

**Fraunhofer IFAM Magazin 2023**

---

# Digital & nachhaltig – Innovativ in die Zukunft

Digital & sustainable – Innovative into the future

**Elektrochemie für Energiewende**  
Electrochemistry for energy transition

---

**Forschung für nachhaltige Luftfahrt**  
Research for sustainable aviation

---

**Highlights 2022**  
Highlights 2022

---



**Mit der Forschung an neuen  
Materialien und Fertigungsverfahren  
engagieren wir uns für einen  
nachhaltigen Produktlebenszyklus.«**

**With research into new materials and  
manufacturing processes, we are committed  
to a sustainable product life cycle.«**

# Fraunhofer IFAM Magazin 2023

---

**Digital & nachhaltig – Innovativ in die Zukunft**

Digital & sustainable – Innovative into the future

# Editorial

## Liebe Leserinnen und Leser,

die zurückliegenden Monate waren geprägt von Bildern, wie sie unterschiedlicher nicht sein können. Auf der einen Seite sehen wir Bilder eines Krieges in Europa, dessen Ausbruch wir uns vor Kurzem noch nicht vorstellen konnten. Auf der anderen Seite atmen wir auf, dass die Coronapandemie ihren Höhepunkt offensichtlich überschritten hat und wir alle schrittweise zur Normalität zurückfinden.

Sowohl objektiv als auch emotional stellen uns diese Entwicklungen vor große Herausforderungen. Umso erfreulicher ist es, dass dem Fraunhofer IFAM im Jahr 2022 sogar ein leichtes Wachstum gelang: die Wirtschaftserträge konnten an das Vorkrisenniveau anschließen. Quer über alle unsere Geschäftsfelder und Kompetenzbereiche beobachten wir ein reges Interesse unserer Kooperationspartnerschaften, verbunden mit einem deutlich sichtbaren Technologiebedarf.

Miteinander – das ist mehr denn je ein Aspekt, der das Verhältnis zwischen dem Fraunhofer IFAM und seinen Partnerinnen und Partnern auszeichnet. Die Basis für diese Stabilität bilden unsere mehr als 700 Mitarbeitenden, die immer neue Herausforderungen hoch motiviert und mit viel Engagement sowohl wissenschaftlich als auch organisatorisch und administrativ bearbeiten. Dafür möchten wir uns an dieser Stelle recht herzlich bedanken.

Bereits im Jahr 2015 verabschiedeten die Vereinten Nationen die Agenda 2030 und verpflichteten sich damit zu 17 globalen Zielen für eine bessere Zukunft. Leitbild der Agenda 2030 ist es, weltweit ein menschenwürdiges Leben zu ermöglichen und gleichzeitig die natürlichen Lebensgrundlagen dauerhaft zu bewahren; dies umfasst ökonomische, ökologische sowie soziale Aspekte. Auch für unser Institut stellen diese Ziele eine wichtige Basis zur Ausrichtung der Forschungsschwerpunkte dar. Themen wie Nachhaltigkeit, Ressourceneffizienz und Klimaschutz haben einen sehr hohen Stellenwert für uns alle.

Zur Nachhaltigkeit gehört nicht zuletzt ein sorgfältiger Umgang mit begrenzt vorhandenen Ressourcen. Aus der Perspektive einer langfristigen Nachhaltigkeit optimieren wir Prozesse hinsichtlich Energieeffizienz und Rohstoffeinsatz. Mit neuen Materialien und Fertigungsverfahren, die sich am gesamten Produktlebenszyklus orientieren, engagieren wir uns für die Kreislaufwirtschaft. Unter anderem durch die Entwicklung von Faserverbundkunststoffen auf Basis

## Dear Readers,

The past few months have been marked by developments that could not be more different. On the one hand, we see images of a war in Europe that had been unthinkable until recently. On the other hand, we breathe a sigh of relief that the Corona pandemic seems to be past its peak so that we can all gradually return to normality.

Both objectively and emotionally, these developments present us with major challenges. We are all the more pleased that Fraunhofer IFAM even managed to achieve slight growth in 2022, with industrial revenue returning to pre-crisis levels. Across all our business units and areas of expertise, we are observing a lively interest from our cooperation partners, combined with an evident demand for technology.

Cooperation — now more than ever, this is an aspect that characterizes the relationship between Fraunhofer IFAM and its partners. These stable partnerships are only possible thanks to our more than 700 employees, who are always highly motivated and committed to tackling new challenges, both on the scientific front and in terms of organization and administration. We would like to take this opportunity to express our sincere thanks for this dedication.

Back in 2015, the United Nations adopted the 2030 Agenda, committing to 17 global goals for a better future. The guiding principle of the 2030 Agenda is to enable a people around the world to live in dignity while preserving the natural resources on which life depends in the long term; this includes economic, ecological, and social aspects. For our institute, too, these serve as an important basis that guides the focus of our research. Topics such as sustainability, resource efficiency and climate protection are very important to all of us.

Last but not least, sustainability includes the careful use of limited resources. To improve sustainability in the long term, we optimize processes by making them more energy-efficient and reducing raw material use. With new materials and manufacturing processes that are geared to the entire product life cycle, we are committed to the circular economy. Examples include the development of fiber-reinforced plastics based on using biobased or biodegradable raw materials, but also dismantling processes that enable new repair and recycling concepts for joined components and products, opening a wide range of new possibilities. This is also the



*Prof. Dr. Bernd Mayer, Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Busse, Prof. Dr.-Ing. Thomas Weißgärber (v.l.n.r.)*

biobasierter oder bioabbaubarer Rohstoffe, aber auch durch Demontageprozesse, die neue Reparatur- und Recyclingkonzepte für gefügte Bauteile und Produkte ermöglichen, ergeben sich vielfältige neue Möglichkeiten. So auch im Fraunhofer-Leitprojekt FutureCarProduction, das vom Fraunhofer IFAM koordiniert wird und unseren Industriepartnerschaften sowohl Bewertungsmethoden als auch Technologien für einen nachhaltigen Fahrzeugbau bereitstellt.

Unsere Umwelt ändert sich rasant. Heute können wir sagen: Die Pandemie hat uns noch digitaler, flexibler und innovativer gemacht. Diese Erfahrungen nehmen wir mit in die kommende Zeit, das wird uns in Zukunft noch stärker machen.

Jetzt wünschen wir Ihnen viel Spaß und eine spannende Lektüre; wir freuen uns auf ein Wiedersehen.

case in the Fraunhofer lead project FutureCarProduction, which is coordinated by Fraunhofer IFAM and provides our industrial partners with evaluation methods and technologies for sustainable vehicle construction.

Our environment is changing rapidly. Today, we can say that the pandemic has made us even more digital, flexible and innovative. We will take these experiences forward, and this will make us even stronger in the future.

We hope you enjoy reading this issue and look forward to seeing you again.

Ihr Yours

*Matthias Busse*  
Matthias Busse

*Bernd Mayer*  
Bernd Mayer

*Thomas Weißgärber*  
Thomas Weißgärber

# Inhalt Content

---

## **Nachhaltige Materialversorgung . . . . . 6**

Erneuerbarer und zirkulärer Kohlenstoff als Basis für polymere Werkstoffe

### **Sustainable material supply**

Renewable and circular carbon for polymeric materials

Interview Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Busse

## **FutureCarProduction – Konzepte für den nachhaltigen Fahrzeugbau . . . . . 10**

Ganzheitliche Lösungsansätze zur Bewertung und Entwicklung integraler Karosseriekonzepte

### **FutureCarProduction – concepts for sustainable vehicle construction**

Comprehensive solution approaches for the evaluation and development of integral body concepts

## **Elektrochemie als Schlüsseltechnologie für die Energiewende . . . . . 12**

Elektrische Energiespeicher und Wasserstoff

### **Electrochemistry as a key technology for the energy transition**

Electrical energy storage and hydrogen

## **Mobilität der Zukunft und Kreislaufwirtschaft . . . . . 16**

Entwicklungen neuer Produkte und Lieferketten im Zeichen der Klimaneutralität

### **Future mobility and circular economy**

Developments of new products and supply chains to achieve climate neutrality

## **Ein neuer Stern am Luft- und Raumfahrtshimmel: Fraunhofer AVIATION & SPACE . . . . . 20**

Fraunhofer IFAM fördert institutsübergreifenden Technologietransfer

### **A new star in the aerospace sky: Fraunhofer AVIATION & SPACE**

Fraunhofer IFAM promotes cross-institutional technology transfer

Interview Prof. Dr. Bernd Mayer

<b>Selbstreflexion und Neupositionierung – die Ziele des Instituts immer im Blick</b> . . . . .	<b>22</b>
Der Strategieprozess 2022 am Fraunhofer IFAM	
<b>Self-reflection and repositioning — always keeping the institute’s goals in mind</b>	
The Strategy Process 2022 at Fraunhofer IFAM	

<b>Forschung für die nachhaltige Luftfahrt von morgen</b> . . . . .	<b>24</b>
Innovative Fertigungsverfahren für klimaneutrale Flugzeuge	
<b>Research for tomorrow’s sustainable aviation</b>	
Innovative manufacturing processes for climate-neutral aircraft	

Interview Prof. Dr.-Ing. Thomas Weißgärber

<b>Neuartige Anwendungen von PM und AM</b> . . . . .	<b>28</b>
Material- und Technologieentwicklungen für die Zukunft	
<b>Emerging applications of PM and AM</b>	
Material and technology developments for the future	

<b>Wärmenetze für eine nachhaltigere Wärmeversorgung</b> . . . . .	<b>30</b>
Verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien durch Fernwärme	
<b>Heat networks for a more sustainable heat supply</b>	
Increased use of renewable energies through district heating	

<b>Innovative Offshore-UAS-Lösungen</b> . . . . .	<b>34</b>
Campus zur Entwicklung und Erprobung von Offshore-UAS und deren Einsatzkonzepten	
<b>Innovative offshore UAS solutions</b>	
Campus for the development and testing of offshore UAS and their operational concepts	

<b>Geringeres Risiko nach herzchirurgischen Operationen</b> . . . . .	<b>38</b>
Selbstaflösende Schrittmachersonden sollen herkömmliche Sonden ersetzen	
<b>Reduced risk after cardiac surgery</b>	
Resorbable pacing leads to replace conventional leads	

<b>Neue Materialien für den Gebrauch in maritimer Umgebung</b> . . . . .	<b>42</b>
Kleb- und Dichtstoffe für Anwendungen an Land und unter Wasser	
<b>New materials for use in maritime environments</b>	
Adhesives and sealants for applications on land and under water	

<b>Institut im Profil</b> . . . . .	<b>47</b>
<b>Profile of the institute</b>	
Die Fraunhofer-Gesellschaft . . . . .	<b>48</b>
The Fraunhofer-Gesellschaft	
Das Fraunhofer IFAM Fraunhofer IFAM . . . . .	<b>49</b>
Das Institut in 2022 The institute in 2022 . . . . .	<b>50</b>
Fundierte Kompetenzen für vielfältige Branchen . . . . .	<b>52</b>
In-depth expertise for a wide range of industries	
Standorte Locations . . . . .	<b>54</b>
Institutsleitung Institute management . . . . .	<b>55</b>
Kuratorium Board of trustees . . . . .	<b>55</b>
Qualität für unsere Kunden Quality for our customers . .	<b>56</b>
Fraunhofer-Verbund MATERIALS . . . . .	<b>58</b>
Fraunhofer Group for MATERIALS	
Impressum Editorial notes . . . . .	<b>60</b>

# Nachhaltige Materialversorgung

## Sustainable material supply

### Erneuerbarer und zirkulärer Kohlenstoff als Basis für polymere Werkstoffe

#### Renewable and circular carbon for polymeric materials

**Nachhaltige Lösungen zur Reduktion, zum Wiedereinsatz und zum Recycling von Kohlenstoffen sind essenziell zur Erreichung des langfristigen Ziels der Klimaneutralität. Erneuerbare Rohstoffe müssen die Basis für polymere Materialien darstellen. Die aktuellen Forschungsansätze zeigen, dass das möglich ist.**

**Sustainable solutions for the reduction, reuse and recycling of carbon are essential to achieve the long-term goal of climate neutrality. Renewable raw materials must form the basis for polymeric materials. Current research approaches show that this is possible.**

Das Fraunhofer IFAM erforscht nachhaltige polymere Werkstoffe, die in Klebstoffen, Vergussmassen, Lacken und Verbundwerkstoffen eingesetzt werden. Damit leistet das Institut einen essenziellen Beitrag zum European Green Deal und dem Ziel der Klimaneutralität. Bei der Herstellung polymerer Werkstoffe kommt es insbesondere darauf an, erneuerbare Rohstoffe, die entweder bio- oder CO<sub>2</sub>-basiert sind oder aus recycelten Werkstoffen gewonnen werden, zu nutzen und den Einsatz fossilbasierter Chemikalien zu vermeiden.

#### **Polymerer Werkstoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe**

Als Leichtbauwerkstoff werden faserverstärkte Kunststoffe bereits in diversen Bereichen mit dem Ziel, CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren, eingesetzt. Sind sie darüber hinaus biobasiert, zeichnen sie sich durch einen über den gesamten Produktlebenszyklus betrachtet geringeren CO<sub>2</sub>-Fußabdruck aus. Das Fraunhofer IFAM erforscht und entwickelt biobasierte Verbundwerkstoffe für den Einsatz im Schiff- und Schienenfahrzeugbau, in der Luftfahrt und der Automobilbranche. Eine Herausforderung stellen die unterschiedlichen Anforderungen an die Werkstoffe bezüglich der

Fraunhofer IFAM is developing sustainable polymer materials used in adhesives, potting compounds, coatings, and composites. In doing so, the institute is making an essential contribution to the European Green Deal and the goal of climate neutrality. In the production of polymer materials, it is particularly important to use renewable raw materials that are either biobased or CO<sub>2</sub>-based or are obtained from recycled materials, and to avoid the use of fossil-based chemicals.

#### **Polymeric materials based on renewable raw materials**

Fiber-reinforced plastics are already used as lightweight materials in various areas with the aim of reducing CO<sub>2</sub> emissions. If they are also biobased, they have a lower carbon footprint over the entire product life cycle. Fraunhofer IFAM is researching and developing biobased composite materials for use in shipbuilding, rail vehicle construction, aviation, and the automotive industry. A challenge is posed by the different material requirements in terms of strength and stiffness, fire behavior and end-of-life recycling concepts. In addition to the possibility of composting the materials, approaches to degradable and recyclable composites are being explored.





Langfristig wird es auf die Verfügbarkeit und Nutzbarmachung von alternativen Rohstoffen ankommen.«

In the long term, it will come down to the availability and use of alternative raw materials.«



### Mehr erfahren

Learn more

[www.ifam.fraunhofer.de/  
nachhaltige-materialversorgung](http://www.ifam.fraunhofer.de/nachhaltige-materialversorgung)



Festigkeit und Steifigkeit, des Brandverhaltens sowie der Verwertungskonzepte am Lebensende dar. Neben der Möglichkeit, die Materialien zu kompostieren, werden Ansätze zu degradierbaren und recyclebaren Verbundwerkstoffen erforscht.

#### CO<sub>2</sub> als Rohstoff

Eine nachhaltige Ergänzung zu nachwachsenden Rohstoffen stellt Kohlenstoffdioxid dar, welches für die Herstellung von chemischen Rohstoffen und Materialien genutzt werden kann. Am Fraunhofer IFAM wird CO<sub>2</sub> als Rohstoff für Polyurethane verwendet – essenziell für Klebstoffe, Schäume und Kunststoffe. Die CO<sub>2</sub>-basierten Polyurethan-Bausteine bilden die Grundlage für Epoxidharze, Hotmelt- sowie UV- und feuchtigkeitshärtende Klebstoffe.

#### Einsatz recycelter Rohstoffe

Kohlenstofffasern werden mit großem Energie- und Ressourcenaufwand aus fossilen Rohstoffen hergestellt. Umso wichtiger ist ein verantwortungsvoller Umgang mit ihnen und deren effiziente Nutzung als Werk- oder Rohstoff. Im EU-geförderten Projekt FOREST werden innovative biobasierte Polymere und Additive mit recycelten Kohlenstofffasern kombiniert und daraus hochwertige Verbundwerkstoffe entwickelt. Dabei werden die drei Schlüsselfaktoren Reduzieren, Verwerten, Umgestalten verfolgt. Das Fraunhofer IFAM ist an der Konzeption, Synthese und Entwicklung neuer biobasierter Benzoxazine beteiligt.

#### CO<sub>2</sub> as a raw material

A sustainable supplement to biobased resources is carbon dioxide, which can be used to produce chemical commodities and materials. At Fraunhofer IFAM, CO<sub>2</sub> is used as a raw material for polyurethanes — essential for adhesives, foams and plastics. The CO<sub>2</sub>-based polyurethane building blocks form the basis for epoxy resins, hotmelt as well as UV- and moisture-curing adhesives.

#### Use of recycled raw materials

Carbon fibers are produced from fossil raw materials requiring large amounts of energy and resources. This makes it even more important to handle them responsibly and use them efficiently as a material or resource. In the EU-funded FOREST project, innovative biobased polymers and additives are combined with recycled carbon fibers to develop high-quality composite materials. The three key factors of reduce, reuse and recycle are being pursued in the process. Fraunhofer IFAM is involved in the design, synthesis, and development of new biobased benzoxazines.

#### Autoren Authors:

Katharina Koschek, Éric  
Hernández Edo



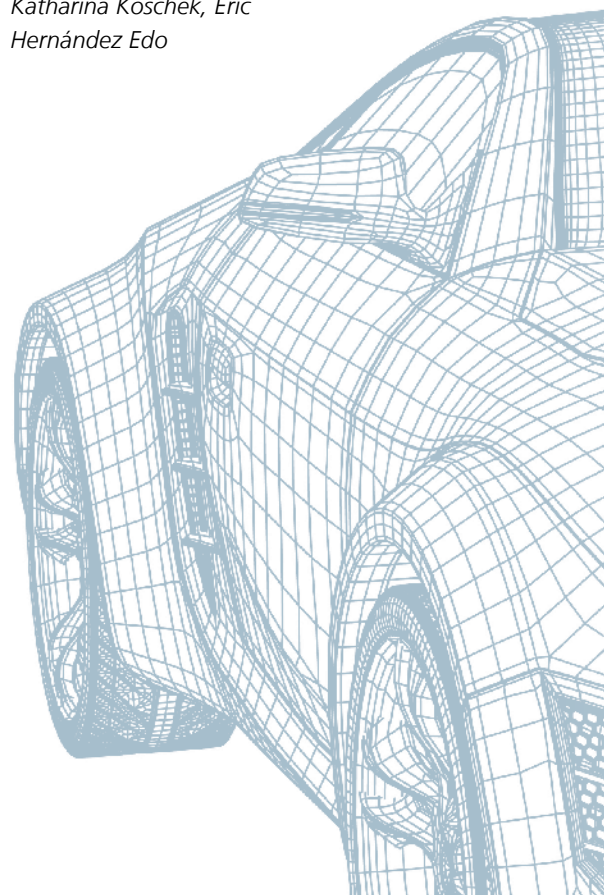
Ihr Kontakt Your contact

#### Dr. Katharina Koschek

Leiterin Polymere Werkstoffe und Bauweisen  
Head of Polymeric Materials and Mechanical  
Engineering  
+49 421 2246-698  
[katharina.koschek@ifam.fraunhofer.de](mailto:katharina.koschek@ifam.fraunhofer.de)



Sie sind interessiert? Are you interested?  
Kontaktieren Sie uns! Just contact us!



## Neue biobasierte und abbaubare Werkstoffe für die Automobilindustrie

### New biobased and biodegradable materials for the automotive industry

Der Klimawandel einerseits und die EU-Richtlinie für Altfahrzeuge andererseits stellen die Automobilindustrie vor die Herausforderung, CO<sub>2</sub>-Emissionen zu senken und die Kreislauffähigkeit der eingesetzten Materialien zu verbessern. Ziel des Projekts BestBioPLA ist die Entwicklung biobasierter und -abbaubarer Leichtbauwerkstoffe für den Innenausbau von Fahrzeugen. Brasilianische und deutsche Unternehmen entlang der gesamten Prozesskette, vom landwirtschaftlichen Anbau der Rohstoffe bis zur industriellen Nutzung, haben gemeinsam entsprechende Werkstoffe entwickelt. Diese zeichnen sich durch eine zeit- und energieeffiziente Fertigung aus und ermöglichen durch ihre biologische Abbaubarkeit ein Recycling am Lebensende. Ein größtenteils biobasierter ungesättigter Polyester bildet die polymere Basis, die mit Flachs als Naturfasern verstärkt werden. Der Einsatz lokal angebaute Ressourcen trägt zur nachhaltigen Entwicklung der jeweiligen Zielregion bei. Neben wirtschaftlichen Aspekten wird erwartet, dass die Umweltbelastung sowohl bei der Produktion als auch bei der Entsorgung am Ende des Produktlebens sinkt.

Climate change on the one hand and the EU End-of-Life Vehicles Directive on the other hand are presenting the automotive industry with the challenge of reducing CO<sub>2</sub> emissions and improving the recyclability of the materials used. The aim of the BestBioPLA project is to develop biobased and biodegradable lightweight materials for vehicle interiors. Brazilian and German companies along the entire process chain, from agricultural cultivation of the raw materials to industrial use, have jointly developed appropriate materials. These are characterized by time- and energy-efficient production and, thanks to their biodegradability, enable end-of-life recycling. A largely biobased unsaturated polyester forms the polymer base, reinforced with flax as natural fibers. The use of locally grown resources contributes to the sustainable development of the respective target region. In addition to economic aspects, this is expected to decrease the environmental impact both during production and disposal at the end of the product's life.

Projektleitung Project management

**Dr. Katharina Haag**  
+49 421 2246-7643  
katharina.haag@ifam.fraunhofer.de



**Großussteile revolutionieren den Automobilbau auf dem Weg zur Klimaneutralität.«**

**Large castings are revolutionizing automotive manufacturing on the way to climate neutrality.«**

**Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Busse,**  
Institutsleiter/Director Fraunhofer IFAM



## FutureCarProduction – Konzepte für den nachhaltigen Fahrzeugbau

### FutureCarProduction – concepts for sustainable vehicle construction

#### **Ganzheitliche Lösungsansätze zur Bewertung und Entwicklung integraler Karosseriekonzepte**

**Comprehensive solution approaches for the evaluation and development of integral body concepts**

Die Fraunhofer-Gesellschaft hat es sich zur Aufgabe gemacht, Trends und Bedarfe der deutschen Industrie aufzuspüren, um schnelle und zukunftsweisende Lösungen anbieten zu können. In diesem Zusammenhang gibt es die Fraunhofer-Leitprojekte. Deren Ziel ist es, wissenschaftlich originäre Ideen schnell in marktfähige Produkte umzusetzen. Unter der Leitung des Fraunhofer IFAM ist nun das Leitprojekt FutureCarProduction gestartet.

The Fraunhofer-Gesellschaft aims to identify trends and needs in the German industry in order to offer fast and forward-looking solutions. In this context, the Fraunhofer lead projects play an important role. Their aim is to quickly transform original scientific ideas into marketable products. The FutureCarProduction lead project has now been launched under the leadership of Fraunhofer IFAM.

### **Auf welchen Herausforderungen basiert die Projektidee?**

Die Automobilindustrie steht vor einem Paradigmenwechsel: Immer mehr OEMs setzen weltweit auf Großgussteile aus Aluminium, die viele Einzelteile und Fügeprozesse in konventioneller Bauweise ersetzen und potenziell die Fertigungszeit einer Pkw-Karosserie von aktuell ca. 30 Stunden auf 10 Stunden reduzieren können. Dringend erforderliche CO<sub>2</sub>-Reduzierungen und Maßnahmen zur Ressourcenschonung im Fahrzeugbau werfen jedoch die Frage auf, ob diese Ansätze auch im Hinblick auf Energie- und Materialeinsatz, Kreislaufwirtschaft, Reparaturfähigkeit und Strukturintegrität zielführend sind.

### **Was erwarten Sie sich von dem Projekt?**

FutureCarProduction liefert der Automobil- und Zulieferindustrie Entscheidungsgrundlagen und Methodologien zu strategischen Weichenstellungen für Investitionen in neue Fabriken und Fertigungsanlagen. Der Nachweis zur Nachhaltigkeit solcher Entscheidungen wird zum bestimmenden Erfolgsfaktor für neue Karosseriekonzepte. Es werden Bewertungskonzepte erarbeitet, die durch Integration von Life-Cycle-Engineering-Methoden und klassischen Optimierungsansätzen die Lösung der Zielkonflikte in den Bereichen ökologische Nachhaltigkeit, technische Performance und Kosten ermöglichen.

### **Woran arbeitet das Fraunhofer IFAM im Speziellen im Leitprojekt?**

Im Leitprojekt FutureCarProduction werden in Zusammenarbeit von acht Fraunhofer-Instituten Methoden, Prozesse und Technologien etabliert, mit denen die Nachhaltigkeit neuer Karosseriekonzepte methodisch bewertet und technologisch gewährleistet werden. Im Fraunhofer IFAM liegt der Schwerpunkt in der Entwicklung von integralen Großstrukturen und deren Produktionstechnologien. Gießereitechnologie und die Integration von umformtechnisch hergestellten Strukturen, Füge-technik, Reparaturkonzepte und Aspekte zur energie- und ressourcenoptimierten Kreislaufwirtschaft stehen dabei im Fokus. Die enge Zusammenarbeit und die Koordination der vielfältigen Kompetenzen aller beteiligten Institute ist der Schlüssel zur erfolgreichen Bearbeitung dieses herausfordernden und strategisch wichtigen Leitprojektes der Fraunhofer-Gesellschaft.

### **What challenges is the project idea based on?**

The automotive industry is facing a paradigm shift: More and more OEMs worldwide are turning to large castings made of aluminum, which replace many individual parts and joining processes in conventional construction and can potentially reduce the production time of a passenger car body from currently approx. 30 hours to 10 hours. However, the urgent need for CO<sub>2</sub> reductions and measures to conserve resources in vehicle manufacturing raises the question of whether these approaches also align with sustainability targets for energy and material use, circular economy, reparability and structural integrity.

### **What are your expectations for the project?**

FutureCarProduction provides the automotive and supplier industry with decision-making principles and methodologies for setting the strategic course for investments in new factories and production facilities. Proof of the sustainability of such decisions is becoming a decisive success factor for new car body concepts. Evaluation concepts are being developed that help to solve conflicting goals in the areas of ecological sustainability, technical performance and costs by integrating life cycle engineering methods and classical optimization approaches.

### **What in particular is Fraunhofer IFAM working on in the lead project?**

In the FutureCarProduction lead project, eight Fraunhofer Institutes are working together to establish methods, processes, and technologies to systematically evaluate and ensure the technological sustainability of new car body concepts. Fraunhofer IFAM focuses on the development of integral large structures and their production technologies, and in particular on foundry technology and the integration of structures produced by forming, joining technology, repair concepts and aspects of energy- and resource-optimized recycling management. The close cooperation and coordination of the diverse areas of expertise of all participating institutes is the key to the successful handling of this challenging and strategically important lead project of the Fraunhofer-Gesellschaft.

### **Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Busse Kurzvita Short vita**

Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Busse ist Institutsleiter am Fraunhofer IFAM und hat den Lehrstuhl für »Endformnahe Fertigungstechnik« an der Universität Bremen inne. Bereits zuvor als Forscher an der Universität Paderborn und als Führungskraft bei der Volkswagen AG galt sein FuE-Interesse stets der Energieeffizienz und CO<sub>2</sub>-Reduktion – insbesondere im Bereich der Mobilität. Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Busse leitet das Fraunhofer-Leitprojekts FutureCarProduction.

Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Busse is the institute director at Fraunhofer IFAM and holds the chair for "End Form Manufacturing Technology" at the University of Bremen. Previously as a researcher at the University of Paderborn and as a manager at Volkswagen AG, his R&D interests were always focused on energy efficiency and CO<sub>2</sub> reduction — especially in the field of mobility. Prof. Matthias Busse heads the Fraunhofer lead project FutureCarProduction.

### **Mehr erfahren** Learn more

[www.ifam.fraunhofer.de/nachhaltiger-fahrzeugbau](http://www.ifam.fraunhofer.de/nachhaltiger-fahrzeugbau)





**Elektrische Energiespeicher und Wasserstoff ermöglichen eine sichere Versorgung mit erneuerbaren Energien.«**

**Electrical energy storage and hydrogen enable a reliable supply of renewable energies.«**

**HYDROGEN**

# Elektrochemie als Schlüsseltechnologie für die Energiewende

## Electrochemistry as a key technology for the energy transition

### Elektrische Energiespeicher und Wasserstoff Electrical energy storage and hydrogen

Die Dekarbonisierung stellt unsere moderne Industriegesellschaft vor Herausforderungen. Insbesondere werden wir unsere zunehmend volatile Energieerzeugung und unseren Energieverbrauch durch Sektorenkopplung sowie Speicher deutlich stärker entkoppeln und Wasserstoff als Stoffträger für industrielle Prozesse einsetzen müssen. Sowohl für die elektrischen Energiespeicher als auch für die Wasserstoffwirtschaft ist die Elektrochemie eine Schlüsselkompetenz. Decarbonization poses challenges for our modern industrial society. In particular, we will have to decouple our increasingly volatile energy generation and consumption much more strongly through sector coupling and storage options, as well as using hydrogen as a material carrier. Electrochemistry is a key competence for both electrical energy storage and the hydrogen economy.

#### Alternative Zelltechnologien für Energiespeicher

Während für elektrische Energiespeicher im Bereich Mobilität aktuell Lithium-Ionen-Zellen genutzt werden, sind für netzgebundene stationäre Speicher, wie sie z. B. für eine Primärregelleistung erforderlich sind, andere Zelltechnologien denkbar. Hintergrund sind hierbei u. a. die geänderten Anforderungen aus der Betriebsführung und die geringere Relevanz der gravimetrischen Speicherdichte für die Anwendung. Alternative Technologien wie z. B. Zink-Ionen- und Natrium-Ionen-Systeme sind vielfach günstiger, nichtgiftig und sicherer. Gleichzeitig sind die erforderlichen Materialien, im Gegensatz zu Lithium-Ionen-Zellen bzgl. der Verfügbarkeit als nicht kritisch einzuordnen. Weitere wichtige Fragestellungen ergeben sich im Bereich der Betriebsstrategie für elektrische Energiespeicher. Insbesondere neue Methoden zur Online-Bestimmung des Ladezustands und des Gesundheitszustandes der Batteriezellen sind dabei für einen optimalen und langlebigen sicheren Betrieb notwendig.

#### Alternative cell technologies for energy storage

While lithium-ion cells are currently used for electrical energy storage in the mobility sector, other cell technologies are conceivable for grid-connected stationary storage, such as that required for primary control power. The background to this includes the changed requirements from operational management and the reduced relevance of gravimetric storage density for the application. Alternative technologies such as zinc-ion and sodium-ion systems are often much cheaper, non-toxic, and safer. At the same time, in contrast to lithium-ion cells, the materials required are classified as non-critical in terms of their availability. Further important questions arise in the field of operating strategies for electrical energy storage systems. New methods for online determination of the state of charge and the state of health of the battery cells are necessary for optimal and long-lasting reliable operation.

# Kostengünstig und ressourcenschonend zu grünem Wasserstoff

## Cost-effective and resource-saving production of green hydrogen

Die Elektrolyse mit Anionenaustauschmembranen (AEM) ist ein neuer Ansatz. Er verbindet die Vorteile der alkalischen Elektrolyse, wie hohe Langzeitstabilität und die Verwendung kostengünstiger und verfügbarer Metalle, mit denen der Protonenaustauschmembran-Elektrolyse (Proton Exchange Membrane, PEM-EL), d.h. höhere Leistung, Anpassungsfähigkeit an volatile Lasten und Gasreinheit. Die AEM-Elektrolyse hat sich in der industriellen Anwendung noch nicht durchgesetzt, da die am Prozess beteiligte Sauerstoffentwicklungsreaktion (OER) zu langsam und die erforderliche Zellspannung für die Wasserelektrolyse hoch ist.

Das Projekt HighHy adressiert diese Herausforderungen: Die deutsch-neuseeländische Kooperation (Förderung durch Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF), arbeitet an der Entwicklung von Nickel-Mangan-Verbindungen als OER-Katalysatoren, die eine hocheffiziente und industriell umsetzbare AEM-Elektrolyse ermöglichen. »Gemeinsam mit drei neuseeländischen Universitäten und der Universität Bayreuth versuchen wir, die ideale Zusammensetzung für die benötigten Katalysatoren zu finden«, fasst Dr. Christian Bernäcker, Leiter der Gruppe Elektrochemische Technologie am Fraunhofer IFAM, das Ziel des Projekts zusammen.

Electrolysis with anion exchange membranes (AEM) is a new approach. It combines the advantages of alkaline electrolysis, such as high long-term stability and the use of inexpensive and available metals, with those of the proton exchange membrane electrolyzer (PEM-EL), i.e., higher performance, adaptability to volatile loads and gas purity. AEM electrolysis has not yet gained acceptance in industrial applications because the oxygen evolution reaction (OER) involved in the process is too slow and cell voltage required for water electrolysis is high.

The HighHy project addresses these challenges: The German-New Zealand collaboration (funded by the German Federal Ministry of Education and Research, BMBF), is working to develop nickel-manganese compounds as OER catalysts that enable highly efficient AEM electrolysis feasible on an industrial scale. "Together with three New Zealand universities and the University of Bayreuth, we are trying to find the ideal composition for the required catalysts," says Dr. Christian Bernäcker, head of the Electrochemical Technology group at Fraunhofer IFAM, summarizing the aim of the project.

### Projektleitung Project management

**Dr. Christian Bernäcker**

+49 351 2537-416

[christian.bernaecker@ifam-dd.fraunhofer.de](mailto:christian.bernaecker@ifam-dd.fraunhofer.de)



### Ausbau der Wasserstofftransportkette im Fokus

Wasserstoff wird im zukünftigen Energie- und Wirtschaftssystem u. a. zur Sektorkopplung, als Energiespeicher und auch als Stoffträger gebraucht. Aufgrund der vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten steht aktuell die Erhöhung der Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff und dessen Verteilung im Zentrum der Marktentwicklung.

Damit die Wasserstoffproduktion wirtschaftlich erfolgen kann, müssen Erzeugungsanlagen, kostengünstig produziert werden. Eine effiziente Herstellungsrouten soll skalierbare Produktion, rohstoffschonende Prozessschritte sowie hochaktive und langzeitstabile Elektroden für die alkalische Elektrolyse möglich machen. Für den Transport des grünen Wasserstoffs kommen je nach Produktionsort unterschiedliche Konzepte infrage. Das Fraunhofer IFAM entwickelt u. a. Technologien für den Aufbau einer Wasserstoff-Transportkette von Offshore-Produktionsstandorten zu den Verbrauchern auf dem Festland. Vielfach lassen sich die Entwicklungen, wie z. B. Barrierschichten oder Dichtungsmaterialien für Tanks oder Leitungen auch für andere Wasserstoffanwendungen nutzen.

#### Autoren Authors:

Christian Bernäcker, Daniela Fenske,  
Felix Heubner, Felix Horch, André Schlott,

### Focus on expanding hydrogen transport chain

In the future energy and economic system, hydrogen will be needed for many applications, such as sector coupling, as an energy storage medium and as a material carrier. Due to the wide range of possible uses, increasing the availability of green hydrogen and its distribution is currently the focus of market development.

For hydrogen production to be economically viable, generation plants must be produced cost-effectively. An efficient production route should enable scalable production, process steps that conserve raw materials as well as highly active and long-term stable electrodes for alkaline water electrolysis. Different concepts are possible for transporting green hydrogen, depending on the production site. Developments of Fraunhofer IFAM include technologies for setting up a hydrogen transport chain from the offshore area to consumers on the mainland. In many cases, these developments, such as barrier layers or sealing materials for tanks or pipes, can also be used for other hydrogen applications.

Mehr erfahren  
Learn more

[www.ifam.fraunhofer.de/elektrochemie-energiewende](http://www.ifam.fraunhofer.de/elektrochemie-energiewende)



#### Ihr Kontakt Your contacts

**Dr.-Ing. Florian Sayer**  
Geschäftsfeldleiter Energie  
Head of Business Unit Energy  
+49 421 2246-640  
florian.sayer@  
ifam.fraunhofer.de

**Dr.-Ing. Julian Schwenzel**  
Leiter Elektrische Energiespeicher  
Head of Electrical Energy Storage  
+49 421 2246-137  
julian.schwenzel@  
ifam.fraunhofer.de



Sie sind interessiert? Are you interested?  
Kontaktieren Sie uns! Just contact us!



# Mobilität der Zukunft und Kreislaufwirtschaft

## Future mobility and circular economy

---

### Entwicklungen neuer Produkte und Lieferketten im Zeichen der Klimaneutralität

Developments of new products and supply chains to achieve climate neutrality

Global hat ein Wandel in der Mobilität und der Fahrzeugentwicklung eingesetzt. Treiber sind gesetzliche Vorgaben zu Antriebsvariante, Nachhaltigkeit, Anforderungen zum Mobilitätsangebot, Verknappung von Rohstoffen und sich ändernde Lieferketten. Um in dem sich wandelnden Markt zu bestehen, müssen strategische Entscheidungen zur Sicherstellung von Ressourcen, zu wirtschaftlichen Geschäftsmodellen und zur Sicherung von Absatzmärkten über die nächsten Dekaden getroffen werden.

Globally, a change in mobility and vehicle development has begun. This is driven by legal requirements for drive variants, sustainability, mobility supply requirements, shortages of raw materials and changing supply chains. To survive in the changing market, strategic decisions must be made to secure resources, economic business models and sales markets over the next decades.



Neue Geschäftsmodelle von Autobauunternehmen wie TESLA oder NIO sind insbesondere für die deutsche Automobilindustrie eine Herausforderung. Anforderungen durch die Gesetzgebung in Bezug auf nachhaltige Antriebsvarianten und sich ändernde Mobilitätsangebote sowie stark schwankende Rohstoffpreise und schwierige langfristige Verfügbarkeit von Rohstoffen zwingen Produzenten zum Umdenken.

Hinsichtlich der Antriebsvarianten ist allen neuen Entwicklungen, egal ob voll elektrisch, Brennstoffzelle oder Hybridvariante, eins gemeinsam – der Elektromotor. Hier hat das Fraunhofer IFAM in den letzten Jahren durch die Entwicklung von gegossenen Spulen eine Möglichkeit geschaffen, E-Motoren mit hoher Effizienz zu bauen. Durch den Einsatz vieler Gleichteile lassen sich Skaleneffekte bei der Fertigung von Motorvarianten nutzen. Außerdem lässt die Technik auch die Verwendung von Aluminium zu und erlaubt so den Verzicht auf Kupfer.

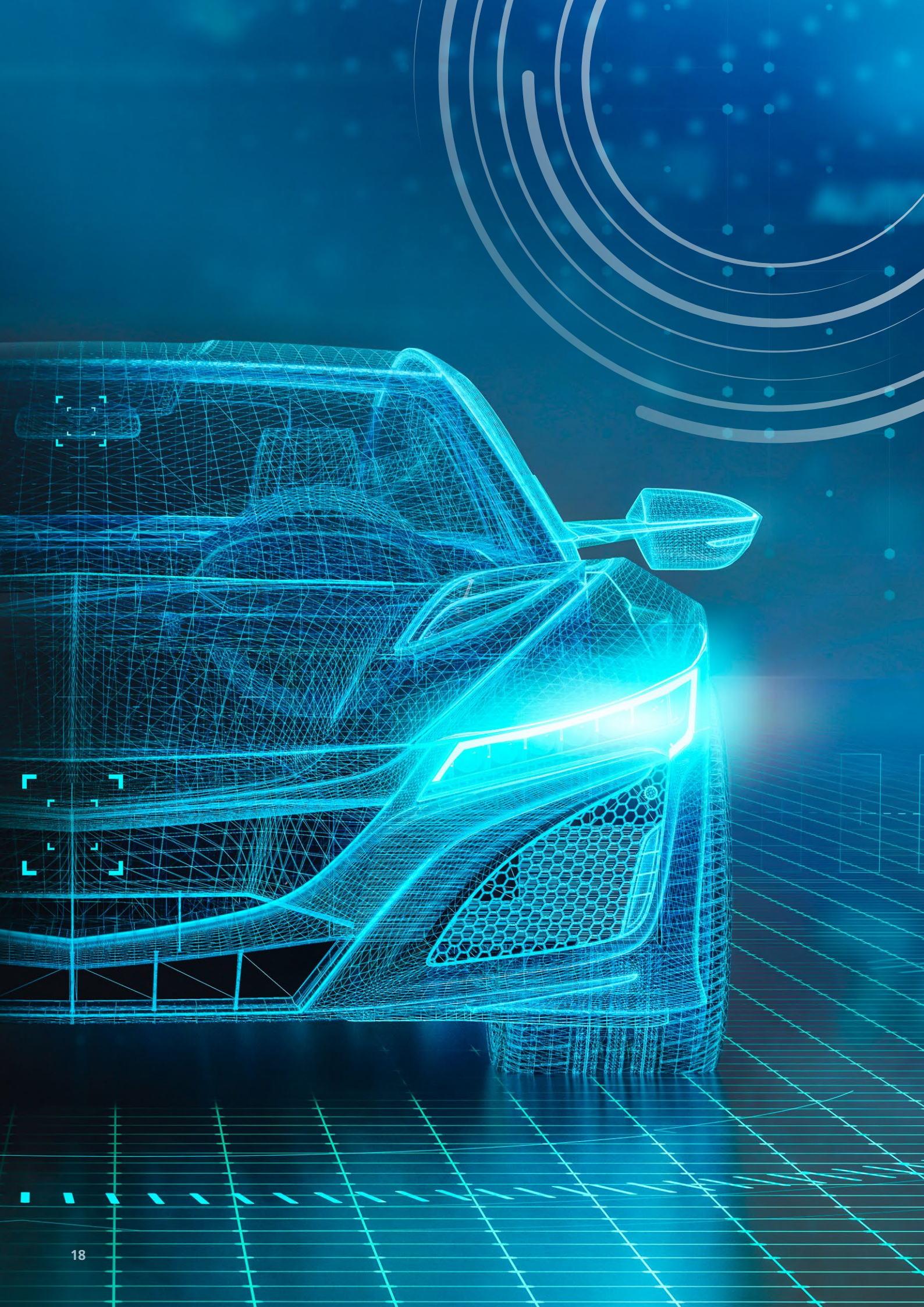
New business models from carmakers such as TESLA or NIO are a challenge for the German automotive industry in particular. Legislative requirements relating to sustainable drive variants and changing mobility offerings, as well as strongly fluctuating raw material prices and difficult long-term availability of raw materials, are forcing producers to rethink.

Regarding to drive variants, all new developments, whether fully electric, fuel cell, or hybrid variants, have one thing in common — the electric motor. In recent years, Fraunhofer IFAM has been developing cast coils which make it possible to build highly efficient electric motors. At the same time, the use of copper or aluminum for coils opens up new possibilities for manufacturing motor variants exploiting economies of scale by using many carry-over parts, or completely eliminating the need for copper.



**Zukünftige Marktführer bieten Unternehmen und Endverbrauchern nachhaltige Mobilität als Produkt.«**

**Future market leaders offer companies and consumers sustainable mobility as a product.«**



**Kreislaufwirtschaft zwingend notwendig**

Eine wesentliche Herausforderung für alle Produzenten wird das Thema Nachhaltigkeit und CO<sub>2</sub>-Neutralität sein. Hierzu arbeitet das Fraunhofer IFAM an Kreislaufsystemen für die automobilen Produktion. Das Ziel ist, von den bisherigen linearen Produktionsketten mit Rohstoffherzeugung, Produktion, Einsatz und Entsorgung zu einer Kreislaufwirtschaft zu kommen, in der weniger Rohstoffe und Energie benötigt werden und Abfall zum Rohstoff wird.

Konzepte zur Reduktion der Materialvielfalt zur Vereinfachung des Recyclings, zu Designrichtlinien für die Nutzung von Komponenten oder Teilsystemen, z. B. ein Batteriegehäuse in mehreren Fahrzeuggenerationen, und zum Wiedereinsatz des verwendeten Materials, sind im Fokus der Forschungsarbeiten am Fraunhofer IFAM.

Legt man zugrunde, dass zukünftig nicht mehr die Hardware das Produkt ist, sondern der Nutzen, die Mobilität, bleibt die Hardware im Eigentum des Herstellers und wird damit zum Rohstoffpool. Eine Digitalisierung der Materialflüsse in der Produktion und dem Einsatz sowie die Entwicklung internationaler Standards im Bereich der Kreislaufwirtschaft helfen, diesen Rohstoffpool zu nutzen und so eine Rohstoffsouveränität zu erlangen.

**Circular economy is a must**

Key challenges for all manufacturers will be the issues of sustainability and CO<sub>2</sub> neutrality. To this end, Fraunhofer IFAM is working on closed-loop systems for automotive production. The aim is to move away from the previous linear production chains of raw material generation, production, use, and disposal and replace it with a circular economy, where less raw materials and energy are required and waste becomes a raw material.

Concepts for reducing the diversity of materials to simplify recycling, for design guidelines for the use of components or subsystems, e.g., one battery housing in several vehicle generations, and for the reuse of the utilized material are the focus of research work at Fraunhofer IFAM.

If we assume that the future product will no longer be the hardware, but the benefit, i.e., mobility, the hardware will remain the property of the manufacturer and thus become a raw material pool. Digitization of the material flows in production and use, as well as the development of international standards in recycling management will help to use this raw material pool and thus achieve raw material sovereignty.

**Mehr erfahren**  
Learn more

[www.ifam.fraunhofer.de/  
mobilitaet-kreislaufwirtschaft](http://www.ifam.fraunhofer.de/mobilitaet-kreislaufwirtschaft)

**Ihr Kontakt Your contacts**

**Dipl.-Ing. Franz-Josef  
Wöstmann**

Geschäftsfeldleiter Mobilität  
Head of Business Unit Mobility  
+49 421 2246-225  
franz-josef.woestmann@  
ifam.fraunhofer.de

**Dr. Holger Fricke**

stv. Geschäftsfeldleiter Mobilität  
Deputy Head of Business Unit  
Mobility  
+49 421 2246-637  
holger.fricke@ifam.fraunhofer.de



Sie sind interessiert? Are you interested?  
Kontaktieren Sie uns! Just contact us!



# Ein neuer Stern am Luft- und Raumfahrt- himmel: Fraunhofer AVIATION & SPACE

## A new star in the aerospace sky: Fraunhofer AVIATION & SPACE

### Fraunhofer IFAM fördert institutsübergreifenden Technologietransfer Fraunhofer IFAM promotes cross-institutional technology transfer

Durch die branchenorientierte Bündelung eines breiten Technologie-, Kompetenz- und Infrastrukturportfolios adressiert Fraunhofer noch fokussierter relevante Kundenbedarfe und unterstützt als strategischer Forschungs- und Entwicklungspartner den Technologietransfer in die deutsche und europäische Luft- und Raumfahrtindustrie. By bundling a broad technology, expertise and infrastructure portfolio in a sector-specific approach Fraunhofer addresses relevant customer needs and supports the transfer of technology to the German and European aerospace industry as a strategic research and development partner.

#### **Gemeinsam Synergien für eine klima- neutrale Luft- und Raumfahrt erschließen**

Neben seiner Funktion als Institutsleiter des Fraunhofer IFAM leitet Prof. Bernd Mayer gemeinsam mit Prof. Michael Lauster (Institutsleiter des Fraunhofer INT) jeweils die Geschäftsfelder Luftfahrt und Raumfahrt innerhalb von Fraunhofer AVIATION & SPACE.

Die bestehende Fraunhofer-Allianz SPACE wurde Anfang 2022 um den Bereich AVIATION erweitert. Ziel des Zusammenschlusses von über 30 Fraunhofer-Instituten ist die Zusammenarbeit mit industriellen und wissenschaftlichen Partnern aus der Luft- und Raumfahrt. Hierfür bündeln die Mitglieder ihre technologischen Kompetenzen, um auch Industrieverbänden wie dem BDLI, Zuwendungsgebern wie der ESA oder der Europäischen Kommission einen zentralen Ansprechpartner zu bieten.

Durch die vielfältige Expertise und das hohe Innovationspotenzial der beteiligten Institute bietet Fraunhofer AVIATION & SPACE seinen Partnern ein einzigartiges Kompetenzportfolio, auf dessen Basis verschiedenartige Komponenten auf höchster Qualitätsstufe entwickelt werden. Ein Kernelement ist dabei die Nachhaltigkeit von Materialien, Bauteilen

#### **Jointly tapping synergies for climate- neutral aviation and aerospace**

In addition to his function as Institute Director of Fraunhofer IFAM, Prof. Bernd Mayer also heads the business units Aeronautics and Space within Fraunhofer AVIATION & SPACE together with Prof. Michael Lauster (Institute Director of Fraunhofer INT).

The existing Fraunhofer SPACE Alliance was expanded to include AVIATION at the beginning of 2022. The aim of the alliance of more than 30 Fraunhofer Institutes is to collaborate with industrial and scientific partners from the aerospace industry. To this end, the members pool their technological expertise in order to provide a central point of contact for industry associations such as the German Aerospace Industries Association (BDLI), funding agencies such as the European Space Agency (ESA) or the European Commission.

Thanks to the diverse expertise and high innovation potential of the participating institutes, Fraunhofer AVIATION & SPACE offers its partners a unique portfolio of competencies used to develop various components in superior quality. A core element here is the sustainability of materials, components and processes, both



**Kooperative Lösungsansätze  
zwischen Industrie und  
angewandter Forschung.«**

**Cooperative approaches to  
solutions between industry  
and applied research.«**

und Prozessen sowohl in der Entwicklungs- als auch in der Nutzungsphase. Die Allianz stellt zudem fundierte Kompetenzen in verschiedenen Technologiefeldern zur Verfügung, etwa in der Optik, Sensorik, Kommunikation, Automatisierung sowie der digitalen Transformation und KI. Hier liefert Fraunhofer wichtige Beiträge zu den nationalen und europäischen Forschungsförderprogrammen, z. B. LuFo und InnoSpace Masters, Clean Sky 2 bzw. Clean Aviation, ESA-Raumfahrtprogramme und Horizon Europe.

Ergänzend wurde im Dezember 2022 das »Fraunhofer Innovation Forum AVIATION & SPACE« im Bremer Forschungs- und Technologiezentrum ECOMAT eröffnet. In unmittelbarer Nähe bedeutender Luft- und Raumfahrtunternehmen dient das Forum dem wissenschaftlich-technischen Austausch und der Identifikation von Synergien, die zukünftig eine große Rolle spielen werden.

in the development and in the utilization phase. The Alliance also provides in-depth expertise in various fields of technology, such as optics, sensor technology, communication, automation, digital transformation and AI. Here, Fraunhofer makes important contributions to national and European research funding programs, e.g., LuFo and InnoSpace Masters, Clean Sky 2 and Clean Aviation, ESA space programs and Horizon Europe.

In addition, the "Fraunhofer Innovation Forum AVIATION & SPACE" was opened in December 2022 in Bremen's ECOMAT research and technology center. In the immediate vicinity of important aerospace companies, the forum facilitates the scientific-technical exchange and the identification of synergies that will play a major role in the future.

**Mehr erfahren  
Learn more**

[www.ifam.fraunhofer.de/  
fraunhofer-aviation-space](http://www.ifam.fraunhofer.de/fraunhofer-aviation-space)



**Ihr Kontakt Your contacts**

**Dr.-Ing. Simon M. Kothe**  
Leitung der Geschäftsstelle  
AVIATION / Head of Central  
Office AVIATION  
Fraunhofer AVIATION & SPACE  
+49 421 2246-582  
simon.kothe@  
ifam.fraunhofer.de

**Anja Sander**  
stv. Leitung der Geschäftsstelle  
AVIATION / Deputy Head of Central  
Office AVIATION  
Fraunhofer AVIATION & SPACE  
+49 421 2246-419  
anja.sander@ifam.fraunhofer.de



Sie sind interessiert? Are you interested?  
Kontaktieren Sie uns! Just contact us!





Es war eine Herausforderung und eine Freude, mit den Mitarbeitenden an der zukünftigen Ausrichtung des Instituts zu arbeiten.«

It has been a challenge and a pleasure to work on the future direction of the institute with the staff.«

Prof. Dr. Bernd Mayer,  
Institutsleiter/Director Fraunhofer IFAM



## Selbstreflexion und Neupositionierung – die Ziele des Instituts immer im Blick

Self-reflection and repositioning — always  
keeping the institute's goals in mind

---

### Der Strategieprozess 2022 am Fraunhofer IFAM

#### The Strategy Process 2022 at Fraunhofer IFAM

Der Fraunhofer-Strategieprozess gibt den Instituten seit 2004 anspruchsvolle Qualitätsstandards für deren systematische Entwicklung. Nun stand diese Selbstevaluation auch für das Fraunhofer IFAM wieder an. Unter Führung eines Kernteams wurde das Institut, dessen Ausrichtung sowie gesellschaftliche und ökonomische Trends ganzheitlich unter die Lupe genommen, um daraus Ziele für die nächsten Jahre abzuleiten.

Since 2004, the Fraunhofer strategy process has provided the institutes with demanding quality standards for their systematic development. This self-evaluation was now due to take place again at Fraunhofer IFAM. Under the leadership of a core team, the institute, its orientation, and social and economic trends were examined holistically to derive goals for the coming years.



### **Welche Entwicklungen und Veränderungen wurden im Strategieprozess 2022 aufgegriffen?**

Die Randbedingungen haben sich für das Fraunhofer IFAM in den vergangenen Jahren teilweise dramatisch verändert. Auf das Eintreten einer Pandemie war weltweit niemand gut vorbereitet. Die globale Verknappung an Rohstoffen und Energie beeinflusst nicht nur unseren Alltag, sondern auch unsere Forschungsaktivitäten. Und darüber hinaus nimmt der fortschreitende Klimawandel großen Einfluss auf die Gestaltung und Ausrichtung unserer Projekte. Diese und andere Trends wurden in der Institutsstrategie verankert und mit den bestehenden Kompetenzen verknüpft.

### **Welche übergeordneten Ziele verfolgt der Strategieprozess?**

Strategieprozesse dienen dazu, die mittelfristige Ausrichtung des Fraunhofer IFAM zu definieren und damit perspektivisch die langfristigen Schwerpunkte sowie die Stabilität des Instituts sicherzustellen. Der Strategie kommt die Aufgabe zu, die Kompetenzen des Instituts mit den externen Anforderungen abzugleichen und auf dieser Basis zielgerichtet weiterzuentwickeln. Darüber hinaus sollen die Ziele sinnstiftend und handlungsweisend für die Mitarbeitenden sein.

### **Worin liegen die Herausforderungen in der Umsetzung der Ziele?**

Um die Ziele des Instituts möglichst gut und vollständig umsetzen zu können, bedarf es des Engagements und der Tatkraft aller Mitarbeitenden. Die Institutsleitung macht nicht nur Vorgaben, sondern beteiligt sich aktiv an der Realisierung der Ziele. Diese müssen mit konkreten Maßnahmen und Zeitplänen hinterlegt werden. Darüber hinaus sind regelmäßige interne Evaluierungen notwendig, um die Zielerreichung zu verfolgen und nötige Anpassungen vorzunehmen.

### **Welche Themen haben in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen?**

Alle Forschungsthemen mit Bezug zur Nachhaltigkeit und zur Ressourcenschonung haben deutlich an Bedeutung und Aufmerksamkeit gewonnen. Neben beispielsweise klassischen Themen des Leichtbaus sind Fragen der Kreislaufwirtschaft, des Umweltschutzes sowie einer nachhaltigen Energieversorgung deutlich in den Vordergrund gerückt.

### **Which developments and changes were addressed in the 2022 strategy process?**

The boundary conditions have changed, sometimes dramatically, for Fraunhofer IFAM in recent years. No one in the world was well prepared for the occurrence of a pandemic. The global shortage of raw materials and energy not only affects our everyday lives, but also our research activities. And beyond that, advancing climate change is having a major influence on the design and direction of our projects. These and other trends have been anchored in the institute's strategy and linked to existing competencies.

### **What are the overarching goals of the strategy process?**

Strategy processes serve to define the medium-term orientation of Fraunhofer IFAM and thus to ensure the long-term focus and stability of the institute. The strategy has the task of aligning the institute's competencies with external requirements and developing them further in a targeted manner on this basis. In addition, the goals should be meaningful and guide the actions of the employees.

### **What are the challenges in implementing the goals?**

To be able to implement the institute's goals as well and as completely as possible, the commitment and drive of all employees is required. The institute's management not only sets targets, but also actively participates in the realization of the goals. These must be backed up with concrete measures and time schedules. In addition, regular internal evaluations are necessary to monitor the achievement of goals and to make necessary adjustments.

### **Which topics have gained in importance in recent years?**

All research topics related to sustainability and resource conservation have gained significantly in importance and attention. In addition to, for example, classic topics in lightweight construction, issues relating to the circular economy, environmental protection and a sustainable energy supply have clearly come into focus.

**Mehr erfahren**  
Learn more

[www.ifam.fraunhofer.de/  
strategieprozess-2022](http://www.ifam.fraunhofer.de/strategieprozess-2022)



#### **Prof. Dr. Bernd Mayer** Kurzvita Short vita

Prof. Dr. Bernd Mayer ist Institutsleiter am Fraunhofer IFAM und Lehrstuhlinhaber für »Polymere Werkstoffe« an der Universität Bremen. Die Forschung seines Institutsbereichs trägt insbesondere zur Entwicklung neuer polymerer Werkstoffe und ressourcenschonender Fertigungsprozesse bei.

Prof. Dr. Bernd Mayer is director at Fraunhofer IFAM and professor for "Polymeric Materials" at the University of Bremen. His institute department contributes in particular to the development of new polymeric materials and resource-saving manufacturing processes.

# Forschung für die nachhaltige Luftfahrt von morgen

## Research for tomorrow's sustainable aviation

### Innovative Fertigungsverfahren für klimaneutrale Flugzeuge

#### Innovative manufacturing processes for climate-neutral aircraft

**Die Luftfahrt in Europa muss bis 2050 klimaneutral sowie nachhaltig sein, und das entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Um dies zu erreichen, müssen ab 2035 klimaneutrale Flugzeuge zur Verfügung stehen. Zentrale Voraussetzung hierfür sind auch neue Materialien und Fertigungsverfahren.**

Aviation in Europe must be climate neutral and sustainable along the entire value chain by 2050. To achieve this, climate neutral aircraft must be available from 2035. New materials and manufacturing processes are also a key prerequisite for this.

Mit dem Ziel einer nachhaltigen Luftfahrt-industrie von morgen forscht das Fraunhofer IFAM gemeinsam mit Partnern in unterschiedlichen Bereichen vom Material über die Fertigungstechnik bis zur Anwendung für klimafreundliche Flugzeuge. Forschungsaktivitäten in diesem Feld umfassen beispielsweise ressourceneffiziente Lackierverfahren, mobile Spannfelder für große Flugzeugstrukturen und neue Montageansätze für Helikopter.

Lackierprozesse von Flugzeugstrukturen sind zentraler Bestandteil der Fertigungskette. Auch im weiteren Lebenszyklus des Flugzeugs spielen diese eine Rolle, da die Lackierung in gewissen Wartungsintervallen sowie im Rahmen von Reparaturen regelmäßig erneuert wird. Im Zusammenhang mit dem vom BMWK geförderten Forschungsprojekt BELLISSIMA sollen sowohl Prozesszeiten

With the aim of creating a sustainable aviation industry of tomorrow, Fraunhofer IFAM is collaborating with partners to conduct research in a variety of areas ranging from material and manufacturing technology to application for climate friendly aircraft. Research activities in this field include, for example, resource efficient painting processes, mobile holding fixtures for large aircraft structures, and new assembly approaches for helicopters.

Painting processes for aircraft structures are a central component of the production chain. They also play a role in the further life cycle of the aircraft, as the paint is regularly renewed at certain maintenance intervals and as part of repairs. In context of the BELLISSIMA research project funded by the BMWK, both process times and paint quantities are to be reduced by means of demand-oriented digitized laser paint stripping, automated pretreatment processes and edge-sharp painting processes.



**Die klimafreundliche Luftfahrt von morgen benötigt neue Werkstoffe und Fertigungstechnologien.«**  
**Tomorrow's climate-friendly aviation will require new materials and manufacturing technologies.«**

als auch eingesetzte Lackmengen durch eine bedarfsgerechte digitalisierte Laser-Entlackung, automatisierte Vorbehandlungsprozesse und kantenscharfe Lackierprozesse reduziert werden.

Nebenzeiten in der Flugzeugfertigung und -montage sind zu einem großen Teil auf Handhabungs- und Ausrichtprozesse in Fertigungsanlagen zurückzuführen. Sie verlängern die Durchlaufzeiten unnötig und machen die Fertigungskette hierdurch auch ökologisch betrachtet ineffizienter. Im Rahmen des vom BMWK geförderten Verbundprojekts UniFix entwickelte das Fraunhofer IFAM mit Kooperationspartnern ein mobiles Spannfeld, das Flugzeugstrukturbauteile flexibel aufnimmt, formgebend exakt ausrichtet und automatisiert zwischen Produktionsanlagen transportiert. So lässt sich Produktivität, Effizienz und Wirtschaftlichkeit signifikant steigern.

Non-productive times in aircraft manufacturing and assembly are significant due to handling and alignment processes in production lines. They thus unnecessarily extend throughput times and make the production chain more inefficient, also from an ecological point of view. As part of the UniFix joint project funded by the BMWK, Fraunhofer IFAM and its cooperation partners have developed a mobile holding fixture which flexibly picks up aircraft structural components, aligns them precisely in terms of shape and transports them automatically between the work stations. This significantly increases productivity, efficiency, and cost-effectiveness.

# Effizienzsteigernde Flow-Line-Fertigung von CFK-Großbauteilen

## Efficiency-enhancing flow-line production of large CFRP components

Ein Meilenstein in Richtung agile Produktionstechnologien für gewichtsreduzierende CFK-Großstrukturen im 1:1-Maßstab für den Flugzeugbau ist das Ergebnis des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderten Verbundprojekts »UniFix«: ein mobiles Spannfeld, das Bauteile, wie Seitenleitwerke oder Landeklappen, von bis zu acht Metern Länge flexibel aufnehmen, formgebend exakt ausrichten und automatisiert zwischen den Produktionsanlagen transportieren kann. So lässt sich z. B. eine Bearbeitungsanlage von zeitaufwendigen, nichtwertschöpfenden Nebentätigkeiten erheblich entlasten, da das Spannfeld im Vorfeld mit dem exakt ausgerichteten Großbauteil verschiedene Prozessstationen passiert, an denen vorbereitende Arbeiten parallel und simultan erfolgen können.

Die Vorteile der fließenden Fertigung liegen vor allem in der Reduktion von manuellen Handlingsoperationen und Nebenzeiten. Dazu kommen Effizienzsteigerungen durch Spezialisierung der einzelnen Anlagen, verringerte Durchlaufzeiten aufgrund harmonisierter Taktzeiten sowie eine damit einhergehende Reduktion von Pufferbeständen und schnellere Reaktion auf Prozessabweichungen.

A milestone in terms of agile production technologies for weight-reducing large CFRP structures on a 1:1 scale for aircraft construction is the result of the joint UniFix project funded by the German Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK): a mobile holding fixture that can flexibly pick up components, such as aircraft tail planes or landing flaps, up to eight meters in length, accurately align them according to shape and automatically transport them between workstations. This allows machining systems to be considerably relieved of time-consuming, non-value-adding secondary activities, as the holding fixture with the precisely aligned large component can pass through various process stations in advance, where preparatory work can be carried out in parallel and simultaneously.

The advantages of flow-oriented manufacturing lie primarily in reducing manual handling operations and non-productive times. In addition, there are efficiency gains through specialization of the individual plants, reduced throughput times due to harmonized cycle times, as well as an associated decrease in buffer stocks and faster reaction to process deviations.



Video ansehen  
Watch video  
<https://s.fhg.de/89K>



Gefördert durch:

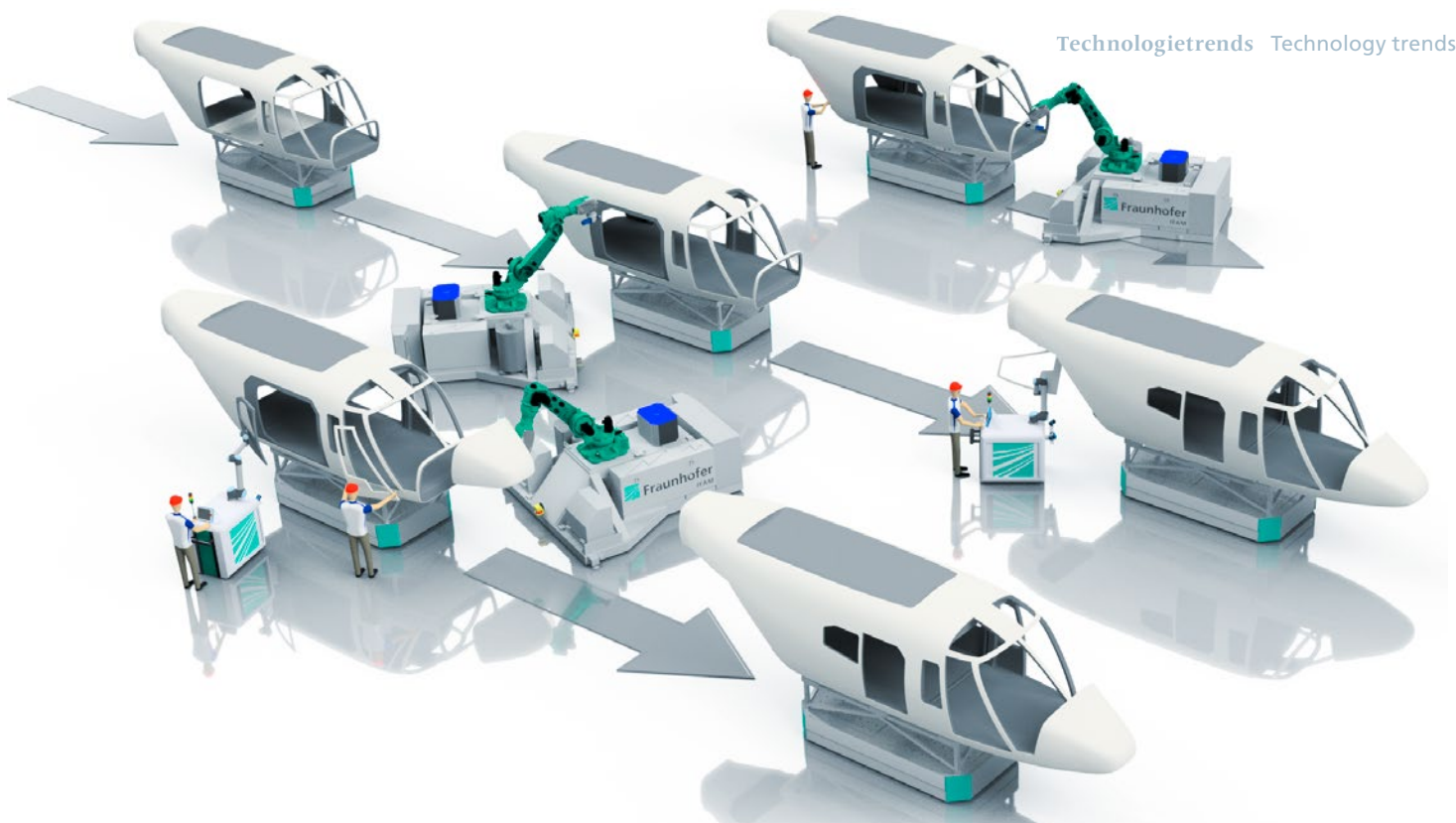


Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Projektleitung  
Project management

**Christoph Brillinger, M.Sc.**  
+49 4141 78707-257  
[christoph.brillinger@ifam.fraunhofer.de](mailto:christoph.brillinger@ifam.fraunhofer.de)



Auch derzeit primär manuell ausgeführte toleranzausgleichende Maßnahmen im Rahmen der Strukturmontage, sogenannte Shim-Prozesse, haben negativen Einfluss auf die Effizienz von Montageanlagen. Ansätze, um dies zu verbessern, werden aktuell in dem vom BMWK geförderten Verbundprojekt COBAIN am Beispiel von Helikopterstrukturen untersucht. Zentraler Ansatz ist eine messtechnische Erfassung der Bauteilgeometrie, die als Input für eine virtuelle Montage genutzt wird, um den individuellen Spalt zwischen den Fügepartnern zu ermitteln. Hierdurch kann ein passgenauer Shim-Prozess erfolgen, der die geometrische Individualität der Fügepartner ausgleicht und sie in einem Zug montierbar macht.

Tolerance-compensating measures in the context of structure assembly, so-called shim processes, which are currently primarily carried out manually, also have a negative influence on the efficiency of assembly systems. Approaches to improve this are currently being investigated in the joint COBAIN project, which is funded by the BMWK and uses helicopter structures as an example. The central approach is a metrological measurement of the component geometry, which is used as input for a virtual assembly to determine the individual gap between the joining partners. This enables a precisely fitting shim process that compensates for the geometric individuality of the joining partners and enables assembly in a single step.

**Autoren Authors:**

*Christoph Brillinger, Nicolai Lützen*

**Mehr erfahren**

Learn more

[www.ifam.fraunhofer.de/nachhaltige-luftfahrt-von-morgen](http://www.ifam.fraunhofer.de/nachhaltige-luftfahrt-von-morgen)



Ihr Kontakt Your contacts

**Dr.-Ing. Simon M. Kothe**  
Geschäftsfeldleiter Luftfahrt  
Head of Business Unit Aviation  
+49 421 2246-582  
simon.kothe@  
ifam.fraunhofer.de

**Dr. Dirk Niermann**  
Bereichsleiter Automatisierung und  
Produktionstechnik  
Head of Automation and  
Production Technology  
+49 4141 78707-101  
dirk.niermann@ifam.fraunhofer.de



Sie sind interessiert? Are you interested?  
Kontaktieren Sie uns! Just contact us!



# Neuartige Anwendungen von PM und AM

## Emerging applications of PM and AM

### Material- und Technologieentwicklungen für die Zukunft

#### Material and technology developments for the future

**Prof. Dr.-Ing.  
Thomas Weißgärber**  
Kurzvita  
Short vita

Prof. Dr.-Ing. Thomas Weißgärber leitet den Standort in Dresden und ist Mitglied der Institutsleitung des Fraunhofer IFAM. 2022 erhielt er den Ruf zur Professur für Pulvermetallurgie an der TU Dresden. Mit seinem Know-how treibt er v.a. die Bereiche Mobilität, Medizintechnik und Energietechnik voran.

Prof. Dr.-Ing. Thomas Weißgärber is head of the Dresden site and a member of the Fraunhofer IFAM institute management. In 2022, he accepted the appointment to the professorship for powder metallurgy at the TU Dresden. With his know-how, he is primarily advancing fields of mobility, medical technology and energy technology.

#### **Wo sehen Sie die Potenziale von Pulvermetallurgie und additiver Fertigung im Speziellen für die Herausforderungen unserer Zeit?**

Die großen Herausforderungen der Energiewende und der Wandel in der Mobilität sowie nicht zuletzt die Anforderungen in der Medizintechnik erfordern neue technische Lösungen unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit und Resilienz. Der Werkstoff- und Fertigungstechnik kommt dabei eine Schlüsselrolle zu. Die spezifischen Freiheitsgrade der Pulvermetallurgie und der additiven Fertigung hinsichtlich Werkstoffvielfalt und Designfreiheit bei der Bauteilgestaltung können und werden innovative Lösungen für die genannten Herausforderungen hervorbringen.

#### **Welche Entwicklungen des Fraunhofer IFAM spielen für Sie dabei eine besondere Rolle?**

Unsere Aktivitäten in der Werkstoffentwicklung und den Fertigungstechnologien konzentrieren sich im Schwerpunkt auf die Bereiche Energie, Mobilität und Medizin. So arbeiten wir intensiv an der Weiterentwicklung der Wasserelektrolyse zur effizienten Herstellung von grünem Wasserstoff. Aber nicht nur die Wasserstoffherstellung, sondern auch die Speicherung wird über den Erfolg einer Wasserstoffwirtschaft entscheiden. Unsere Arbeiten zur Feststoffspeicherung werden hierzu einen Beitrag liefern. Pulvermetallurgische Verbundwerkstoffkonzepte stellen einen Schlüssel für eine hohe

#### **Where do you see the potential of powder metallurgy and additive manufacturing in particular for the challenges of our time?**

The major challenges of the energy transition and the change in mobility, along with the requirements in medical technology, call for new technical solutions that take sustainability and resilience into account. Materials and production technology have a key role to play here. The specific flexibility of powder metallurgy and additive manufacturing regarding material diversity and design freedom in component design can and will produce innovative solutions for the challenges mentioned.

#### **Which developments of Fraunhofer IFAM play a special role for you?**

Our activities in material development and manufacturing technologies mainly focus on the areas of energy, mobility, and medicine. We are working intensively on the further development of water electrolysis for the efficient production of green hydrogen, for example. However, it is not only hydrogen production but also storage that will determine the success of a hydrogen



**Wir entwickeln Lösungen mit Fokus auf Energie, Mobilität und Medizin.«**

**We develop solutions with a focus on energy, mobility and medicine.«**

**Prof. Dr.-Ing. Thomas Weißgärber,**  
Institutsleiter/Director, Fraunhofer IFAM

Speicherichte und für das notwendige thermische Management bei der Hydrierung und Dehydrierung dar. Zunehmend in den Blickpunkt tritt die Abwärmenutzung. Dies adressieren wir mit Arbeiten zu Wärmespeichern und Thermoelektrik. In der Mobilität sind Entwicklungen von Leichtbauwerkstoffen zu nennen, z. B. zur Verschleißreduktion und damit für eine Lebensdauererhöhung von Bremssystemen oder zur Schwingungsreduktion u. a. im Maschinenbau.

**Das Fraunhofer IFAM möchte mit der Konferenz EMATec 2023 erstmals die internationalen Aktivitäten in diesem Bereich zusammenbringen. Weshalb sollte man diese Veranstaltung in Dresden nicht verpassen?**

Mit der EMATec soll ein regelmäßiges Forum geschaffen werden, bei dem der interdisziplinäre Austausch zwischen Anwendern, Produzenten und Entwicklung gefördert wird und eine Keimzelle für innovative pulvermetallurgische Lösungen der Zukunft geschaffen wird. Seien Sie Teil dieses Austausches. Ich freue mich auf Ihr Kommen.

economy. Our work on solid-state storage will contribute to this. Powder metallurgical composite concepts are a key for high storage density and for the necessary thermal management during hydrogenation and dehydrogenation. Increasing attention is being paid to waste heat utilization. We are addressing this with work on heat storage and thermoelectrics. In the field of mobility, developments in lightweight materials are worth mentioning, e.g., for reducing wear and thus increasing the service life of braking systems or for reducing vibrations in mechanical engineering.

**With the EMATec 2023 conference, Fraunhofer IFAM would like to bring together international activities in this field for the first time. Why should this event in Dresden not be missed?**

The aim of EMATec is to create a regular forum that promotes interdisciplinary exchange between users, manufacturers and development and creates a nucleus for innovative powder metallurgical solutions of the future. Be part of this exchange. I look forward to seeing you there.

**Mehr erfahren**  
Learn more

[www.ifam.fraunhofer.de/  
neuartige-anwendungen-pm-am](http://www.ifam.fraunhofer.de/neuartige-anwendungen-pm-am)



# Wärmenetze für eine nachhaltigere Wärmeversorgung

## Heat networks for a more sustainable heat supply

### Verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien durch Fernwärme

#### Increased use of renewable energies through district heating

**Für die Energiewende spielt das Thema Wärme eine große Rolle. Im Vergleich zu dezentralen Heizungsanlagen ermöglicht eine zentrale Wärmeerzeugung im Verbund mit einem Wärmenetz die Einbindung von erneuerbaren Wärmequellen und ist insbesondere in verdichteten Stadtgebieten eine kostengünstige Alternative. Die Planung und der Ausbau der leitungsgebundenen Wärmeversorgung hat eine entsprechend hohe Relevanz für die Energiewende.** District heating plays a major role in the energy transition. Compared to decentralized heating systems, centralized heat generation in conjunction with a heat network enables the integration of renewable heat sources and is a cost-effective alternative, especially in densely populated urban areas. Planning and expanding of the piped heat supply is therefore essential for the energy transition.

Der Wärmesektor ist energieintensiv und ein zentraler Faktor für die Erreichung der Klimaschutzziele. Leitungsgebundene Wärmenetze weisen zahlreiche Vorteile auf, die für eine zukunftsfähige Wärmeversorgung notwendig sind. Insbesondere ermöglichen sie eine gesteigerte Effizienz und den stärkeren Einsatz erneuerbarer Energieträger in der Wärmeversorgung und leisten damit einen Beitrag zur Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes bzw. zum Erreichen der Klimaneutralität.

The heating sector is energy-intensive and a key factor in achieving climate protection targets. Piped heat supplies have numerous advantages that are necessary for a sustainable heat supply. They enable increased efficiency and greater use of renewable energy sources in heat supply, thus contributing to reducing CO<sub>2</sub> emissions or achieving climate neutrality.







**Wärmenetze ermöglichen die effiziente Einbindung von erneuerbaren Energien und Abwärmepotenzialen.«**

**Heat networks enable the efficient integration of renewable energies and waste heat potentials.«**

**Zu den Vorteilen von Fernwärmenetzen zählen u. a.:**

- Nutzung von Abwärmepotenzialen (Industrie, Abwasser) und Kraft-Wärme-Kopplung
- Großskalige Einbindung natürlicher Wärmequellen, z. B. durch (Groß-)Wärmepumpen (Luft, Geothermie, Gewässer)
- Effiziente Wärmebereitstellung in hochverdichteten Regionen bei geringem Platzbedarf
- Einfache (sukzessive) Umstellung auf erneuerbare Energieträger bei geringeren Investitionskosten
- Unterstützung von Sektorenkopplung durch Speicherpotenziale

**The advantages of district heating networks include:**

- Utilization of waste heat potentials (industry, waste water) and combined heat and power generation
- Large-scale integration of natural heat sources, e.g. through (large-scale) heat pumps (air, geothermal, water)
- Efficient heat supply in high-density regions with low space requirements
- Easy step-by-step conversion to renewable energy sources with lower investment costs
- Support of sector coupling through storage potentials

**Effiziente Wärmenetze mithilfe von Potenzialanalysen etablieren**

Um einen wirtschaftlichen Betrieb von Wärmenetzen zu gewährleisten, ist die Planung hinsichtlich Investitions- und Betriebskosten enorm wichtig. Die Anzahl der Anschlüsse sowie die mögliche Absatzmenge im Verhältnis zum notwendigen Leitungsausbau im Versorgungsgebiet sind dabei entscheidende Faktoren. Vor dem Hintergrund der aktuellen Umstrukturierungen am Wärmemarkt sind daher Potenzialanalysen von großer Bedeutung. Hier unterstützt das Fraunhofer IFAM mit einem umfangreichen Angebot auf kleinräumiger Ebene unter Einbindung





## Mehr erfahren

Learn more

[www.ifam.fraunhofer.de/  
waermetze-nachhaltigere-  
waermeversorgung](http://www.ifam.fraunhofer.de/waermetze-nachhaltigere-waermeversorgung)



geografischer Informationssysteme z. B. mit Bestands- und Potenzialanalysen, Berechnungen von Wärmegestehungskosten, Definition von Vorranggebieten sowie der Erarbeitung eines Zielszenarios in Hinblick auf Klimaneutralität.

Diese Analysen erfüllen die Ansprüche einer kommunalen Wärmeplanung. Erkenntnisse aus den Analysen werden in eine Wärmewendestrategie überführt und Empfehlungen abgeleitet. Dementsprechend ist eine durchgehend kompetente Unterstützung zur Ableitung gegeben, von der Bestandsanalyse bis zum Entwickeln der Wärmewendestrategie.

Den Weg zu einer nachhaltigeren und vorausschauenden Wärmeversorgung unterstützen unsere Expertinnen und Experten durch ihre ganzheitliche Betrachtung der Potenziale eines Aus- oder Neubaus leitungsgebundener Wärmeversorgung sowie Einbindungsmöglichkeiten regenerativer Wärmequellen.

### **Autoren Authors:**

*Felix Horch, André Schlott,  
Hannes Kuhlmann*

## **Establishing efficient heating networks with the help of potential analyses**

To ensure the economic operation of heating networks, planning is enormously important with regard to investment and operating costs. The number of connections as well as the possible sales volume in relation to the necessary pipeline expansion in the supply area are decisive factors. In view of the current restructuring of the heating market, potential analyses are of immense importance. Fraunhofer IFAM with a comprehensive range of services at the small-scale level using geographic information systems, such as inventory and potential analyses, calculations of heat production costs, definitions of priority areas, and the development of a target scenario for climate neutrality.

These analyses meet the requirements of district heat planning. Researchers transfer the findings from the analyses into a heat transition strategy and derive recommendations. They provide competent support throughout, from the analysis of the existing situation to the development of the heat transition strategy.

Our experts support the path to a more sustainable and forward-looking heat supply by taking a holistic view of the potential of expanding or building new piped heat supply systems and integrating renewable heat sources.



### Ihr Kontakt Your contacts

**Dr.-Ing. Florian Sayer**  
Geschäftsfeldleiter Energie  
Head of Business Unit Energy  
+49 421 2246-640  
[florian.sayer@ifam.fraunhofer.de](mailto:florian.sayer@ifam.fraunhofer.de)

**Karen Janßen**  
Gruppenleiterin  
Energiesystemanalyse  
Group Manager Energy System  
Analysis  
+49 421 2246-7024  
[karen.janssen@ifam.fraunhofer.de](mailto:karen.janssen@ifam.fraunhofer.de)



Sie sind interessiert? Are you interested?  
Kontaktieren Sie uns! Just contact us!

## Innovative Deckenelemente verbessern Dynamik von Flächenheizungen

### Innovative ceiling elements improve dynamics of surface heating systems

Im Projekt Hybrid-FHKL wurde ein neuartiges Flächenheiz- und -kühlsystem entwickelt, welches zusätzlich Funktionen der Luftkonditionierung übernimmt. Durch den Einsatz zellulärer metallischer Strukturen konnte die Temperaturwelligkeit an der Oberfläche deutlich verbessert werden. Durch integrierte Lüftungskanäle kann die Frischluft für den Raum lokal vorkonditioniert werden, um globale und lokale Behaglichkeitskriterien einzuhalten. Demonstratoren wurden gebaut und mittels numerischer Simulationen und experimenteller Untersuchungen evaluiert. Der Funktionsnachweis des hybriden Elements wurde erbracht und es wurde zu bestehenden Systemen energetisch eingeordnet. Im beantragten Nachfolgeprojekt Hybrid-FHKL-Praxis werden die hybriden Elemente einem Feldtest unter realen Bedingungen unterzogen. Der Feldtest findet in den Räumen des Fraunhofer IFAM in Dresden statt und soll belastbare Aussagen zur Systemintegration des Elements und dessen Einfluss auf das Raumklima durch Bewertungen der Raumnutzerinnen und -nutzer liefern.

In the Hybrid-FHKL project, a new type of surface heating and cooling system was developed, which also performs air conditioning functions. By using cellular metallic structures, the temperature ripple at the surface could be significantly improved. Integrated ventilation channels allow fresh air to be locally preconditioned for the space to meet global and local comfort criteria. Researchers built and evaluated demonstrators using numerical simulations and experimental investigations. They provided functional proof of the hybrid element was provided, and it and classified it energetically to existing systems. In the requested follow-up project Hybrid-FHKL-Praxis, the hybrid elements will be subjected to a field test under real conditions, which will take place at the Fraunhofer IFAM in Dresden. The field test will provide reliable information on the system integration of the element and its influence on the indoor climate based on assessments by the room users.

#### Projektleitung Project management

**Dr.-Ing. André Schlott**

+49 351 2537-435

[andre.schlott@ifam-dd.fraunhofer.de](mailto:andre.schlott@ifam-dd.fraunhofer.de)

# Innovative Offshore-UAS-Lösungen

## Innovative offshore UAS solutions

### Campus zur Entwicklung und Erprobung von Offshore-UAS und deren Einsatzkonzepten

### Campus for the development and testing of offshore UAS and their operational concepts

Der ODCC – Offshore Drohnen Campus Cuxhaven – stellt einen Standort zur gemeinschaftlichen anwendungsorientierten Entwicklung und Erprobung von Offshore-UAS (Unmanned Aircraft System, dt. Drohnen) und deren Einsatzkonzepten dar. Hierbei liegt der Fokus des Fraunhofer IFAM auf Fragestellung der Wartung und Inspektion sowie Instandhaltung und Überwachung wichtiger maritimer Strukturen einschließlich regulatorischer Rahmenbedingungen. The ODCC — Offshore Drone Campus Cuxhaven — is a location for the joint application-oriented development and testing of offshore UAS (Unmanned Aircraft Systems) and their operational concepts. The focus of Fraunhofer IFAM is on questions of maintenance and inspection, as well as monitoring of important maritime structures including regulatory framework conditions.

Ziel des Offshore Drohnen Campus Cuxhaven (ODCC) ist es, das große, bisher ungenutzte Potenzial für unbemannte Luftfahrtsysteme (UAS) bei der Substitution von manuellen Arbeiten im maritimen Dienstleistungssektor (z.B. Inspektionen, Vermessungen, Wartungen, Reparaturen, Transporten) auszuschöpfen. Autonome Langzeitinspektionen durch UAS an beispielsweise Offshore-Windenergieanlagen können erhebliche Kostensenkungen erzielen. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Steigerung der Nachhaltigkeit bei der Energieerzeugung durch Einsatz elektrisch angetriebener Fluggeräte im Gegensatz zu bemannten Helikoptern mit Verbrennungsmotor. Um dieses Ziel zu erreichen, werden am neuen Standort des Fraunhofer IFAM in Cuxhaven verschiedene Aspekte zur Umsetzung adressiert.

#### Lösungen für maßgeschneiderte Missionen

Um den individuellen Anforderungen gerecht zu werden, muss das UAS missionsabhängig konfiguriert und die Möglichkeiten der Energieversorgung untersucht werden. Dabei ist die Gegenüberstellung von Batteriesystemen, Verbrennungsmotoren (Treibstoffhybrid-Antrieb) und Brennstoffzellen (Wasserstoffhybrid-Antrieb) von großem Interesse.

The goal of the Offshore Drone Campus Cuxhaven (ODCC) is to exploit the large, yet untapped potential for unmanned aerial systems (UAS) in substituting manual work in the maritime service sector (e.g., inspections, surveys, maintenance, repairs, transports). Autonomous long-term inspections by UAS on offshore wind turbines, for example, can achieve significant cost reductions. Another important point is to increase sustainable energy production by using electrically powered aircraft instead of manned helicopters with combustion engines. To achieve this goal, various aspects are being addressed for implementation at the new Fraunhofer IFAM site in Cuxhaven.

#### Solutions for customized missions

In order to meet the individual requirements, it is important to configure the UAS depending on the mission and investigate the various options for energy supply. Here, the focus is on comparing battery systems, combustion engines (fuel hybrid propulsion) and fuel cells (hydrogen hybrid propulsion).

In the field of components, fault-tolerant drive systems have to enable safe maneuvering due to the demanding offshore conditions. Functioning material protection concepts are



Autonome Systeme sind ein wichtiger Beitrag zur nachhaltigen Energieerzeugung.«

Autonomous systems are an important contribution to sustainable energy production.«

N  
34

# Vereisungsschutz von Windenergieanlagen mithilfe von Drohnen

## Using drones to protect wind turbines against icing

Vereisung ist ein wesentliches Problem für die reibungslose Funktionalität von Windenergieanlagen. Wenn z. B. Rotorblätter vereisen, führt das zu massiven Ertragseinbußen sowie zu Verschleiß und Gefährdung von Menschen in der Nähe der Anlagen. Im Projekt TURBO wird das Auftragen eines temporären Vereisungsschutzes mittels einer Drohne erforscht. Ziel ist es, Drohnen für Inspektions-, Wartungs- und Reparaturarbeiten mit geringem Aufwand effektiv einzusetzen. Neben diesem konkreten Anwendungszweck werden die Grundlagen für mobile Beschichtungseinrichtungen bei weiteren Anwendungen für zum Teil schwer zugängliche Bereiche gelegt. Der Fokus der Arbeiten am Fraunhofer IFAM liegt auf den Wechselwirkungen aus Drohnenflug (z. B. Stabilität, Positionsgenauigkeit, Rotorenabwind), robuster Auftragstechnik (z. B. Gewicht, Mechanismus) sowie Materialeigenschaften (z. B. Umweltverträglichkeit, Viskosität, Anti-Eis-Funktion).

Icing is a major problem for the proper functioning of wind turbines. If rotor blades ice up, for example, this leads to massive yield losses as well as causing wear and tear and endangering people in the vicinity of the turbines. The TURBO project researches the application of temporary anti-icing protection using drones. The goal is to effectively use drones for inspection, maintenance and repair work with little effort. In addition to this specific application, the project lays the foundation for mobile coating equipment in other applications for difficult-to-access areas. The work at Fraunhofer IFAM focuses on the interactions of drone flight (e.g., stability, positional accuracy, rotor downwind), robust application technology (e.g., weight, mechanism) and material properties (e.g., environmental compatibility, viscosity, anti-icing function).

### Projektleitung Project management

**Marcel Sieben**

+49 421 2246-7412

marcel.sieben@ifam.fraunhofer.de

Vorhaben-Nr./Project number:

21718 N

Antrags-Nr./Application number:

N06535/20

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Im Bereich der Komponenten ist es wichtig, dass hier aufgrund der anspruchsvollen Offshore-Bedingungen fehlertolerante Antriebssysteme ein sicheres Manövrieren ermöglichen. Funktionierende Materialschutzkonzepte sind essenziell, damit elektrische Komponenten sowie Konstruktionsbauteile der stetigen Salzfracht, der hohen Luftfeuchtigkeit sowie der UV-Belastung standhalten können. Auch die Kompatibilität der Endeffektoren und Sensorsysteme mit dem Offshore-UAS wird erforscht.

Für den sicherheitsbasierten Ansatz der kommerziellen Anwendung von Offshore-UAS ist eine kontinuierliche Flugüberwachung und eine jederzeit sichergestellte Flugsteuerung von höchster Bedeutung. Darin inbegriffen sind z. B. Ansätze für Kollisionsvermeidungssysteme, redundante Kommunikations- und Steuerungseinheiten, Navigation entlang einer Struktur unter variablen Umweltbedingungen und Landen auf (automatisierten) schwimmenden Plattformen.

### Cuxhaven idealer Standort für Forschungsarbeiten

Der Campus in Cuxhaven, dem Zentrum der deutschen Offshore-Industrie, bündelt Kompetenzen von Industrie und Forschungseinrichtungen »unter einem Dach«. Neben Flugerprobungs-, Büro- und Werkstattflächen für z. B. elektrotechnische Arbeiten steht auch ein 3D-Drucker zur Verfügung, um eine schnelle Prototypenfertigung u. a. von Endeffektoren umzusetzen.



essential to ensure that electrical and structural components can withstand the constant salt load, high humidity and UV exposure. The compatibility of the end effectors and sensor systems with the offshore UAS is also being researched.

For the safety-based approach to commercial application of offshore UAS, continuous flight monitoring and guaranteed flight control is of paramount importance. This includes solutions for collision avoidance systems, redundant communication and control units, navigation along a structure under variable environmental conditions and landing on (automated) floating platforms.

### Cuxhaven is ideal location for research

The campus in Cuxhaven, the center of the German offshore industry, bundles expertise of industry and research institutions "under one roof". In addition to flight test, office, and workshop space for electrical engineering work for example, a 3D printer is also available to implement rapid prototype production, including end effectors.

### Mehr erfahren

Learn more

[www.ifam.fraunhofer.de/innovative-offshore-uas-loesungen](http://www.ifam.fraunhofer.de/innovative-offshore-uas-loesungen)



### Ihr Kontakt Your contacts

#### Dipl.-Phys. Kai Brune

Leiter Qualitätssicherung und  
Cyber-Physische Systeme  
Head of Quality Assurance and  
Cyber-Physical Systems  
+49 421 2246-459  
kai.brune@ifam.fraunhofer.de

#### Dr. Hanno Schnars

Geschäftsfeldleiter Maritime  
Technologies  
Head of Business Unit Maritime  
Technologies  
+49 421 2246-7376  
hanno.schnars@ifam.fraunhofer.de



Sie sind interessiert? Are you interested?  
Kontaktieren Sie uns! Just contact us!





# Geringeres Risiko nach herzchirurgischen Operationen

## Reduced risk after cardiac surgery

### Selbstaflösende Schrittmachersonden sollen herkömmliche Sonden ersetzen

Resorbable pacing leads to replace conventional leads

Im Projekt »Resorbable Molybdenum Temporary Cardiac Electrodes«, kurz ReMoTe CarE, entwickeln Forschende des Fraunhofer IFAM gemeinsam mit der medizinischen Fakultät der TU Dresden selbstaflösende Schrittmachersonden. Mit diesem neuartigen Ansatz können die Risiken nach herzchirurgischen Operationen deutlich reduziert werden. In the "Resorbable Molybdenum Temporary Cardiac Electrodes" project or short ReMoTe CarE, researchers of Fraunhofer IFAM together with the Faculty of Medicine Carl Gustav Carus, TU Dresden, are developing resorbable pacing leads. This novel approach can significantly reduce risk factors after cardiac surgery.





**Molybdän bringt mehrere große Vorteile mit sich.«**

**Molybdenum brings several great advantages.«**

Häufig treten nach herzchirurgischen Operationen Herzrhythmusstörungen auf. Diese werden klassisch mit externen Schrittmachern und vorübergehend auf der Herzoberfläche aufgenähten (epikardialen) Schrittmachersonden behandelt. Das birgt per se mehrere Gefahren: Durch das manuelle Herausziehen der herkömmlichen Sonden können Komplikationen auftreten, da die Leitungen mitunter mit dem Gewebe verwachsen. Werden die Sonden gekappt und bleiben im Körper, besteht das Risiko von Infektionen oder Verlagerungen der Reste im Körper, was weitere Operationen erforderlich machen kann.

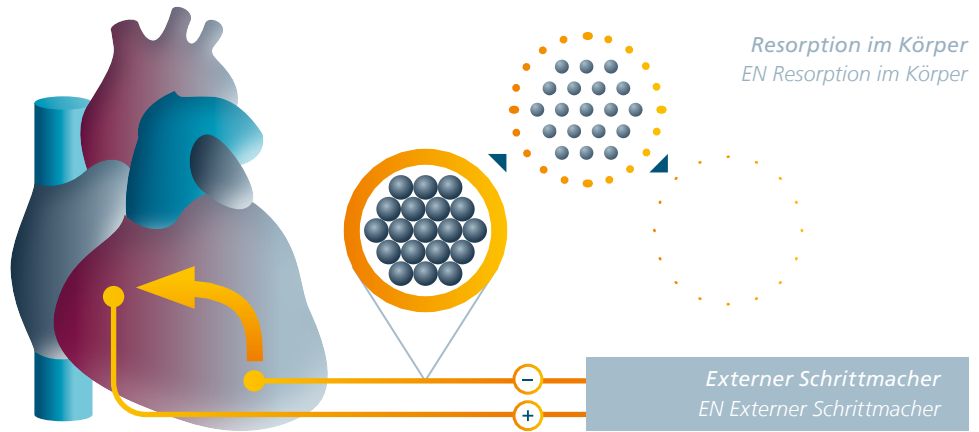
Im Projekt ReMoTe CarE, das vom Else Kröner Fresenius Zentrum für Digitale Gesundheit in Dresden gefördert wird, verfolgen die Forschenden deshalb ein völlig neues Konzept: Bioresorbierbare Schrittmachersonden, die bewusst im Körper verbleiben und sich innerhalb einer bestimmten Zeit auflösen, sollen künftig die herkömmlichen Sonden ersetzen. Als Basis dient das Metall Molybdän, das mehrere Vorteile mit sich

Postoperative cardiac arrhythmias are common after cardiac surgery. They are routinely treated with external pacemakers and temporary pacing leads that are prophylactically implanted at the time of surgery. This is inherently associated with several risks: Manually extracting conventional stainless steel pacing leads can result in complications as the wires can, in some cases, resist extraction due to tissue in-growth. However, if the leads are cut and left in the body, there is a risk of infection and migration. In case of migration, revision surgery may be required.

In the ReMoTe CarE project, which is funded by the Else Kröner Fresenius Center for Digital Health in Dresden, researchers are investigating a completely new approach: In the future, bioresorbable leads that can be left in the body and then disappear by resorption after a defined period are expected to replace conventional leads. This approach is based on the use of the metal molybdenum (Mo), which offers several advantages. Molybdenum degrades uniformly in the body and is biocompatible, as Fraunhofer IFAM and

Im Anschluss an die postoperative Überwachungsperiode von wenigen Tagen können die resorbierbaren Schrittmachersonden im Körper verbleiben und werden langsam abgebaut.

After the postoperative monitoring period, which lasts a few days, the resorbable pacing leads can remain in the body, where they slowly degrade.



**Mehr erfahren**  
**Learn more**

[www.ifam.fraunhofer.de/geringeres-risiko-nach-herzchirurgischen-ops](http://www.ifam.fraunhofer.de/geringeres-risiko-nach-herzchirurgischen-ops)



bringt. Molybdän degradiert gleichmäßig im Körper und es ist biokompatibel, wie das Fraunhofer IFAM und die TU Dresden im Vorgängerprojekt QUA DEMOS zeigten. Zudem hat Molybdän eine hohe mechanische Festigkeit und gute elektrische Leitfähigkeit. Zusätzlich wird es mit ebenfalls abbaubaren Biopolymeren beschichtet, um die elektrischen Leiter vom umgebenden Gewebe zu isolieren.

Am Fraunhofer IFAM werden diese Materialien hinsichtlich ihrer mechanischen, elektrischen und Degradationseigenschaften untersucht und optimiert. Hier entstehen die Demonstratoren – Litzen aus feinen Metalldrähten, die mit den Biopolymeren beschichtet werden. Diese werden dann in präklinischen Studien an der medizinischen Fakultät der TU Dresden erprobt.

Ziel ist es, die bislang mit epikardialen Schrittmachersonden verbundenen Komplikationen zu vermeiden. Damit erfahren nicht nur Patientinnen und Patienten eine große Erleichterung, sondern auch Gesundheitspersonal und Gesundheitssystem könnten erheblich entlastet werden.

TU Dresden have demonstrated in the earlier QUA DEMOS project. Molybdenum also has high mechanical strength and good electrical conductivity. For use in bioresorbable pacing leads, it is coated with resorbable biopolymers to electrically insulate the leads from the surrounding tissue.

Fraunhofer IFAM is testing and optimizing the mechanical, electrical and degradation properties of the materials used. The institute is also responsible for manufacturing the demonstrators — strands of fine metal wires that are coated with biopolymers. The demonstrators are then tested in preclinical studies at the Faculty of Medicine at TU Dresden.

The objective is to avoid the complications associated with non-resorbable pacing leads. This would not only provide great relief to patients but also significantly relieve the burden on both healthcare professionals and the healthcare system.

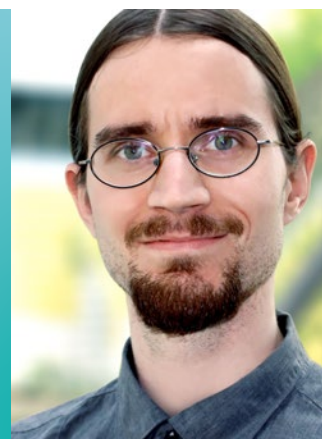
**Autoren Authors:**  
*Dr.-Ing. Georg Pöhle*



**Ihr Kontakt Your contacts**

**Dr. Kai Borcharding, MBA**  
Geschäftsfeldleiter Medizintechnik und Life Sciences  
Head of Business Unit Medical Technology and Life Sciences  
+49 421 2246-678  
[kai.borcharding@ifam.fraunhofer.de](mailto:kai.borcharding@ifam.fraunhofer.de)

**Dr.-Ing. Georg Pöhle**  
Geschäftsfeldleiter Medizintechnik und Life Sciences  
Head of Business Unit Medical Technology and Life Sciences  
+49 351 2537-421  
[georg.poehle@ifam-dd.fraunhofer.de](mailto:georg.poehle@ifam-dd.fraunhofer.de)



Sie sind interessiert? Are you interested?  
Kontaktieren Sie uns! Just contact us!

## Umweltschonende Desinfektion ohne chemische Zusätze

### Environmentally friendly disinfection without chemical additives

Im Rahmen des Projekts »Mobile Desinfektion« (MobDi) entwickelte das Fraunhofer IFAM in Stade einen autonomen Roboter zur automatisierten Reinigung in öffentlichen Verkehrsmitteln. Die vorhandenen unterschiedlichen Materialien und die Beschaffenheit der zu reinigenden Objekte stellten eine große Herausforderung dar. Innerhalb des Forschungsverbunds wurde die Wirksamkeit verschiedener Reinigungswerkzeuge untersucht. Das vom Fraunhofer IFAM eingesetzte automatisierte Dampf-Saug-Verfahren mit 180 °C heißem Trockendampf und sofortigem Entfernen der angelösten Verunreinigungen weist abhängig vom Material eine Dekontamination von bis zu 99,9 Prozent auf. Es kommt Leitungswasser ohne jegliche chemische Zusatzstoffe zum Einsatz. Die Entwicklung des modular konzipierten Roboters erlaubt eine flexible Adaption und damit eine bedarfsgerechte Auswahl verschiedener Reinigungstechnologien. Eine wirtschaftliche Betrachtung des Forschungsprototyps zeigt zudem, dass sich der Reinigungsroboter mit den aktuellen manuellen Reinigungstätigkeiten messen kann.

As part of the "Mobile Disinfection" (MobDi) project, Fraunhofer IFAM in Stade, Germany, developed an autonomous robot for automated cleaning in public transport vehicles. The existing different materials and the characteristics of the objects to be cleaned were a great challenge. Within the research network, the effectiveness of different cleaning tools was investigated. The automated steam-suction method used by Fraunhofer IFAM, which uses dry steam at 180 °C and immediately removes the loosened contaminants, has a decontamination rate of up to 99,9 percent, depending on the material. Tap water is used without any chemical additives. The development of the modularly designed robot allows flexible adaptation and thus a demand-oriented selection of different cleaning technologies. An economic analysis of the research prototype also shows that the cleaning robot can compete with current manual cleaning activities.



Projektleitung Project management

**Dipl.-Ing. Björn Reichel**  
+49 4141 78707-207  
bjoern.reichel@ifam.fraunhofer.de

**Video ansehen**  
Watch video

<https://s.fhg.de/FuEMobDiStade>





**Innovative Materialien sind essenziell für Bedarfe über und unter Wasser.«**

**Innovative materials are essential for applications above and below water.«**

# Neue Materialien für den Gebrauch in maritimer Umgebung

## New materials for use in maritime environments

### Kleb- und Dichtstoffe für Anwendungen an Land und unter Wasser Adhesives and sealants for applications on land and under water

Das Fraunhofer IFAM forscht in Helgoland im Rahmen des BMBF-geförderten Projekts TransHyDE an der Entwicklung und dem Einsatz von neuen Materialien für den Transport und die Lagerung von grünem Wasserstoff und dessen Trägermedium. In einem anderen Projekt wird das Fraunhofer IFAM zum Thema »Steigerung der Festigkeit und Dauerhaftigkeit von Stahlklebungen im Offshore-Bereich« ebenfalls vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

Fraunhofer IFAM is conducting research in Helgoland on the development and use of new materials for the transport and storage of green hydrogen and its carrier medium. The German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) is also funding another Fraunhofer IFAM project on the topic of "Increasing the strength and durability of steel bonds in the offshore sector".

#### Technologien für den Wasserstofftransport

Im Leitprojekt TransHyDE werden Technologien zum Transport von Wasserstoff vorangetrieben. Modellhaft wird der Wasserstofftransport von einer Offshore-Windenergieanlage (OWEA) bis zum Abnehmer auf dem Festland geplant, wobei zwischen der Insel Helgoland und dem Hamburger Hafen ein organisches Trägermaterial (LOHC) für den Transport eingesetzt wird. Neben den beteiligten Unternehmen und der Gemeinde Helgoland wirkt das Fraunhofer IFAM als Forschungspartner mit und befasst sich mit diversen Aufgabenstellungen, wie z. B. mit Untersuchungen, um mit neuartigen Beschichtungen einen Korrosions- und Bewuchsschutz von OWEA umweltfreundlicher zu ermöglichen. Barrierebeschichtungen sollen die Wasserstoffdiffusion reduzieren. Ein Prüfsystem hinsichtlich Wasserstoffversprödung wird aufgebaut. Basierend auf den Herausforderungen zur Beständigkeit gegenüber dem LOHC-Medium, Wasserstoff und Druck konnten Kleb- und Dichtstoffe ausgewählt werden.

#### Technologies for hydrogen transportation

The TransHyDE lead project advances technologies for the transport of hydrogen. The model plans hydrogen transport from an offshore wind turbine generator OWTG to the customer on the mainland, using an organic carrier material (LOHC) is used for the transport between the island of Helgoland and the port of Hamburg. In addition to the companies participating and the municipality of Helgoland, Fraunhofer IFAM is involved as a research partner working on various tasks, such as investigations to enable more environmentally-friendly corrosion and fouling protection of using new types of coatings. Barrier coatings aim to reduce hydrogen diffusion. A test system regarding hydrogen embrittlement will be established. Adhesives and sealants could be selected based on their resistance to the LOHC medium, hydrogen and pressure. To test their resistance they are aged in the medium, followed by adhesion tests. The scientists also develop bonding concepts for reliable implementation in the field. This will provide a basic building block



# Forschungsschiff »Joseph von Fraunhofer« – mobil und vernetzt forschen

## Research vessel “Joseph von Fraunhofer” — mobile and networked research

**Seit August 2021 hat das Fraunhofer IFAM das Forschungsschiff der Fraunhofer-Gesellschaft, die »Joseph von Fraunhofer« übernommen.**

Dadurch ist das Institut in der Lage, unabhängig und ohne lange Vorlaufzeiten Forschungstätigkeiten im Testfeld vor Helgoland und in den küstennahen Gewässern der deutschen Nordsee durchzuführen. Es besitzt modernste Navigationstechnik und hat eine Reichweite von 300 Seemeilen. Durch die hohe Flexibilität des Schiffes ist es möglich, verschiedenste Forschungsarbeiten durchzuführen. An Bord befinden sich ein Werkstattraum, ein Lastkran mit einer Hublast von bis zu 450 kg sowie ein Tenderboot. Durch zwei Antriebsmaschinen sowie die Bug- und Heckstrahlruder ist das Schiff äußerst manövrierfähig. Zudem bietet die breite Plattform am Heck gute Ein- und Ausstiegsmöglichkeiten für Taucher. Vorteilhaft ist ebenfalls die weitgehende Konstruktion aus GFK-Materialien zur Vermeidung von weichmagnetischen Störungen auf sensible Messsysteme, z. B. in UAS.

**Projektleitung** Project management

**Sven Scharf**

+49 160 97734313

sven.scharf@ifam.fraunhofer.de



**In August 2021, Fraunhofer IFAM took over the “Joseph von Fraunhofer” research vessel of the Fraunhofer-Gesellschaft.**

This enables the institute to conduct research activities independently and without long lead times in the test field off Helgoland and in the coastal waters of the German North Sea. It is equipped with state-of-the-art navigation technology and has a range of 300 nautical miles. Due to the high flexibility of the vessel, it is possible to carry out a wide range of research activities. The vessel is equipped with a workshop, a cargo crane with lifting capacity of up to 450 kg and a tender boat. Two propulsion engines as well as bow and stern thrusters make the ship extremely maneuverable. In addition, the wide platform at the stern offers good entry and exit possibilities for divers. Another advantage is the largely GRP construction to avoid soft magnetic interference on sensitive measurement systems, e.g., UAS.

Zur Prüfung ihrer Beständigkeit laufen Auslagerungen im Medium mit anschließenden Untersuchungen der Haftung. Weiterhin werden Klebkonzepte für eine sichere Umsetzung im Feld erarbeitet. Damit wird ein Grundbaustein zum Kleben und Dichten von Tanks und Peripherie für einen sicheren Prozess geschaffen. Der Zustand der Tanks und des LOHC soll automatisiert überwacht werden. Ein Demonstrator wurde für ein neues LOHC-Tankkonzept errichtet, mit dem der Raumbedarf um 40 Prozent reduziert wird – wesentlich für Standorte wie Helgoland.

### Kleben unter Wasser

An maritimen Strukturen wird für eine nachträgliche Montage und für Reparaturarbeiten von Sekundärelementen auch geklebt. Dafür wurde ein neues Verfahren zur Injektion von Klebstoff in verschiedenen Beanspruchungszonen (Spritz-, Wechsel- und Unterwasserzone) entwickelt. Dafür wurden Haltersysteme verschiedener Durchmesser betrachtet. Ein Halter ist mit einer Ein- und einer Auslassbohrung für den Klebstoff ausgelegt. Der Klebstoff wird so lange injiziert, bis er aus dem Auslass austritt. Damit wird die vollständige Füllung der Kavität zwischen den Fügepartnern sichergestellt. Schnelle Handhabungsfestigkeit kann mittels thermischer Schnellhärtung erfolgen.

for bonding and sealing tanks and peripherals to ensure safe processes. The condition of the tanks and the LOHC will be monitored automatically. A demonstrator has been built for a new LOHC tank concept that reduces space requirements by 40 percent — essential for sites such as Helgoland.

### Adhesive bonding under water

On maritime structures, adhesive is also used for retrofits and for repairs on secondary elements. Researchers developed a new method for injecting adhesive in different stress zones (splash, tidal and immersed zone) and considered holder systems of different diameters for this purpose. A holder is designed with an inlet and an outlet hole for the adhesive. After adhesive injection, the cavity between the holder and surface joining partners is filled as soon as adhesive flows out of the outlet. Fast thermal curing then quickly achieves handling strength.

### Autoren Authors:

*Dr. Olaf Hesebeck, Amelie Knape,  
Dr. Heinrich Kordy*

**Mehr erfahren**  
Learn more

[www.ifam.fraunhofer.de/neue-materialien-in-maritimer-umgebung](http://www.ifam.fraunhofer.de/neue-materialien-in-maritimer-umgebung)



### Ihr Kontakt Your contacts

**Dr. Hanno Schnars**  
Geschäftsfeldleiter Maritime  
Technologien  
Head of Business Unit Maritime  
Technologies  
+49 421 2246-7376  
hanno.schnars@  
ifam.fraunhofer.de

**Dr. Oliver Klapp**  
stv. Geschäftsfeldleiter  
Maritime Technologien  
Deputy Head of Business Unit  
Maritime Technologies  
+49 421 2246-479  
oliver.klapp@ifam.fraunhofer.de

Sie sind interessiert? Are you interested?  
Kontaktieren Sie uns! Just contact us!



SEARCH  
SEARCH  
▶TR/01▶RS-7  
//SYS ONLINE  
.....  
FOUND ▶01

▶TR/010N ▶TR/01▶03  
▶TR/010N ▶TR/01▶03

SEARCH  
SEARCH  
▶TR/01▶RS-7  
//SYS ONLINE  
.....  
FOUND ▶01

▶TR/01▶03  
▶TR/01▶03

▶TR/01▶03

▶SEARCH▶TR/01▶03

3



# Institut im Profil

## Profile of the institute

---

▶▶▶▶▶  
▶▶▶▶▶  
▶SEARCH▶TR/01▶03

▶SEARCH▶TR/01▶03  
▶SEARCH▶TR/01▶03

▶RS./011  
▶RS./011

▶RS./0211TR /DN  
▶RS./0211TR /DN

▶RS./011

▶RS./0211TR /DN

SEARCH  
SEARCH  
▶TR/01▶RS/  
//SYS ON: TNE

FOUND ▶01

SEARCH  
SEARCH  
▶TR/01▶RS/  
//SYS ON: TNE

FOUND ▶01



# Die Fraunhofer-Gesellschaft

## The Fraunhofer-Gesellschaft

---

Die Fraunhofer-Gesellschaft mit Sitz in Deutschland ist die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien sowie auf die Verwertung der Ergebnisse in Wirtschaft und Industrie spielt sie eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Als Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen und wissenschaftliche Exzellenz wirkt sie mit an der Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft. Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 76 Institute und Forschungseinrichtungen. Mehr als 30 800 Mitarbeitende, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 3,0 Mrd. €. Davon fallen 2,6 Mrd. € auf den Bereich Vertragsforschung.

The Fraunhofer-Gesellschaft based in Germany 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. A trailblazer and trendsetter in innovative developments and research excellence, it is helping shape our society and our future. Founded in 1949, the Fraunhofer-Gesellschaft currently operates 76 institutes and research units throughout Germany. Over 30,800 employees, predominantly scientists and engineers, work with an annual research budget of €3.0 billion. Fraunhofer generates €2.6 billion of this from contract research.

# Das Fraunhofer IFAM

## Fraunhofer IFAM

1968 gegründet und 1974 in die Fraunhofer-Gesellschaft integriert, ist das Fraunhofer IFAM eine der europaweit bedeutendsten unabhängigen Forschungseinrichtungen auf den Gebieten Klebtechnik, Oberflächen, Formgebung und Funktionswerkstoffe. Im Mittelpunkt stehen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten mit dem Ziel, unseren Kunden zuverlässige und anwendungsorientierte Lösungen zu liefern. Produkte und Technologien adressieren vor allem Branchen mit besonderer Bedeutung für die Zukunftsfähigkeit: Mobilität, Luftfahrt, maritime Technologien, Energie sowie Medizintechnik und Life Sciences. Derzeit bündeln über 700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus 21 Abteilungen und zahlreichen Arbeitsgruppen ihr breites technologisches und wissenschaftliches Know-how in sieben Kernkompetenzen: Metallische Werkstoffe, Polymere Werkstoffe, Oberflächentechnik, Kleben, Formgebung und Komponentenfertigung, Energiespeicher und -wandler sowie Automatisierung und Robotik.

Founded in 1968 and integrated into the Fraunhofer-Gesellschaft in 1974, Fraunhofer IFAM is one of Europe's most important independent research institutes in the fields of adhesive bonding technology, surfaces, shaping and functional materials. The focus is on research and development with the aim of providing our customers with reliable and application-oriented solutions. Products and technologies primarily address industries of particular importance for future viability: mobility, aviation, energy, maritime technologies as well as medical technology and life sciences. Currently, around 700 employees from 21 departments and numerous working groups bundle their broad technological and scientific know-how in seven core competencies: Metallic Materials, Polymeric Materials, Surface Technology, Adhesive Bonding, Shaping and Component Manufacture, Energy Storage and Converters, as well as Automation and Robotics.



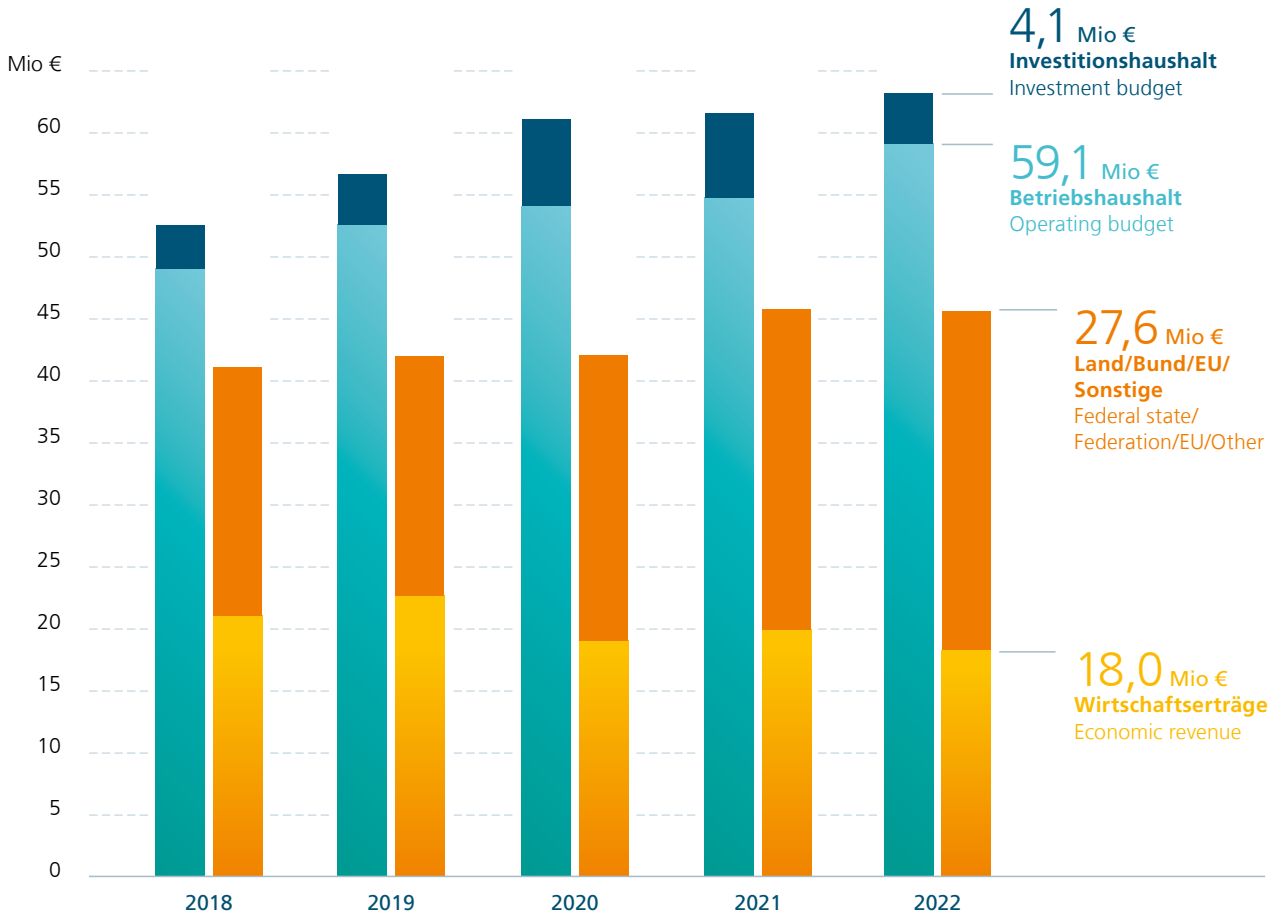
# Das Institut in 2022

## The institute in 2022

Das Fraunhofer IFAM stellte sich auch im Jahr 2022 den Herausforderungen – in dem Bewusstsein, dass wir mit unserer Arbeit einen erheblichen Beitrag zur Stabilisierung der Wirtschaft, ihrer Neuausrichtung und zum Ausbau ihrer Widerstandsfähigkeit leisten werden. Zahlreiche Patenterteilungen sowie Veröffentlichungen sind im vergangenen Jahr gelungen. Darüber hinaus belegen die zahlreichen Organisationen und Teilnahmen an Veranstaltungen sowie der aktive Wissenstransfer und die vielen zukunftsweisenden Ereignisse unser hohes Engagement für die Gesellschaft.

Fraunhofer IFAM continued to rise to the challenges in 2022, in the knowledge that our work will make a significant contribution to stabilizing the economy, reorienting it and building its resilience. A high number of patent grants as well as publications were successful in the past year. In addition, we organized and participated in numerous events, promoted the active transfer of knowledge and many pioneering projects and events — proof of our high level of commitment to society.

**Betriebs- und Investitionshaushalt 2022**  
Operating and investment budget 2022



55

**PATENT-  
ERTEILUNGEN**  
PATENT GRANTS

>30

84

**PROMOTIONS-  
VERFAHREN**

DOCTORAL PROCEDURES

56

**LEHRVERANSTALTUNGEN**

TEACHING COURSES

>170

**VERÖFFENTLICHUNGEN**  
PUBLICATIONS

2

**MESSEN/  
VERANSTALTUNGEN**  
TRADE FAIRS/EVENTS

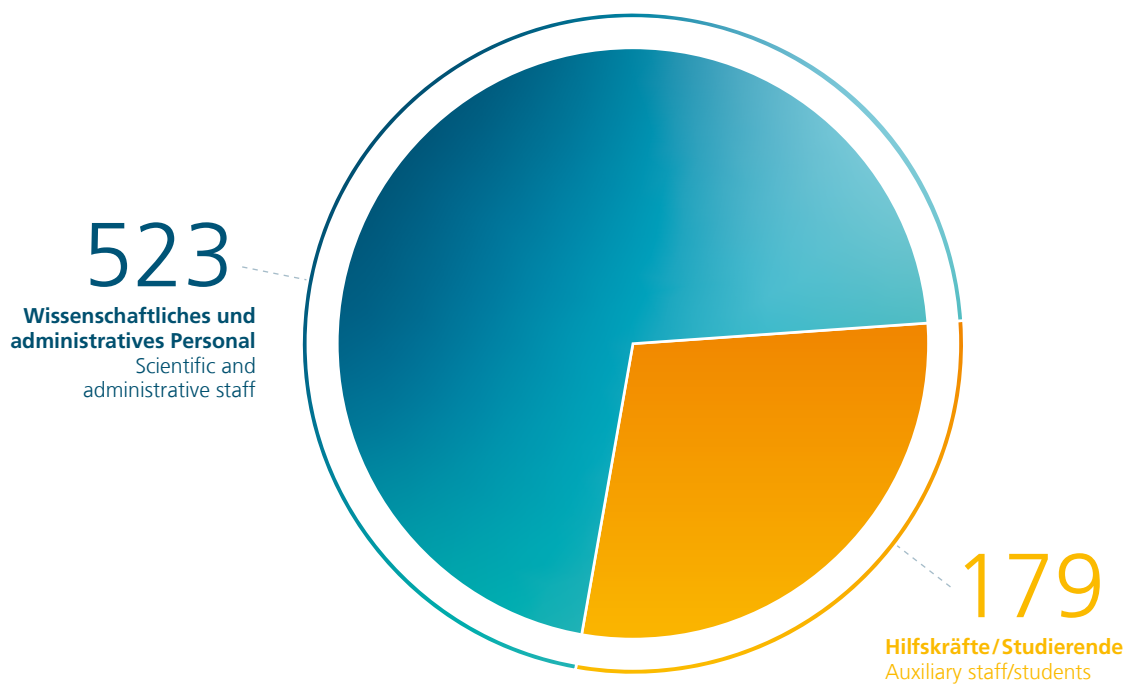
**PREISE**  
PRIZES/  
AWARDS

### Personalstruktur 2022

Personnel structure 2022

Am 31. Dezember 2022 waren am Fraunhofer IFAM an den Standorten Bremen, Dresden, Stade, Wolfsburg, Braunschweig, Cuxhaven und Helgoland insgesamt 702 Personen tätig.

As of December 31, 2022, a total of 702 people were employed at the Fraunhofer IFAM locations in Bremen, Dresden, Stade, Wolfsburg, Braunschweig, Cuxhaven and Helgoland.



# Fundierte Kompetenzen für vielfältige Branchen

## In-depth expertise for a wide range of industries

In den Forschungsbereichen »Formgebung und Funktionswerkstoffe« sowie »Klebtechnik und Oberflächen« haben sich an unserem Institut über die Jahre systemübergreifende Kernkompetenzen und ein Angebotsspektrum herausgebildet, das sich vom Werkstoff über Formgebung und Fügetechnik bis hin zur Funktionalisierung von Oberflächen, Entwicklung kompletter Bauteile oder komplexer Systeme sowie digitaler Prozesse erstreckt. Unsere Produkte, Technologien und Forschungsdienstleistungen adressieren insbesondere Branchen mit hoher Bedeutung für die Zukunftsfähigkeit des Industriestandortes Deutschland bzw. Europa.

Over the years, our institute has developed core cross-system expertise in the research areas of "shaping and functional materials" as well as "adhesive bonding technology and surfaces". Services range from materials, shaping and joining technology to the functionalization of surfaces, the development of complete components or complex systems and the associated digital processes. The products, technologies and research services we offer are aimed in particular at sectors that are of great importance for the future viability of Germany and Europe as industrial locations.

	<b>METALLISCHE WERKSTOFFE</b> METALLIC MATERIALS
	<b>POLYMERE WERKSTOFFE</b> POLYMERIC MATERIALS
	<b>OBERFLÄCHENTECHNIK</b> SURFACE TECHNOLOGY
	<b>KLEBEN</b> ADHESIVE BONDING
	<b>AUTOMATISIERUNG &amp; ROBOTIK</b> AUTOMATION & ROBOTICS
	<b>FORMGEBUNG &amp; KOMPONENTENFERTIGUNG</b> SHAPING AND COMPONENT MANUFACTURE
	<b>ENERGIESPEICHER &amp; -WANDLER</b> ENERGY STORAGE AND CONVERTERS

**MEDIZIN-  
TECHNIK &  
LIFE SCIENCES**  
MEDICAL  
TECHNOLOGIES  
AND LIFE SCIENCES



**MOBILITÄT**  
MOBILITY

# LUFTFAHRT

AVIATION



# MARITIME TECHNOLOGIEN

MARITIME TECHNOLOGIES



# ENERGIE

ENERGY



# Standorte Locations

---

Helgoland

Cuxhaven

Stade

Bremen  
(Hauptstandort / Main location)

Braunschweig

Wolfsburg

Dresden



# Institutsleitung

## Institute management

---

**Institutsbereich Formgebung und Funktionswerkstoffe Bremen**  
Institute Division Shaping and Functional Materials Bremen

**Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Busse**  
+49 421 2246-100  
matthias.busse@ifam.fraunhofer.de

**Institutsbereich Klebtechnik und Oberflächen**  
Institute Division Adhesive Bonding Technology and Surfaces

**Prof. Dr. Bernd Mayer**  
+49 421 2246-401  
bernd.mayer@ifam.fraunhofer.de

**Institutsbereich Formgebung und Funktionswerkstoffe Dresden**  
Institute Division Shaping and Functional Materials Dresden

**Prof. Dr.-Ing. Thomas Weißgärber**  
+49 351 2537-300  
thomas.weissgaerber@ifam-dd.fraunhofer.de

# Kuratorium

## Board of trustees

---

### Mitglieder

#### Members

**Dr. André Walter**  
Vorsitzender des Kuratoriums  
Chair of the board of trustees  
Airbus Operations GmbH  
Bremen

**Andreas Bong**  
Hilti AG  
Schaan, Liechtenstein

**Dr. Sebastian Huster**  
Niedersächsisches Ministerium  
für Wissenschaft und Kultur  
Hannover

**Dr. Mathias Kraas**  
Olympus Winter & Ibe GmbH  
Hamburg

**Werner Lotz**  
FFT Produktionssysteme  
GmbH & Co. KG  
Fulda

**Carsten Utikal**  
Sächsisches Staatsministerium  
für Wissenschaft, Kunst und  
Tourismus  
Dresden

**Dr. Lutz Mindach**  
Evonik Resource Efficiency  
GmbH  
Marl

**Dr. Christian Terfloth**  
Jowat SE  
Detmold

**Prof. Dr. Jutta Günther**  
Universität Bremen  
Bremen

**Dr. Peter Wolfangel**  
Robert Bosch GmbH  
Stuttgart

**Dr. Paolo Bavaj**  
Henkel AG & Co. KGaA  
Düsseldorf

**Dr. Stephan Kim**  
BEGO Bremer Goldschlägerei  
Wilh. Herbst GmbH & Co. KG  
Bremen

**Dr. Vera Hays**  
Industrieverband Klebstoffe e.V.  
Düsseldorf

**Gabriele Seitz**  
EurA AG  
Ellwangen

**Kay Wenzel**  
Freie Hansestadt Bremen  
Die Senatorin für Wissenschaft  
und Häfen  
Bremen

**Dr. Kathrin Rübberdt**  
DECHEMA e.V.  
Frankfurt

## Qualität für unsere Kunden Quality for our customers

---

**Bereiche des Fraunhofer IFAM sind seit 1995 nach DIN EN ISO 9001 zertifiziert, wie Laboratorien und Technika für die Entwicklung von Werkstoffen, Bauweisen, Bearbeitungsprozessen und Fertigungstechnologien sowie für Automatisierungs- und Digitalisierungstechnologien, Klebstoffentwicklung und Gießereitechnologien.**

Certain parts of Fraunhofer IFAM have been certified to DIN EN ISO 9001 since 1995, such as the laboratories and pilot plants for the development of materials, construction methods, machining processes and manufacturing technologies, as well as for automation and digitalization technologies, development of adhesives and casting technologies.

Die Prüflaboratorien Werkstoff-, Korrosionsprüfung, Lacktechnik, Materialographie und Analytik am Standort Bremen sind nach DIN EN ISO/IEC 17025 für die in der DAkkS-Urkunde genannten Verfahren akkreditiert. Am Institutsteil Dresden ist das Prüflabor für bestimmte mechanische und technologische Untersuchungen von metallischen Werkstoffen, Prüfungen zur Charakterisierung anorganischer Pulver und Sinterwerkstoffe sowie die Bestimmung von chemischen Elementen nach der gleichen Norm akkreditiert. Für einige Teile der Labore am Standort Bremen bestehen Anerkennungen als unabhängiges Prüflabor nach dem von der Luftfahrtindustrie geforderten NADCAP-System.

The testing laboratories for materials, corrosion testing, paint technology, materialography and analytics at the Bremen site are accredited in accordance with DIN EN ISO/IEC 17025 for the procedures specified in the DAkkS certificate. At the Dresden branch of the institute, the testing laboratory for certain mechanical and technological examinations of metallic materials, tests for the characterization of inorganic powders and sintered materials and the determination of chemical elements are accredited according to the same standard. Some parts of the laboratories at the Bremen site have been recognized as independent testing laboratories according to the NADCAP system required by the aviation industry.

# ISO 9001 VADCAP 2024 ISO/IEC 17025

**Mehr erfahren**  
Learn more

[www.ifam.fraunhofer.de/qm](http://www.ifam.fraunhofer.de/qm)



Das Klebtechnische Zentrum (im Weiterbildungszentrum Klebtechnik) ist seit 1998 über DVS-PersZert® als akkreditierte Personalqualifizierungsstelle für die klebtechnische Weiterbildung international anerkannt.

Since 1998, the Adhesive Bonding Technology Center (in the Adhesive Bonding Technology Training Center) has been internationally recognized via DVS-PersZert® as an accredited personnel qualification center for further training in adhesive bonding technology.

Ihr Kontakt Your contact

**Dr. Jörg Grabau**  
Qualitätsmanager  
Quality manager  
+49 421 2246-7432  
[joerg.grabau@ifam.fraunhofer.de](mailto:joerg.grabau@ifam.fraunhofer.de)



Sie sind interessiert? Are you interested?  
Kontaktieren Sie uns! Just contact us!



# Fraunhofer-Verbund MATERIALS

## Fraunhofer Group for MATERIALS

**Der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS nutzt seine Expertise von den materialwissenschaftlichen Grundlagen bis zu werkstofftechnischen Systemlösungen, um Innovationen für die Märkte seiner Kunden und Partner zu schaffen. Die Basis hierfür ist seine skalenübergreifende Materialkompetenz entlang industrieller Wertschöpfungsketten.**

MATERIALS — the Fraunhofer Group for Materials and Components — pools the expertise of the Fraunhofer Institutes working in the area of materials science and engineering. The Group uses its expertise, from the fundamentals of materials science to materials engineering system solutions, to create innovations for its customers' and partners' markets. The basis for this is the Group's comprehensive materials expertise along industrial value chains.



**Mehr erfahren**  
Learn more

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

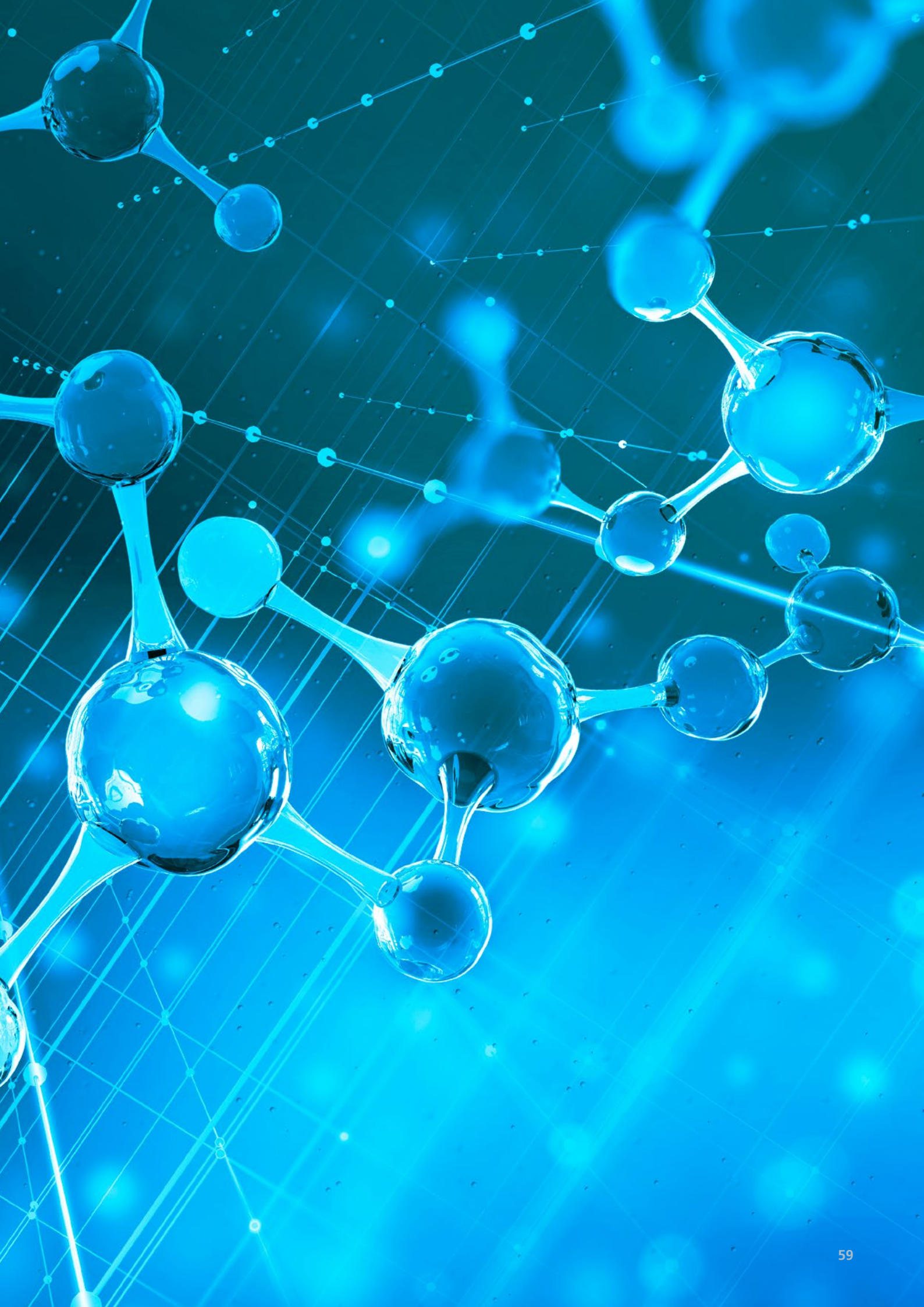


Materialwissenschaft und Werkstofftechnik umfassen bei Fraunhofer die gesamte Wertschöpfungskette, von der Entwicklung neuer und der Verbesserung bzw. einsatzspezifischer Anpassung bestehender Materialien und Werkstoffe über die passenden Fertigungsverfahren im quasi-industriellen Maßstab, die Charakterisierung der Eigenschaften bis hin zur Bewertung des Einsatzverhaltens. Dies gilt auch für die aus den Werkstoffen hergestellten Bauteile und Produkte und deren Systemverhalten in den jeweiligen Anwendungen.

Neben experimentellen Untersuchungen in Labors, Technika und Pilotanlagen werden gleichrangig Verfahren der numerischen Simulation und Modellierung eingesetzt; dies über alle Skalen, vom Molekül über das Bauteil bis hin zum komplexen System und zur Prozesssimulation.

Materials science and engineering at Fraunhofer covers the entire value chain, from the development of new and the improvement or application-specific adaptation of existing materials, to the appropriate manufacturing processes on a quasi-industrial scale, the characterization of properties, and the evaluation of application behavior. This also applies to the components and products made from these materials and their system behavior in relevant applications.

Equal importance is attached to experimental studies in laboratories, technical centers and pilot plants and to methods of numerical simulation and modeling; they are used across the scale, from molecules and components to complex systems and process simulations.



# Impressum

## Editorial notes

---

### Institutsleitung Institute management

Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Busse  
Formgebung und Funktionswerkstoffe  
Shaping and Functional Materials  
+49 421 2246-100

Prof. Dr. Bernd Mayer  
Klebertechnik und Oberflächen  
Adhesive Bonding Technology and Surfaces  
+49 421 2246-401

Prof. Dr.-Ing. Thomas Weißgärber  
Formgebung und Funktionswerkstoffe –  
Institutsteil Dresden  
Shaping and Functional Materials —  
Branch Lab Dresden  
+49 351 2537-300

Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und  
Angewandte Materialforschung IFAM  
Fraunhofer Institute for Manufacturing Technology  
and Advanced Materials IFAM

### Standort Bremen

**Bremen site**  
Wiener Straße 12  
28359 Bremen  
Deutschland  
Germany  
+49 421 2246-0  
info@ifam.fraunhofer.de  
www.ifam.fraunhofer.de  
www.ifam.fraunhofer.de/en

### Institutsteil Dresden

**Branch Lab Dresden**  
Winterbergstraße 28  
01277 Dresden  
Deutschland  
Germany  
+49 351 2537-300  
info@ifam-dd.fraunhofer.de  
www.ifam-dd.fraunhofer.de  
www.ifam.fraunhofer.de/en/dresden

### Herausgeber Published by

© Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und  
Angewandte Materialforschung IFAM  
ISSN 1439-6009  
Alle Rechte vorbehalten.  
All rights reserved.  
Nachdruck nur mit Genehmigung der Redaktion.  
Reprint only with permission of the editors.

### Konzept und Redaktion

**Concept and editing**  
Stephanie Uhlich M.A.

### Externe Dienstleister External service providers

Gestaltung  
Layout  
Jens Oertel Design, Bremen

Druck und Verarbeitung  
Printed by  
BerlinDruck GmbH + Co KG

### Bildquellen Image sources

Alle Abbildungen © Fraunhofer IFAM mit Ausnahme von:  
All images © Fraunhofer IFAM with the exception of:  
Titelseite/Cover, Seite/Page 7, 8/9, 12, 14, 16/17, 18/19, 20/21,  
24/25, 26, 30/31, 33, 36, 41 (Hintergrund/Background), 42, 43,  
44 (Hintergrund/Background), 46/47, 59 © Adobe Stock

### Folgen Sie uns auf Follow us



NG5

[www.blauer-engel.de/uz195](http://www.blauer-engel.de/uz195)

Dieses Druckerzeugnis ist mit dem  
Blauen Engel ausgezeichnet.





## Kontakt Contact

---

Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und  
Angewandte Materialforschung IFAM  
Fraunhofer Institute for Manufacturing  
Technology and Advanced Materials IFAM

Wiener Straße 12  
28359 Bremen  
Deutschland  
Germany

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