



# Fraunhofer

## IFAM

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR FERTIGUNGSTECHNIK UND ANGEWANDTE MATERIALFORSCHUNG IFAM

### TRENDTHEMEN IN FOKUS

Digitalisierung  
in der  
Produktion

Digitale Transformation  
in den Materialwissen-  
schaften

Materialien und Prozesse  
für grenzenlos drei-  
dimensionale Bauteile

Festkörperbatterien –  
Hochenergiespeicher der  
nächsten Generation

Werkstoffe  
für die  
Gesundheit

JAHRESBERICHT

2019  
2020



*Das »Fraunhofer FamilienLogo« ist eine Auszeichnung der Fraunhofer-Gesellschaft für herausragende Rahmenbedingungen zur Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben am Institut.*



**JAHRESBERICHT**

---

**2019**

---

**2020**

# VORWORT





## LIEBE LESERINNEN UND LESER,

mit der Agenda 2030 haben die Vereinten Nationen 17 Ziele für eine nachhaltige Entwicklung aufgestellt. Die sogenannten Sustainable Development Goals (SDGs) sollen allen Menschen und nachfolgenden Generationen ein Leben in Würde und Wohlstand ermöglichen. Unser Ökosystem soll beispielsweise durch fairen Konsum, nachhaltiges Management von natürlichen Ressourcen und moderne Stadtplanung geschützt und weiterentwickelt werden. Bildung, Forschung und Innovation sind dabei von besonderer Bedeutung.

Zentrale Themen in der Entwicklungsagenda sind Energie, Klimawandel, Ressourcen und Gesundheit. Die Fraunhofer-Gesellschaft greift diese in ihren Zielen zur Corporate Responsibility auf und konkretisiert sie in definierten Forschungsschwerpunkten. In diesem Kontext leistet das Fraunhofer IFAM im Bereich der Materialwissenschaften wesentliche Beiträge zum nachhaltigen technischen und medizinischen Fortschritt.

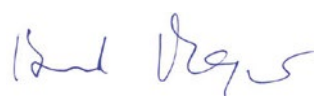
Intelligente Systeme werden weitreichende Auswirkungen auf die Mobilität von morgen haben. Viele Wirtschaftszweige beschäftigen sich mit dem vernetzten, autonomen und elektrischen Fahren. Um aber die CO<sub>2</sub>-Bilanz deutlich zu verbessern, sind eine nachhaltige Energiegewinnung, leistungsstarke Energiespeicher sowie effektive Energieversorgungssysteme zentrale Herausforderungen. Ein komplexer Prozess, den unser Institut mit der Entwicklung von neuen Wasserstofftechnologien, effizienten Batterien und mit der Ausarbeitung intelligenter Energieversorgungskonzepte ganzheitlich begleitet. Aktuelle Ergebnisse werden durch unser Weiterbildungszentrum Elektromobilität in die Wirtschaft transferiert.

Interessant sind diese Entwicklungen insbesondere im Kontext der digitalen Transformation, indem material- und prozessspezifische Daten digital erfasst und verarbeitet werden, um sie in der Produktentwicklung sowie in Produktionsprozessen verfügbar zu machen. Das so generierte Wissen in einem Materialdatenraum liefert die Basis für Innovationen sowie Entscheidungshilfen zur Optimierung von Fertigungsprozessen und schont damit Ressourcen.

Wir suchen Antworten auf die drängenden Fragen und finden zukunftsfähige Lösungen – zusammen mit unseren fast 700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, unseren Projektpartnern und Kunden. Für dieses großartige Engagement möchten wir uns sehr herzlich bedanken.

Machen wir gemeinsam die nächsten Schritte.

  
Matthias Busse

  
Bernd Mayer

**1** Die Institutsleiter Prof. Dr. Bernd Mayer (l.) und Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Busse.

# INHALT



## Vorwort

- 
- 6 Die Fraunhofer-Gesellschaft
  - 7 Das Fraunhofer IFAM



## Trendthemen im Fokus

- 
- 10 Digitalisierung in der Produktion
  - 12 Digitale Transformation in den Materialwissenschaften
  - 14 Materialien und Prozesse für grenzenlos dreidimensionale Bauteile
  - 16 Festkörperbatterien – Hochenergiespeicher der nächsten Generation
  - 18 Werkstoffe für die Gesundheit



## Kernkompetenzen – Entwicklungen – Geschäftsfelder

- 
- 22 Kernkompetenzen
  - 24 Ladeinfrastruktur für Elektromobilität
  - 24 Zukunftsfähige Wärmeversorgung
  - 25 Klimaschutz im Stadtquartier
  - 25 Riblet-Lack für Windkraftanlagen
  - 26 Trennmittelfreier Wachsspritzguss
  - 26 Effiziente Elektromotoren
  - 27 Drohnen für Inspektionsaufgaben
  - 27 Technologie zur Wasserstoffherzeugung
  - 28 Multifunktionssensorik für die Klebtechnik
  - 28 Brandschutz im Schienenfahrzeugleichtbau
  - 29 Biobasierte Verbundkunststoffe
  - 29 Strukturelles Kleben in der Luftfahrt
  - 30 Neues Eisenpulver für additive Fertigung
  - 30 Umweltfreundliche Metallisierung
  - 31 Hybridsystem für die Gebäudetechnik
  - 31 Silikonmodifizierung mit Licht
  - 32 Gelcasting für metallische Bauteile
  - 32 Individualisierung von Massenprodukten
  - 33 3D-Druck für integrierte elektronische Systeme
  - 33 Hybride Aluminiumguss-Faserverbund-Strukturen
  - 34 Geschäftsfelder



## Menschen – Momente – Ereignisse

- 38 Fraunhofer-Jubiläumsmedaille für alle Mitarbeitenden
- 39 Gesundheitstag am Fraunhofer IFAM
- 39 Fraunhofer-Medaile für Prof. Bernd Kieback
- 40 Forschungsplattform für Energiespeicher
- 40 EUROGUSS Talent Award
- 41 Bester Auszubildender für Gießereimechanik
- 41 Forschungsabkommen mit Hanyang University
- 42 25 Jahre klebtechnische Weiterbildung
- 42 Eröffnung »Testzentrum Maritime Technologien«
- 43 Wright Brothers Medal für Automatisierungsexperten
- 43 Neuer Leiter am Standort in Dresden
- 44 Prof. La Mantia im Attract-Förderprogramm
- 44 Neues Kompetenzzentrum für additive Fertigung
- 45 Internationale »Fraunhofer-Talent-School« in Bremen
- 45 Erster Platz beim Innovation Award 2019



## Auf einen Blick

- |    |   |    |                              |
|----|---|----|------------------------------|
| 48 | Das Institut in Zahlen                              | 54 | Qualitätsmanagement          |
| 50 | Ansprechpartner                                     | 56 | Das Kuratorium des Instituts |
| 52 | Kooperationen und Wissenschaftliches                | 58 | Impressum                    |
| 53 | Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS |    |                              |

# DIE 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. Sie ist Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen und wissenschaftliche Exzellenz. Mit inspirierenden Ideen und nachhaltigen wissenschaftlich-technologischen Lösungen fördert die Fraunhofer-Gesellschaft Wissenschaft und Wirtschaft und wirkt mit an der Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft.

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

Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 74 Institute und Forschungseinrichtungen. Rund 28 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,8 Milliarden Euro. Davon fallen 2,3 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Rund 70 Prozent davon erwirtschaftet Fraunhofer mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Rund 30 Prozent steuern Bund und Länder als Grundfinanzierung bei, damit die Institute schon heute Problemlösungen entwickeln können, die in einigen Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft entscheidend wichtig werden.

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

Hoch motivierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf dem Stand der aktuellen Spitzenforschung stellen für uns als Wissenschaftsorganisation den wichtigsten Erfolgsfaktor dar. Fraunhofer bietet daher die Möglichkeit zum selbstständigen, gestaltenden und zugleich zielorientierten Arbeiten und somit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung, die zu anspruchsvollen Positionen in den Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft befähigt. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und des frühzeitigen Kontakts mit Auftraggebern hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787-1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich.





## DAS 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 an den fünf Institutsstandorten Bremen, Dresden, Stade, Wolfsburg und Braunschweig – sowie am Testzentrum für maritime Technologien auf Helgoland – 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: Automotive, Energietechnik, Luftfahrt, Maritime Technologien sowie Medizintechnik und Life Sciences. Am Institut entwickelte Verfahren kommen aber auch in anderen Wirtschaftszweigen wie dem Maschinen- und Anlagenbau, der Elektronik und elektrotechnischen Industrie sowie dem Schiff- und Schienenfahrzeugbau oder der Verpackungs- und der Bauindustrie zur Anwendung.

Derzeit bündeln rund 700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus 20 Abteilungen und zahlreichen Arbeitsgruppen ihr breites technologisches und wissenschaftliches Know-how in sieben Kernkompetenzen: Metallische Werkstoffe, Polymere Werkstoffe, Oberflächentechnik, Kleben, Formgebung und Funktionalisierung, Elektromobilität sowie Automatisierung und Digitalisierung. Diese Kernkompetenzen – jede für sich und im Zusammenspiel – begründen die starke Position des Instituts am Forschungsmarkt und bilden die Basis für zukunftsorientierte Entwicklungen zum Nutzen der Gesellschaft.

Im Detail reicht das Spektrum unserer Auftragsforschung vom Werkstoff über Formgebung und Füge-technik bis hin zur Funktionalisierung von Oberflächen, Entwicklung kompletter Bauteile oder komplexer Komponenten und Systeme sowie zu aktuellen Fragestellungen zur digitalen Transformation und deren praktischen Umsetzung. Dabei deckt das Fraunhofer IFAM die gesamte Wertschöpfungskette von der Materialentwicklung

über das Produktdesign bis hin zur Integration in die industrielle Fertigung ab – einschließlich Pilotfertigung, Qualitätssicherungsverfahren und gezielter Maßnahmen zur Personalqualifizierung in neuen Technologien.

Das Fraunhofer IFAM verfügt über langjährige Erfahrung in der beruflichen Weiterbildung. Für industrielle Anwender besteht ein umfangreiches Kursangebot zu den Themen Klebtechnik, Faserverbundwerkstoffe und Elektromobilität. Die am Institut entwickelten Technologien können anschließend in der betrieblichen Praxis angewandt oder eingesetzt werden.

Das Qualitätsmanagement am Fraunhofer IFAM gewährleistet die Qualität unserer Arbeiten und schafft die Basis für eine systematische und kontinuierliche Verbesserung der Prozessabläufe. Bedarfsgerecht sind verschiedene Bereiche des Instituts nach DIN EN ISO 9001 zertifiziert, nach DIN EN ISO/IEC 17024 anerkannt oder nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Wir tragen durch unsere Forschung zu einer nachhaltigen Entwicklung im Sinne einer ökologisch intakten, ökonomisch erfolgreichen und sozial ausgewogenen Welt bei. Dieser Verantwortung fühlen wir uns verpflichtet.



# TRENDTHEMEN IM FOKUS



Trends in der Forschung aufspüren und strategische Entscheidungen treffen – dies ist unsere Aufgabe. Heute sollen Lösungen für die Zukunft erkannt werden, die morgen gebraucht werden. Mit Weitblick begleiten wir den Wandel, der in vielen Bereichen dynamischer wird, weil beispielsweise die Automatisierung und Digitalisierung schneller neue Möglichkeiten eröffnen. Wandel bringt Risiken, aber auch viele Chancen für neue Innovationen. Unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verfügen über ein fundiertes Wissen, um Trends mitzugestalten und Zukunftsentwicklungen voranzutreiben.

DIGITALES PRODUKTIONSMANAGEMENT +  
SELBSTORGANISIERENDE PRODUKTION + SELBSTLERNENDE FERTIGUNG +  
WISSENSBASIERTE ALGORITHMEN + DIGITALE VERNETZUNG +  
DIGITALES FUNKTIONALISIEREN + PRODUKTINDIVIDUALISIERUNG +  
MASCHINENGESTÜTZTES LERNEN + GEDRUCKTE 3D-ELEKTRONIK +  
FUNKTIONALES DISPENSEN + CYBERPHYSISCHE PRODUKTIONSSYSTEME

## DIGITALISIERUNG IN DER PRODUKTION

Die Herausforderung bei der Digitalisierung der Produktion besteht zum einen im Management einer Mischung von analog und digital vorliegenden Informationen. Zum anderen fallen digitale Daten meist in proprietären Formaten an oder müssen über herstellereigene Schnittstellen den Prozessen zur Verfügung gestellt werden. Eine Folge davon ist, dass ein durchgängiger elektronischer Datenfluss in der Produktion nur mit erheblichem Aufwand realisierbar ist, da sowohl die Grenze zwischen analoger und digitaler Information als auch die herstellereigene Systemgrenzen zwischen Produktionsanlagen zu überwinden sind.

---

### Ziele der Digitalisierung

---

Das Fraunhofer IFAM unterstützt Unternehmen in mehrfacher Hinsicht bei der Digitalisierung. Vorrangiges Ziel ist es, durch Effizienzsteigerung eine erheblich bessere Auslastung der Produktionsmittel sowie des Personals zu erreichen und so nicht nur kostengünstiger, sondern auch nachhaltiger zu produzieren. Zusätzlich wird die Entwicklung von Algorithmen adressiert, um die Expertise des Fraunhofer IFAM digital für Kunden zugänglich zu machen.

---

### Durchgehender elektronischer Datenfluss

---

Im LuFo-Projekt »UniFix« – Universelle mobile Bauteilspann- und Fixiervorrichtungen für die Bearbeitung von Faserverbundstrukturen (FKZ 20W1722D) – arbeitet das Fraunhofer IFAM am Standort in Stade mit seinen Projektpartnern an einem flexiblen Bauteilträger, der unterschiedliche Großbauteile autonom durch mehrere Prozessstationen taktet. Dabei wird ein durchgehender, elektronischer Fluss aller relevanten Bauteil- und Prozessdaten realisiert, der eine Wiederverwendung von Messdaten in allen folgenden Stationen sowie ein besseres Fehlertracking erlaubt. Zeitintensive Messvorgänge werden aus den Produktionsanlagen ausgelagert, die nur noch eine Schnell-

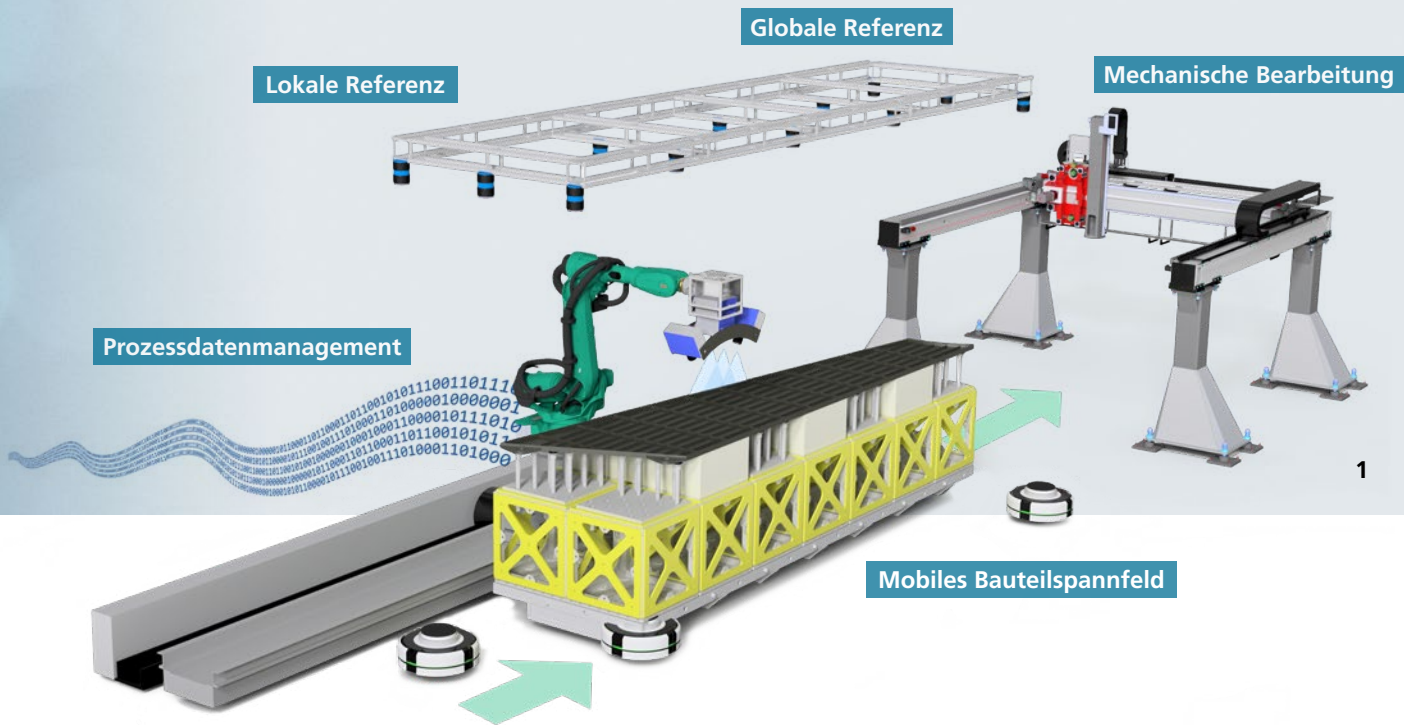
referenzierung ausführen. Zudem entfallen bei Übergängen zwischen den Stationen Ein- und Ausrüstvorgänge der Bauteile, was den Anteil wertschöpfender Tätigkeiten deutlich steigert.

---

### Selbstorganisierende Produktion

---

Noch deutlich darüber hinaus geht der SIDE-Ansatz (skalierbare, intelligente und dezentralisierte Edge) des Fraunhofer IFAM in Stade. Er zielt auf die durchgängige Anbindung von Neu- und Bestandsanlagen an ein übergeordnetes Netzwerk, indem er die Vielfalt an Kommunikationsprotokollen auf der Feldebene generalisiert. Ein digitaler Produktionsmanager fragt infolge eines Auftragseingangs die Verfügbarkeiten und Fähigkeiten der einheitlich vernetzten cyberphysischen Produktionssysteme ab. Mit deren Angeboten führt er auf Basis eines virtuellen Marktplatzes eine adaptive Produktionsplanung und -steuerung durch. Die Orchestrierung der individuellen Produktionssysteme zu temporären Einheiten erfolgt unter Berücksichtigung von Durchlaufzeit, Kosten, Qualität und Priorität, woraus eine autonome, selbstorganisierende Produktion resultiert.




---

## Wissensbasierte Algorithmen

---

Ein weiterer Fokus des Fraunhofer IFAM liegt auf der Entwicklung von wissensbasierten Algorithmen zur Datenauswertung. Hierbei wird das Expertenwissen des Instituts aus dem Bereich der Kleb- oder Oberflächentechnik mit innovativen Algorithmen zur Datenauswertung verknüpft. Diese Algorithmen kommen insbesondere in Branchen zum Einsatz, die stark von manuellen Prozessen und rein visuellen Prüfungen geprägt sind. Der Einsatz von wissensbasierten Algorithmen ermöglicht hier die Optimierung von Prozessabläufen sowie den Einsatz von automatisierten Lösungen z. B. zur Qualitätssicherung.

---

## Selbstlernende Fertigung

---

Zudem beschäftigt sich das Fraunhofer IFAM mit der Nutzung von Prozess- sowie Prüfdaten zur Entwicklung selbstlernender Fertigungen im Bereich der Lackiertechnik. Hierzu entsteht ein neues Technikum am Standort Bremen, in dem etabliertes Prozesswissen des Instituts zur Oberflächenvorbehandlung, Qualitätssicherung sowie Lackiertechnik mit innovativen Ansätzen der Digitalisierung kombiniert wird. Die durch Experten trainierten Algorithmen sollen hierbei maßgeblich zur Prozesssteuerung beitragen und schnellstmöglich auch für unbekannte Bauteile ein ideales Endergebnis liefern. Ansätze im Bereich der Datenvisualisierung, z. B. durch »Virtual Reality« (VR) bzw. »Augmented Reality« (AR), unterstützen diese Prozesse.

1 Visualisierung des »UniFix«-Konzepts.

---

## Digital unterstützte Funktionalisierung

---

Im Fraunhofer-Leitprojekt »Go Beyond 4.0« wird die Individualisierung von Produkten in der Massenproduktion mit digitalen Druck- und Laserverfahren erarbeitet. Das Fraunhofer IFAM koordiniert im Teilprojekt »Smart Wing« die Funktionalisierung von faserverstärkten Kunststoffen (FVK) mit digitalen Druckverfahren. Mithilfe des digitalen, funktionalen Dispensens können leitfähige Strukturen auf FVK-Bauteile aufgebracht und die Bauteile dadurch mit Sensoren, Heizstrukturen und sogar LEDs individuell ausgestattet werden. Der Digitaldruck lässt sich dabei durch eine digitale Laser-Vor- oder -Nachbehandlung unterstützen. Dies ermöglicht die Produktindividualisierung bis hinunter zur Losgröße 1. Der digitale Funktionalisierungsansatz erlaubt zudem aber auch die Integration funktionaler Strukturen direkt in das Innere der FVK-Materialien: So können die Funktionselemente digital auf Glas- und Carbonfaser-Gewebe gedruckt werden, welche dann in Vakuuminfusionsverfahren zu funktionsintegrierten FVK-Bauteilen verarbeitet werden. Das funktionale Drucken geht dabei heute schon über den Labormaßstab hinaus: Im Projekt »Go Beyond 4.0« erfolgt der Druck von Funktionselementen per Roboter automatisiert auf FVK-Bauteile der Luft- und Raumfahrt, aber auch auf Komponenten der Automobilindustrie. Das Upscaling von der digitalen Funktionalisierung im Labor zur digitalen Funktionalisierung in der Produktion ist damit erfolgreich aufgezeigt.

Dr. Dirk Niermann, Dr. Volker Zöllmer, Dipl.-Phys. Kai Brune

---

⑦ [www.ifam.fraunhofer.de/automatisierung-digitalisierung](http://www.ifam.fraunhofer.de/automatisierung-digitalisierung)



KÜNSTLICHE INTELLIGENZ +  
MATERIAL-ONTOLOGIE + DIGITALE MARKTPLÄTZE +  
DIGITALE FERTIGUNG + MATERIALMODELLIERUNG +  
MATERIALSIMULATION + DATENANALYSE + MATERIALINFORMATIK +  
MASCHINENGESTÜTZTES LERNEN +  
DATENBASIERTE FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

# DIGITALE TRANSFORMATION IN DEN MATERIALWISSENSCHAFTEN

Die Kombination der traditionellen Material- und Prozessentwicklung mit modernen Ansätzen der Informatik gilt als zukunftsentscheidend für die nachhaltige Produktentwicklung über den gesamten Materiallebenszyklus. Die digitale Transformation berührt damit alle Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten und bietet ein enormes Potenzial für die angewandte Materialforschung und Prozessentwicklung.

Das Programm für den digitalen Binnenmarkt der Europäischen Kommission sowie aktuelle Ansätze von Initiativen wie »Industry 4.0« oder dem BMBF-Programm »MaterialDigital« erfordern eine breit angelegte Digitalisierung der Material- und Prozessentwicklung sowie eine bessere Integration von Simulationsverfahren. Zusätzliche Maßnahmen sind notwendig, um Material-, Prozess- und Modellierungsdaten allgemein besser auffindbar, nutzbar und integrierbar zu machen (FAIR Data).

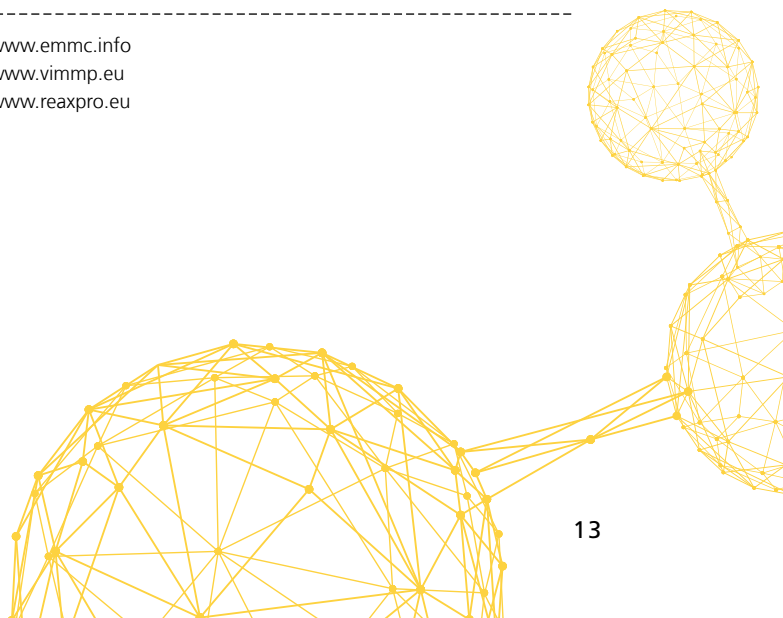
## Vernetzte Materialdaten

Ein Schlüsselkonzept ist die Etablierung eines Höchstmaßes an Interoperabilität durch Standardisierung des Datenaustausches. Durch standardisierte Schnittstellen zwischen existierenden bzw. neu zu schaffenden Datenbanken sowie Softwarekomponenten wird es möglich sein, für konkrete Anwendungsfälle aus dem Bereich der angewandten Forschung Mehrwert durch Datenanalysen zu schaffen. Konzepte aus der Informatik wie die Datenklassifikation über Ontologien müssen dazu an die konkreten Anforderungen der Materialforschung angepasst werden. In diesem Zusammenhang ist das Fraunhofer IFAM an mehreren Forschungsprojekten auf europäischer Ebene im Rahmen von Horizon 2020 beteiligt: EMMC-CSA (European Materials Modelling Council, 723867), VIMMP (Virtual Materials Marketplace, 760907), ReaxPro (Software Platform for Multiscale Modelling of Reactive

Materials and Processes, 814416) und OntoTRANS (Ontology Driven Open Translation Environment, 862136). Basierend auf früheren Arbeiten der Projektpartner zur semantischen Interoperabilität sind daraus zahlreiche Ontologien hervorgegangen, darunter die EMMO (European Materials & Modelling Ontology) oder die Ontologie für virtuelle Marktplätze (EVMPO) als konstitutives Element für offene virtuelle Marktplätze auf europäischer Ebene. Die Vision besteht darin, digitale Technologien und auf Daten basierende F&E (Data-Driven Scientific Discovery) viel stärker als bisher als operative Disziplin in Unternehmen zu etablieren, um so eine wettbewerbsfähige Entwicklung neuer Produkte zu ermöglichen.

*Dr. Welch L. Cavalcanti, Dipl.-Ing. (FH) Janne Haack,  
Dr. Michael Hoffmann, Dr. Peter Schiffels*

- ② [www.emmc.info](http://www.emmc.info)
- ② [www.vimmp.eu](http://www.vimmp.eu)
- ② [www.reaxpro.eu](http://www.reaxpro.eu)



FUSED FILAMENT FABRICATION +  
METAL BINDER JETTING + LASERSTRAHLSCHMELZEN +  
ELEKTRONENSTRAHLSCHMELZEN + 3D-SIEBDRUCK +  
ROBOCASTING + PULVERTECHNOLOGIE + DUROMERE

## MATERIALIEN UND PROZESSE FÜR GRENZENLOS DREIDIMENSIONALE BAUTEILE

Komplex geformte Bauteile für den Automobilbau, Ersatzteile zur Reparatur für die Luftfahrtindustrie, Implantate nach Maß oder passgenaue Zahnkronen sowie mikroskopisch kleine Produkte für die Elektronikindustrie sind nur einige Beispiele, in denen sich die additive Fertigung – auch 3D-Druck genannt – durchgesetzt hat. Durch die Vorteile für die Konstruktion funktioneller Komponenten ohne fertigungstechnische Einschränkung ergeben sich ganz neue Produktmöglichkeiten. Gleichzeitig besteht jedoch ein erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf bei der Erschließung neuer Materialien, der Nachbearbeitung und Behandlung von Oberflächen sowie bei der Prozesssicherheit und -kontrolle. Nicht unerheblich ist auch die Zielsetzung, die Verfahren noch wirtschaftlicher zu gestalten.

### Werkstoffentwicklung für individuelle Anforderungen

Nahezu keine fertigungstechnische Idee zur Umsetzung durch die additive Fertigung scheint ausgeschlossen. Häufig bilden metallische oder polymere Werkstoffe die Basis für neue Anwendungen. Das Fraunhofer IFAM konzentriert sich bei der technologiespezifischen Werkstoffadaption je nach Verfahren auf Leichtmetalle wie Titan- und Aluminiumlegierungen, auf Werkzeug- und Edelstähle sowie Kupfer, Molybdän oder Nickelbasislegierungen. Als spezielle Legierungen werden beispielsweise weichmagnetische Eisen-Nickel-Legierungen oder auch magnetokalorische Werkstoffe getestet. In der Werkstoffklasse der Polymere liegt die Entwicklung im Bereich flüssiger und thermoplastisch verarbeitbarer Harze zum Druck duromerer Bauteile. Auch hier ist die genaue Abstimmung zwischen Materialeigenschaften und Verarbeitungsprozess der Schlüssel zum Erfolg.

- 1 *Formeinsatz für den Kunststoffspritzguss – hergestellt in Kooperation mit Comrisetec GmbH und CT Ingenieros AA.I. S.L. im Rahmen des vom BMWi geförderten Projekts »ADDSET«.*
- 2 *Turbinenrad aus Edelstahl 316L – hergestellt mittels Metal Binder Jetting.*

### Reproduzierbare Bauteile mit metallpulverbasierten additiven Verfahren

Von der Konstruktion bis zur Produktion zuverlässig reproduzierbare und wirtschaftlich gefertigte metallische Bauteile zu erhalten ist der Anspruch der Industrie. Das Fraunhofer IFAM entwickelt ausgereifte Prozesse für alle gängigen metallpulverbasierten Verfahren wie das Laser- und Elektronenstrahlschmelzen, Metal Binder Jetting, Fused Filament Fabrication und 3D-Siebdruck. Grundlegend für eine sichere Anwendung und Weiterentwicklung der metallpulverbasierten Verfahren ist ein detailliertes Verständnis der Beziehung zwischen Pulvereigenschaften und Verarbeitungsparametern. Bestimmt durch Morphologie und Größenverteilung der Pulverpartikel ist beispielsweise die Fließfähigkeit des Pulvers ein Schlüsselparameter für additive Pulverbettverfahren. Derartige Analysen erfolgen in der Regel prozessnah, sodass die Ergebnisse den tatsächlichen Verarbeitungsbedingungen nahekommen. Am Fraunhofer IFAM steht dazu ein breites Spektrum an Analytik und Prozesstechnik zur Verfügung. Das notwendige Know-how zur Korrelation von Eigenschaften des Ausgangsmaterials und zur Bewertung der Prozessparameter und Bauteilqualität wurde durch jahrelange Forschungsarbeit aufgebaut.





Die additiv gefertigten Metallbauteile auf Bindemittelbasis erfordern typischerweise Entbinderungs- und Sinterprozesse. Die richtige Parametrierung dieser Wärmebehandlung ist ein wesentlicher Faktor für die Bauteilqualität und geringe Ausschussraten. Die qualitative und quantitative Analyse der Gaszusammensetzung im Sinterofen ermöglicht dabei ein tiefes Verständnis der Reaktionskinetik sowie der Reaktionsmechanismen und bietet so eine enorme Verbesserung der Prozesssteuerung und der Qualität der fertigen Komponenten. Digitale Prozess- und Materialmodelle, ergänzt durch Simulationen des Bauteilverhaltens während des Sinterns, unterstützen den Fertigungsprozess.

### Optimale Druckergebnisse mit Polymeren

Auch bei den polymeren Werkstoffen geht es darum, verbesserte druckbare Materialien verfügbar zu machen und entsprechende Druckprozessparameter zu entwickeln – und dafür gibt es eine Reihe von aktuellen Beispielen aus dem Institut: Für die Stereolithografie werden ftohärtbare Formulierungen erarbeitet, die bestimmte rheologische, thermische oder mechanische Eigenschaften aufweisen, die bisher am Markt nicht verfügbar sind. Ein Beispiel aus der Anwendung ist die Herstellung von gedruckten Spritzgussformen mit hoher Wärmebeständigkeit und Wärmeleitfähigkeit, um damit die Kleinserienfertigung von Spritzgussbauteilen aus Hochleistungskunststoffen zu realisieren. Beim Binder Jetting werden flüssige Reaktivpolymere verdrückt, um das Material (Polymer, Metall, Sand) im Pulverbett zu fixieren. Für dieses Verfahren werden Drucktinten entwickelt, die schnell fotochemisch, thermisch oder autonom aushärten.

Beim Fused Filament Fabrication wird mit einem schmelzbaren Filament gedruckt. Der Schwerpunkt der Entwicklungen liegt hier bei vernetzungsfähigen Polymeren, sodass durch einen für Thermoplaste etablierten Verarbeitungsprozess vernetzte

(duromere) Polymerbauteile entstehen. Hierzu gehört auch der Druck von Faserverbundbauteilen aus Reaktivpolymeren, bei denen die Fasern im Filament bereits vorimprägniert vorliegen, sowie der Druck von Grünteilen aus metallpulvergefüllten Filamenten. Ein weiteres eingesetztes Druckverfahren ist das Liquid Additive Manufacturing, auch Robocasting genannt. Hierfür werden reaktive flüssige Harze als Druckmaterial entwickelt.

### Oberflächentechnik komplettiert die Wertschöpfungskette

Additiv gefertigte Bauteile erfordern eine aussagefähige Kontrolle der erzielten Oberflächenqualität und der Defektfreiheit. Hierzu entwickelt das Fraunhofer IFAM zerstörungsfreie licht- und laseroptische Untersuchungsverfahren, die eine Erfassung und Bewertung der speziellen Oberflächentopografie dieser Bauteile ermöglichen. Die Ergebnisse dienen auch zur Entwicklung maßgeschneiderter Oberflächennachbehandlungen auf Basis von mechanischen, chemischen oder elektrochemischen Verfahren, die wiederum die Grundlage für die anschließende Applikation von Beschichtungen wie Lackierungen oder eine weitere Verarbeitung des Bauteils durch klebtechnische Fügeprozesse darstellen.

Zudem ist neben der Automatisierung der Prozesskette die materialwissenschaftliche Betrachtung der wechselseitigen Verknüpfungen aller Fertigungsschritte der additiven Fertigung hinsichtlich der resultierenden Materialeigenschaften eine der wichtigsten Herausforderungen dieser Fertigungstechnik. Auch hier erarbeitet das Fraunhofer IFAM anwendungsbezogene Lösungen.

*Dipl.-Ing. Claus Aumund-Kopp, Dr. Stefan Dieckhoff,  
Dr. Burghardt Klöden, Dipl.-Ing. (FH) Andreas Lühring*

② [www.ifam.fraunhofer.de/metallische-werkstoffe](http://www.ifam.fraunhofer.de/metallische-werkstoffe)

② [www.ifam.fraunhofer.de/polymere-werkstoffe](http://www.ifam.fraunhofer.de/polymere-werkstoffe)

② [www.ifam.fraunhofer.de/oberflaechentechnik](http://www.ifam.fraunhofer.de/oberflaechentechnik)

# FESTKÖRPERBATTERIEN – HOCHENERGIE-SPEICHER DER NÄCHSTEN GENERATION

Verschiedene Speichertechnologien haben sich seit Jahrzehnten bewährt und die Bandbreite der Anwendungen ist groß. Für die Umsetzung der anstehenden Herausforderungen der Energiespeicherung im stationären und mobilen Bereich fehlt es jedoch an Leistungsstärke. Die Entwicklung und der Bau neuer Energiespeichersysteme, die diesen hohen Anforderungen genügen, ist das Ziel eines interdisziplinären Teams am Fraunhofer IFAM. Im Zentrum der Forschungsarbeiten stehen dabei sichere, zuverlässige und langlebige Festkörperbatterien.

## Fest statt flüssig

Als nächste Generation der Hochenergiespeicher werden Festkörperbatterien auf Lithium-Ionen-Basis angesehen, da sie durch ihre elektrochemische Stabilität, hohe Energiedichte und verbesserte Betriebssicherheit entscheidende Vorteile gegenüber den derzeit eingesetzten Lithium-Ionen-Batterien mitbringen. Für eine Erhöhung der Energiedichte und Verbesserung der intrinsischen Sicherheit ist die Substitution des normalerweise flüssigen Elektrolyten durch einen Feststoff notwendig. Eine Herausforderung besteht darin, geeignete Materialien und entsprechende Verfahren für Festkörperbatterien zu entwickeln, die zu zyklenstabilen Phasengrenzen mit niedrigen Übergangswiderständen auch gegenüber metallischem Lithium führen. Für die Entwicklung und Herstellung des Festkörperelektrolyten fokussieren sich die Arbeiten des Fraunhofer IFAM auf polymer- und sulfidbasierte Komposite.

## Polymer- und sulfidbasierte Elektrolyte

Während für die Herstellung und Verarbeitung von keramischen Werkstoffen Hochtemperaturprozesse benötigt werden, können polymer- und sulfidbasierte Elektrolyte entweder direkt oder mit Hilfe von Lösungsmitteln, die im Nachgang wieder entfernt werden, verarbeitet werden. Zudem fangen polymerbasierte Kom-

ponenten Volumenänderungen beim Lade- und Entladebetrieb der Batterie durch die elastischen Eigenschaften der Polymere ab.

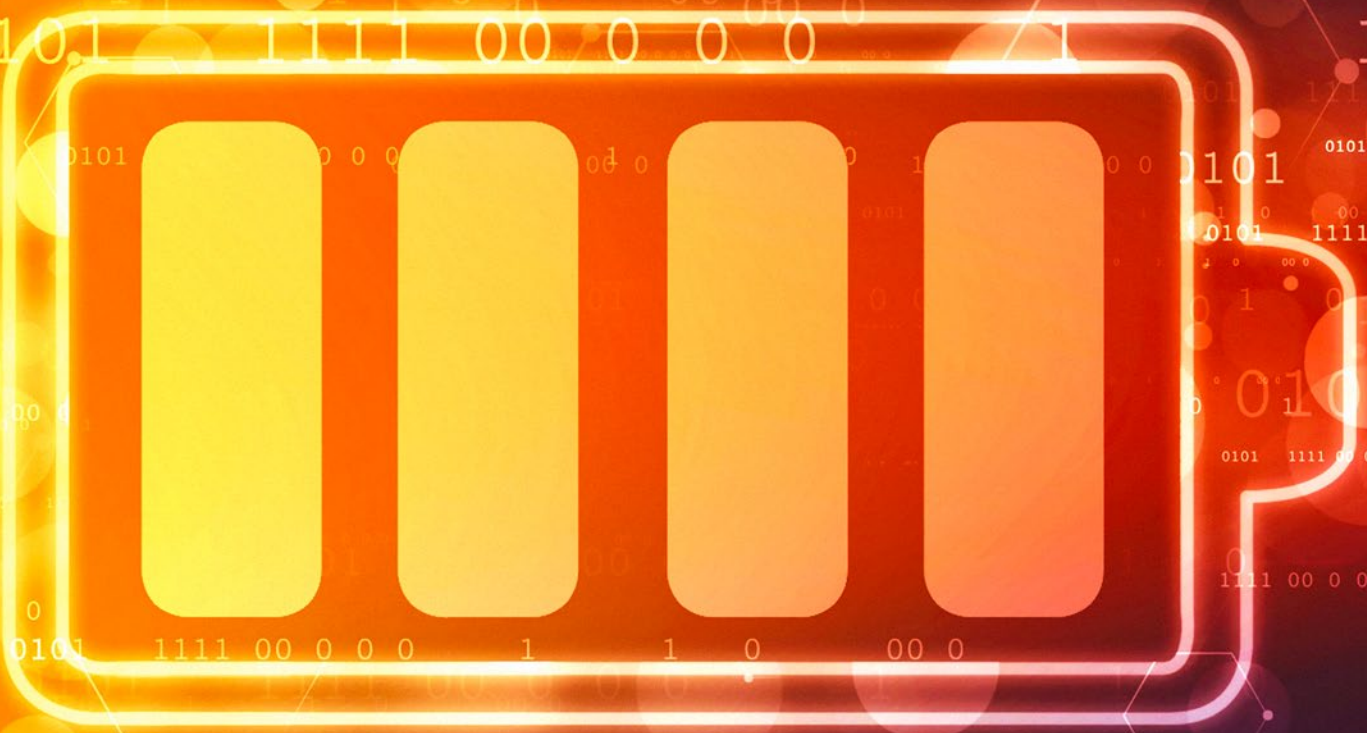
## Elektrodenarchitektur und Zelldesign

Neben Fragestellungen zur Materialauswahl sind geeignete Prozesstechnologien für derartige Batteriezellen im industriellen Maßstab entscheidend. Der Formgebung kommt dabei eine besondere Rolle zu, um nach Einarbeitung von Additiven und Füllstoffen organisch-anorganische Kompositelektroden reproduzierbar herstellen zu können. Dabei ist ein Hauptaugenmerk die Interaktion zwischen den festen Keramiken und dem Polymer in dem Komposit. Die sich hier ausbildenden Grenzflächen sind von entscheidender Bedeutung für die Funktion der Batterie.

Mit dem Ziel, den Energiegehalt von Festkörperbatterien wesentlich zu steigern, werden alternative Elektrodenarchitekturen und Zelldesigns auf Basis pulverbasierter Formgebungsverfahren zur Herstellung kompakter und homogener Kompositelektroden entwickelt. Die Herausforderung liegt dann in der Zusammenführung der Einzelkomponenten zu einem funktionsfähigen Zellstapel.

*Dr.-Ing. Julian Schwenzel, Dr. Katharina Koschek*

- ① [www.ifam.fraunhofer.de/elektrische-energiespeicher](http://www.ifam.fraunhofer.de/elektrische-energiespeicher)
- ② [www.ifam.fraunhofer.de/polymere-werkstoffe](http://www.ifam.fraunhofer.de/polymere-werkstoffe)



CHEMISCHE ENERGIESPEICHER +  
LITHIUM-IONEN-BATTERIEN +  
FESTKÖRPERBATTERIEN + HOCHENERGIESPEICHER +  
KOMPOSITELEKTRODEN +  
POLYMER- UND SULFIDBASIERTE KOMPOSITE



## WERKSTOFFE FÜR DIE GESUNDHEIT

Die aktuellen Herausforderungen in der Gesundheitsforschung bedingen neue Produkte für eine bedarfsorientierte, personalisierte Medizin und deren erfolgreiche Translation in die Praxis. Um diesen Anspruch zu erfüllen, arbeiten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer IFAM sowohl mit klinischen als auch mit industriellen Partnern an Klebstoffen für Knochen oder Gewebe, funktionsgerechten Implantatwerkstoffen und deren Formgebung sowie Technologien zur lokalen Applikation von Wirkstoffen.

---

### Kleben in der Medizintechnik

---

Besonders hoch sind die Anforderungen an den Einsatz von Klebstoffen in der Medizin. Für technische Medizinprodukte sind Klebverbindungen bereits etabliert. Aber am Patienten selbst? Die Klebstoffe sollen zukünftig noch mehr leisten, als nur biokompatibel und sterilisierbar zu sein. Exemplarisch als Ersatz von Fixationshilfen werden strukturell lasttragende Klebstoffe zur Versorgung von Brüchen erforscht.

---

### Implantate mit Zusatzfunktion

---

Die Versorgung von Patienten mit Implantaten gehört zum medizinischen Fortschritt. Allerdings sind Fragestellungen zur Stabilität, zum Einwachsverhalten oder zu degradierbaren Implantaten weiterhin aktuell. Diesen widmet sich das Fraunhofer IFAM durch die Entwicklung neuer Werkstoffe wie abbaubarer Metalle, Keramiken oder Komposite sowie deren gezielter Formgebung. Ergänzend können diese oder bestehende Implantate mit verschiedensten Beschichtungen für einen spezifischen Anwendungszweck versehen werden. Von individualisierten Implantaten bis hin zu Serienprodukten können bedarfsgerecht additive Fertigungsverfahren oder Serienfertigungsverfahren, wie der Pullverspritzguss, eingesetzt werden.

Die Praxis zeigt, dass resorbierbare Implantatwerkstoffe in der Medizintechnik dort eine Bedeutung erlangt haben, wo die Funktion von Implantaten nur im Heilungsprozess benötigt wird, sie danach aber Komplikationen verursachen können. Solche Implantate werden in der maxillofazialen Chirurgie für die Augmentation von Kieferknochen oder in der interventionellen Kardiologie für gefäßweitende Stents benötigt. Für derartige Therapien werden funktionell angepasste Werkstoffe auf der Basis von Magnesium, Zink und Molybdän, aber auch auf Basis von Biokeramiken und Kompositen entwickelt.

---

### Lokaler Einsatz von Antibiotika

---

Infektionen stellen eine ernst zu nehmende Bedrohung in der Humanmedizin dar. Es kommt hierdurch bei Implantaten zu Komplikationen und Revisionen, auch wenn es eine Routineoperation ist. Eine implantatassoziierte Infektion lässt sich nur schwer über Antibiotika per Tabletten oder Infusion bekämpfen. In einem solchen Fall muss meist das Implantat revidiert und ersetzt werden. Das Fraunhofer IFAM hat eine Technologie erarbeitet, in der Medikamente direkt auf eine Implantatoberfläche aufgebracht werden. Durch eine zusätzliche Beschichtung mit Silber steigert sich die Wirksamkeit synergistisch um ein Vielfaches.

*Dipl.-Ing. (FH) Kai Borcharding MBA, Dr. Sebastian Boris Hein, Dr.-Ing. Peter Quadbeck*

---

② [www.ifam.fraunhofer.de/medizintechnik](http://www.ifam.fraunhofer.de/medizintechnik)



TRENDTHEMEN IM FOKUS

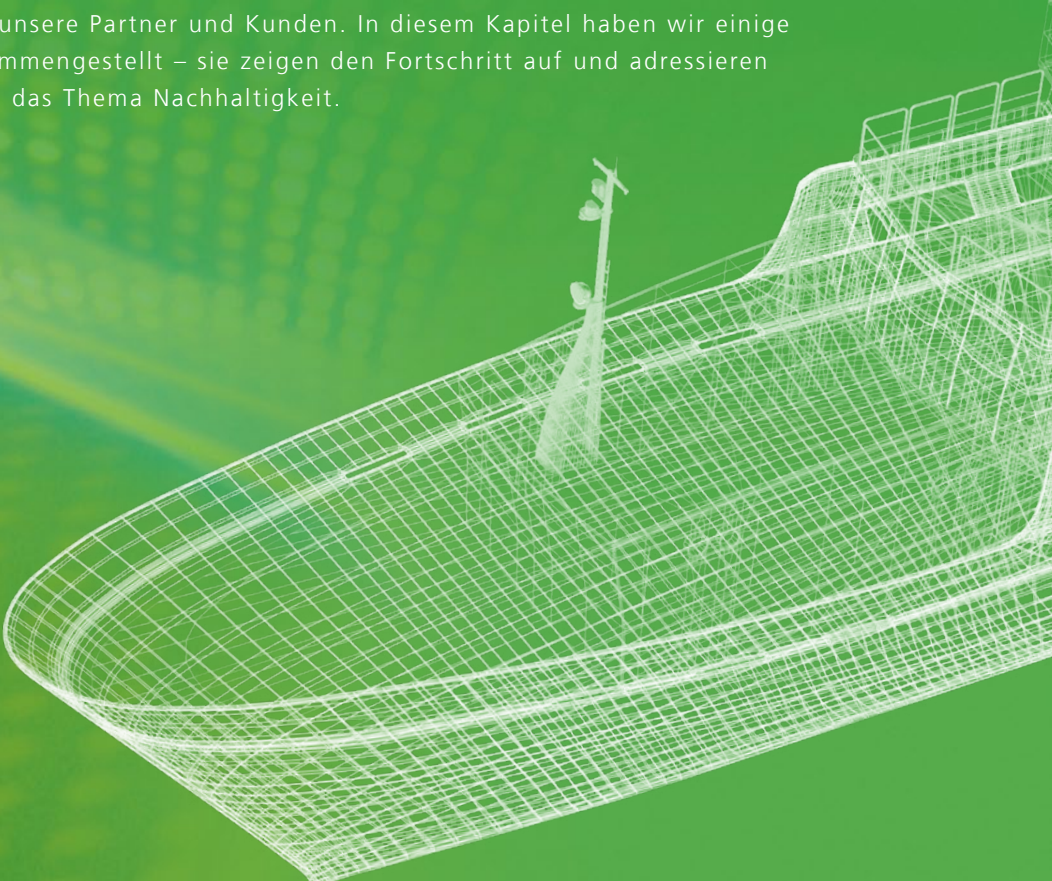
IMPLANTATWERKSTOFFE +  
BIOMATERIALIEN + BESSERE INFEKTIONSPRÄVENTION +  
LOKALE ANTIBIOTIKA + FORMGEBUNG + KLEBSTOFFE +  
OBERFLÄCHENBESCHICHTUNG + MEDIZINISCHE TRANSLATION





# KERNKOMPETENZEN ENTWICKLUNGEN GESCHÄFTSFELDER

Als Institut der Fraunhofer-Gesellschaft stehen wir für exzellente, anwendungsorientierte Forschung. Die Überführung aktueller Forschungsergebnisse in die industrielle Praxis ist der Antrieb für unsere Entwicklungsarbeiten. Eine weitere Aufgabe ist es, mit unseren Forschungsergebnissen einen Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung zu leisten. Dazu setzen wir unsere Kernkompetenzen synergistisch ein und erzielen mit innovativen Lösungen einen optimalen Nutzen für unsere Partner und Kunden. In diesem Kapitel haben wir einige Projektbeispiele für Sie zusammengestellt – sie zeigen den Fortschritt auf und adressieren auf unterschiedlichste Weise das Thema Nachhaltigkeit.



# KERNKOMPETENZEN



## METALLISCHE WERKSTOFFE

Die Entwicklung von Werkstoffen mit maßgeschneiderten Eigenschaften und deren Formgebung stehen im Mittelpunkt der Kernkompetenz Metallische Werkstoffe. Die Pulvertechnologie bietet dabei einzigartige Möglichkeiten für die Verarbeitung von Sinter- und Verbundwerkstoffen. In der Gießereitechnik wird die gesamte Werkstoffpalette der Gusswerkstoffe eingesetzt. Bei den metallischen Verbundwerkstoffen liegt der Fokus auf Werkstoffentwicklungen für das thermische Management, Reib- und Gleitwerkstoffen sowie Spezialwerkstoffen. Zudem werden sowohl hart- als auch weichmagnetische Materialien entwickelt und fertigungstechnisch erprobt. Einen weiteren Schwerpunkt bilden die zellularen metallischen Werkstoffe.

---

① [www.ifam.fraunhofer.de/metallische-werkstoffe](http://www.ifam.fraunhofer.de/metallische-werkstoffe)  
② Prof. Dr.-Ing. Frank Petzoldt | Telefon +49 421 2246-134  
frank.petzoldt@ifam.fraunhofer.de



## POLYMERE WERKSTOFFE

Neuartige Polymerwerkstoffe eröffnen technisch interessante Perspektiven und stellen einen wichtigen Forschungsschwerpunkt in den Bereichen Kleben, Lacktechnik und Faserverbundwerkstoffe am Fraunhofer IFAM dar. Neben Werkstoffen auf petrochemischer Basis finden dabei auch nachwachsende Rohstoffe Verwendung, die für technische Anwendungen gezielt modifiziert werden. Das Kompetenzspektrum reicht von der Materialentwicklung über die Verarbeitung und Formulierung bis hin zur Werkstoff- und Bauteilcharakterisierung und umfasst dabei die gesamte Wertschöpfungskette vom Molekül zum Bauteil.

---

① [www.ifam.fraunhofer.de/polymere-werkstoffe](http://www.ifam.fraunhofer.de/polymere-werkstoffe)  
② Dr. Katharina Koschek | Telefon +49 421 2246-698  
katharina.koschek@ifam.fraunhofer.de



## OBERFLÄCHEN-TECHNIK

Das Einsatzspektrum vieler Werkstoffe wird erst durch maßgeschneiderte Modifizierungen der zugehörigen Oberflächen ermöglicht. Die Ausrichtung des Fraunhofer IFAM orientiert sich an den industriellen Entwicklungs- und Fertigungsprozessen in der Oberflächentechnik. Sie reicht von der materialwissenschaftlichen Forschung bis hin zur Entwicklung neuer Beschichtungsmaterialien und Behandlungsprozesse. Dabei stehen die Kompetenzen in der Charakterisierung und Bewertung von Oberflächen, in der Funktionalisierung und Modifizierung sowie hinsichtlich der zugehörigen Applikationsverfahren mit entsprechender Qualitätssicherung für die Zusammenarbeit mit unseren Partnern zur Verfügung.

---

① [www.ifam.fraunhofer.de/oberflaechentechnik](http://www.ifam.fraunhofer.de/oberflaechentechnik)  
② Dr. Stefan Dieckhoff | Telefon +49 421 2246-469  
stefan.dieckhoff@ifam.fraunhofer.de



## KLEBEN

Das Fraunhofer IFAM ist die international führende unabhängige Forschungseinrichtung auf dem Gebiet Kleben. Die Kernkompetenz Kleben umfasst die Klebstoffauswahl, Charakterisierung mechanischer Merkmale, Verarbeitungseigenschaften von Klebstoffen, Auslegung und Validierung geklebter Strukturen, Entwicklung und Anwendung von Dosier- und Applikationsprozessen, Qualitätssicherung, kundenspezifische Gestaltung industrieller Prozesse, Analyse von Schadensfällen, Behebung von Fertigungsstörungen sowie die überbetriebliche, hierarchieübergreifende Qualifizierung des Personals im Betrieb.

---

① [www.ifam.fraunhofer.de/kleben](http://www.ifam.fraunhofer.de/kleben)  
② Dr. Holger Fricke | Telefon +49 421 2246-637  
holger.fricke@ifam.fraunhofer.de





## FORMGEBUNG UND FUNKTIONALISIERUNG

Die Kernkompetenz beinhaltet über das reine Prozessverständnis vom Werkstoff zum Bauteil hinaus die Entwicklung innovativer Fertigungsprozesse. Formgebungsverfahren für Materialien wie Pulver und Schmelze haben den Vorteil, dass in jedem einzelnen Fertigungsschritt eine Integration von zusätzlichen Funktionen möglich ist. Zudem kommen Funktionsbeschichtungen oder eine Funktionalisierung mittels Functional Printing zum Einsatz. In einer automatisierten Fertigungsstraße werden verschiedene pulverbasierte Drucktechnologien in industriellem Maßstab eingesetzt. Sensoren oder elektronische Komponenten können so integriert werden und dem Bauteil weitere oder neue Eigenschaften verleihen.

① [www.ifam.fraunhofer.de/formgebung-funktionalisierung](http://www.ifam.fraunhofer.de/formgebung-funktionalisierung)  
 ② Dr. Volker Zöllmer | Telefon +49 421 2246-114  
 volker.zoellmer@ifam.fraunhofer.de



## AUTOMATISIERUNG UND DIGITALISIERUNG

Diese Kernkompetenz umfasst die Integration von Prozessketten aus den Kategorien Fügen, Dichten, Oberflächenbehandlung, Bearbeiten und Drucken in eine automatisierte und digitalisierte Produktionsumgebung. Die Skalierung reicht vom Labor in den Großstrukturmaßstab, z. B. für die Luftfahrt und Windenergie, der in einer 4000 Quadratmeter großen Forschungshalle realisiert wird. Dabei zeichnet sich das Fraunhofer IFAM vor allem durch den interdisziplinären Ansatz aus, der auf seiner jahrzehntelangen Erfahrung in der Material- und Prozessentwicklung in vielen Branchen beruht. Die Anwendung von cyberphysikalischen Systemen in der Qualitätssicherung sowie Schulungsangebote runden das Spektrum ab.

① [www.ifam.fraunhofer.de/automatisierung-digitalisierung](http://www.ifam.fraunhofer.de/automatisierung-digitalisierung)  
 ② Dr. Dirk Niermann | Telefon +49 4141 78707-101  
 dirk.niermann@ifam.fraunhofer.de



## ELEKTRO- MOBILITÄT

Die Kernkompetenz Elektromobilität adressiert die Entwicklung von Energiespeichern, elektrischen Antrieben sowie die Analyse und Bewertung von komplexen technischen Energiesystemen. Bei elektrischen, chemischen und thermischen Energiespeichern stehen werkstoff- und verfahrenstechnische Aspekte im Vordergrund. Der Bereich der elektrischen Antriebe fokussiert sowohl die Fertigungstechnik als auch die Konzipierung, Auslegung, den prototypischen Aufbau sowie die Prüfung von elektrischen Maschinen. Das Arbeitsgebiet »Energiesystemanalyse« widmet sich aktuellen Fragestellungen zur Energie- und Wärmeversorgung.

① [www.ifam.fraunhofer.de/elektromobilitaet](http://www.ifam.fraunhofer.de/elektromobilitaet)  
 ② Dipl.-Ing. Felix Horch | Telefon +49 421 2246-171  
 felix.horch@ifam.fraunhofer.de

## LADEINFRASTRUKTUR FÜR ELEKTROMOBILITÄT



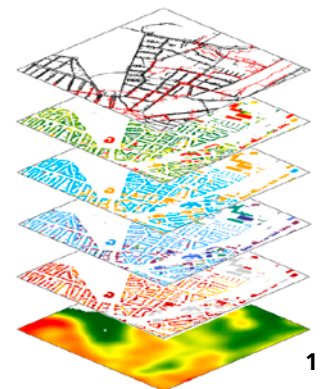
Ziel des vom BMWi geförderten Projektkonsortiums »Cities in Charge« ist der Aufbau von Ladeinfrastruktur für Elektromobilität in städtischen Ballungsräumen. Dazu werden über 1000 öffentliche Ladepunkte (AC: bis 43 kW / DC: bis 150 kW) aufgebaut und Serviceleistungen weiterentwickelt. Die Abteilung Elektromobilität begleitet den Aufbau einer nutzerorientierten Ladeinfrastruktur mit Umfragen verschiedener Akteure, untersucht Geschäftsmodelle für den Betrieb von Ladeinfrastruktur und ermittelt die erzielte Reduktion der NO<sub>x</sub>-Emissionen durch den Ausbau von Ladeinfrastruktur. Aus den Projektergebnissen werden Handlungsempfehlungen für den flächendeckenden und bedarfsorientierten Aufbau von Ladeinfrastruktur sowie für neue Serviceangebote abgeleitet. Diese Erkenntnisse werden genutzt, um strategische Planungsmöglichkeiten zu entwickeln und neue Anwendergruppen bei der praktischen Umsetzung zu unterstützen.

② [www.ifam.fraunhofer.de/cities-in-charge](http://www.ifam.fraunhofer.de/cities-in-charge)

## ZUKUNFTSFÄHIGE WÄRMEVERSORGUNG

Um den Wärmemarkt zu dekarbonisieren, müssen Energieversorger neue Wege gehen. Innerhalb des Projekts »Perspektiven der Wärmeversorgung im Stadtgebiet Nürnberg bis 2050« wurden Szenarien einer Wärmeversorgungsstruktur für den Energieversorger N-ERGIE entwickelt. Unter Einbeziehung von Klimaszenarien wurden Optionen der Wärmeversorgung und Technikentscheidungen aus Kundensicht modelliert. In der Studie konnten die Potenziale von Objektversorgungstechniken auf Einzelgebäudeebene ermittelt und mit Kosten hinterlegt werden. Anschließend wurde geprüft, ob in den unterschiedlichen Siedlungsstrukturen eine leitungsgebundene Wärmeversorgung möglich ist und zu welchen Kosten diese realisiert werden kann. Die Modellierung des Wärmemarktes erfolgte unter Einbeziehung wirtschaftlicher Kriterien, aber auch nicht monetärer Faktoren. Als Ergebnis konnten die jeweils technologisch umsetzbaren Versorgungsoptionen mit den dazugehörigen Wärmegestehungskosten dargestellt werden.

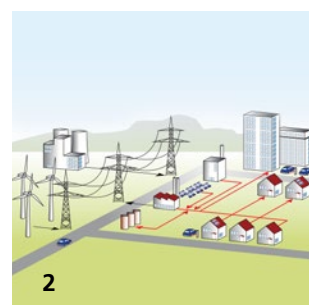
② [www.ifam.fraunhofer.de/waermeversorgung](http://www.ifam.fraunhofer.de/waermeversorgung)



1 Räumlich hoch aufgelöste Daten sind die Grundlage zur Modellierung des zukünftigen Wärmemarktes.

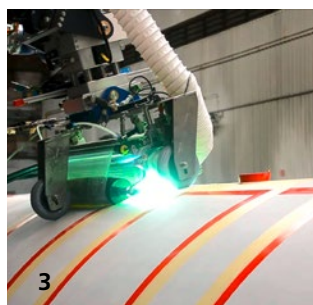
## KLIMASCHUTZ IM STADTQUARTIER

Wie Wind- und Sonnenenergie in andere Formen umgewandelt, gespeichert und verteilt werden müssen, um in einem Stadtquartier eine zuverlässige und nachhaltige Energieversorgung zu ermöglichen, wird in dem Forschungs- und Demonstrationsprojekt »Quarree 100« erarbeitet. Die Verbundpartner entwickeln dazu technische, systemische und übertragbare Lösungen. Seitens des Fraunhofer IFAM werden Geschäftsmodelle für Wärmenetze mit Solarthermie, Kraft-Wärme-Kopplung, Wärmepumpen und Elektrolyseuren mit Bürgerbeteiligung und für nachhaltige Mobilität untersucht. Analysiert werden die Wirtschaftlichkeit für Investoren und die Wertschöpfung vor Ort, zudem werden Handlungsempfehlungen erarbeitet. Auf Basis statistischer und technoökonomischer Daten können die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer IFAM eine Entwicklung bis 2050 simulieren. Zusätzlich wird eine Methode zur Dimensionierung und Simulation von Wärmenetzen, basierend auf Geoinformationssystemen und thermodynamischen Berechnungstools entwickelt.



② [www.ifam.fraunhofer.de/quarree100](http://www.ifam.fraunhofer.de/quarree100)

## RIBLET-LACK FÜR WINDKRAFTANLAGEN



Einen wichtigen Beitrag zur Energiewende leistet Windstrom. Innerhalb des EU-Projekts »Riblet4Wind« stellten sich sieben Projektpartner der Herausforderung, die Aerodynamik von Windkraftflügeln effizienter zu gestalten. Ein Ansatz dabei war, den Luftwiderstand zu verringern. Im Flugzeugbau wurde gezeigt, dass die am Fraunhofer IFAM entwickelte funktionelle Beschichtung mit mikroskopisch kleinen Rillen – Riblet-Lack genannt – den Luftwiderstand reduziert. Dieses Know-how haben sich die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zunutze gemacht und die Technologie an die Rotorblätter einer Windkraftanlage angepasst. Die Beschichtung ist im Gegensatz zu Folien für komplexe Geometrien geeignet und besitzt gleichzeitig eine längere Lebensdauer bei harschen Witterungsbedingungen. Während der Projektlaufzeit wurde der Nachweis erbracht, dass eine ribletstrukturierte Beschichtung automatisiert auf die Rotorblätter aufgebracht werden kann und zu einer Verbesserung der Leistungscharakteristik führt.

② [www.riblet4wind.eu](http://www.riblet4wind.eu)

2 *Energieversorgungskonzepte.*

3 *Automatisierte Beschichtung des Riblet-Lacks auf Rotorblättern.*



## TRENNMITTELFREIER WACHSSPRITZGUSS



OBERFLÄCHEN-  
TECHNIK



FORMGEBUNG UND  
FUNKTIONALISIERUNG

Mit dem Wachsspritzgussverfahren werden Modelle für den Feinguss hergestellt. Für eine zerstörungsfreie Entformung der Wachslinge müssen bislang silikonbasierte Trennmittel eingesetzt werden, um Anhaftungen auf der Metallform zu verhindern und die Entformung zu unterstützen. Die Verwendung dieser Trennmittel ist mit erheblichen Nachteilen für Mensch und Produkt verbunden. In einem AiF geförderten Projekt ist es dem Fraunhofer IFAM gelungen, ein trennmittelfreies Trennschichtsystem zu entwickeln, das eine nachhaltige Permanentbeschichtung auf Werkzeugen ermöglicht. Die langzeitstabile plasmapolymere Trennschicht hat eine geringe Dicke von  $\leq 2$  Mikrometern und gestattet die Beschichtung auch gebrauchter Formen, ohne dass die Maßhaltigkeit wesentlich beeinträchtigt wird. Erste Studien haben die Machbarkeit der Technologie nachgewiesen. Feingießer, die das System im industriellen Umfeld getestet haben, bestätigen, dass sich die Beschichtung für einen dauerhaften Einsatz eignet.

② [www.ifam.fraunhofer.de/trennmittelfreier-wachsspritzguss](http://www.ifam.fraunhofer.de/trennmittelfreier-wachsspritzguss)

## EFFIZIENTE ELEKTROMOTOREN

Ob Pedelecs, E-Scooter oder Drohnen – alle diese Mobilitätsformen verwenden als Antrieb einen Elektromotor. Um die Motoren effizienter zu gestalten, stehen Fragestellungen zum Wirkungsgrad, Gewicht, Material- und Fertigungskosten im Vordergrund. Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer IFAM haben verschiedene gießtechnische Verfahren entwickelt, mit denen leichte Wicklungen aus Aluminium und höherem Nutzfaktor gefertigt werden können. In Versuchen konnte nun nachgewiesen werden, dass die Aluminiumspulen im Vergleich zu den Kupferwicklungen die Dauerleistung der elektrischen Maschinen steigern, die Betriebstemperatur verringern und gleichzeitig Gewicht und Rohstoffkosten einsparen. Dies ermöglicht eine sehr wirtschaftliche Herstellung, ohne die Vorteile des hohen Nutzfaktors zu verlieren, bei gleichzeitiger Ausnutzung einer Rohstoffkostenreduktion von 80 Prozent gegenüber konventionellen Spulen.



FORMGEBUNG UND  
FUNKTIONALISIERUNG



ELEKTRO-  
MOBILITÄT



② [www.ifam.fraunhofer.de/effiziente-elektromotoren](http://www.ifam.fraunhofer.de/effiziente-elektromotoren)

1 Trennmittelfreier Wachsspritzguss durch Einsatz einer plasmapolymere Trennschicht.

2 Im Druckguss hergestellte Aluminiumspule mit einer Leiterhöhe von ca. 1,5 Millimetern.

## DROHNEN FÜR INSPEKTIONSAUFGABEN

Unbemannte Luftfahrtsysteme – auch als technische Drohnen bekannt – sollen zukünftig in der Lage sein, Inspektions-, Wartungs- und Reparaturarbeiten an schwer zugänglichen Orten durchzuführen, um den Menschen bei unwegsamen oder gefährlichen Arbeiten zu entlasten. Zur Erfüllung dieses breiten Aufgabenspektrums müssen die Luftfahrzeuge mit effizienten elektrischen Antrieben, einer umfangreichen Sensorik, Sensordatenerfassung und -auswertung sowie entsprechenden Algorithmen zur autonomen Durchführung komplexer Missionen ausgestattet sein. Neben dem Einsatz von berührungslosen optischen Messverfahren steht die Adaption berührender Messtechniken im Vordergrund der Entwicklungsarbeiten am Fraunhofer IFAM. Für die Erprobung und für den Nachweis der Zuverlässigkeit von Hard- und Software unter realen Offshore-Umgebungsbedingungen steht ein eigenes Testzentrum für maritime Technologien auf Helgoland zur Verfügung.

 AUTOMATISIERUNG  
UND DIGITALISIERUNG

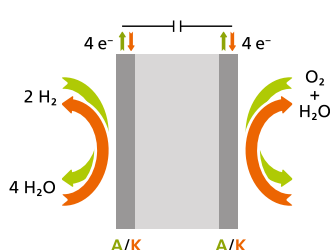


② [www.qualitaetsicherung.ifam.fraunhofer.de/mobile-robotik](http://www.qualitaetsicherung.ifam.fraunhofer.de/mobile-robotik)

## TECHNOLOGIE ZUR WASSERSTOFFERZEUGUNG

 ELEKTRO-  
MOBILITÄT

 METALLISCHE  
WERKSTOFFE

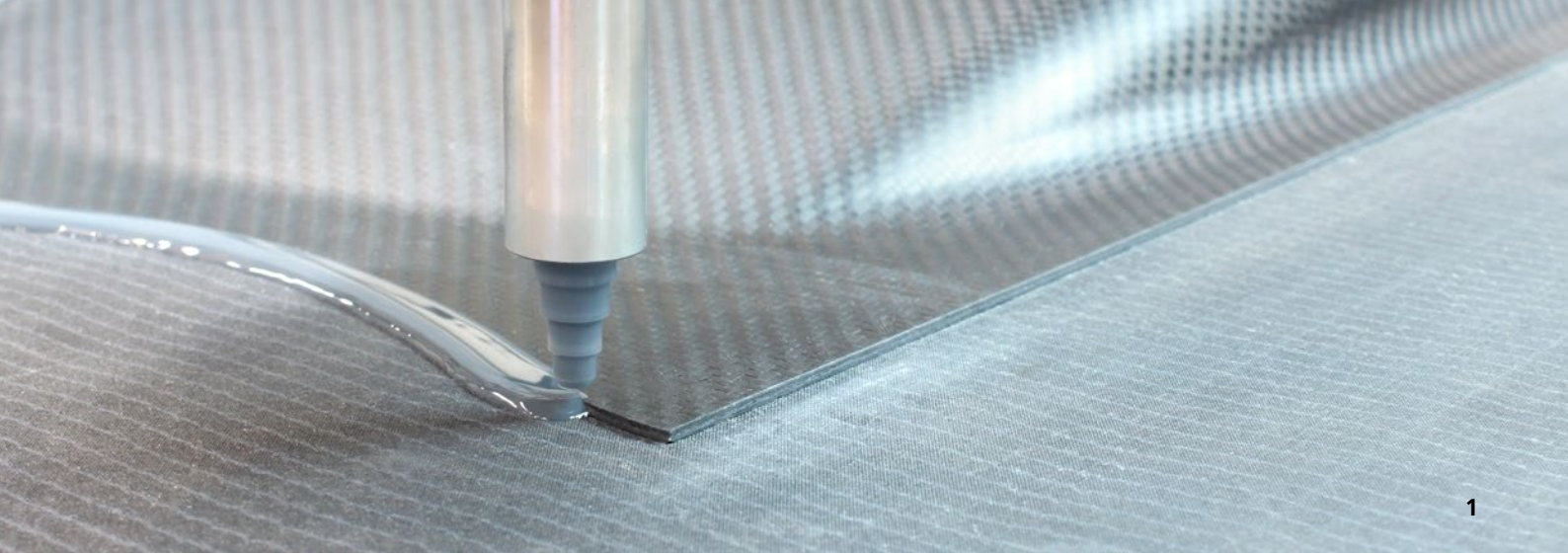


Im August 2019 startete das BMBF-Projekt »REVAL«. Dabei entwickelt und erprobt das Institut gemeinsam mit dem Fraunhofer IMWS, der Fumatech GmbH sowie der H-TEC Systems GmbH eine neuartige Technologie zur Wasserstoffherzeugung: Die reversible Anionenaustausch-Membran-Elektrolyse (rAEM). Das Projektziel ist es, ein Shortstack auf dem Technologiereifegrad 5 mit einer Leistungsaufnahme von ca. 10 Kilowatt zu entwickeln. Im Vergleich zur Protonenaustausch-Membran-Elektrolyse (PEM) können bei der rAEM-Technologie weitaus kostengünstigere Materialien bei Membran, Katalysatoren (edelmetall-frei) und Bipolarplatten eingesetzt werden. Der Forschungsfokus liegt darauf, die chemische Stabilität vorhandener anionenleitfähiger Membranen auch bei hohen Stromdichten zu verbessern. Außerdem sollen Elektrokatalysatoren erprobt werden, die sowohl für den Elektrolyse- als auch den Brennstoffzellenmodus geeignet sind. Schließlich gilt es, einen geeigneten Zellaufbau auszulegen und zu testen.

4

② [www.ifam.fraunhofer.de/h2](http://www.ifam.fraunhofer.de/h2)

- 3 Eine Drohne im Einsatz der Wissenschaft über dem Testfeld auf Helgoland.  
4 Schema der Membran-Elektroden-Einheit der rAEM.



1

## MULTIFUNKTIONSENSORIK FÜR DIE KLEBTECHNIK

 AUTOMATISIERUNG  
UND DIGITALISIERUNG

 KLEBEN



Automatisierte Kleb- und Dichtprozesse sind in der Luftfahrtproduktion kaum etabliert, aber von größtem Interesse. Im Forschungsprojekt »MultiBond« entwickelte das Fraunhofer IFAM in Stade mit Partnern hierfür ein integrales System zur prozessgesicherten Zweikomponentendosierung mit echtzeitgebundener multifunktionaler Sensorik. Die Verzahnung von Dosiersystem, Prozesssteuerung und Sensorik führt zu einer synergistischen Lösung: Die eigens entwickelte multifunktionale 360°-Sensorik erlaubt eine präzise Anpassung der Dosierpfade, um die typischen Fertigungstoleranzen bei Faserverbundbauteilen zu kompensieren. Sie erfasst schon im Vorlauf der Applikation die Bauteilkontur und korrigiert den Pfad entsprechend. Zeitgleich kann sie im Nachlauf der Applikation die Klebstoffraupe erfassen, analysieren und bewerten. So erfolgt die Überwachung der Dosierparameter bereits im Prozess; zudem ist eine hundertprozentige Qualitätskontrolle direkt in den Prozess integriert.

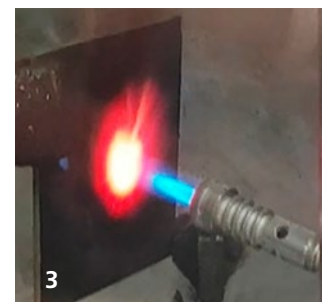
② [www.ifam.fraunhofer.de/adaptive-applikationssysteme](http://www.ifam.fraunhofer.de/adaptive-applikationssysteme)

## BRANDSCHUTZ IM SCHIENENFAHRZEUGLEICHTBAU

Innovative Materialien und modulare Konstruktionen für Schienenfahrzeuge gelten als Schlüssel zum Erfolg in der europäischen Eisenbahnindustrie. Allerdings erfüllen ein Großteil der derzeit kommerziell verfügbaren polymeren Werkstoffe für Strukturanwendungen im Schienenfahrzeugbau die hohen Anforderungen bezüglich des Brandverhaltens sowie der Rauchgasdichte und -toxizität nicht oder nur bedingt. Im Rahmen des EU-Projektes »Mat4Rail« hat das Fraunhofer IFAM gemeinsam mit der Universität Bremen Faserverbundkunststoffe mit exzellenten Brandeigenschaften entwickelt. Hierzu wurden neuartige Monomerformulierungen sowie geeignete Fertigungs- und Fügeverfahren erforscht. Durch entsprechende Prüfungen konnte gezeigt werden, dass die polymeren Leichtbauwerkstoffe den höchsten Anforderungen des Schienenfahrzeugbaus an den präventiven Brandschutz gerecht werden. Sowohl Kleb- als auch Hybridklebverbindungen erwiesen sich als geeignete Verbindungstechniken.

 POLYMERE  
WERKSTOFFE

 KLEBEN



② [www.ifam.fraunhofer.de/mat4rail](http://www.ifam.fraunhofer.de/mat4rail)

② [www.mat4rail.eu](http://www.mat4rail.eu)

- 1 Präzise Klebstoffapplikation auf eine toleranzbehaftete Bauteilkante.
- 2 Für automatisierte hochpräzise Kleb- und Dichtprozesse: Konzentrische Multifunktionssensorik, arrangiert um die Applikationsspitze.
- 3 Test der Brandsicherheit des neuen Faserverbundkunststoffes durch Beflammung.

## BIOBASIERTE VERBUNDKUNSTSTOFFE

Für die Automobilindustrie, die sowohl in Deutschland als auch in Brasilien zu den wichtigsten Industriezweigen gehört, ist nachhaltiger Leichtbau essenziell. Die bislang zur Gewichtseinsparung eingesetzten Faserverbundkunststoffe basieren jedoch zumeist auf fossilen Ressourcen und haben daher Optimierungsbedarf hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit. Das Fraunhofer IFAM verfolgt als Koordinator des BMBF-Projekts »BestBioPLA« das Ziel, alternative polymere Matrixsysteme zur Herstellung vollständig biobasierter Faserverbundkunststoffe zu entwickeln. Besonders ist dabei der Ansatz, dass lokal angebaute Ressourcen aus den Zielregionen verwendet werden. Die Polymerentwicklung basiert auf Polylactiden (PLA) und regionalen Pflanzenölen. Als Verstärkungsfasern werden Flachs aus Europa und Sisal aus Brasilien verwendet. Die verwendeten Rohstoffe, Zwischenprodukte und fertigen Verbundwerkstoffe werden materialwissenschaftlich charakterisiert und mit der biologischen Abbaubarkeit korreliert.

 POLYMERE WERKSTOFFE

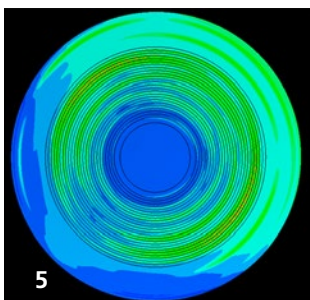


② [www.bmbf-client.de/en/projects/bestbiopla](http://www.bmbf-client.de/en/projects/bestbiopla)

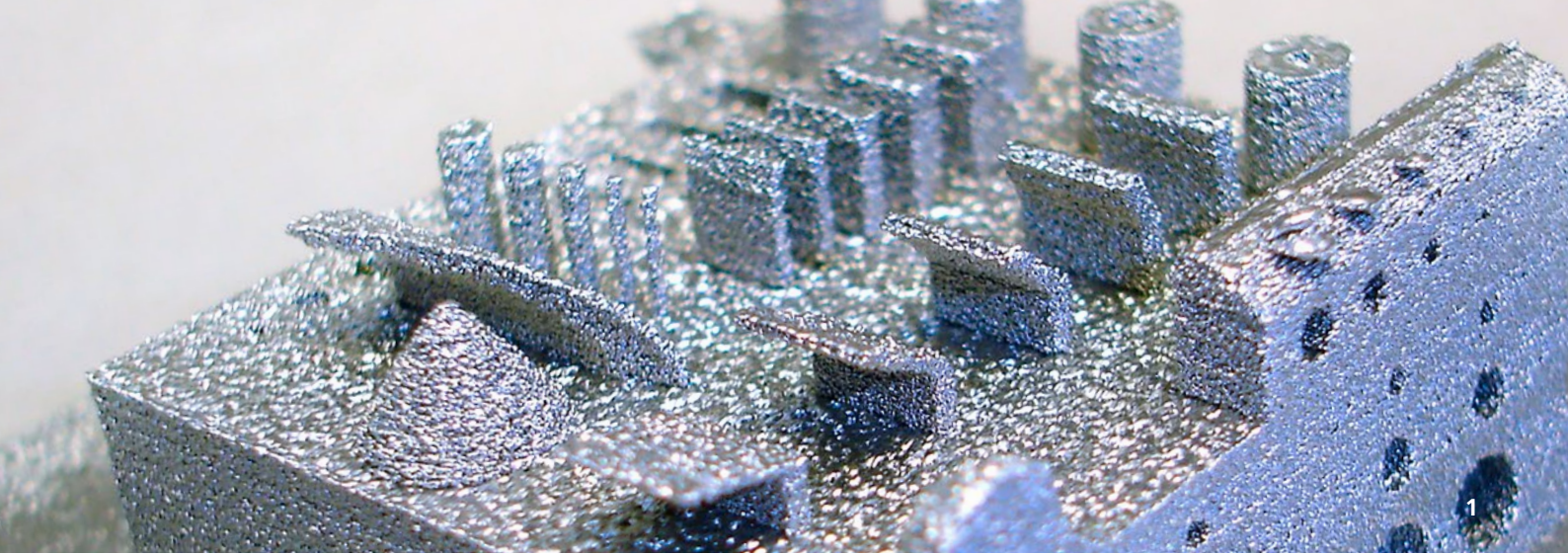
## STRUKTURELLES KLEBEN IN DER LUFTFAHRT

 KLEBEN

Am Fraunhofer IFAM werden im Projekt »FACTOR – Future Advanced Composite Bonding and Bonded Repair« Lösungen entwickelt, die sowohl das Kleben primärer Strukturbauteile als auch die nietfreie Kleb-reparatur ermöglichen und somit den Weg zu einer Luftfahrtzulassung struktureller Klebverbindung freimachen. Die Langzeitstabilität der Klebverbindung über die Flugzeuglebensdauer wird dabei u. a. durch validierte Konzepte für den rechnerischen Nachweis des kohäsiven Anteils der Verbindungsfestigkeit erreicht. Hierzu werden Berechnungsansätze für strukturelle Klebverbindungen neu verknüpft und digitale Modelle experimentell validiert. Kombiniert mit einer optimierten Steuerung des Klebprozesses durch neu entwickelte automatisierbare Methoden zur breitbandigen Erfassung von Kontaminationen an der Oberfläche und automatisierbare und mobile Oberflächenvorbehandlungsverfahren als Alternativen zu manuellen Schleif- und Strahlprozessen ermöglichen diese Innovationen eine klebgerechte Gestaltung von Strukturbauteilen und Reparaturlösungen mit reduzierten Lastkonzentrationen. So kann eine erhebliche Reduktion des Struktur-gewichtes und der Montage- bzw. Reparaturkosten gelingen.



- 4 Rohstoffe für biobasierte FVK: Lactid, Pflanzenöl und Naturfasern sowie eine Zwischenstufe der Polymersynthese im Reaktionskolben.  
5 Spannungsverteilung in der Klebschicht einer Patch-Reparatur.



## NEUES EISENPULVER FÜR ADDITIVE FERTIGUNG



METALLISCHE  
WERKSTOFFE

Bisher wird für die additive Fertigung von Stählen in dem pulverbettbasierten Verfahren Selektives Elektronenstrahlschmelzen (SEBM) sphärisches Eisenpulver verwendet, das durch Inertgasverdüsung hergestellt wird. Die Kosten sind hoch. Die am Fraunhofer IFAM in Dresden neu erprobte Herstellungsmethode macht Preise für Eisenpulver möglich, die nur etwa 10 Prozent der aktuellen Kosten betragen. In einer Machbarkeitsstudie zur Verarbeitung durch SEBM konnte gezeigt werden, dass mit diesem Eisenpulver formstabile Bauteile gefertigt werden können. Trotz der unregelmäßigeren Partikelform und der erwartbaren schlechteren Fließfähigkeit im Vergleich zu gasverdüsten Pulvern ist dieses Eisenpulver eine echte Low-Cost-Alternative. Auch für andere Werkstoffe existieren preiswerte Möglichkeiten, so z. B. für HDH-Titanpulver. Die Werkstoffflexibilität steigt damit und eine größere Werkstoffpalette wird ökonomisch machbar.

② [www.ifam.fraunhofer.de/pulveram](http://www.ifam.fraunhofer.de/pulveram)

## UMWELTFREUNDLICHE METALLISIERUNG

Der Einsatz von metallisierten Kunststoffen ist vielfältig und zieht sich durch alle Industriezweige. Die Ende 2017 ausgesprochene Beschränkung von Chrom(VI)-haltigen Vorbehandlungsprozessen für die Metallisierung von Kunststoffen erforderte neue Prozessketten. Durch den Einsatz der Atmosphärendruck-Plasmatechnik werden mehrere nasschemische Bäder durch einen trockenen, umweltfreundlichen Prozess ersetzt. So können beliebige Polymere in einem Schritt gereinigt, strukturiert, aktiviert und mit Palladium-Nano-Partikeln versehen werden. Anschließend erfolgt die stromlose Abscheidung von Nickel mit den weiteren metallischen Lagen. Durch die im CORNET-Projekt »METAPLAST« entwickelte Plasmatechnologie ergeben sich neue Möglichkeiten der Metallisierung von Polymeren, die heutzutage mit bestehenden nasschemischen Prozessen nicht bearbeitet werden können. Zudem lassen sich die Prozesse in eine Inline-Fertigung integrieren und können automatisiert ablaufen.



OBERFLÄCHEN-  
TECHNIK



2

② [www.ifam.fraunhofer.de/adplasma](http://www.ifam.fraunhofer.de/adplasma)

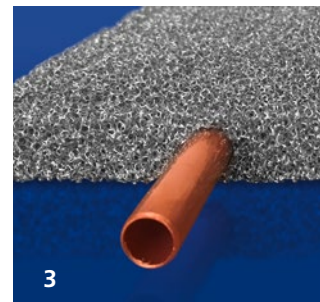
- 1 Demonstratorbauteil aus Eisenpulver, gefertigt durch Selektives Elektronenstrahlschmelzen (Design aus Agent-3D).
- 2 Metallisierung auf transparentem Kunststoff.



## HYBRIDSYSTEM FÜR DIE GEBÄUDETECHNIK

Der steigende Dämmstandard, die Senkung der Heizlast und der zunehmende Klimatisierungsbedarf fordern neue Wege in der Gebäudetechnik. Ein neuartiges Hybridsystem, das bei Neubauten und Sanierungen zum Einsatz kommen kann, koppelt nun Wärme- und Kälteübergabe mit der Raumluftkonditionierung. Das modulare System übergibt mit Flächenheiz- und Flächenkühlelementen Wärme bzw. Kälte an den Raum und konditioniert zugleich mit integrierten Lüftungskanälen die Zuluft. Durch den Einsatz von zellularen metallischen Werkstoffen wird die Oberflächentemperatur der Elemente homogenisiert und so eine hohe Behaglichkeit erreicht. Zusätzlich werden geringere Übertemperaturen des Heizmediums benötigt, wodurch regenerativ erzeugte Niedertemperaturwärme besser in den Übergabeprozess integriert wird. Das lohnt sich: Die Systemtemperaturen können bei gleicher Leistungsdichte um bis zu 5 Kelvin gesenkt werden, was einen Effizienzgewinn von bis zu 10 Prozent am Wärmeerzeuger bedeutet.

 METALLISCHE WERKSTOFFE



② [www.ifam.fraunhofer.de/Hybrid-FHKL](http://www.ifam.fraunhofer.de/Hybrid-FHKL)

## SILIKONMODIFIZIERUNG MIT LICHT

 OBERFLÄCHEN-TECHNIK

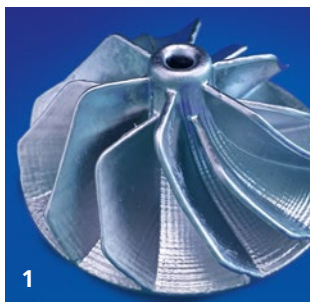


Eine Silikonoberfläche besitzt hohe Reibwerte, ist schmutzanfällig und lässt sich schwer kleben. Üblicherweise werden Silikone einer Gasphasenfluorierung unterzogen, was technisch und logistisch einen hohen Aufwand erfordert. Am Fraunhofer IFAM konnte demonstriert werden, dass Silikon mittels Bestrahlung durch ultraviolettes Licht unterhalb von 200 Nanometern modifiziert werden kann. Eine dünne Oberflächenschicht wird »verglast«. Es entsteht eine feine, anorganische Schicht. Vorteilhafte Eigenschaften prägen sich aus wie Reibungsminimierung, reduzierte Schmutzanhaftung und angenehme Haptik. Teilweise übertreffen die Eigenschaften jene der Fluorierung. Positiv für den Anwender: Er kann die Technik selbst durchführen, spart Kosten und gewinnt eine hohe Fertigungsflexibilität. Zudem ermöglicht eine UV-Bestrahlung, Silikone zukünftig auch mit neuen Klebstoffklassen fügen zu können. Sogar ein Fügen der aktivierten Oberflächen ganz ohne Klebstoff ist möglich.

② [www.ifam.fraunhofer.de/vuv-modifikation](http://www.ifam.fraunhofer.de/vuv-modifikation)

- 3 Verbundsystem Rohr-Metallschaum, welches im hybriden Element integriert ist.  
 4 Silikonprothese mit halbseitig VUV-modifiziertem Silikonstreifen: Signifikant reduzierte Staubanhaftung im VUV-modifizierten Bereich (l.) im Vergleich zur unbehandelten Seite (r.).

## GELCASTING FÜR METALLISCHE BAUTEILE



Mit dem Gelcasting hat das Fraunhofer IFAM am Standort in Dresden eine Technologie zur Herstellung von Bauteilen mit metallischen Werkstoffen neu erschlossen. Dabei werden additive Fertigungsverfahren eingesetzt, um die Gießformen herzustellen. Die eigentliche Formgebung erfolgt über das Ausgießen dieser Formen mit einer metallpulverhaltigen Suspension bei Raumtemperatur. Durch die besonderen Eigenschaften der Suspension tritt keine Sedimentation des Pulvers auf. Nach dem Erstarren und Trocknen des Grünteils sowie dessen Entformung wird es im Ofen thermisch entbindert und gesintert. Typische Sinterdichten liegen perspektivisch bei 99 Prozent. Die Schwindung ist dabei sehr homogen und isotrop. Es sind Bauteile mit Wandstärken von 1 Millimeter bis hin zu über 30 Millimeter machbar bei Bauteilgrößen von wenigen Gramm bis über 700 Gramm. Das Verfahren ist besonders kostengünstig und zeichnet sich durch seine Materialfreiheit aus. Auch sind verschiedene Materialkombinationen möglich.

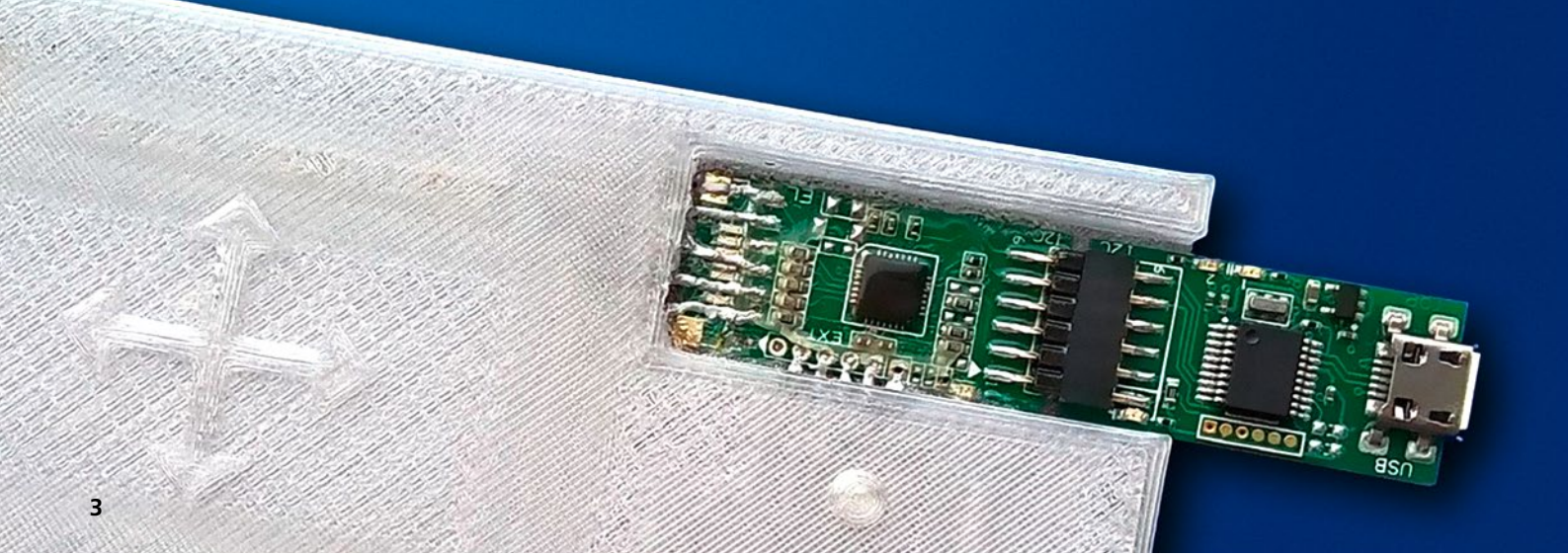
## INDIVIDUALISIERUNG VON MASSENPRODUKTEN

Sechs Fraunhofer-Instituten ist es in dem Leitprojekt »Go Beyond 4.0« gelungen, durch digitale Druck- und Laserverfahren die Individualisierung von Bauteilen in der Massenproduktion zu realisieren. Für Luftfahrtanwendungen hat das Fraunhofer IFAM im Teilprojekt »Smart Wing« durch digitales Dispensieren Komponenten wie Sensoren (z. B. für die Temperatur), Signalleitungen und LEDs auf Faserverstärkte Kunststoffe (FVK) für Tragflächen appliziert. Gedruckte Heizstrukturen können so z. B. das chemikalienfreie Enteisen von Tragflächen ermöglichen. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass durch die drucktechnische Funktionalisierung von Glas- und Kohlenstofffasergeweben und der anschließenden Verarbeitung im Vakuuminfusionsverfahren Elemente auch direkt in das Innere der FVK-Bauteile integrierbar sind. Belastungszustände können damit sicher detektiert und an das Bordmanagement gemeldet werden.



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

- 1 Flügelrad, hergestellt über AM-Formgebung und Gelcasting.
- 2 Funktionsintegriertes Profil eines Flugzeugflügels.



## 3D-DRUCK FÜR INTEGRIERTE ELEKTRONISCHE SYSTEME

Der Markt für elektronische Produkte entwickelt sich schnell, wobei die Nachfrage der Hersteller nach kundenspezifischen Lösungen steigt. Bisher lag der Schwerpunkt jedoch auf der Massenproduktion von standardisierten Komponenten und Baugruppen. Im Projekt »Hyb-Man – Hybrid 3D Manufacturing of Smart Systems« entwickelt das Fraunhofer IFAM innerhalb eines internationalen Konsortiums hybride 3D-Fertigungsverfahren. Ziel ist es, eine flexible, fehlerfreie Produktion mit integrierten additiven Verfahren für Beleuchtungs- und Automobilanwendungen zu entwickeln. Die Fertigung auch kleiner individueller Losgrößen wird durch eine automatisierte Integration von elektronischen Bauteilen, einer Inline-Prozesskontrolle und Qualitätsüberwachung möglich. Die Aktivitäten des Fraunhofer IFAM sind fokussiert auf die Kombination von 3D-Druckverfahren mit Dispensprozessen bzw. die Entwicklung von elektrisch und thermisch hochleitfähigen Spezialmaterialien für den 3D-Druck (Filamente).

 FORMGEBUNG UND FUNKTIONALISIERUNG

 METALLISCHE WERKSTOFFE

 AUTOMATISIERUNG UND DIGITALISIERUNG

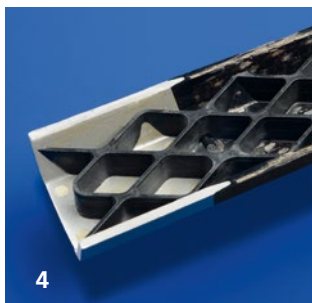
② [www.hybman.eu](http://www.hybman.eu)

## HYBRIDE ALUMINIUMGUSS-FASERVERBUND-STRUKTUREN

 FORMGEBUNG UND FUNKTIONALISIERUNG

Im automobilen Karosseriebau sind vor allem metallische Bauteile wie Stahlblech und Aluminiumguss von hoher Relevanz. Der Multi-Material-Mix aus konventionellen Werkstoffen und Faserverbundwerkstoffen hingegen ermöglicht ein hohes Leichtbaupotenzial. Um dieses vollständig ausschöpfen zu können, sind neue Prozesstechnologien zur Herstellung von Hybridbauteilen erforderlich.

Im Projekt »EnTraHyb« wurde in einer Kooperation zwischen dem Fraunhofer-Projektzentrum Wolfsburg und der Technischen Universität Braunschweig ein hybrides Metall-FVK-Demonstratorbauteil entwickelt. Dabei wurden Glasfaserhalbzeuge als Übergangsstruktur zwischen einem Aluminium-Gussknoten und einem im Spritzgießprozess sowie Heißpressverfahren hergestellten thermoplastischen Faserverbundwerkstoff zu einer kraftflussgerechten hybriden Demonstratorstruktur verarbeitet. Um die seriennahe Umsetzbarkeit zu erfüllen, erfolgte parallel die Untersuchung automatisierbarer Prozessabläufe.



② [www.ifam.fraunhofer.de/wolfsburg](http://www.ifam.fraunhofer.de/wolfsburg)

3 Beispiel eines 3D-Druck integrierten Bauteils: Gestensensor aus Polykarbonat mit gedruckten 3D-Leiterbahnen und kapazitivem Sensor sowie integrierten LEDs und Elektronikchip.

4 Metall-FVK-Demonstratorbauteil.

## GESCHÄFTSFELDER

Das Fraunhofer IFAM steht für Auftragsforschung auf höchstem Niveau – denn für eine erfolgreiche Innovation ist die Qualität der Forschung ebenso bedeutend wie der exzellente Transfer von Ergebnissen in die Anwendung. Unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler forschen und entwickeln in den zwei Bereichen »Formgebung und Funktionswerkstoffe« sowie »Klebtechnik und Oberflächen«. Aus diesen beiden Säulen heraus ergeben sich sieben systemübergreifende Kernkompetenzen und ein Angebotsspektrum, das sich vom Werkstoff über Formgebung und Füge­technik bis hin zur Funktionalisierung von Oberflächen, Entwicklung kompletter Bauteile oder komplexer Systeme sowie digitaler Prozesse erstreckt. Dabei deckt das Fraunhofer IFAM die gesamte Wertschöpfungskette von der Materialentwicklung über das Produktdesign bis hin zur Integration in die industrielle Fertigung ab – einschließlich Pilotfertigungen und gezielter Maßnahmen zur Personalqualifizierung in neuen Technologien.

### Materialwissenschaftliche und fertigungstechnische Kernkompetenzen

Expertenwissen, langjährige Erfahrung und modernstes Equipment – das sind die Grundlagen für die erfolgreiche praxisorientierte Bearbeitung kundenspezifischer Fragestellungen. Neben der starken Anwendungsorientierung, die in Projekten mit Partnern aus den verschiedensten Industrien ihren Ausdruck findet, ist aber insbesondere auch wissenschaftliche Exzellenz in unseren Kernkompetenzen eine zentrale Leitlinie des Instituts.

Das Fraunhofer IFAM ist ein materialwissenschaftlich ausgerichtetes Forschungsinstitut mit Schwerpunkten in den Bereichen metallische und polymere Werkstoffe. Das breite technolo-

gische und wissenschaftliche Know-how ist in sieben Kernkompetenzen – Metallische Werkstoffe, Polymere Werkstoffe, Oberflächentechnik, Kleben, Formgebung und Funktionalisierung, Elektromobilität, Automatisierung und Digitalisierung – gebündelt. Diese Kernkompetenzen begründen die starke Position des Instituts am Forschungsmarkt. Sie bilden die Basis für zukunftsorientierte Entwicklungen. Eine prozessorientierte Weiterbildung oder Schulung sowie ein spezifischer Technologietransfer werden für alle Kernkompetenzen angeboten.

### Innovationsprozesse für Schlüsselbranchen

Entwicklungskompetenz hilft den Innovationsprozess in Unternehmen voranzubringen und der Bedarf an Auftragsforschung steigt kontinuierlich. Heute arbeiten rund 700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Fraunhofer IFAM in der Vertragsforschung. Neben den Wirtschaftszweigen wie dem Maschinen- und Anlagenbau, der Elektronik und elektrotechnischen Industrie sowie dem Schiff- und Schienenfahrzeugbau oder der Verpackungs- und der Bauindustrie werden insbesondere für die Geschäftsfelder Automotive, Energietechnik, Luftfahrt, Maritime Technologien, Medizintechnik und Life Sciences spezifische Lösungen entwickelt.

Aktuelle Projektarbeiten für die Automobilbranche sind Elektrifizierung, Digitalisierung und Leichtbau. Das Fraunhofer IFAM unterstützt die Fahrzeugindustrie, diese Herausforderungen umzusetzen. Durch sein ganzheitliches Vorgehen ist das Institut anerkannt als der führende Entwicklungspartner zur Realisierung moderner Mischbauweisen durch Kleben und Hybridfügen. Verfahrensentwicklungen für den Einsatz neuer metallischer und polymerer Werkstoffe sowie die Funktionalisierung von Oberflächen und Komponenten sind weitere Kompetenzen.

## + LUFTFAHRT +

## TECHNOLOGIEN + MEDIZINTECHNIK &amp; LIFE SCIENCES

Das Fraunhofer IFAM besitzt ein umfassendes Systemverständnis im Bereich der Elektromobilität und bietet der Automobilbranche technische Lösungen für die Elektrifizierung und Hybridisierung des Antriebsstrangs sowie neue Batterie- und Mobilitätskonzepte.

Das Geschäftsfeld Energietechnik adressiert Unternehmen, die mit Energiewandlung, Energieverteilung und -speicherung wichtige Beiträge für eine ressourcenschonende und stabile Energieversorgung liefern. Die Effizienzsteigerung bei der Nutzung von elektrischer und thermischer Energie in den Bereichen Gebäude, Verkehr und Produktion ist das Ziel. Mit seinen Kompetenzen zu wasserstoff-, strom- und wärmespeichernden Materialien und Komponenten, den Formgebungsverfahren und der Beschichtungstechnik bietet das Fraunhofer IFAM vielfältige Lösungsansätze.

Innerhalb des Geschäftsfeldes Luftfahrt unterstützen wir die Hersteller von Flugzeugen und Hubschraubern sowie die dazugehörige Zulieferkette. Neue Materialien, Leichtbautechnologien und effizientere Triebwerke helfen Treibstoffverbrauch, Schadstoff- und Lärmemissionen zu reduzieren. Zudem werden Verfahren entwickelt, um Fertigungsprozesse stärker zu automatisieren und zu digitalisieren, um Produktionskosten zu senken. Auch die Notwendigkeit der Reduzierung von Betriebskosten (Wartung, Reparatur und Instandhaltung – MRO) treibt die Suche nach wirtschaftlich besseren Optionen an.

In dem Geschäftsfeld Maritime Technologien bündelt das Fraunhofer IFAM seine Expertise zu den Forschungsschwerpunkten Beschichtungen für den Korrosions- und Bewuchsschutz, klebtechnische Fertigung und Leichtbau. Die Entwicklungsprozesse werden durch analytische Verfahren und eine Qualitätssicherung entlang der gesamten Fertigungskette begleitet. Die Elektrifizierung von Schiffsantrieben und elektrische Energie-

speicher für Über- und Unterwasseranwendungen sind weitere Entwicklungsziele. Neben den Entwicklungsarbeiten im Technikum bietet das Fraunhofer IFAM Test- und Prüfmöglichkeiten unter einsatznahen Umgebungsbedingungen in List auf Sylt, am Leuchtturm »Alte Weser« und auf der Hochseeinsel Helgoland.

Darüber hinaus bietet das Fraunhofer IFAM durch ein 5 Kilometer mal 1 Kilometer großes Testfeld vor Helgoland die Möglichkeit, Bauteile, Sensoren oder Fahrzeuge und deren Missionen im Kurz- oder Langzeitversuch zu erproben. Die Umgebungsbedingungen in bis zu 50 Meter tiefem Wasser sind repräsentativ für die Nordsee und stellen die höchsten Anforderungen an die Materialien.

Im Bereich der Medizintechnik wendet sich das Fraunhofer IFAM an Hersteller von Implantaten, Instrumenten, medizintechnischen und medizinischen Klebstoffen sowie an Beschichtungsdienstleister. In den Life Sciences stehen funktionale Materialien und Biosurface-Engineering im Forschungsfokus. Neben den Materialien und Beschichtungen werden auch die passenden Herstellungsprozesse entwickelt. Entsprechend der Zweckbestimmung der Produkte werden die normativen und technischen Anforderungen wie Biokompatibilität, Degradationsverhalten sowie chemische, physikalische, mechanische und morphologische Charakterisierung von Beginn an berücksichtigt und umgesetzt.



# MENSCHEN MOMENTE EREIGNISSE

Hinter unseren Entwicklungen stehen Menschen – ohne sie gäbe es keinen Fortschritt. Professionalität, Vertrauen, Kooperation, Kreativität und Interdisziplinarität prägen das Miteinander an unserem Institut und sind eine Basis für unseren gemeinsamen Erfolg. Unsere Zukunft basiert auf dem Wissen und der Begeisterung unserer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für die angewandte Forschung. Darüber hinaus belegen die zahlreichen Organisationen und Teilnahmen an Veranstaltungen, die Anzahl an Preisen und Ehrungen sowie der aktive Wissenstransfer und die vielen zukunftsweisenden Ereignisse unser hohes Engagement für die Gesellschaft. Einen Auszug davon haben wir für Sie zusammengestellt.

# 27/03/19 EHRENKOLLOQUIUM



## + FRAUNHOFER-JUBILÄUMSMEDAILLE FÜR ALLE MITARBEITENDEN +



Als Zeichen der hohen Wertschätzung für die Arbeit aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bei Fraunhofer und zugleich als ein bleibendes Andenken an das 70-jährige Jubiläum hat sich der Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft für eine besondere Medaille als Präsent entschieden. Die silberne Medaille ist in doppelter Hinsicht mit Fraunhofer verbunden: Sie zeigt die Fraunhofer'schen Linien – eine der wegweisenden Entdeckungen des Namenspatrons – und wurde mit einer Technologie des Fraunhofer IFAM hergestellt.



## GESUNDHEITSTAG AM FRAUNHOFER IFAM

Unter dem Motto »So bleibt das Herz gesund« wurden die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Fraunhofer IFAM am diesjährigen Gesundheitstag dazu eingeladen, an verschiedenen Workshops und Vorträgen rund um die Themen Gesundheit und Beweglichkeit teilzunehmen. Auf dem Programm standen u. a. eine Schulter-Nacken-Massage, ein Arterien Screening sowie Vorträge zu mediterraner Ernährung. In dem Blutspendemobil des Deutschen Roten Kreuzes konnten die Teilnehmenden mit einer Blutspende oder der Typisierung für eine Stammzellen-/Knochenmarkspende auch anderen Gutes tun.



## FRAUNHOFER-MEDAILLE FÜR PROF. BERND KIEBACK



Im Rahmen des Ehrenkolloquiums zur Verabschiedung in den Ruhestand erhielt Prof. Bernd Kieback am 27. März 2019 die Fraunhofer-Medaille. Sie wird an Personen verliehen, die sich um die Fraunhofer-Gesellschaft besonders verdient gemacht

haben. Von 1992 bis 2019 leitete Prof. Kieback sehr erfolgreich den Institutsteil des Fraunhofer IFAM in Dresden. Für diesen Erfolg spricht u. a. die Entwicklung der Mitarbeiterzahlen von 19 auf heute fast 100. Zu den Themen am Standort in Dresden, die er mit aufgebaut und gefördert hat, gehören die pulverbasierte additive Fertigung wie beispielsweise das Elektronenstrahlschmelzen, dreidimensionaler Siebdruck oder Filamentdruck sowie die Wasserstofftechnologie. Mit Prof. Kieback wurde eine der Koryphäen auf dem Gebiet der Pulvermetallurgie geehrt.

② [www.ifam.fraunhofer.de/fraunhofer-medaille](http://www.ifam.fraunhofer.de/fraunhofer-medaille)

- 1 *Das spezielle Verfahren zur pulvermetallurgischen Fertigung von Sammlermünzen entwickelte das Fraunhofer IFAM zusammen mit der Reischauer GmbH. Durch Verdüsen der Silberschmelze wird erst ein Pulver erzeugt, das dann mit hohem Druck in die Matrize gepresst und anschließend gehärtet wird. So lassen sich komplexe Motive bei geringerem Pressdruck in deutlich besserer Qualität prägen.*
- 2 *Prof. Bernd Kieback gemeinsam mit Dr. Raoul Klingner (l.) und Prof. Matthias Busse (r.) bei der Verleihung der Fraunhofer-Medaille.*

27–28/03/19 3. BREMER FASERVERBUND

28/03/19 FACHKOLLOQUIUM PULVERMETALLURGIE

## FORSCHUNGSPLATTFORM FÜR ENERGIESPEICHER



Im Februar fiel der Startschuss für das »Projektzentrum für Energiespeicher und Systeme ZESS« der Fraunhofer-Gesellschaft in Braunschweig im Niedersächsischen Forschungszentrum für Fahrzeugtechnik. Beteiligte Partner sind die drei Fraunhofer-Institute IKTS, IST und IFAM in enger Kooperation mit der Technischen Universität Braunschweig. Ziel des Projektzentrums ist es, mobile und stationäre Energiespeichersysteme an die industrielle Reife heranzuführen und zukunftsfähige Lösungen mit Fokus auf die Technologiereifegrade 4 bis 6 zu demonstrieren.

② [www.ifam.fraunhofer.de/zess](http://www.ifam.fraunhofer.de/zess)

## EUROGUSS TALENT AWARD

Franz-Josef Wöstmann, Leiter »Gießereitechnologie und Leichtbau« am Fraunhofer IFAM, wurde von der NürnbergMesse zum Vorsitzenden der Jury für den erstmals ausgeschriebenen EUROGUSS Talent Award berufen. Der Award, der sich an Studienabsolventen richtet, soll länderübergreifend Nachwuchskräfte und Kooperationen in der Druckgussindustrie und -forschung stärken. Das Konzept wurde erstellt, um besonders herausragende Abschlussarbeiten, die sich auf eine Innovation, Verbesserung oder neue Anwendungen im Druckguss



beziehen, zu ehren. Dies schließt neue Werkstoffe ebenso wie Prozess- und Produktinnovationen entlang der Wertschöpfungskette ein. Über die Vergabe entscheidet eine internationale Fachjury, bestehend aus akademischen und Industrievertretern aus den Ländern der Produktfamilie der EUROGUSS.

② [www.ifam.fraunhofer.de/euroguss-talent-award](http://www.ifam.fraunhofer.de/euroguss-talent-award)

- 1 Prof. Dr. Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, bei der Eröffnung des Projektzentrums für Energiespeicher und Systeme ZESS.
- 2 Dipl.-Ing. Franz-Josef Wöstmann, Leiter der Abteilung »Gießereitechnologie und Leichtbau« am Fraunhofer IFAM.

## BESTER AUSZUBILDENDER FÜR GIEßEREIMECHANIK

Timo Scharfenberg, einer der Auszubildenden in der Abteilung »Gießereitechnologie und Leichtbau« am Fraunhofer IFAM, wurde im Rahmen seiner mit »sehr gut« bestandenen Abschluss-



prüfung als Jahrgangsbester 2019 im Bereich Gießereimechanik ausgezeichnet. Wie in jedem Jahr wurden die Auszeichnungen in der Münchner Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft von Prof. Alexander Kurz, Vorstand für Personal, Recht und Verwertung, verliehen. Als einer der besten Absolventen der Fraunhofer-Ausbildungsberufe wie Fachinformatiker, Chemielaborant und Gießereimechaniker erhielt Herr Scharfenberg eine Urkunde und eine Statue. Zusätzlich wurde Carsten Wohltmann als Ausbilder in der Abteilung »Gießereitechnologie und Leichtbau« für seine hervorragenden Leistungen geehrt. Die Ausbildung zum Gießereimechaniker umfasst u. a. die Produktion von Gussteilen unterschiedlicher Größe, Werkstoffe und Beschaffenheit sowohl in der Einzel- als auch in der Serienfertigung. Ferner die Herstellung und Vorbereitung von Gießformen sowie die Bedienung von Produktionsanlagen. Herr Scharfenberg schließt nun ein Studium der Fachrichtung Elektro- und Informationstechnik an seine Ausbildung an und bleibt dem Fraunhofer IFAM als studentische Hilfskraft erhalten. Aktuell ermöglicht Fraunhofer 537 Auszubildenden und dual Studierenden den Start ins Berufsleben.

② [www.ifam.fraunhofer.de/giessereitechnologie](http://www.ifam.fraunhofer.de/giessereitechnologie)

## FORSCHUNGSABKOMMEN MIT HANYANG UNIVERSITY

Am 5. November 2019 unterzeichnete Dr. Thomas Weißgärber ein Memorandum of Understanding mit der koreanischen Hanyang University, mit dem besonders die Beziehungen zum anwendungsorientierten Forschungsbereich ERICA (Education-Research-Industry Cluster at Ansan) vorangetrieben werden sollen. Im Forschungsabkommen werden vor allem Aktivitäten im Bereich Bildung, Forschung und die Förderung von Industriekooperationen in Deutschland und Korea adressiert. So sind z. B. gemeinsame Forschungsprogramme, Veranstaltungen,

Vorlesungen und ein Programm zum Studentenaustausch ange-  
dacht. ERICA verbindet aktiv Lehre und Industrie. Der spezialisierte Universitätsbereich legt Wert darauf, dass Forschung und Industrie zusammenarbeiten und die Studierenden während des Studiums in Unternehmen Erfahrungen sammeln.

② [www.ifam.fraunhofer.de/erica](http://www.ifam.fraunhofer.de/erica)

3 *Übergabe Urkunde und Statue für besten Abschluss 2019 (v.l. n. r.): Timo Scharfenberg, Absolvent Gießereimechanik am Fraunhofer IFAM; Carsten Wohltmann, Ausbilder am Fraunhofer IFAM; Prof. Alexander Kurz, Vorstand Fraunhofer-Gesellschaft.*

## 25 JAHRE KLEBTECHNISCHE WEITERBILDUNG

»25 Jahre Kleben in Bremen« konnten 250 Gäste während der 18. Bremer Klebtage feiern. Während der jährlich stattfindenden Klebtage informierten sich Klebexperten über neueste Entwicklungen, denn Kleben ist eine Spitzentechnologie und die Personalqualifizierung der entscheidende Schlüssel zum Erfolg. Über 10 000 Teilnehmende haben inzwischen die Weiterbildungsangebote erfolgreich absolviert. Es gibt ein großes Netzwerk und Kooperationspartner im In- und Ausland, die alle nach den Qualitätsstandards des Weiterbildungszentrums Klebtechnik am Fraunhofer IFAM arbeiten.



② [www.ifam.fraunhofer.de/25-jahre-kleben-bremen](http://www.ifam.fraunhofer.de/25-jahre-kleben-bremen)

## ERÖFFNUNG »TESTZENTRUM MARITIME TECHNOLOGIEN«

Nicht nur auf dem Bremer Universitätscampus sind das Fraunhofer IFAM und das DFKI Robotics Innovation Center Nachbarn, auch auf Helgoland haben die Institute während einer feierlichen »Tonnentaufe« eine gemeinsame Station am Hafen eröffnet, und das aus gutem Grund: An Land und im Seegebiet vor Helgoland wird von den Forschungseinrichtungen ein Testzentrum für maritime Technologien aufgebaut. Mit der Vernetzung ihrer Kompetenzen



② [www.ifam.fraunhofer.de/tonnentaufe-helgoland](http://www.ifam.fraunhofer.de/tonnentaufe-helgoland)

- 1 25 Jahre Kleben in Bremen: Prof. Dr. Andreas Groß, Leiter Weiterbildung und Technologietransfer Fraunhofer IFAM; Prof. Dr. Bernd Mayer, Institutsleiter Fraunhofer IFAM; Dr. Roman Götter, Leiter der Fraunhofer Academy (v. l. n. r.).
- 2 Tonnentaufe auf Helgoland: Prof. Dr.-Ing. Matthias Busse, Institutsleiter Fraunhofer IFAM; Dr. Heide Ahrens, Leiterin der Abteilung Hochschulen und Forschung des Bremer Wissenschaftsressorts; Prof. Dr. Bernd Mayer, Institutsleiter Fraunhofer IFAM; Leif Christensen, DFKI Robotics Innovation Center; Jörg Singer, Bürgermeister auf Helgoland (v. l. n. r.).

---

## WRIGHT BROTHERS MEDAL FÜR AUTOMATISIERUNGS- EXPERTEN

Christian Möller, stellvertretender Gruppenleiter im Bereich Automatisierung und Produktionstechnik am Fraunhofer IFAM in Stade, wurde von Dr. h. c. Paul Mascarenas, Präsident der SAE International, auf dem Aerotech Americas Congress 2019 in Charleston (USA) vor internationalem Publikum mit der Wright Brothers Medal ausgezeichnet. Er empfing den Preis, der seit 1927 jährlich die besten wissenschaftlichen Papers im Kontext Entwicklung, Design, Konstruktion oder Betreiben von Luftfahrzeugen prämiiert, stellvertretend für alle Co-Autoren: Hans Christian Schmidt, Philip Koch, Christian Böhlmann und Dr.-Ing. Simon Kothe vom Fraunhofer IFAM sowie PD Dr.-Ing. habil. Jörg Wollnack und Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Hintze von der Technischen Universität Hamburg. Die Publikation »Real Time Pose Control of an Industrial Robotic System for Machining of Large Scale Components in Aerospace Industry Using Laser Tracker System« beschreibt die Steigerung der Genauigkeit von

Industrierobotern durch Einsatz eines externen Lasertracker-Messsystems. Dies ermöglicht, die hohen Genauigkeitsanforderungen der Luftfahrtindustrie bei der Großstrukturfertigung einzuhalten und den Roboter als Ersatz für unflexible, teure Sondermaschinen zu nutzen: Ein Meilenstein für die wandlungsfähige Produktion – auch im Windenergieanlagen-, Schienen-, Nutzfahrzeug- und Schiffbau.

---

② [www.ifam.fraunhofer.de/wright-brothers-medal](http://www.ifam.fraunhofer.de/wright-brothers-medal)



---

## NEUER LEITER AM STANDORT IN DRESDEN

Zum 1. April 2019 hat Dr. Thomas Weißgärber die kommissarische Leitung des Fraunhofer IFAM in Dresden angetreten. Er übernimmt damit die Aufgaben des langjährigen Leiters, Prof. Bernd Kieback, der in den Ruhestand verabschiedet wurde. Dr. Weißgärber ist ein langjähriger Mitarbeiter des Fraunhofer IFAM, der während seiner Laufbahn als Gruppen- und Abteilungsleiter sowie zuletzt als stellvertretender Leiter des Institutsteils auf verschiedenen Gebieten der Pulvermetallurgie geforscht hat. Er sieht seine

neue Funktion darin, bestehende Kompetenzen kontinuierlich weiter aus- und aufzubauen und mit seinem Team das exzellente Know-how zu Werkstoffen, Pulvermetallurgie und additiver Fertigung für zukunftsfähige Lösungen in Kernbereichen wie Energietechnik, Mobilität und Medizintechnik einzusetzen.

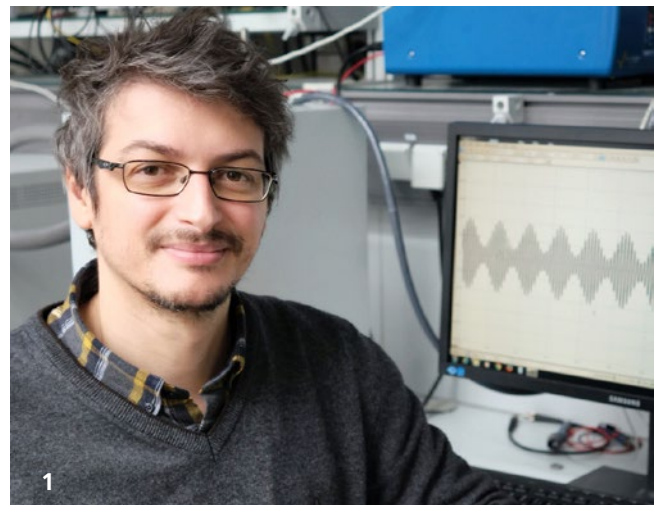
---

② [www.ifam.fraunhofer.de/leitung-ifam-dresden](http://www.ifam.fraunhofer.de/leitung-ifam-dresden)

**3** *Präsident Dr. h. c. Paul Mascarenas, B.Sc. (I.), zeichnet Dipl.-Ing. Christian Möller vom Fraunhofer IFAM in Stade stellvertretend für das gesamte Autorenteam mit der Wright Brothers Medal aus.*

## PROF. LA MANTIA IM ATTRACT-FÖRDERPROGRAMM

Über eine Brückenprofessur der Universität Bremen arbeitet das Fraunhofer IFAM seit mehreren Jahren mit Prof. La Mantia zum Thema Lithium-Ionen-Batterien zusammen. Prof. La Mantia ist ein ausgewiesener Wissenschaftler, der mit seiner Expertise im Bereich der Batterieforschung international anerkannt ist. Mit der neuen Fraunhofer Attract-Gruppe »ProLIBs: Ein Ausweis für Batteriezellen« soll die Lebensdauer von Hochenergie-Li-Ionen-Batterien prognostiziert werden, um letztlich mit optimalen Lade- und Entladeprofilen eine erhöhte Batterielebensdauer zu erhalten.



1

## NEUES KOMPETENZ-ZENTRUM FÜR ADDITIVE FERTIGUNG

Am 7. März 2019 wurde das Innovation Center Additive Manufacturing kurz ICAM® am Fraunhofer IFAM in Dresden eingeweiht. Verschiedene Technologien für die additive Fertigung, darunter selektives Elektronenstrahlschmelzen, dreidimensionaler Sieb- und Schablonendruck sowie Fused Filament Fabrication werden damit unter einem Dach vereint. Mit der Eröffnung des ICAM® hat der Institutsteil des Fraunhofer IFAM den erfolgreichen Entwicklungen des Standortes im Bereich der additiven Fertigung Rechnung

getragen. Durch die verschiedenen Technologien an einem Ort können passgenaue Lösungen für die unterschiedlichsten Fragestellungen aus einer Hand angeboten werden.

② [www.ifam.fraunhofer.de/icam](http://www.ifam.fraunhofer.de/icam)



2

- 1 Prof. La Mantia, Leiter der Fraunhofer Attract-Gruppe »ProLIBs: Ein Ausweis für Batteriezellen«.
- 2 Dr. Thomas Weißgärber (l.) und Prof. Dr. Bernd Kieback (r.) eröffnen das Innovation Center Additive Manufacturing ICAM® am Fraunhofer IFAM in Dresden.

## 2. BRANCHENTREFF KLEBTECHNISCHE FERTIGUNG

### POLYMERVERGUSS – VERGUSSANWENDUNGEN

### INDUSTRIEWORKSHOP ADVANCED ALKALINE ELECTROLYSIS

### MIKROVERKAPSELUNG

---

## INTERNATIONALE »FRAUNHOFER-TALENT- SCHOOL« IN BREMEN

Im Oktober fand am Fraunhofer IFAM die erste internationale »Fraunhofer-Talent-School« in Bremen statt. In Kooperation mit dem Projekt EIT Raw Materials »RM@Schools« waren

sechzehn Schülerinnen und Schüler aus Estland, Italien, Österreich und Deutschland sowie acht Lehrerinnen und Lehrer nach Bremen gekommen, um sich mit dem Thema Faserverbundkunststoffe (FVK) auseinanderzusetzen. Am Ende der dreitägigen Veranstaltung erhielten die Schülergruppen eine Projektaufgabe zum Thema FVK, deren Ergebnisse sie in einem weiteren Workshop am Fraunhofer IFAM präsentieren werden.

---

🌐 [www.ifam.fraunhofer.de/talent-school](http://www.ifam.fraunhofer.de/talent-school)

---

## ERSTER PLATZ BEIM INNOVATION AWARD 2019

Am 12. Juni 2019 empfing Christoph Brillinger als technischer Leiter stellvertretend für Projektleiter Christian Möller und Projektkonsortium den »CFK Valley Innovation Award 2019« für das erstplatzierte Projekt »Mobile Bearbeitung von Faserverbundstrukturen 2018« (MBFast18) auf der Composites Convention vor internationalem Fachpublikum. Am Fraunhofer IFAM in Stade entstand ein System aus Roboter, Mehrachs-Bearbeitungseinheit und selbstständig navigierendem Flurförderfahrzeug, das Herausforderungen steigender Produktionsraten beim Bau von Passagierflugzeugen beantwortet. Der Lösungsansatz besteht im Ersatz herkömmlicher stationärer Bearbeitungszentren durch mobile, autonome Bewegungsplattformen mit roboterpositionierten 5-Achsmaschinen, von denen mehrere gleichzeitig das Bauteil abschnittsweise bearbeiten. So bestimmt die Bearbeitungsaufgabe anstatt der Bauteilgröße die Anlagenauslegung. Die Vorteile sind flexible Anpassung an unterschiedlich dimensionierte Großbauteile, verringerter Bedarf an fundamentbewehrter Hallenfläche und kürzere



Produktionszeiten. MBFast18 ist ein wichtiger Baustein für die vernetzte Fabrik der Zukunft und bildet eine branchenübergreifende Basis für weitere Projekte im Kontext Bearbeitung sowie Handling von Großbauteilen.

---

🌐 [www.ifam.fraunhofer.de/innovation-award](http://www.ifam.fraunhofer.de/innovation-award)

📺 <https://youtu.be/1TzrMCO0mY0>

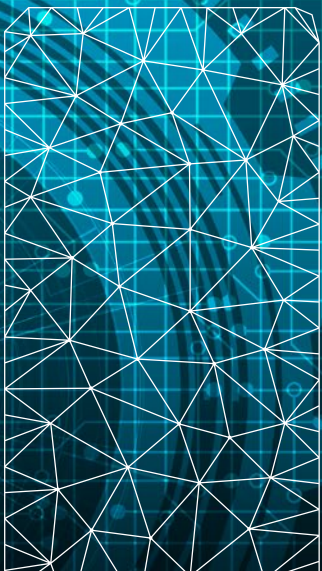
**3** *Dipl.-Ing. Christoph Brillinger (M.) wird stellvertretend für das Projektkonsortium MBFast18 mit der Urkunde des CFK Valley Innovation Award 2019 und dem Preisgeld ausgezeichnet.*





# AUF EINEN BLICK

Die Bilanz zeigt es: 2019 war ein erfolgreiches Jahr. Aufbauend auf unseren Kompetenzen haben wir weitere Forschungsgebiete erschlossen und Organisationsstrukturen weiterentwickelt. Zahlreiche Patentanmeldungen und -erteilungen sowie Veröffentlichungen sind im vergangenen Jahr gelungen. Wir kooperieren gezielt mit den weltweit Besten aus Wissenschaft und Wirtschaft und bewegen uns in einem internationalen Netzwerk. Gleichzeitig sind wir eng vernetzt mit den Hochschulen und Universitäten an den Standorten des Instituts.



# DAS INSTITUT IN ZAHLEN



## Adressen

### Hauptstandort Bremen

Wiener Straße 12  
28359 Bremen

### Standort Dresden

Winterbergstraße 28  
01277 Dresden

### Standort Stade

Automatisierung und  
Produktionstechnik  
Forschungszentrum CFK NORD  
Ottenbecker Damm 12  
21684 Stade

### Standort Braunschweig

Fraunhofer-Projektzentrum für  
Energiespeicher und Systeme ZESS  
Lilienthalplatz 2  
38108 Braunschweig

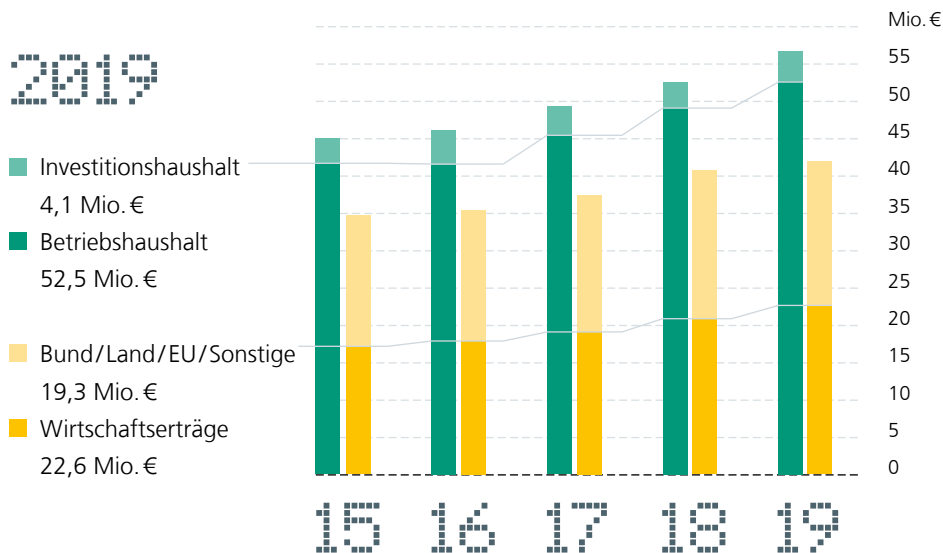
### Standort Wolfsburg

Fraunhofer-Projektzentrum  
Wolfsburg  
Elektromobilität und Leichtbau  
Hermann-Münch-Straße 2  
38440 Wolfsburg

### Testzentrum Maritime Technologien

Hafenstraße 1086  
27498 Helgoland

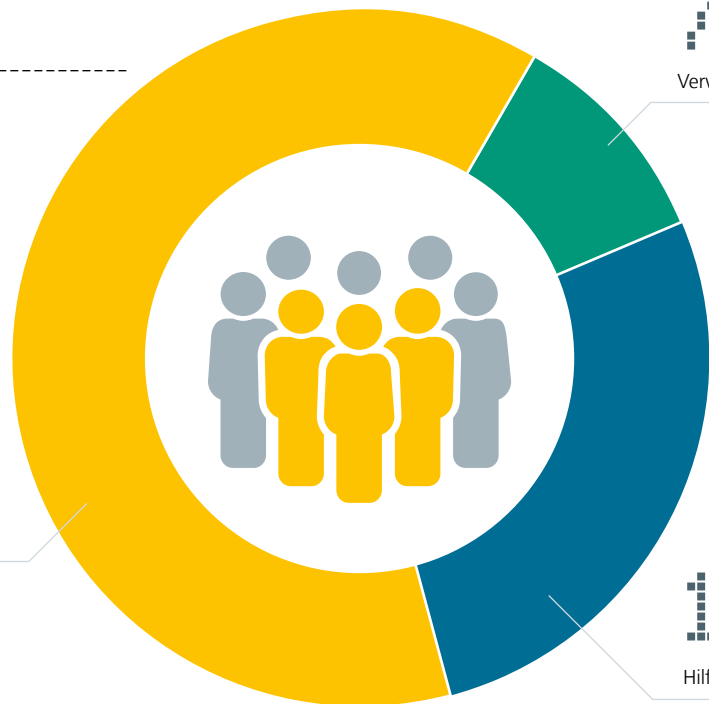
## Betriebs- und Investitionshaushalt / Erträge 2015–2019



### Personalstruktur 2019

Am 31. Dezember 2019 waren am Fraunhofer IFAM an den Standorten Bremen, Dresden, Stade, Wolfsburg und Braunschweig insgesamt 693 Personen tätig.

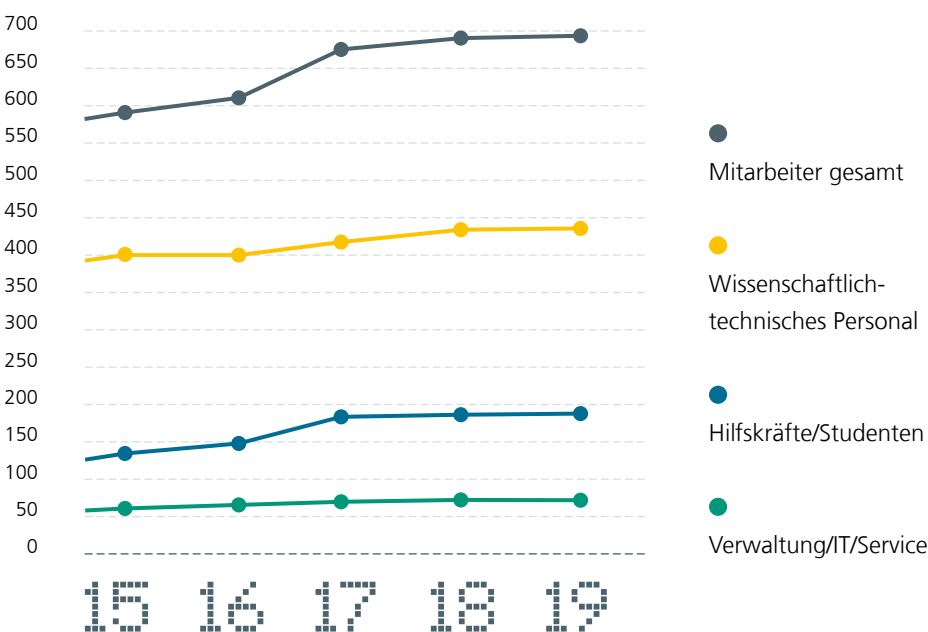
435  
Wissenschaftlich-technisches Personal



71  
Verwaltung/IT/Service

187  
Hilfskräfte/Studenten

### Personalentwicklung 2015–2019



# ANSPRECHPARTNER

## INSTITUTSLEITUNG

**Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Busse** (geschäftsführend)  
**Prof. Dr. Bernd Mayer**

---

### Institutsbereich Formgebung und Funktionswerkstoffe

---

#### **Bremen**

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

#### **Institutsteil Dresden**

Dr.-Ing. Thomas Weißgärber  
Telefon +49 351 2537-305  
thomas.weissgaerber@ifam-dd.fraunhofer.de

---

### Institutsbereich Klebtechnik und Oberflächen

---

#### **Bremen**

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

---

### Verwaltungsleitung

---

#### **Bremen**

Oliver A. Dreher  
Telefon +49 421 2246-333  
oliver.dreher@ifam.fraunhofer.de

#### **Institutsteil Dresden**

Katja Böttger  
Telefon +49 351 2537-306  
katja.boettger@ifam-dd.fraunhofer.de

---

### Weitere Standorte

---

#### **Braunschweig**

Dr.-Ing. Julian Schwenzel  
Telefon +49 421 2246-137  
julian.schwenzel@ifam.fraunhofer.de

#### **Stade**

Dr. Dirk Niermann  
Telefon +49 4141 78707-101  
dirk.niermann@ifam.fraunhofer.de

#### **Wolfsburg**

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

## GESCHÄFTSFELDER

### Automotive

Dr. Holger Fricke  
Telefon +49 421 2246-637  
holger.fricke@ifam.fraunhofer.de

---

② [www.ifam.fraunhofer.de/automotive](http://www.ifam.fraunhofer.de/automotive)

### Energietechnik

Dr.-Ing. Julian Schwenzel  
Telefon +49 421 2246-137  
julian.schwenzel@ifam.fraunhofer.de

---

② [www.ifam.fraunhofer.de/energie](http://www.ifam.fraunhofer.de/energie)

### Luftfahrt

Dr.-Ing. Simon Kothe  
Telefon +49 421 2246-582  
simon.kothe@ifam.fraunhofer.de

---

② [www.ifam.fraunhofer.de/luftfahrt](http://www.ifam.fraunhofer.de/luftfahrt)

### Maritime Technologien

Dr. Hanno Schnars  
Telefon +49 421 2246-7376  
hanno.schnars@ifam.fraunhofer.de

---

② [www.ifam.fraunhofer.de/maritime-technologien](http://www.ifam.fraunhofer.de/maritime-technologien)

### Medizintechnik und Life Sciences

Dipl.-Ing. (FH) Kai Borcharding MBA  
Telefon +49 421 2246-678  
kai.borcharding@ifam.fraunhofer.de

---

② [www.ifam.fraunhofer.de/medizin](http://www.ifam.fraunhofer.de/medizin)

## TESTZENTRUM

### Testzentrum Maritime Technologien

#### Helgoland

Dr. Hanno Schnars  
Telefon +49 421 2246-7376  
hanno.schnars@ifam.fraunhofer.de

---

② [www.maritimes-testzentrum.de](http://www.maritimes-testzentrum.de)

## KOOPERATIONEN UND WISSENSCHAFTLICHES

### Kooperation mit Hochschulen

Die intensive Zusammenarbeit und Vernetzung mit den Universitäten und Hochschulen an den Standorten des Instituts spielt für das Fraunhofer IFAM eine große Rolle. Das gilt insbesondere für die Universität Bremen sowie die Technische Universitäten in Dresden und Hamburg. Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer IFAM waren im Sommersemester 2019 und im Wintersemester 2019/2020 wieder mit zahlreichen Lehrveranstaltungen u. a. an der Universität Bremen, der Technischen Universität Dresden, der Hochschule Bremen und der Hochschule Bremerhaven aktiv.

Eine Übersicht über die Vorlesungen und Seminare, die von unseren Mitarbeitenden an den verschiedenen Institutionen gehalten werden, finden Sie auf der Website des Fraunhofer IFAM.

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

### Wissenschaftliche Vernetzungen

Über 300 Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Publikationen, Vorträge und Poster dokumentieren die am Fraunhofer IFAM erzielten Forschungsergebnisse und bestätigen die starke Position des Instituts im akademischen Netzwerk. Ehrungen und Preise für Angehörige des Instituts unterstreichen dies. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer IFAM waren 2019 wieder intensiv beteiligt an Konferenzen, Tagungen und Messen. Neben der aktiven Teilnahme an Veranstaltungen, die in Deutschland, dem europäischen Ausland sowie weltweit stattfinden, tritt das Fraunhofer IFAM selbst als Veranstalter auf.

Die detaillierte Aufstellung wissenschaftlicher Veröffentlichungen findet sich unter unten stehendem Link.

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

### Patente

Das Fraunhofer IFAM konnte im letzten Jahr insgesamt 59 Patente anmelden. 23 Patente wurden im Jahr 2019 erteilt. Eine Übersicht finden Sie im Internet.

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



# FRAUNHOFER-VERBUND WERKSTOFFE, BAUTEILE – MATERIALS

Der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS bündelt seit nunmehr 20 Jahren die Kompetenzen der materialwissenschaftlich orientierten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft. Mit über 4600 Mitarbeitenden, davon etwa 2380 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, und einem Gesamthaushalt von jährlich ca. 460 Millionen Euro im Leistungsbereich Vertragsforschung ist er der größte Verbund innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft.

Materialwissenschaft und Werkstofftechnik umfassen bei Fraunhofer die gesamte Wertschöpfungskette, von der Entwicklung neuer und der Verbesserung bestehender Materialien und Werkstoffe über die passenden Fertigungsverfahren im quasi-industriellen Maßstab, die Charakterisierung der Eigenschaften bis hin zur Bewertung des Einsatzverhaltens. Entsprechendes gilt für die aus den Werkstoffen hergestellten Bauteile und Produkte und deren Verhalten in den jeweiligen Anwendungssystemen. In all diesen Feldern werden neben den experimentellen Untersuchungen in Labors, Technika und Pilotanlagen stets 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. Stofflich deckt der Fraunhofer-Verbund MATERIALS den gesamten Bereich der metallischen, anorganisch-nichtmetallischen, polymeren und aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugten Werkstoffe sowie Halbleitermaterialien ab. Eine große Bedeutung haben in den letzten Jahren hybride Materialien und Verbundwerkstoffe gewonnen.

Mit der 2015 gegründeten Initiative Materials Data Space® (MDS) legt der Verbund eine Roadmap zu Industrie-4.0-tauglichen Werkstoffen vor. In der Digitalisierung von Werkstoffen entlang ihrer gesamten Wertschöpfungskette sieht der Verbund eine wesentliche Voraussetzung für den nachhaltigen Erfolg von Industrie 4.0.

## Ziele des Verbunds sind:

- Unterstützung beschleunigter Innovationen in den Märkten unserer Kunden und Partner
- Erfolgssteigerung von Industrie 4.0 durch passende Werkstoffkonzepte (digitale Zwillinge, Materials Data Space®)
- Erhöhung der Integrationsdichte und Verbesserung der Gebrauchseigenschaften von Bauteilen der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik
- Verbesserung der Nutzung von Rohstoffen und Qualitätsverbesserung der daraus hergestellten Produkte, Recyclingkonzepte
- Erhöhung von Sicherheit und Komfort sowie Reduzierung des Ressourcenverbrauchs in den Bereichen Verkehrstechnik, Maschinen- und Anlagenbau, Bauen und Wohnen
- Steigerung der Effizienz von Systemen der Energieerzeugung, Energiewandlung, Energiespeicherung und -verteilung
- Verbesserung von Biokompatibilität und Funktion von medizin- oder biotechnisch eingesetzten Materialien, Verbesserung von Materialsystemen für medizinische Diagnose, Prävention und Therapie
- Verbesserung des Schutzes von Menschen, Gebäuden und Infrastruktur durch leistungsfähige Werkstoffe in spezifischen Schutzkonzepten

---

② [www.materials.fraunhofer.de](http://www.materials.fraunhofer.de)

③ **Vorsitzender des Verbundes:** Prof. Dr. Peter Gumbsch

**Stellvertretender Vorsitzender:** Prof. Dr. Bernd Mayer

**Ansprechpartner am Fraunhofer IFAM:**

Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Busse | [matthias.busse@ifam.fraunhofer.de](mailto:matthias.busse@ifam.fraunhofer.de)

Prof. Dr. Bernd Mayer | [bernd.mayer@ifam.fraunhofer.de](mailto:bernd.mayer@ifam.fraunhofer.de)

# QUALITÄTSMANAGEMENT



DIN EN ISO 9001 +  
DIN EN ISO/IEC 17024 + PERSONALQUALIFIZIERUNG +  
DIN EN ISO/IEC 17025 +  
VERKSTOFF- UND MATERIALPRÜFUNG



Ein systematisches Qualitätsmanagement am Fraunhofer IFAM gewährleistet die Qualität unserer Arbeiten und Dienstleistungen und schafft die Basis für eine kontinuierliche Verbesserung der Prozessabläufe. Bereiche des Instituts sind bedarfsgerecht zertifiziert nach DIN EN ISO 9001 »QM-Systeme – Anforderungen«. Weiterhin sind Teilbereiche anerkannt nach DIN EN ISO/IEC 17024 »Konformitätsbewertung – Allgemeine Anforderungen an Stellen, die Personen zertifizieren« oder akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025 »Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüflaboratorien«.

#### Zertifizierung nach DIN EN ISO 9001

Das Fraunhofer IFAM ist seit 1995 nach DIN EN ISO 9001 zertifiziert. Die Gültigkeit erstreckt sich auf folgende Bereiche an den Standorten Bremen und Stade:

- Produktorientierte Entwicklungen von Werkstoffen, Bauweisen, Bearbeitungsprozessen und Fertigungstechnologien für die Kleb-, Oberflächen- und Lacktechnik
- Charakterisierung und Simulation der Materialien und deren Technologien
- Klebstoffentwicklung
- Weiterbildung in Klebtechnik, Faserverbundtechnologie und Elektromobilität
- Gießereitechnologien
- Metallographie, Thermoanalytik, Pulvermesstechnik und Spurenanalytik
- Prüflaboratorium Werkstoffprüfung, Lacktechnik, Korrosionsprüfung, Materialographie und Analytik

#### Anerkennung nach DIN EN ISO/IEC 17024

Das Klebtechnische Zentrum (im Weiterbildungszentrum Klebtechnik) ist seit 1998 über DVS-PersZert® als nach DIN EN ISO/IEC 17024 akkreditierte Personalqualifizierungsstelle für die klebtechnische Weiterbildung international anerkannt.

#### Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025

Die Prüflaboratorien Werkstoffprüfung, Korrosionsprüfung, Lacktechnik, Materialographie und Analytik am Standort Bremen sind seit 1996 zusätzlich nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert. Die Akkreditierung durch die DAkkS gilt nur für den in der Urkundenanlage D-PL-11140-02-00 aufgeführten Akkreditierungsumfang.

Am Institutsteil Dresden des Fraunhofer IFAM ist das Prüflabor nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert für Spezialprüfungen zur Charakterisierung anorganischer Pulver und Sinterwerkstoffe sowie für Materialprüfungen metallischer Werkstoffe. Die Akkreditierung durch die DAkkS gilt nur für den in der Urkundenanlage D-PL-11140-06-00 aufgeführten Akkreditierungsumfang.

#### NADCAP-Anerkennung (CP)

Seit 2020 besteht für Teile des Fraunhofer IFAM eine Anerkennung nach dem in der Luftfahrtindustrie relevanten NADCAP-System. Die NADCAP-»Akkreditierung« als unabhängiges Prüflabor im Bereich Chemical Processing gilt u. a. für die für Beschichtungen wichtige Gitterschnittprüfung nach DIN EN ISO 2409 und die Salzsprühnebelprüfung nach DIN EN ISO 9227.

# DAS KURATORIUM DES INSTITUTS

---

## Mitglieder

---

### **Dr. André Walter**

Vorsitzender des Kuratoriums  
Airbus Operations GmbH  
Bremen

### **Dr. Heide Ahrens**

Stellv. Vorsitzende  
Hochschulen und Forschung  
der Senatorin für  
Wissenschaft, Gesundheit  
und Verbraucherschutz  
Bremen

### **Andreas Bong**

Hilti Aktiengesellschaft  
Schaan, Liechtenstein

### **Prof. Dr. Andreas Breiter**

Universität Bremen  
Bremen

### **Bernd Faller**

RAMPF Production Systems  
GmbH & Co. KG  
Zimmern ob Rottweil

### **Michael Grau**

Mankiewicz Gebr. & Co.  
Hamburg

### **Dr. Jürgen Groß**

Robert Bosch GmbH  
Stuttgart

### **Ansgar van Halteren**

Industrieverband  
Klebstoffe e. V.  
Düsseldorf

### **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

### **Dr. Stefan Röber**

tesa SE  
Hamburg

### **Carsten Utikal**

Sächsisches Staatsministerium  
für Wissenschaft und Kunst  
Dresden

### **Christoph Weiss**

BEGO Bremer Goldschlägerei  
Wilh. Herbst GmbH & Co. KG  
Bremen

---

## Gäste

---

### **Dr. Lutz Mindach**

(seit März 2019)  
Evonik Ressource Efficiency  
GmbH  
Marl

### **Dr. Christian Terfloth**

Jowat AG  
Detmold

AUF EINEN BLICK



Forschen Forschen Forschen Forschen Forschen Forschen Forschen Forschen Forschen  
Entwickeln Entwickeln Entwickeln Entwickeln Entwickeln Entwickeln Entwickeln Entwickeln  
Anwenden Anwenden Anwenden Anwenden Anwenden Anwenden Anwenden Anwenden

# IMPRESSUM

---

## Institutsleitung

---

Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Busse  
Formgebung und Funktionswerkstoffe  
Telefon +49 421 2246-100  
Telefax +49 421 2246-300

Prof. Dr. Bernd Mayer  
Klebtechnik und Oberflächen  
Telefon +49 421 2246-401  
Telefax +49 421 2246-430

---

## Standort Bremen

---

Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und  
Angewandte Materialforschung IFAM  
Wiener Straße 12  
28359 Bremen  
Telefon +49 421 2246-0  
info@ifam.fraunhofer.de  
www.ifam.fraunhofer.de

---

## Institutsteil Dresden

---

Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und  
Angewandte Materialforschung IFAM  
Institutsteil Dresden  
Winterbergstraße 28  
01277 Dresden  
Telefon +49 351 2537-300  
info@ifam-dd.fraunhofer.de  
www.ifam-dd.fraunhofer.de

---

## Herausgeber

---

© Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und  
Angewandte Materialforschung IFAM

ISSN 1439-6009 | Alle Rechte vorbehalten.  
Nachdruck nur mit Genehmigung der Redaktion.

---

## Konzept und Redaktion

---

Dipl.-Biol. Martina Ohle  
Julia-Katharina Schröder, B. A.

---

## Externe Dienstleister

---

Gestaltung: Jens Oertel Design, Bremen  
Druck und Verarbeitung: BerlinDruck GmbH + Co KG

---

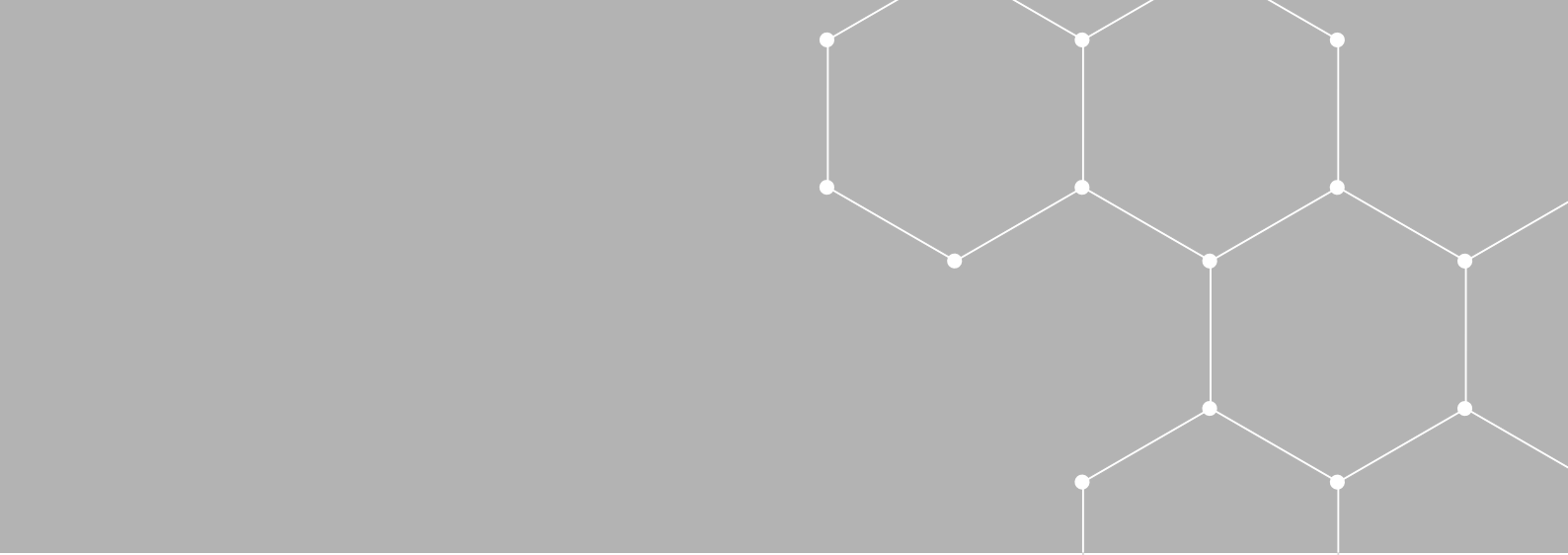
## Bildquellen

---

Alle Abbildungen © Fraunhofer IFAM mit Ausnahme von:  
Fraunhofer IFAM/Ingrid Drückher: S. 3; Fraunhofer IFAM/Peter Sondermann: S. 7; Fraunhofer IFAM/Wolfgang Hielscher: S. 28 oben; Nick Wolter: S. 30 unten; TU Dresden, Professur Gebäudeenergietechnik und Wärmeversorgung: S. 33 oben; Fraunhofer/Uwe Bellhaeuser: S. 38; Fraunhofer IAIS/Achim Kapusta: S. 41; SAE International: S. 43, Giorgia Zampardi: S. 44 oben; CFK Valley e. V.: S. 45.  
© Adobe Stock: Titel, 8-9, 10 oben, 12-13, 14, 17-19, 23, 25, 36-37, 39 oben, 46-47 und 51-55.  
© iStock: S. 5, 10 unten

## Folgen Sie uns auf





**Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und  
Angewandte Materialforschung IFAM**

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