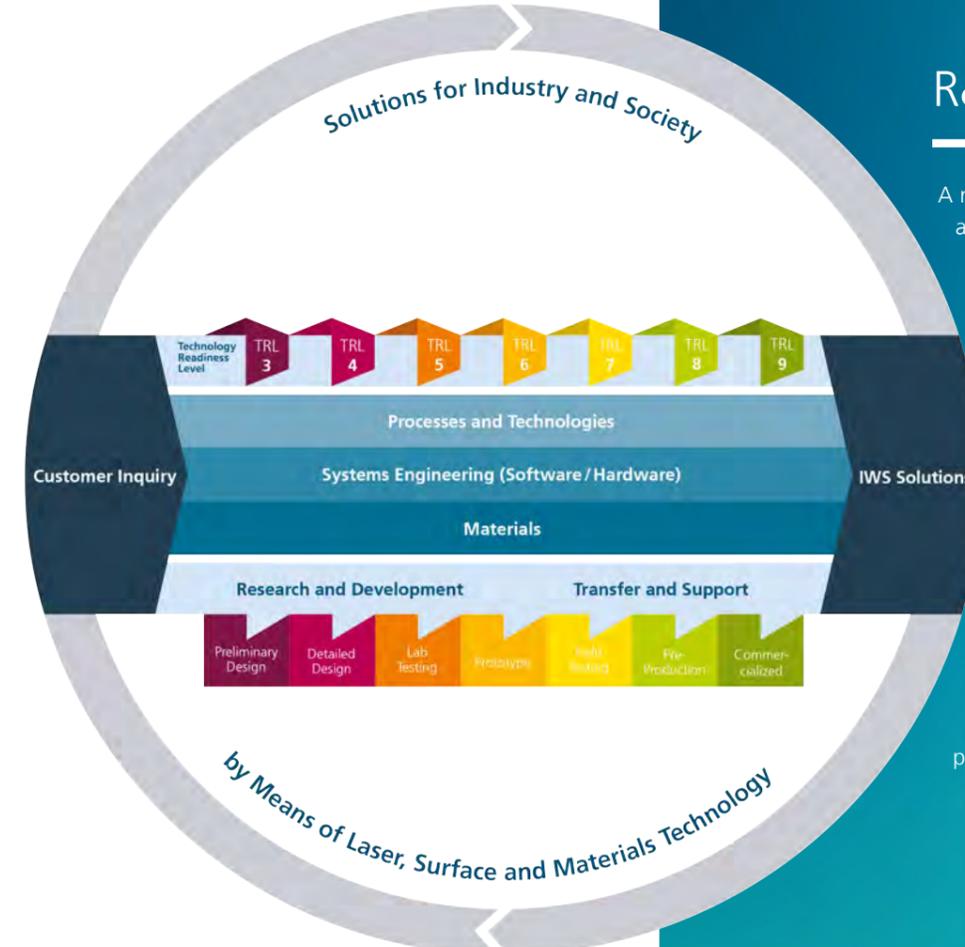
## Future and Innovation Fields

- Battery Technology
- Hydrogen Technology
- Surface Functionalization
- Photonic Production Systems
- Additive Manufacturing



# R&D Life Cycle

A research problem can be addressed at Fraunhofer IWS in projects and collaborations at any of the generally accepted Technology Readiness Levels (TRL). By linking processes and technologies, systems engineering and materials, our scientists provide solutions in research and development (TRL 3 to 6). At higher TRLs they offer transfer and support services. A successfully completed development can always be the beginning of a new joint project.



## Portfolio

Our vision forms the core of Fraunhofer IWS' orientation, around which its key competencies are focused: Processes and Technologies, Materials, and Systems Engineering. These technologies and fields of expertise are arranged along the following three dimensions:

- Our expertise is bundled in the technology fields of Additive Manufacturing and Surface Technology, Cutting and Joining, PVD and Nanotechnology, Chemical Surface Technology, Optical Metrology.
- Systems engineering connects our technical know-how with the digital world. Focal points: Hardware, Software, Industry 4.0, Optical Metrology, AI Applications, Digital Technology and Systems Engineering.
- Profound knowledge of microstructure and properties of materials leads to innovations in materials engineering. Expertise: Materials Selection, Characterization and Testing, and Development.

## Portfolio

Unsere Vision bildet den Kern der Ausrichtung des Fraunhofer IWS, um den sich die Kernkompetenzen anordnen: Prozesse und Technologien, Werkstoffe und Systemtechnik. In diese drei Dimensionen ordnen sich die Technologie- und Kompetenzfelder ein:

- In den Technologiefeldern Additive Fertigung und Oberflächentechnik, Trennen und Fügen, PVD- und Nanotechnik, Chemische Oberflächentechnik sowie Optische Messtechnik sammelt sich die wissenschaftliche Technikkompetenz.
- Die Systemtechnik verbindet das fachliche Know-how mit der digitalen Welt. Schwerpunkte: Hardware, Software, Industrie 4.0, optische Messtechnik, KI-Anwendungen, Digitaltechnik und Systemtechnik.
- Tiefgreifende Kenntnisse über Aufbau und Eigenschaften von Werkstoffen führen zu Innovationen in der Werkstofftechnik. Kompetenzen: Auswahl, Charakterisierung und Prüfung sowie Entwicklung von Werkstoffen.

## Lösungen

Das Fraunhofer IWS bietet einfach integrierbare Individual-, industrietaugliche Komplett-, kosteneffiziente Mittelstandslösungen sowie Werkstoff- und Prozessinnovationen.

Die Königsdisziplin stellen disruptive Produktionssysteme dar. Unsere Wissenschaftler bringen engagiert ihr Know-how ein, indem sie Kompetenzen und Technologien mit Systemtechnik verknüpfen und gesamtheitliche Lösungen erarbeiten, die einen messbaren Unterschied in Industrie und Gesellschaft bewirken.

## R&D Life Cycle

Der »R&D Life Cycle« beschreibt den Prozess von der Kundenanfrage bis zur spezifischen Lösung. Eine Problemstellung kann auf jeder Stufe der allgemein anerkannten Technology Readiness Level (TRL) einfließen. Über die Verknüpfung von Prozessen und Technologien, Systemtechnik sowie Werkstoffen erarbeiten wir je nach Anforderung Lösungen auf den TRL-Stufen drei bis sechs. Auf höheren Leveln bietet das Fraunhofer IWS Transfer- und Betreuungsleistungen. Das Ende einer erfolgreichen Entwicklung kann immer der Anfang neuer gemeinsamer Projekte sein.

## Solutions

Fraunhofer IWS offers easy-to-integrate individual, industry-ready complete, cost-efficient SME solutions as well as material and process innovations.

Disruptive production systems represent the supreme discipline. Our scientists contribute their know-how by combining expertise and technologies with systems engineering to develop holistic solutions that make a measureable difference in industry and society.

## R&D Life Cycle

The "R&D Life Cycle" outlines the process from customer inquiry to specific solution. A task can be addressed at any of the generally recognized Technology Readiness Levels (TRL). By linking processes and technologies, systems engineering and materials, we develop solutions at TRL levels three to six, depending on the requirements. At higher levels Fraunhofer IWS offers transfer and support services. A successfully completed development can always be the beginning of new joint projects.



### Mission 2023

Our mission statement describes the main motivation of Fraunhofer IWS and explains how to achieve it in the long run: We passionately drive ideas and implement customized complete solutions for the industry of the future by means of laser applications, functionalized surfaces and material-based innovations.

### Vision 2023

Our vision sketches our long-term mission, reflects the uniqueness of Fraunhofer IWS and gives us our identity. For all employees, it highlights the course and value of our actions, thus creating meaning and motivation. Its wording is deliberately ambitious: We are the world's number 1 for complex system solutions in materials and laser technology.

### Mission 2023

Unsere Mission beschreibt die Motivation und den wesentlichen Auftrag des Fraunhofer IWS und wie diese langfristig erreicht werden sollen: Wir sind leidenschaftliche Ideentreiber, die mit Laseranwendungen, funktionalisierten Oberflächen und werkstoffbasierten Innovationen maßgeschneiderte Komplettlösungen für die Industrie der Zukunft verwirklichen.

### Vision 2023

Unsere Vision zeichnet ein langfristiges Zukunftsbild, beschreibt die Einzigartigkeit des Fraunhofer IWS und verleiht uns damit unsere Identität. Für alle Mitarbeitenden zeigt sie Richtung und Nutzen unseres Handelns und stiftet dadurch Sinn und Motivation. Sie ist bewusst ambitioniert formuliert: Wir sind die weltweite Nummer 1 für komplexe Systemlösungen in Werkstoff- und Lasertechnik.

### Positionierung

Das Fraunhofer IWS versteht sich als das treibende Bindeglied zwischen Forschung und Industrie, das kundenorientiert Laseranwendungen und funktionale Oberflächen unter Einsatz neuer Werkstoffe entwickelt sowie maßgeschneiderte Systemlösungen für die Industrie verwirklicht. Die Bandbreite unserer Technologien erlaubt es, Systemlösungen entlang der Prozesskette vom Werkstoff über die Systemtechnik bis hin zur Digitalisierung im Sinne unserer Partner zu entwickeln – mit detaillierter Branchenkenntnis und ausgeprägtem Pragmatismus.

### Mindset

Neugier, Wachheit, Mut und interdisziplinäre Strukturen sowie agile Arbeitsweisen schaffen Raum für neue Ansätze und Innovationen. Diese inspirierende Institutsatmosphäre gliedert sich in eine besondere Arbeitswelt ein, die wissenschaftliche Exzellenz mit wirtschaftlichem Erfolg beispielgebend verknüpft. Das Fraunhofer IWS fördert die fachliche sowie persönliche Entwicklung und dient als Sprungbrett für Karrieren.

### Positioning

Fraunhofer IWS sees itself as the driving link between research and industry. We develop customer-oriented laser applications and functional surfaces based on new materials and implement customized industrial system solutions. The broad range of technologies allows us to design system solutions along the process chain, from materials to system technology to digitalization in line with the interest of our partners – with profound industry knowledge and pronounced pragmatism.

### Mindset

Curiosity, alertness, courage and interdisciplinary structures as well as agile working methods create space for new approaches and innovations. This inspiring atmosphere is part of a specific working environment that exemplarily combines scientific excellence with economic success. Fraunhofer IWS promotes the professional and personal development of its staff and serves as a stepping stone.



### Mitarbeiter

Employees

#### Fraunhofer IWS

	Anzahl Number
Wissenschaftler/Ingenieure (TU, FH) Scientists/engineers (TU, FH)	163
Facharbeiter mit techn. oder kaufmänn. Ausbildung Skilled workers with technical or trade-related training	66
Auszubildende Trainees	10
Wissenschaftliche Hilfskräfte Research assistants	177
Stipendiaten und externe Mitarbeiter Scholarship holders and external colleagues	4
Gastwissenschaftler TU Dresden Guest scientists from TU Dresden	48
<b>Gesamt</b> Total	<b>468</b>

### Aufwendungen

Expenses

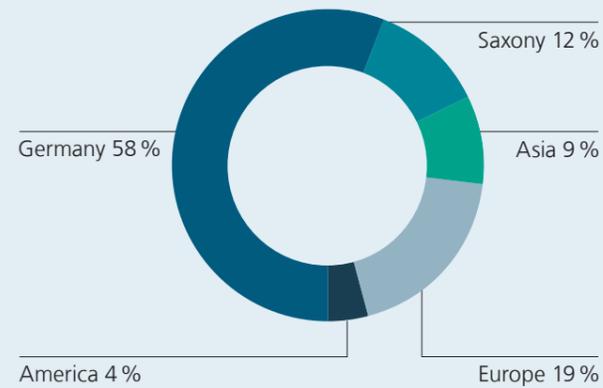
#### Fraunhofer IWS und deutsche Außenstellen 2021 in Mio. €

Fraunhofer IWS and German branches, 2021 (million €)

	Anzahl Number
Personalaufwand Staff	18.1
Sachaufwendungen Material costs	10.1
Investitionen Investments	3.9
Sonderinvestitionen durch Bund, Land und EU Special investments from federal, state and European sources	0
<b>Gesamt</b> Total	<b>32.1</b>

### Herkunft der Industrieerträge

Industrial revenues by source



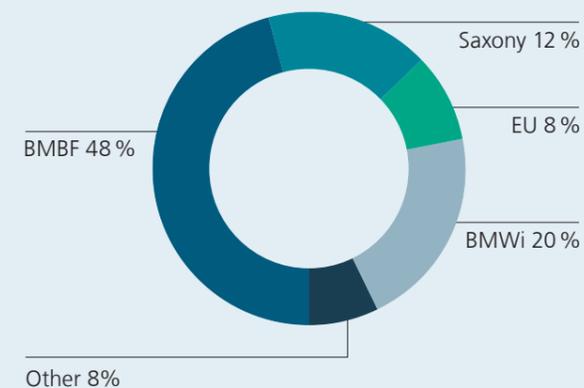
#### Fraunhofer IWS und deutsche Außenstellen 2021 in Mio. €

Fraunhofer IWS and German branches, 2021 (million €)



### Herkunft der öffentlichen Erträge

Public revenues by source



### Publikationen

Publications

#### Art der Publikation

Type of publication

	Anzahl Number
Dissertationen   Dissertations	19
Diplomarbeiten   Diploma theses	32
Masterarbeiten   Master's theses	19
Veröffentlichungen   Journal papers	108
Patente (Erstanmeldung)   Patents (first filing)	14
<b>Gesamt   Total</b>	<b>192</b>

A list of all scientific contributions by Fraunhofer IWS published in 2021 is available via the bibliographic database "Fraunhofer-Publica":



<https://publica.fraunhofer.de/institute/iws/2021>

	Betrieb Operation	Investitionen Investments	Gesamt Total
Sonderfinanzierung durch Bund, Land und EU Special investments from federal, state and European sources	0	0	0
Grundfinanzierung und interne Programme Basic funding and Fraunhofer internal programs	8.7	1.9	10.6
Projektanträge durch Bund, Land und EU Project revenues from federal, state and European sources	10.2	1.8	12.0
Projektanträge aus der Industrie Project revenues from industry	9.3	0.2	9.5
	<b>28.2</b>	<b>3.9</b>	<b>32.1</b>

Fraunhofer Industrie  $\rho_{ind}$  | Fraunhofer Industry  $\rho_{ind} = 34.0\%$

# Highlights 2021/2022

## Highlights 2021/2022



### Berufung: Christoph Leyens unterstützt DRESDEN-concept als Vorstandsmitglied

Institutsleiter Prof. Christoph Leyens verstärkt seit Juli 2021 den Vorstand des Vereins DRESDEN-concept e.V. (DDc). Im Zuge einer Satzungsreform wurde dieser von ehemals drei auf nun sieben Mitglieder erweitert. Zuvor hatte sich Leyens bereits als Teil des DDc-Boards in die Innovationsförderung Dresdens eingebracht. In den nächsten vier Jahren wird er bei der Erarbeitung konkreter Strategien zur Weiterentwicklung des Wissenschaftsstandorts mitwirken und die einzigartige Zusammenarbeit der Dresdner Forschungs- und Kultureinrichtungen unterstützen. Seit längerer Zeit engagiert sich Christoph Leyens, der auch die Rolle des Sprechers der Fraunhofer-Standorte in Dresden innehat, für Internationalität und Innovation in der Forschung. Als neuberufenes Vorstandsmitglied bemüht er sich noch intensiver um den Aufbau einer synergetischen Wissenschaftsstadt.

### Appointment: Christoph Leyens supports DRESDEN-concept as board member

Institute Director Prof. Christoph Leyens has joined the board of DRESDEN-concept e.V. (DDc) in July 2021. In the process of a statute reform, the board was expanded from three to seven members. Previously, Leyens had already been involved in promoting innovation in Dresden as part of the DDc board. Over the next four years, he will contribute to concrete strategies for the further development of the science location and support the unique cooperation of Dresden's research and cultural institutions. For some time now, Christoph Leyens, who also is spokesman for the Fraunhofer sites in Dresden, has been committed to internationality and innovation in research. As a newly appointed board member, he is striving even more intensively to build a synergetic science city.



### Förderpreis der Gesellschaft für Tribologie 2021 geht an Dr. Stefan Makowski

Dr. Stefan Makowskis Promotionsarbeit überzeugte die Jury der Gesellschaft für Tribologie (GfT). Sie trägt den Titel »Superlubricity und tribochemischer Verschleiß: Wechselwirkung von tetraedrisch amorphen Kohlenstoffschichten mit fettsäurebasierten Schmierstoffen«. Der Gruppenleiter für Schichtcharakterisierung am Fraunhofer IWS setzte sich mit seiner Arbeit gegen die Konkurrenz durch und gewann damit den Förderpreis der GfT. Seit einem Praktikumsaufenthalt bei Fraunhofer USA in Michigan, beschäftigt er sich mit sogenannten ta-C-Schichten und dem Phänomen der Supraschmierung. An dieser fast völligen Reibungslosigkeit forschen seine Kollegen und er bereits in mehreren Projekten. Ihr Ziel: Eine Reibungsminimierung zum Beispiel innerhalb von Motoren herbeiführen und somit CO<sub>2</sub>-Emissionen auf ein Minimum verringern.

### Gesellschaft für Tribologie Award 2021 goes to Dr. Stefan Makowski

Dr. Stefan Makowski's doctoral thesis convinced the jury of the Gesellschaft für Tribologie e.V. (GfT). It is entitled "Superlubricity and tribochemical wear: interaction of tetrahedral amorphous carbon coatings with fatty acid-based lubricants". The Group Manager of Coating Characterization at Fraunhofer IWS won against the competition with his work and thus received the GfT sponsorship award. Since his internship at Fraunhofer USA in Michigan, he has been studying so-called ta-C coatings and the phenomenon of lubricity. He and his colleagues are already researching this almost complete non-friction in several projects. Their goal is to minimize friction, for example within engines, and thus reduce CO<sub>2</sub> emissions to a minimum.



### Ein hochdotiertes Jahr für Stefan Kaskel

Das Jahr 2021 bot für Prof. Stefan Kaskel mehrere persönliche Highlights. Im Sommer des Jahres wurde der Technologiefeldleiter Chemische Oberflächentechnik des Fraunhofer IWS und Inhaber der Professur für Anorganische Chemie I der Technischen Universität Dresden zunächst zum Henriette-Herz-Scout erkoren. Jährlich wählt die Alexander von Humboldt-Stiftung bis zu 40 Scouts aus. Im Dezember ernannte ihn dann die TU Dresden zum Dekan der Fakultät für Chemie und Lebensmittelchemie. Für den krönenden Abschluss sorgte die Mitteilung des öffentlichen Analyseunternehmens Clarivate Analytics, dass Kaskel zu den weltweit meistzitierten Wissenschaftlern gehörte. Nicht zum ersten Mal erhielt er diese Auszeichnung: Bereits in der Vergangenheit gehörte er zu den einflussreichsten Wissenschaftlern seines Fachs. Seit 2008 unterstützt der viel ausgezeichnete Chemiker das Team des Fraunhofer IWS.

### A high-profile year for Stefan Kaskel

The year 2021 offered several personal highlights for Prof. Stefan Kaskel. First, in summer the Fraunhofer IWS Technology Field Manager of Chemical Surface Technology and Chair of Inorganic Chemistry I at Technische Universität Dresden was named a Henriette Herz Scout. Every year, the Alexander von Humboldt Foundation selects up to 40 scouts. In December, TU Dresden then appointed him Dean of the Faculty of Chemistry and Food Chemistry. The crowning achievement was the announcement by the public analysis company Clarivate Analytics that Kaskel was one of the world's most cited scientists. This is not the first time he has received this award: he was already one of the most influential scientists in his field in the past. The highly awarded chemist has been supporting the Fraunhofer IWS team since 2008.



### Präsidentin der DGM nun Mitglied der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech)

Das Jahr 2021 begann für Prof. Martina Zimmermann mit dem Start ihrer Arbeit als Präsidentin der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde (DGM) – bereits 2020 wurde sie an die Doppelspitze gewählt. Kurz vor Ende des Jahres dann eine weitere freudige Nachricht: Die Professorin für Werkstoffmechanik und Schadensfallanalyse der TU Dresden sowie Abteilungsleiterin für Werkstoffcharakterisierung und -prüfung des Fraunhofer IWS wird als neues Mitglied in die acatech aufgenommen. Zimmermann engagiert sich innerhalb der Akademie im Themennetzwerk Materialwissenschaft und Werkstofftechnik. Besonders die Digitalisierung in der Werkstoffwissenschaft auszubauen, liegt ihr dabei am Herzen. Dieses Vorhaben verfolgt sie nicht erst seit Beginn Ihrer Mitgliedschaft bei der acatech, sondern bereits in Projekten wie beispielsweise »DiWan« (siehe Seite 46).

### DGM President now a member of the National Academy of Science and Engineering (acatech)

The year 2021 began for Prof. Martina Zimmermann with the start of her work as president of the Deutsche Gesellschaft für Materialkunde (DGM) – she was already elected co-leader in 2020. Then, shortly before the end of the year, another pleasant announcement followed: The Chair Holder of Mechanics of Materials and Failure Analysis at TU Dresden and Division Manager of Materials Characterization and Testing at Fraunhofer IWS was accepted as a new member of acatech. Zimmermann is active within the academy in the thematic network Materials Science and Materials Engineering. She is particularly interested in expanding digitization in materials science. She has been pursuing this project not only since the beginning of her acatech membership, but already in projects such as "DiWan".



### Manuel Reif für Arbeit zur Funktionalisierung von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) ausgezeichnet

Das Schweizer Unternehmen Oerlikon Metco zeichnete 2021 Manuel Reif mit dem Young Professionals Award aus. Diesen erhielt er während der International Thermal Spray Conference 2021 (ITSC) im Mai. Seine überzeugende Online-Präsentation zur Beschichtung von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) mit einem Mehrschichtheizsystem setzte sich im Wettbewerb gegen zehn Konkurrenten durch und brachte ihm schließlich den Preis des Unternehmens ein. Manuel Reif und sein Team arbeiten an innovativen Oberflächenmodifikationen, um FKV so zu funktionalisieren, dass sie metallische Bauteile in Zukunft ersetzen. Die Auszeichnung umfasst einen Geldpreis sowie die Möglichkeit, Oerlikon Metco an einem ihrer Standorte zu besuchen.

### Manuel Reif honored for research on functionalization of fiber-reinforced plastic composites (FRPCs)

The Swiss company Oerlikon Metco honored Manuel Reif with the Young Professionals Award in 2021. He received this prize during the International Thermal Spray Conference 2021 (ITSC) in May. His convincing online presentation on coating fiber-reinforced composites (FRPCs) with a multi-layer heating system beat out ten applicants in the competition and ultimately earned him the company's award. Manuel Reif and his team work on innovative surface modifications to functionalize fiber reinforced plastic composites in such a way that they can replace metallic components in the future. The award includes a cash prize and the opportunity to visit Oerlikon Metco at one of its sites.



### Editorial Board Member – Andrés Fabián Lasagni im Redaktionsausschuss bei Scientific Report

Das Journal Scientific Report wählte 2021 Andrés Fabián Lasagni ins »Editorial Board«. Dieses Gremium besteht aus mehreren Fachgruppen, um sicherzustellen, dass die Prüfung eines jeden Texts von einem Spezialisten des jeweiligen Fachs erfolgt. Lasagni nimmt in diesem Ausschuss einen Platz in der Fachgruppe »Mechanical Engineering« ein und leitet als Teil des Editorial Boards die Peer-Review-Verfahren auf diesem Themenfeld. Der Inhaber der Professur für Laserbasierte Methoden der großflächigen Oberflächenstrukturierung an der TU Dresden unterstützt seit 2008 das Kollegium des Fraunhofer IWS, wo er mitunter als Direktor des »Center for Advanced Micro-Photonics« (CAMP) tätig ist.

### Editorial Board Member – Andrés Fabián Lasagni on the Editorial Board at Scientific Report

The journal Scientific Report elected Andrés Fabián Lasagni to the "Editorial Board" in 2021. This board comprises several specialist groups to ensure that the review of each text is carried out by an expert in the particular field. Lasagni occupies a place in this committee in the "Mechanical Engineering" specialist group and, as part of the Editorial Board, leads the peer review process in this subject area. The TU Dresden Chair of Large Area Laser Based Surface Structuring has been supporting Fraunhofer IWS since 2008, where he serves in part as director of the "Center for Advanced Micro-Photonics" (CAMP).



## Messen suchten ihr neues Gewand

### Rethinking trade fairs

In 2021, trade show organizers and exhibitors were forced to find new ways to communicate. After all trade shows were postponed until further notice in 2020, digital concepts had to be found to enable participants to get in touch at least virtually in the following year. Fraunhofer IWS also presented its scientific results mainly online in 2021. The scientists tested three new concepts: From virtual booths to virtual meeting points to video presentations, they tried out a lot of new things.

At Fraunhofer Solution Days, Hannover Messe and JEC World, we managed to turn the spotlight on our innovations and scientific results even in times of social distancing:

These included the additively manufactured "AEROSpike" rocket engine for microlaunchers, the "COAXwire mini" modular powder nozzle system, the "E-MAqS" camera-based temperature monitoring system, processes for manufacturing more efficient, lighter and space-saving bipolar plates, and methods for additive manufacturing of copper parts.

However, the 2021 trade show year was not only characterized by remote interaction. A few trade shows made it possible to get back in touch with customers, interested parties and scientists on a more personal level. Fraunhofer IWS participated in V2021, Formnext and Space Tech Expo Europe as in-person events. After a long absence from trade fairs, interactions were well prepared and target-oriented. The result of newly gained experiences regarding digital trade shows is that personal exchange cannot be seamlessly

2021 waren Messeveranstalter und Aussteller gezwungen, neue Wege der Verbindung zu finden. Nachdem 2020 alle Messen bis auf Weiteres verschoben worden waren, sollten im Folgejahr digitale Konzepte den Teilnehmenden ermöglichen, zumindest virtuell in Kontakt zu treten. Auch das Fraunhofer IWS stellte seine Ausstellungsstücke 2021 hauptsächlich online vor. Dabei testeten die Wissenschaftler drei neue Konzepte: Von virtuellen Messeständen über Terminsysteme bis hin zu Videovorstellungen probierten sie viel Neues aus.

Auf den Fraunhofer Solution Days, der Hannover Messe und der JEC World gelang es auch in Zeiten der Distanz, den Scheinwerfer auf Dresdner Innovationen und Erfindergeist zu richten:

Dazu gehörten das additiv gefertigte Raketentriebwerk »AEROSpike« für Microlauncher, das modulare Pulverdüsen-system »COAXwire mini«, das kamerabasierte Temperaturüberwachungssystem »E-MAqS«, Verfahren zur Herstellung von effizienteren, leichteren und platzsparenden Bipolarplatten sowie Methoden zur additiven Fertigung von Kupferteilen.

Das Messejahr 2021 war aber nicht nur von distanzierem Austausch geprägt. Vereinzelte Präsenzmessen ermöglichten es, mit Kunden, Interessenten und Wissenschaftlern wieder in persönlicheren Kontakt zu treten. An der V2021, der Formnext und der Space Tech Expo Europe nahm das Fraunhofer IWS in diesem Sinne ganz analog teil. Nach langer Messeabstinenz erschienen die Kontakte auf den wenigen Präsenzmessen fachlich gut vorbereitet und zielorientiert. Das Fazit der neu gewonnenen Erfahrungen in Bezug auf digitale Messen bleibt,

dass der persönliche Austausch nicht lückenlos in die digitale Welt zu übertragen ist. Keine virtuelle Alternative ersetzt das persönliche Gespräch vor Ort.

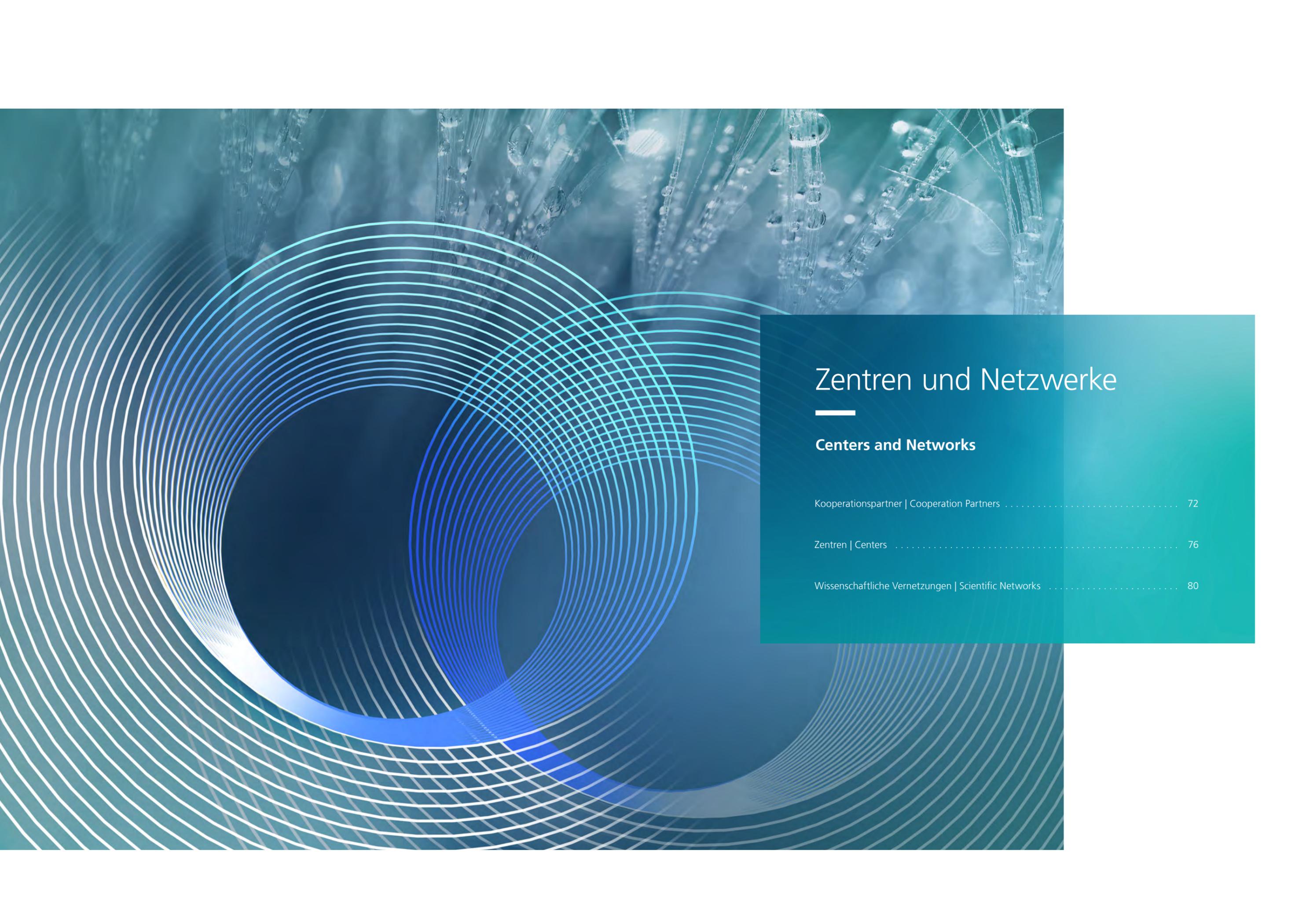
transferred to the digital world. No virtual alternative replaces in-person contact.

## Netzwerken in Zeiten des Social Distancing

### Networking in times of social distancing

Konferenzen, Workshops und Vorträge mussten im Jahr 2021 hauptsächlich in ein virtuelles Format gebracht werden. So präsentierten die Wissenschaftler des Fraunhofer IWS ihre Themen zumeist vor der Kamera. Die persönliche Anwesenheit blieb wie bereits 2020 weitestgehend aus. Dabei testete auch das Dresdner Institut neue Ideen zum alternativen Verbinden. Besondere Highlights stellten die Internationale Konferenz »Lithium-Schwefel-Batterien« (ICLSB), die Presseveranstaltung »Fraunhofer Early Morning Science« des Institutszentrums in Dresden und die in diesem Jahr erstmalig gemeinschaftlich veranstalteten Konferenzen »Laser Symposium« und das »International Symposium Additive Manufacturing« (ISAM) dar. Anders als Messen fanden die Veranstaltungen des Fraunhofer IWS bis auf eine Ausnahme online statt. Lediglich der Workshop »SurfAM« wurde in Präsenz unter sicheren Bedingungen abgehalten. In unvorhersehbaren Zeiten gelang es dennoch, informative Veranstaltungen zu realisieren.

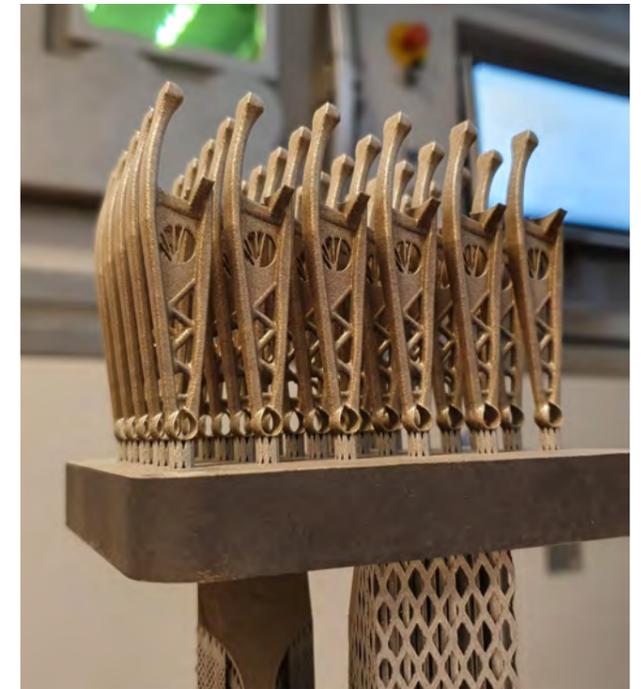
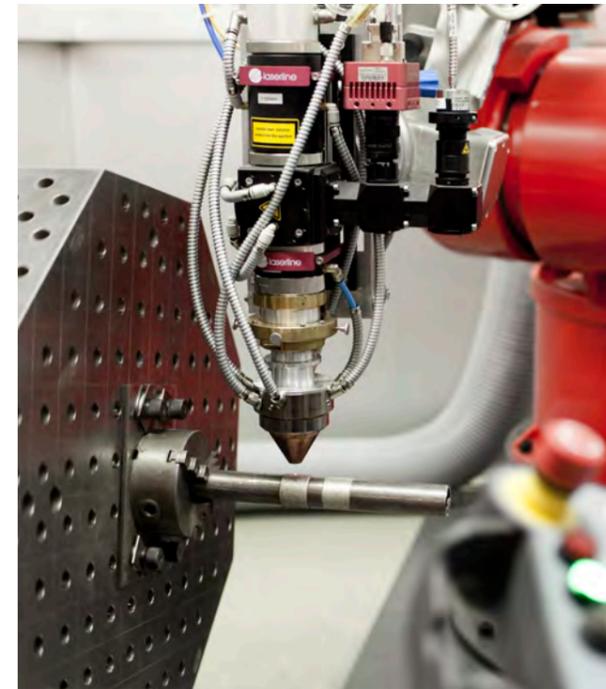
Conferences, workshops and lectures in 2021 mainly had to be transferred into a virtual format. For example, Fraunhofer IWS scientists mostly presented their topics in front of a camera. As in 2020, there was essentially no in-person contact. Here, the Dresden institute also tested new ideas for alternative networking. Special highlights were the International Conference "Lithium-Sulfur Batteries" (ICLSB), the Fraunhofer Early Morning Science press event in Dresden and the conferences "Laser Symposium" and "International Symposium Additive Manufacturing" (ISAM), which were jointly organized for the first time this year. Unlike trade shows, all but one of the Fraunhofer IWS events took place online. Only the workshop "SurfAM" was held in-person under safe conditions. In unpredictable times it was nevertheless possible to realize informative events.



# Zentren und Netzwerke

## Centers and Networks

Kooperationspartner   Cooperation Partners .....	72
Zentren   Centers .....	76
Wissenschaftliche Vernetzungen   Scientific Networks .....	80



#### Fraunhofer Project Center – Wrocław Center of excellence for manufacturing

In Partnerschaft mit der Wrocław University of Technology gegründet erweitert das »Fraunhofer Project Center for Laser Integrated Manufacturing« das Kooperationsnetzwerk des Fraunhofer IWS nach Osteuropa und nimmt eine Vorreiterrolle in der deutsch-polnischen Zusammenarbeit ein. Die wichtigsten Zielstellungen der Kooperation bestehen einerseits in der Auftragsforschung und in Entwicklungen für polnische Industriekunden. Andererseits treiben die Kooperationspartner den Ausbau des Center-Ausbildungsangebots voran und fördern den grenzüberschreitenden wissenschaftlichen Austausch. Am Fraunhofer Project Center in Wrocław wird an neuen Methoden und Technologien für optische Messungen und Oberflächeninspektionen an schwierig zu qualifizierenden Bauteilen gearbeitet. Die Aktivitäten im Reverse Engineering sind eng verknüpft mit der Digitalisierung physischer Objekte und der Erstellung von 3D-Computermodellen. Die polnischen Kollegen sind auch Kooperationspartner im Fraunhofer IWS geführten internationalen Leistungszentrum ATeM.

Founded in partnership with the Wrocław University of Technology, the Fraunhofer Project Center for Laser-Integrated Manufacturing expands Fraunhofer IWS' cooperation network to Eastern Europe and plays a pioneering role in Polish-German cooperation. The objectives in the cooperation prioritize contract research as well as development and engineering services for Polish industrial customers. Furthermore, the cooperation partners also expand the center's training programs and contribute to transnational scientific exchange. The researchers at the Fraunhofer Project Center in Wrocław are working on new methods and technologies for optical measurements and surface inspections of components that are difficult to refine. Reverse Engineering activities are closely linked with the digitization of physical objects and 3D computer model creation. The Polish colleagues are also cooperation partners in the Fraunhofer IWS-managed international performance center ATeM.

*The objectives in the cooperation prioritize contract research as well as development and engineering services for Polish industrial customers.*

#### Contact

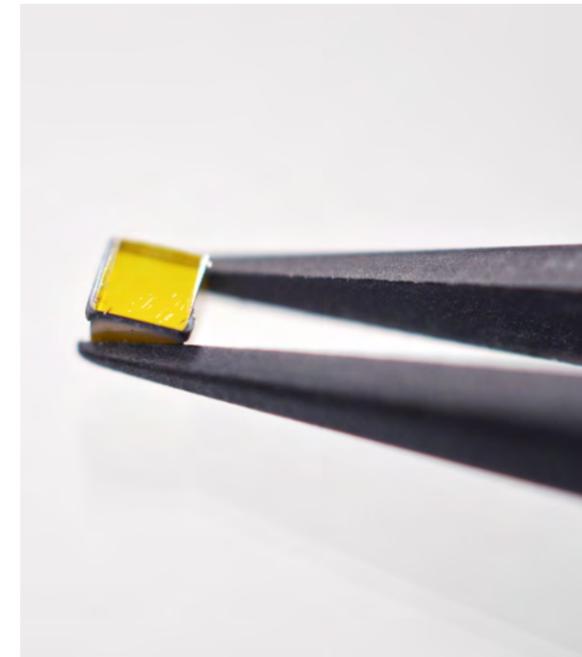
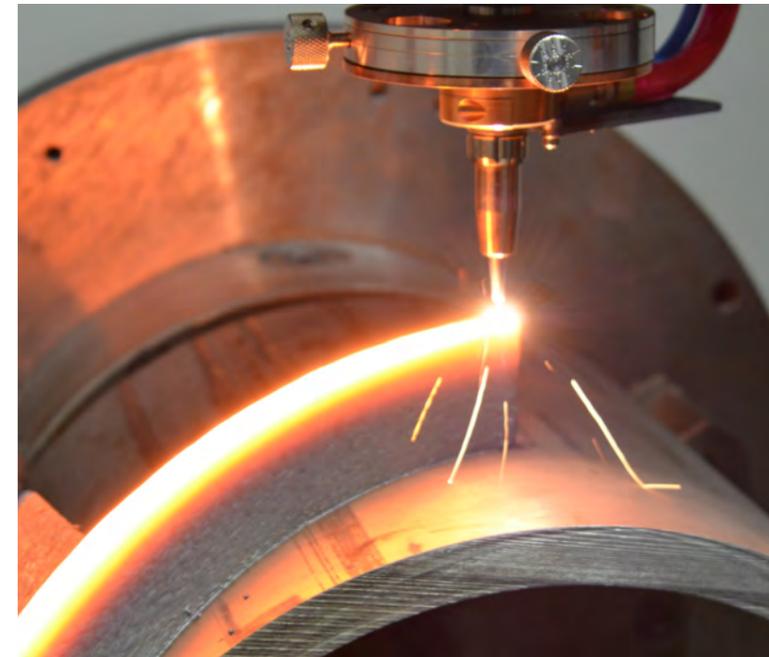
The Fraunhofer Project Center for Laser Integrated Manufacturing in Wrocław, Poland

Prof. Dr. Edward Chlebus  
Wrocław University of Technology  
Phone +48 71 320 2705  
edward.chlebus@pwr.wroc.pl

Prof. Dr. Christoph Leyens  
Fraunhofer IWS  
Phone +49 351 83391-3192  
christoph.leyens@iws.fraunhofer.de

# Kooperationspartner

## Cooperation Partners



*Fraunhofer USA Center Midwest (CMW) offers a broad range of materials development and processing expertise to its customers, from thin film coatings and diamond materials to laser applications.*

#### **Fraunhofer USA Center Midwest (CMW)**

The Fraunhofer USA Center Midwest (CMW) combines a broad range of materials development and processing expertise at its two locations in Michigan. The Coatings and Diamond Technologies division in East Lansing on the campus of Michigan State University (MSU) and Laser Applications in Plymouth offers its customers access to state-of-the-art thin film coatings, diamond materials as well as laser applications.

##### **Coatings and Diamond Technologies Division**

In particular, the projects of the "Coatings and Diamond Technologies" division address coating and technology solutions that combine both processes, materials and systems engineering know-how with scientific excellence, quality and project management. Services include materials coating and testing for customer applications, product development research and development projects, consulting and engineering services, materials characterization, as well as systems development, integration, installation and support. Since 1998, experienced engineers and scientists

Das Fraunhofer USA Center Midwest (CMW) vereint an seinen beiden Standorten in Michigan ein breites Spektrum an Materialentwicklungs- und Verarbeitungskompetenzen. Die Abteilungen Coatings and Diamond Technologies in East Lansing auf dem Campus der Michigan State University (MSU) und Laser Applications in Plymouth bieten ihren Kunden Zugang zu modernsten Dünnschichtbeschichtungen, Diamantmaterialien sowie Laseranwendungen.

##### **Coatings and Diamond Technologies Division**

Im Speziellen zielen die Projekte der Abteilung »Coatings and Diamond Technologies« auf Beschichtungs- und Technologielösungen ab, die Prozesse, Materialien und systemtechnisches Know-how mit wissenschaftlicher Exzellenz, Qualitäts- und Projektmanagement in Einklang bringen. Das Angebot umfasst das Beschichten und Testen von Materialien für Kundenanwendungen, Forschungs- und Entwicklungsprojekte für die Produktentwicklung, Beratungs- und Ingenieursleistungen, Materialcharakterisierungen sowie Systementwicklung, -integration, -installation und

Support. Seit 1998 entwickeln erfahrene Ingenieure und Wissenschaftler Lösungen auf der Grundlage der physikalischen und chemischen Gasphasenabscheidung (PVD und CVD) sowie der Lasertechnologie. Vom Mikro- bis zum Makromaßstab bietet die Division Prozesslösungen für ihre Kunden.

##### **Laser Application Division**

Ehemals als »Fraunhofer Center for Laser Applications« (CLA) arbeitet die Division bereits seit 1994 in den Vereinigten Staaten an neuen Laserapplikationen für eine große Vielfalt industrieller Anwendungen. Mit ihrer Expertise auf dem Gebiet der Lasermaterialbearbeitung und ihren Laseranlagen auf dem neuesten Stand der Technik unterstützen die Wissenschaftler dabei, Prozesslösungen für den individuellen Nutzen zu entwickeln. Sie forschen an einer breiten Palette von Laserprozessen einschließlich Schweißen, Schneiden, Bohren, Beschichten, Wärmebehandeln, Oberflächenmarkieren und -strukturieren sowie additiver Fertigung. Ein weiteres Spezialgebiet ist die Entwicklung von Systemtechnik zur Prozessüberwachung und -steuerung.

have been developing solutions based on physical and chemical vapor deposition (PVD and CVD) and laser technology. From micro to macro scale, the division provides process solutions for its customers.

##### **Laser Application Division**

Formerly known as the Fraunhofer Center for Laser Applications (CLA), the division has been developing new laser applications in the United States for a wide variety of industrial applications since 1994. With its expertise in laser materials processing and its state-of-the-art laser systems, the scientists provide support in developing process solutions for customized benefits. Their research covers a wide range of laser processes including welding, cutting, drilling, coating, heat treating, surface marking and structuring, and additive manufacturing. Another specialist field is system technology development for process monitoring and control.

#### **Contact**

Fraunhofer USA Center Midwest  
Prof. John Albrecht  
Phone +1 517 432-8709  
jalbrecht@msu.edu



Scientists in Germany and Poland are researching new technologies for the use of 3D printing processes in medical technology in one of two international Fraunhofer High-Performance Centers.

### Additive Technologies for Medicine and Health (ATeM)



Unter Federführung des Fraunhofer IWS arbeitet ein Forscherteam im internationalen Leistungszentrum ATeM an diversen additiven Fertigungsverfahren für die Medizintechnik. Zu den Partnern gehören das Fraunhofer IWU und die TU Wrocław. Ziel des Zentrums ist die Etablierung additiver Fertigungsverfahren als Standardwerkzeug der Medizintechnik. Besonders für die Individualisierung von beispielsweise Zahnersatz bieten Verfahren wie das Binder Jetting kostengünstige und exakt anpassbare Alternativen zum Status quo. Ein weiterer Fokus des Teams liegt auf der zusätzlichen Funktionalisierung der Medizinprodukte, beispielsweise durch die Integration von Sensorik. Die Anwendungsmöglichkeiten reichen dabei von individualisierten Therapieansätzen in der Handchirurgie bis zur Weiterentwicklung sogenannter Lab-on-Chip-Systeme, die unter anderem für die tierversuchsfreie Wirkstoffforschung und -entwicklung genutzt werden. Die Werkstoffkomponenten der Medizinprodukte spielen in der Forschung des Leistungszentrums eine wichtige Rolle. So untersuchen die Wissenschaftler innovative Multimaterialsysteme, beispielsweise für das Thema Zahnprothesen, und machen dabei auch hinsichtlich Ästhetik und Komplexität keine Abstriche. Das internationale Leistungszentrum ATeM wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.

Under Fraunhofer IWS leadership, scientists in the international ATeM high-performance center are researching various additive manufacturing methods for medical technology. Partners include Fraunhofer IWU and Wrocław University of Science and Technology. The center's goal is to establish additive manufacturing methods as a standard tool in medical technology. Particularly for the customization of dental prostheses processes such as binder jetting offer cost-effective and precise alternatives to current technologies. The team also focuses on the additional functionalization of medical products, for example by integrating sensor technology. Possible applications range from customized therapy approaches in hand surgery to the further development of so-called lab-on-chip systems, which are used for research and development of active ingredients without animal testing. The material components of medical devices play an important role in the research of the high-performance center. For example, the scientists are investigating innovative multi-material systems, such as for dental prostheses, making no compromises in terms of aesthetics and complexity. The international ATeM high-performance center is funded by the German Federal Ministry of Education and Research.

#### Contact

Prof. Dr. Frank Brückner  
+49 351 83391-3452  
frank.brueckner@  
iws.fraunhofer.de  
www.leistungszentrum-  
atem.de

Zentren  
Centers



Scientists at Fraunhofer IWS and TU Dresden develop efficient solutions for electromobility and stationary energy storage focusing on the battery of the future.

### Advanced Battery Technology Center (ABTC)



ABTC research focuses on the battery of the future. Here, scientists at Fraunhofer IWS and TU Dresden develop efficient solutions for electromobility and stationary energy storage for numerous growing markets. The Advanced Battery Technology Center brings together expertise in advanced battery chemistry, innovations in electrode production and cell manufacturing technologies. The research partners are developing new battery cells along the entire process chain with a particular emphasis on materials, surface and laser technologies. The center offers know-how and equipment for the holistic evaluation and adaptation of new battery components, including material analysis, surface modification and evaluation in prototype cells as well as electrode development, functional films for cell components and high-energy anodes.

#### Contact

Dr. Holger Althues  
+49 351 83391-3476  
holger.althues@  
iws.fraunhofer.de  
www.iws.fraunhofer.de/  
abtc

Die Batterie der Zukunft steht im Fokus des ABTC. Hier forschen Wissenschaftler des Fraunhofer IWS und der TU Dresden an effizienten Lösungen für die Elektromobilität und an stationären Energiespeichern für eine Vielzahl von Wachstumsmärkten. Das Advanced Battery Technology Center bündelt Expertise in fortschrittlicher Batteriechemie, Innovationen in der Elektrodenproduktion und Technologien zur Zellfertigung. Die Forschungspartner entwickeln neue Batteriezellen entlang der gesamten Prozesskette mit den Schwerpunkten Material-, Oberflächen- und Lasertechnologien. Das ABTC bietet Know-how und Equipment für die ganzheitliche Bewertung und Anpassung neuer Batteriekomponenten einschließlich Materialanalyse, -oberflächenmodifikation und -evaluation in Prototypzellen sowie Elektrodenentwicklung, funktionale Folien für Zellkomponenten und Hochenergieanoden.

### Additive Manufacturing Center Dresden (AMCD)



Im internationalen Kompetenzzentrum AMCD werden verfahrensübergreifend Werkstoff- und Fertigungslösungen entwickelt. Das Center entstand in enger Kooperation zwischen Fraunhofer IWS, TU Dresden und DRESDEN-concept. Gleichzeitig koordiniert das Projekt Agent-3D von hier aus die Zusammenarbeit mit seinen Konsortialpartnern. In einem sich rasant entwickelnden Hochtechnologiefeld bietet das AMCD eine ideale Vernetzungsplattform für Wirtschaft sowie universitäre Grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung. Der Fokus liegt auf den Branchen Luft- und Raumfahrt, Automobilindustrie, Energietechnik, Werkzeug- und Formenbau sowie Medizintechnik. Die umfangreiche Verfahrenspalette umfasst unter anderem das Laserauftragschweißen sowohl mit Pulver als auch mit Draht, selektives Laserstrahlschmelzen, Elektronenstrahlschmelzen und 3D-Druck. Außerdem entwickeln die Wissenschaftler im AMCD Werkstoffe, Prozesse, Systemtechnik, Sensorik und Online-Prozessdiagnostik.

#### Contact

Prof. Dr. Frank Brückner  
+49 351 83391-3452  
frank.brueckner@  
iws.fraunhofer.de  
www.iws.fraunhofer.de/  
amcd

The AMCD international competence center develops multiprocess material and manufacturing solutions. The center was established in close cooperation of Fraunhofer IWS, TU Dresden and DRESDEN-concept. At the same time, from here the Agent-3D project coordinates all cooperation activities with its consortium partners. In a rapidly developing high-tech field, AMCD offers an ideal networking platform for industry as well as university basic and application-oriented research. The focus is on aerospace, automotive, energy, tool and die, and medical technology industries. The extensive process portfolio includes laser cladding with both powder and wire, selective laser beam melting, electron beam melting and 3D printing. Furthermore, AMCD scientists develop materials, processes, system technology, sensor technology and online process diagnostics.

### Center for Advanced Micro-Photonics (CAMP)



Im CAMP stehen laserbasierte Oberflächenmodifikations- und Strukturierungsmethoden im Fokus. Die Forschenden des Fraunhofer IWS und der TU Dresden stellen sich den Herausforderungen in der Entwicklung neuer System- und Prozesslösungen. Sie überführen Technologien entlang der gesamten Prozesskette in industrielle Applikationen. CAMP demonstriert betriebsübergreifende Ansätze von der Simulation über den Laserprozess und optischen Messungen bis hin zum maschinellen Lernen. Die Forschenden des Zentrums konzentrieren sich auf verschiedene Anwendungen und Technologien für die Lasermikrobearbeitung mit integrierter Messtechnik. Am CAMP kommt eine große Auswahl aktueller Technologien mit einem breiten Anwendungsspektrum zum Einsatz, wie etwa das Mikrobohren, -schneiden und -strukturieren sowie das Lasermarkieren und Laserinterferenzstrukturieren.

#### Contact

Prof. Dr.  
Andrés-Fabián Lasagni  
+49 351 83391-3007  
andres-fabian.lasagni@  
iws.fraunhofer.de  
www.iws.fraunhofer.de/  
camp

CAMP (Center for Advanced Micro-Photonics) focuses on laser-based surface modification and structuring methods. Fraunhofer IWS and TU Dresden scientists address the challenges involved in developing new system and process solutions. They transfer technologies along the entire process chain into industrial applications. CAMP provides interdisciplinary approaches from simulation to laser processes and optical measurements to machine learning. CAMP scientists are concentrating on different applications and technologies for laser micromachining with integrated metrology. They employ a wide range of current technologies with a broad spectrum of applications, such as microdrilling, -cutting and -structuring as well as laser marking and laser interference structuring.

# Wissenschaftliche Vernetzungen

## Scientific Networks



### RMIT Melbourne Australien

Die RMIT University Melbourne ist eine global orientierte Universität für Technologie, Design und Unternehmertum. Sie ist eine der ältesten australischen Hochschulen und genießt international einen hervorragenden Ruf für die praktische Ausbildung ihrer Studierenden sowie ihre anwendungsorientierte Forschung – getreu dem Universitäts-Motto »Perita manus, mens exulta« (eine geschickte Hand, ein kultivierter Geist). Die 1887 als Working Men's College gegründete Universität bietet Studierenden heute die Wahl aus zahlreichen Studiengängen in 18 Studienbereichen. Für Arbeiten der additiven Fertigung wurde 2014 an der RMIT das Center for Additive Manufacturing gegründet. Hier arbeiten Forschende an additiven Verfahren für zum Beispiel Luft- und Raumfahrt sowie Medizintechnik. In diesem Feld kooperieren RMIT und das Fraunhofer IWS. Als »Adjunct Professor« verbindet Prof. Christoph Leyens, Institutsleiter des Fraunhofer IWS, beide Einrichtungen noch intensiver miteinander. Seit 2019 treibt er diese globale Zusammenarbeit an und unterstützt zudem Studierende auf ihrem Weg der Promotion.

### RMIT Melbourne Australia

RMIT University Melbourne is a globally oriented university for technology, design and entrepreneurship. It is one of Australia's oldest universities and enjoys an international reputation for its students' practical education as well as its application-oriented research – true to the university motto "Perita manus, mens exulta" (a skilled hand, a cultivated mind). Founded in 1887 as Working Men's College, the university today offers students a variety of degree programs in 18 fields of study. For additive manufacturing research, the Center for Additive Manufacturing was established at RMIT in 2014. Here, scientists research additive processes for aerospace and medical technology, for example. RMIT and Fraunhofer IWS cooperate in this field. As "Adjunct Professor", Prof. Christoph Leyens, director of Fraunhofer IWS, connects both institutions even closer. Since 2019 he has been advancing this global collaboration and also supports students on their way to a PhD.



The University of Waterloo is one of Fraunhofer IWS's partner universities. Director Christoph Leyens is an "Adjunct Professor" at the Canadian university.

### University of Waterloo

The public Canadian research University of Waterloo is located in the city bearing the same name about 100 kilometers west of Toronto. Founded in 1957, it has grown to become one of the country's top universities with approximately 40,000 full- and part-time students. The Canadian research institution also offers graduate courses and online degree programs. Its so-called "Co-op-program" – a kind of part-time study – and its mathematics and engineering disciplines give the University of Waterloo a high profile. Nobel laureate Donna Stickland is among the faculty members. Prof. Christoph Leyens represents with his position as "Adjunct Professor" Fraunhofer IWS, promotes scientific exchange and supervises the students in their PhD studies. He received this visiting professorship for his successful contribution to the field of additive manufacturing.

### Luleå Tekniska Universitet

Founded in 1971, Luleå University of Technology started with only 50 students in mechanical engineering. In the last 50 years, the Swedish university has seen strong growth: today, it has 70 degree programs, 1,770 employees and approximately 17,200 students. It strives to contribute significantly to a competitive and sustainable society and to stand out through interdisciplinary, high-quality education and research. In 2017, the northern Swedish educational institution awarded a position as "Adjunct Professor" in Process Development to Prof. Frank Brückner, technology field manager for Additive Manufacturing and Surface Technology at Fraunhofer IWS. His task in this position is to supervise PhD students and strengthen joint research.

### University of Waterloo

Die öffentliche Forschungsuniversität University of Waterloo aus Kanada liegt in der gleichnamigen Stadt etwa 100 Kilometer westlich von Toronto. Im Jahr 1957 gegründet, wuchs sie bis heute zu einer der Top-Universitäten des Landes auf circa 40 000 Voll- und Teilzeitstudenten an. Auch Graduiertenkurse und Online-Studiengänge bietet die kanadische Forschungsstätte an. Ihr sogenanntes »Co-op-Programm« – eine Art berufsbegleitendes Studium – sowie ihre mathematischen und ingenieurwissenschaftlichen Fachrichtungen verschaffen der University of Waterloo große Bekanntheit. Zu den Lehrenden gehört die Nobelpreisträgerin Donna Stickland. Prof. Christoph Leyens repräsentiert mit seiner Position als »Adjunct Professor« das Fraunhofer IWS, fördert den Wissenschaftsaustausch und betreut Studierende der Universität bei der Promotion. Diese Gastprofessur erhielt er für sein erfolgreiches Engagement auf dem Gebiet der additiven Fertigung.

### Luleå Tekniska Universitet

1971 gegründet startete die Technische Universität von Luleå mit nur 50 Studenten des Studiengangs Maschineningenieurwesen. In den letzten 50 Jahren erfuhr die schwedische Universität starken Zuwachs auf nunmehr 70 Studiengänge, 1770 Angestellte und rund 17 200 Studierende. Sie möchte einen wesentlichen Beitrag zu einer wettbewerbsfähigen und nachhaltigen Gesellschaft leisten sowie durch interdisziplinäre, hochwertige Bildung und Forschung herausragen. Die nord-schwedische Bildungseinrichtung verlieh 2017 einen Posten als »Adjunct Professor« in der Prozessentwicklung an Prof. Frank Brückner, Technologiefeldleiter für Additive Fertigung und Oberflächentechnik am Fraunhofer IWS. Seine Aufgabe in dieser Position ist es, Doktoranden zu betreuen und die gemeinsame Forschung zu stärken.

### Tsinghua University

Ein großes Renommee genießt die Tsinghua University sowohl in China als auch international. Lehre, Forschung und Innovationen der Bildungsstätte richten sich nicht nur auf nationale, sondern auch auf internationale Erfolge. Nachdem sie 1911 ihre Pforten für die ersten Studierenden geöffnet hatte, entwickelte sich Tsinghua im Zuge der Hinwendung Chinas zur westlichen Welt ab dem Jahr 1978 rasant zu einer umfassenden Forschungsuniversität. An 21 Fakultäten und 59 Fachbereichen von Medizin, Natur- und Ingenieurs- bis zu Geistes- und Rechtswissenschaften steht Studieninteressierten ein breites Spektrum für ihre Studienwahl zur Verfügung. Derzeit lernen etwa 53 300 Studenten an der Universität nordwestlich von Peking. Für seine langjährigen Kooperationen, vor allem in der Entwicklung neuer Energiespeicher und Batteriematerialien, erhielt Prof. Stefan Kaskel im August 2019 den Titel des »Distinguished visiting Professor«. Dieser Gastprofessorentitel wird auf drei Jahre verliehen.

### Northwestern Polytechnical University

Die Northwestern Polytechnical University (NPU) wurde 1957 durch den Zusammenschluss des »Institute of Engineering« und des »Institute of Aeronautics« in Xi'an gegründet. Heute studieren an der NPU mehr als 30 000 Studierende an 27 Fakultäten. Als eine der führenden Universitäten Chinas genießt die NPU national wie auch international einen guten Ruf. Diesen bestärkt die Forschung im astronautischen, aeronautischen sowie im maritimen Ingenieurwesen. Nur wenige Universitäten bedienen alle drei dieser Felder. Im Jahr 2021 wurde Prof. Stefan Kaskel zum »Adjunct Professor« an der NPU ernannt. Er verbindet die NPU in Xi'an und das Fraunhofer IWS in Dresden, indem er bei der Betreuung von Doktoranden unterstützt und gemeinsame Forschungsprojekte vorantreibt.

### Westfälische Hochschule Zwickau

Zunächst als Ingenieursschule im Jahr 1987 aufgebaut, wird die Westfälische Hochschule in Zwickau (WHZ) nach der deutschen Wiedervereinigung als Fachhochschule im Jahr 1992 neu gegründet und verstärkt seitdem das sächsische Bildungsnetz. Die WHZ versteht sich als »Hochschule für Mobilität« und orientiert sich stark an praktischen Lehransätzen. In acht Fakultäten haben die heute circa 3 300 Studierenden die Möglichkeit, unter 50 Studiengängen zu wählen. Neben den Schwerpunkten Wirtschaft und Technik bietet die Westfälische Hochschule auch Studiengänge beispielsweise zur Akustik, Gebärdensprachdolmetschen und Technologien des Musikinstrumentenbaus an. Als Lehrstuhlinhaber für die Fachgruppe Physikalische Technik ist Prof. Peter Hartmann, Leiter des Fraunhofer-Anwendungszentrums für Optische Messtechnik und Oberflächentechnologien (AZOM), einer Außenstelle des Fraunhofer IWS, seit 2003 Teil des Lehrpersonals der WHZ.

### Tsinghua University

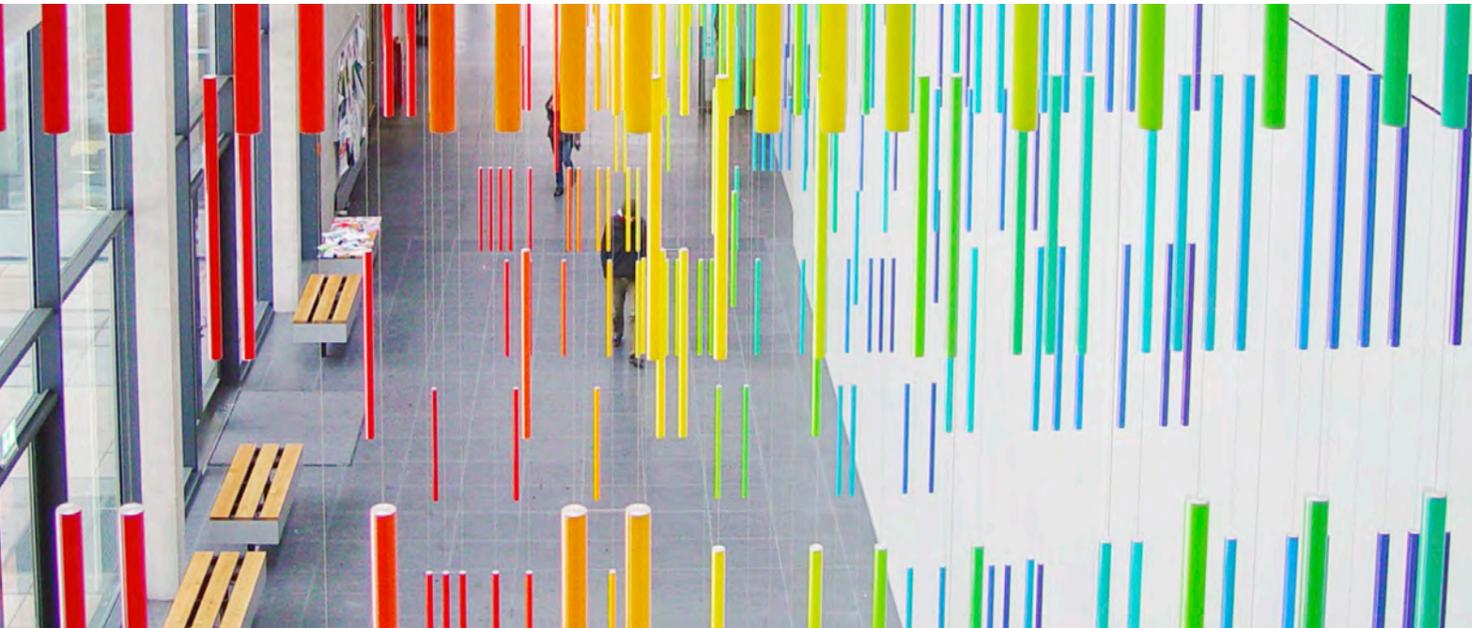
Tsinghua University enjoys a great reputation both in China and internationally. Teaching, research and innovations of the educational institution are focused not only at national but also international success. After opening its doors to the first students in 1911, Tsinghua rapidly developed into a comprehensive research university in the course of China's turn towards the West from 1978 onwards. With 21 faculties and 59 departments ranging from medicine, natural sciences and engineering to humanities and law, students can choose from a wide range of degree programs. Currently, about 53,300 students are studying at the university northwest of Beijing. In August 2019, Prof. Stefan Kaskel was awarded the title of "Distinguished Visiting Professor" for his many years of cooperation, especially in the development of new energy storage systems and battery materials. This visiting professor title is granted for three years.

### Northwestern Polytechnical University

Northwestern Polytechnical University (NPU) was founded in 1957 as a result of the fusion of the "Institute of Engineering" and the "Institute of Aeronautics" in Xi'an. Today, NPU has more than 30,000 students in 27 faculties. As one of China's leading universities, NPU enjoys a high reputation both nationally and internationally. Research in astronautical, aeronautical and maritime engineering underscores this reputation. Only a few universities serve all three of these fields. In 2021, Prof. Stefan Kaskel was appointed "Adjunct Professor" at NPU. He connects NPU in Xi'an and Fraunhofer IWS in Dresden by assisting in the supervision of PhD students and driving joint research projects.

### Westfälische Hochschule Zwickau

Initially established as an engineering school in 1987, Westfälische Hochschule Zwickau (WHZ) was reestablished as a university of applied sciences in 1992 following German reunification and has since strengthened the Saxon education network. The WHZ sees itself as a "university for mobility" and is strongly oriented towards practical teaching approaches. In eight faculties, today's approximately 3,300 students have the opportunity to choose from 50 degree programs. In addition to the focus on economics and technology, Westfälische Hochschule Zwickau also offers degree programs in acoustics, sign language interpreting and musical instrument manufacturing technologies, for example. As chair of the Physical Engineering Department, Prof. Peter Hartmann, head of the Fraunhofer Application Center for Optical Metrology and Surface Technologies (AZOM), a branch of Fraunhofer IWS, has been part of the WHZ faculty since 2003.



TU Dresden and Fraunhofer IWS share a decades-long successful collaboration in research and development.

### Technische Universität Dresden

Technische Universität Dresden (TUD) – founded in 1828 as “Technische Bildungsanstalt Dresden” – is one of the oldest technical-academic educational institutions in Germany. From 1990 onwards, TUD developed into a full university with the introduction of new faculties. It offers a wide range of studies, also beyond technical subjects. The TU Dresden is one of the top universities in Germany and Europe: strong in research, first-class in diversity and quality of its degree programs, closely networked with culture, economics and society. As a modern university, with its 17 faculties in five areas, it offers such a broad scientific spectrum as few others in Germany do. It is the largest university in Saxony with 124 degree programs. Its focus on biomedicine and bioengineering, materials science, information technology and microelectronics, as well as energy and the environment are considered exemplary throughout Germany and Europe. TU Dresden’s large campus family is made up of around 30,600 students and about 8,600 employees – including 600 professors.

#### Cooperation for excellent results

Since 2012, TUD has been one of the eleven German universities of excellence. The university was successful with four applications that year: the future concept “The Synergetic University”, the excellence clusters “Center for Advancing Electronics Dresden” (cfaed) and “Center for Regenerative Therapies Dresden” (CRTD), and the “International Graduate School for Biomedicine and Bioengineering” (DIGSBB).

### Technische Universität Dresden

Die Technische Universität Dresden – gegründet 1828 als »Technische Bildungsanstalt Dresden« – gehört zu den ältesten technisch-akademischen Bildungsanstalten Deutschlands. Ab 1990 entwickelte sich die Universität mit der Aufnahme neuer Fakultäten hin zur Volluniversität. Sie bietet ein breites Studienangebot auch über technische Studienfächer hinaus. Die TU Dresden zählt zu den Spitzenuniversitäten Deutschlands und Europas: stark in der Forschung, erstklassig in der Vielfalt und der Qualität der Studienangebote, eng vernetzt mit Kultur, Wirtschaft und Gesellschaft. Als moderne Hochschule bietet sie mit ihren 17 Fakultäten in fünf Bereichen ein so breit gefächertes wissenschaftliches Spektrum wie nur wenige in Deutschland. Sie ist die größte Universität Sachsens mit 124 Studiengängen. Ihre Schwerpunkte Biomedizin und Bioengineering, Materialwissenschaften, Informationstechnik und Mikroelektronik sowie Energie und Umwelt gelten bundes- und europaweit als vorbildlich. Die große Campus-Familie der TU Dresden setzt sich aus rund 30 600 Studierenden und etwa 8600 Mitarbeitern zusammen – davon 600 Professoren.

#### Kooperation für exzellente Ergebnisse

Seit 2012 gehört die TUD zu den elf deutschen Exzellenz-Universitäten. Sie war damals mit vier Anträgen erfolgreich: Zukunftskonzept »Die Synergetische Universität«, die Exzellenzcluster Center for Advancing Electronics Dresden (cfaed) und Center for Regenerative Therapies Dresden (CRTD) sowie die International Graduate School for Biomedicine and Bioengineering (DIGSBB). Im Januar 2019 nahmen drei neue

Exzellenzcluster ihre Arbeit auf: »PoL – Physik des Lebens«, »ct.qmat – Komplexität und Topologie in Quantenmaterialien« und »CeTI – Zentrum für Taktiles Internet«. Seit 1. November 2019 erhält die TU Dresden eine dauerhafte Förderung im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder. Zur konsequenten Wettbewerbsorientierung der Universität gehören wirtschaftsnahes Denken und Handeln sowie der Ausbau funktionierender Partnerschaften. So entwickelten sich über den fachlichen und praktischen Austausch seit Bestehen des Fraunhofer IWS enge Beziehungen mit der sächsischen Universität. Seit 1997 wächst die exzellente Kooperation kontinuierlich. Getreu dem Wahlspruch der TU Dresden »Wissen schafft Brücken« verknüpfen beide Partner ihr breites Grundlagenwissen mit anwendungsorientierter Entwicklung. Entstanden ist ein enger Austausch von Forschenden, Studierenden, Doktoranden sowie technischer Ausstattung.

In January 2019, three new clusters of excellence started their work: “PoL – Physics of Life”, “ct.qmat – Complexity and Topology in Quantum Materials”, and “CeTI – Center for Tactile Internet”. Since November 1, 2019, TU Dresden has received permanent funding within the framework of the Excellence Strategy of the Federal Government and the Länder. The consistent competitive orientation of the university includes business-oriented thinking and action as well as the expansion of effective partnerships. Thus, since Fraunhofer IWS was founded, close relationships with the Saxon university have developed through professional and practical exchange. Since 1997 the excellent cooperation has been growing continuously. True to the motto of TU Dresden, “Knowledge creates bridges”, both partners link their broad basic knowledge with application-oriented development. The result is a close exchange of researchers, students, doctoral candidates and technical equipment.



#### Prof. Dr. Christoph Leyens

Faculty of Mechanical Science and Engineering,  
Institute of Materials Science  
Chair of Materials Engineering



#### Prof. Dr. Andreas Leson

Faculty of Mechanical Science and Engineering,  
Institute of Manufacturing Technology  
Nano- and Coating Technology



#### Prof. Dr. Martina Zimmermann

Faculty of Mechanical Science and Engineering,  
Institute of Materials Science  
Chair of Mechanics of Materials and Failure Analysis



#### Prof. Dr. Stefan Kaskel

Faculty of Mathematics and Natural Sciences  
Department of Chemistry and Food Chemistry  
Chair of Inorganic Chemistry



#### Prof. Dr. Andrés-Fabián Lasagni

Faculty of Mechanical Science and Engineering,  
Institute of Manufacturing Technology  
Chair of Large Area Laser-Based Surface Structuring

# DRESDEN-concept – Innovation durch Kooperation

## DRESDEN-concept – innovation through cooperation



Fifteen research and cultural institutions formed DRESDEN-concept e. V. in the early 1990s in order to strengthen the science location – among them was Fraunhofer IWS.



Fraunhofer IWS and the excellence network DRESDEN-concept look back on a long shared path. After initial activities were launched in Dresden in the early 1990s to build cooperation, fifteen research and cultural institutions finally founded the association DRESDEN-concept e. V. (DDc) in August 2010. Fraunhofer IWS was one of the founding members. The motivation driving the alliance: Technische Universität Dresden (TU Dresden) was submitting its first application to the Excellence Initiative of the German federal and Länder governments. The association's name is more than just that of the Saxon state capital, because the acronym DRESDEN in this context stands for "Dresden Research and Education Synergies for the Development of Excellence and Novelty". It captures the alliance's character – a research alliance which aims to strengthen the activity of the science location, to identify joint interests among partners and to create synergies in teaching, infrastructure as well as administration. The community has the goal to facilitate direct exchange in order to ensure a sustainable use of the available resources and to let Dresden grow into an ideal environment for science and innovation. The members of DRESDEN-concept are organized in four "Scientific Area Committees" (SAC) focusing on biomedicine/bioengineering, microelectronics and IT, materials and structure, and knowledge and culture. Still today, Fraunhofer IWS researchers are committed to fostering profitable exchange in the network. In 2021, for example,

Auf einen langen gemeinsamen Weg blickt das Fraunhofer IWS mit dem Exzellenznetzwerk DRESDEN-concept zurück. Nachdem bereits in den frühen 1990er-Jahren erste Bestrebungen in der Dresdner Forschung zur Kooperation entstanden waren, gründeten schließlich im August 2010 fünfzehn Forschungs- und Kultureinrichtungen den Verein DRESDEN-concept e. V. (DDc). Das Fraunhofer IWS gehörte zu den Gründungsmitgliedern. Der Anlass für den Zusammenschluss: die erste Bewerbung der Technischen Universität Dresden (TU Dresden) bei der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder. Hinter diesem Namen steckt mehr als nur die sächsische Landeshauptstadt, denn das Akronym DRESDEN steht in diesem Kontext für »Dresden Research & Education Synergies for the Development of Excellence & Novelty«. Es beschreibt die Natur des Zusammenschlusses genauer – eine Forschungsallianz, deren Ziel es ist, die Aktivität des Wissenschaftsstandorts zu stärken, Schnittmengen zwischen den Partnern zu finden und Synergien in Lehre, Infrastruktur wie auch Verwaltung entstehen zu lassen. Die Gemeinschaft strebt danach, kurze Wege zu schaffen, um eine nachhaltige Nutzung der verfügbaren Ressourcen zu gewährleisten und Dresden so zu einem idealen Raum für Wissenschaft und Innovation heranwachsen zu lassen. Die Mitglieder von DRESDEN-concept organisieren sich in vier sogenannten »Scientific Area Committees« (SAC) mit den Themen Biomedizin/Bioengineering, Mikroelektronik und IT, Werkstoffe

und Struktur sowie Wissen und Kultur. Noch heute engagieren sich die Forschenden des Fraunhofer IWS für den gewinnbringenden Austausch im Netzwerk. So wurde Institutsleiter Prof. Dr. Christoph Leyens 2021 in den erweiterten Vorstand des Vereins berufen (siehe S. 65). In dieser Position beteiligt er sich maßgeblich an der Weiterentwicklung des Konzepts einer synergetischen Wissenschaftsstadt Dresden.

### Eine Erfolgsgeschichte der Wissenschaftssynergien in Dresden

Zum Erfolg von DRESDEN-concept trägt auch die außergewöhnliche Dichte der außeruniversitären Forschung in und um die sächsische Landeshauptstadt bei. Der einzigartige Verbund vereint nicht nur Forschungs- und Kulturinstitutionen der Region, sondern auch Vertreter aller vier großen deutschen Wissenschaftsgesellschaften. Über zehn Jahre nach Einführung des Vereins blickt DDc auf ein starkes Wachstum und viele Erfolgsgeschichten zurück. Seither wuchs die Mitgliederzahl von ehemals fünfzehn auf 33 Partner, die nach wie vor dem zentralen Gedanken der interdisziplinären und interinstitutionellen Zusammenarbeit folgen. Einen ersten Meilenstein hin zu einer »synergetischen Universität« legten die Partner mit einem gemeinsamen Technologieportal. Die Idee dahinter: eine Plattform für den Austausch spezifischer Instrumente und Technologien zwischen den Partnern schaffen.

### Aus- und Weiterbildung in Gemeinschaftsarbeit

Auch in der Aus- und Weiterbildung nutzen die DDc-Mitglieder vorhandene Synergien. Zum Beispiel findet die strukturierte Doktorandenausbildung der TU Dresden in enger Kooperation mit den außeruniversitären Forschungseinrichtungen vor Ort statt. Das Anwerben kluger Köpfe verfolgt DRESDEN-concept eifrig, etwa mithilfe sogenannter Research Groups unter Leitung internationaler Wissenschaftler. Um Gastwissenschaftler und Promovierende aus der ganzen Welt für den Standort zu gewinnen, bietet DDc ihnen eine umfassende Unterstützung, die von der Hilfe beim Umzug über die Integration bis hin zur beruflichen Eingliederung reichen kann. Den Verein prägt zudem ein gemeinsames Auftreten in der Öffentlichkeit, wie beispielsweise mit Wissenschaftsausstellungen, die innerhalb Dresdens und in weiteren europäischen Städten aktuelle kooperative Forschungsprojekte einer breiten Öffentlichkeit nahebringen. Anlässlich des zehnjährigen Jubiläums eröffnete die Gemeinschaft 2020 zum Beispiel die Wanderausstellung »Wie werden wir in Zukunft leben?«, die seither die Forschungsfelder Digitalisierung, Leben, Klima und Wasser, Mobilität sowie Material und Kulturgut beleuchtet. Auch das Fraunhofer IWS arbeitete aktiv an deren Gestaltung mit und steuerte Inhalte sowie Exponate zu den Themen Batterieforschung und Additive Manufacturing bei.

institute director Prof. Dr. Christoph Leyens, was appointed to the extended board of the association (see p. 65). In this position he is significantly involved in promoting Dresden's further development towards a synergetic science hub.

### Science synergies in Dresden – a success story

The extraordinary density of non-university research in and around the Saxon state capital is one factor contributing to DRESDEN-concept's success. As a unique hub, it brings together not only research and cultural institutions in the region, but also representatives of all four major German scientific societies. More than ten years after its launch, DDc looks back on strong growth and many success stories. Since then, the number of members has grown from formerly fifteen to 33 partners, who continue to follow the central idea of interdisciplinary and interinstitutional cooperation. The partners marked a first milestone towards a "synergetic university" with a joint technology portal. The idea behind it: to create a platform for the exchange of specific instruments and technologies between the partners.

### Training and further education in a joint initiative

The DDc members also use existing synergies in education and training. For example, the structured doctoral training of the TU Dresden is conducted in close cooperation with the local non-university research institutions. DRESDEN-concept eagerly pursues the recruitment of first-class researchers, for example by means of research groups under the leadership of international scientists. In order to attract guest scientists and doctoral students from all over the world, DRESDEN-concept offers comprehensive support, which can range from assistance with relocation and integration to vocational training. The association is also characterized by joint public activities, such as science exhibitions, which introduce current cooperative research projects to a broad public in Dresden and other European cities. In 2020, for example, on the occasion of its tenth anniversary, the community opened the traveling exhibition "How will we live in the future?", which has since high-lighted the research fields of digitization, life, climate and water, mobility as well as materials and cultural assets. Fraunhofer IWS was actively involved in creating the exhibition on the topics of battery research and additive manufacturing.

**DRESDEN  
concept**  
SCIENCE AND  
INNOVATION CAMPUS



### Contact

Anne Kubis | DRESDEN-concept e. V.  
+49 351 463-40428,  
anne.kubis@tu-dresden.de  
www.dresden-concept.de

# Impressum

## Publisher's details

Editorial staff and coordination: Markus Forytta  
Matti Hilbert

Editorial: Jana Mundus  
Heiko Weckbrodt

Editing: Ricarda Nonn  
Kerstin Zenner

Translation: Claudia Leson

Proofreading: Wissenschaftslektorat Zimmermann:  
Martin Zimmermann  
Lyam Bittar

Printing: Stoba-Druck GmbH  
Am Mart 16, 01561 Lampertswalde

Photo credits: pp. 12, 13, 18, 24, 25, 34, 35, 42, 43, 46, 47,  
65 right, 66 right, 67 right, 77, 78, 85 right  
last picture, 9 right column last picture  
p. 86  
p. 84  
pp. 4, 8, 9 all except right column last image  
60, 61, 62, 63, 66 left, 85 picture 1 to 4  
pp. 74, 75  
p. 50  
pp. 22, 36, 44, 45, 48, 67 left  
p. 52 top  
p. 19  
pp. 2, 3, 16, 17, 20, 21, 56, 57, 69 right, 70, 71, 81,  
Cover picture  
p. 7  
pp. 26, 28, 29 bottom  
p. 82  
p. 73  
All other pictures

ronaldbonss.com  
DRESDEN-concept e.V.  
TU Dresden

foerstermartin.de  
Fraunhofer USA  
bild-bar.de  
jeibmann-photographik.de  
michaelrasche.com  
rene-jungnickel.de

shutterstock.com  
thyssenkrupp AG  
siegfriedmichaelwagner.de  
University of Waterloo  
Wrocław University of Technology  
Fraunhofer IWS

## Contact

### Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS

Fraunhofer Institute for Material  
and Beam Technology IWS

Winterbergstraße 28  
01277 Dresden

+49 351 83391-0  
+49 351 83391-3300

info@iws.fraunhofer.de  
www.iws.fraunhofer.de