



# Fraunhofer

## IFAM

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR FERTIGUNGSTECHNIK UND ANGEWANDTE MATERIALFORSCHUNG IFAM



JAHRESBERICHT  
**2015/2016**

JAHRESBERICHT  
**2015/2016**

# VORWORT

Sehr geehrte Damen und Herren,  
liebe Geschäftsfreunde und Kooperationspartner,  
liebe Förderer des Fraunhofer IFAM,

das Fraunhofer IFAM blickt mit Freude auf ein erfolgreiches Jahr 2015 zurück. Aufgrund des starken Wachstums des Instituts bestand schon lange Bedarf für mehr Platz, um unsere Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte weiter voranzutreiben. Somit war eines der Highlights im Sommer 2015 die Einweihung unseres Erweiterungsbaus am Standort Bremen. Auf rund 6200 Quadratmetern sind modernste Labore und Büroräume für über 60 Wissenschaftler entstanden. Mit Blick auf die Stärkung des Bremer Wissenschaftsschwerpunkts »Materialwissenschaften« wurde das Gebäude zu gleichen Teilen mit Bremer Landes- und Bundesmitteln finanziert. Dieser bereits dritte Bauabschnitt des Instituts in Bremen ermöglicht den konsequenten Ausbau zukunftsweisender neuer Themen wie Faserverbund-Bauweisen, Energie, multifunktionale Beschichtungssysteme und Elektromobilität. Hierfür wurden zudem mehrere strategische Investitionsprojekte zur Erweiterung der apparativen Ausstattung initiiert.

Leitlinie des Gebäudeentwurfs war die Integration in den Universitätscampus sowie den angrenzenden Technologiepark. Architektonisch zeichnet sich der Neubau durch sehr offene Forschungs- und Arbeitswelten aus, die viel Raum zum Austausch bieten. Eine 30 Meter lange, gläserne Brücke ist das verbindende Element zum Hauptgebäude. Der Übergang symbolisiert dabei nicht nur den Weg in etwas Neues, sondern auch die Möglichkeit zur Realisierung neuer Kooperationen durch das Zusammenbringen unterschiedlicher Fachdisziplinen.

Denn das Erforschen komplexer Prozesse und das Entwickeln gesellschaftlich relevanter Innovationen bedürfen starker

Kooperationen mit Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Hervorzuheben ist für das Fraunhofer IFAM in diesem Kontext die neu eingerichtete Brückenprofessur im Fachbereich Produktionstechnik der Universität Bremen. Prof. Fabio La Mantia vertritt das Arbeitsgebiet »Energie und Energiewandlungssysteme« und ergänzt somit die wissenschaftliche Ausrichtung der Abteilung »Elektrische Energiespeicher« in Oldenburg. Ebenso bedeutend für den Ausbau unserer Forschungsarbeiten ist die Bewilligung der Nachwuchsgruppe »NanoMatFutur« für Frau Dr. Katharina Koschek durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung. Das Wissenschaftlerteam wird in den kommenden vier Jahren Faserverbundkunststoffe erforschen, die sich durch äußere Impulse reversibel umformen lassen. Der Kooperation mit Universitäten kommt eine hohe Bedeutung zu, um die wissenschaftlichen Schwerpunkte des Instituts sowie die Vernetzung in der wissenschaftlichen Community voranzutreiben. Dies betrifft nicht nur die Universität Bremen, sondern besonders auch die Technischen Universitäten in Dresden und Hamburg-Harburg. Aus diesen universitären Kooperationen resultiert nicht zuletzt jedes Jahr eine Vielzahl von Abschlussarbeiten, die am Fraunhofer IFAM betreut werden.

Mit dem Start des Fraunhofer-Projektzentrums in Wolfsburg im Rahmen der Öffentlich-Privaten Partnerschaft »Open Hybrid LabFactory e. V. (OHLF)« ist unter der Leitung des IFAM die Initiierung eines außergewöhnlichen Netzwerks gelungen. Am neuen Projektzentrum arbeiten die drei Fraunhofer-Institute WKI, IWU und IFAM vor Ort zusammen, bringen ihre spezifischen Kompetenzen ein und sind eng verzahnt mit Forschungseinrichtungen und Unternehmen der Region. Ziel der Forscher sind Systemlösungen für die Serienfertigung von ressourcenschonenden und kostengünstigen Leichtbaukomponenten. Für das federführende IFAM, aber auch in der Fraunhofer-Gesellschaft ist diese Organisationsform bislang einzigartig.

Auch die Projekte im Geschäftsfeld Luftfahrt adressieren wichtige materialwissenschaftliche Fragestellungen. Die Arbeiten in dem von der EU geförderten Projekt SARISTU sind

<sup>1</sup> Die Institutsleiter Prof. Dr. Bernd Mayer und Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Busse (von links).



ein Beispiel für unsere System- und Lösungskompetenz »vom Material bis zur Anwendung«. Von den Vorgaben der aerodynamischen Lasten über die Finite-Elemente-Analyse und der resultierenden Materialanforderung bis zur Materialentwicklung, der Bauteilherstellung und Integrationslösung sowie den mechanischen Tests konnte eine komplette Bauteilentwicklung erfolgreich mit einer Validierung im Windtunnel abgeschlossen werden. Überdies wurden in Abstimmung mit europäischen Luftfahrtunternehmen substantielle Beteiligungen am strategisch wichtigen europäischen Luftfahrtprogramm »CleanSky 2« mit den Themen »Automatisierte Fertigung« und »Funktionelle Beschichtungen« realisiert.

Das Geschäftsfeld Medizintechnik und Life Sciences wurde weiter ausgebaut und die Kompetenzen des Instituts systematisch gebündelt. Intensiviert wurde namentlich der Austausch mit den Herstellern und Anwendern von Medizinprodukten im klinischen Alltag. Entwicklungsbeispiele sind das neuartige Beschichtungssystem »DentaPlas« zur Vermeidung von Infektionen an Zahnimplantaten, ein innovativer Schraubnagel als Fixationselement bei der Kreuzbandrekonstruktion sowie biodegradierbare, poröse Faserstrukturen aus Magnesium für die Versorgung von Knochendefekten. Diese Entwicklung soll als Knochenersatz im Kieferbereich umgesetzt werden.

Im Rahmen des Geschäftsfelds Automotive wurde unter der Federführung des IFAM die zweite Phase der »Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität« erfolgreich abgeschlossen. In einem der größten Projekte der Fraunhofer-Gesellschaft arbeiteten zahlreiche Wissenschaftler aus den unterschiedlichsten Disziplinen insgesamt sechs Jahre lang gemeinsam an neuen Systemlösungen. Am Ende der jetzigen Projektlaufzeit sind viele der Entwicklungen so ausgereift, dass sie in die industrielle Umsetzung gehen können.

Durch die ambitionierten Ziele der Energiewende erfährt auch das Geschäftsfeld Energie und Umwelt große Aufmerksamkeit. Zum Erreichen der langfristigen Klimaschutzziele werden weiterführende Energieversorgungskonzepte sowie Strategien

zu deren Umsetzung entwickelt. Dies betrifft im Kern Energiesysteme in Gebäuden, aber auch solche für Siedlungen, Städte und Regionen.

Wir können in diesem Jahresbericht lediglich eine Essenz der zahlreichen Projekte aus 2015 für Sie zusammenstellen, auch wenn weitere bedeutsame Entwicklungen es verdient hätten, an dieser Stelle hervorgehoben zu werden. Unser ganz besonderer Dank gilt deshalb einerseits unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die mit großartigem Engagement und beeindruckender Leidenschaft an diesen Vorhaben arbeiten und diese zum Erfolg bringen. Ihre exzellenten Forschungsleistungen wurden 2015 mit verschiedenen Preisen ausgezeichnet und spiegeln sich in zahlreichen Publikationen wider.

Andererseits beruht die konstant gute Entwicklung des Instituts auf dem fortdauernden Vertrauen seitens unserer Industriepartner, der Ansprechpartner in den Ministerien sowie der Projektträger. Beides zusammen bildet die Basis für eine positive Bilanz; für die Unterstützung und Förderung möchten wir uns an dieser Stelle ganz herzlich bedanken. Wir freuen uns auf eine weiterhin intensive und erfolgreiche Zusammenarbeit, spannende Projekte und zahlreiche Kooperationen.

Gemeinsam können wir neue Ziele erreichen – einige davon können Sie in diesem Jahresbericht schon lesen. Wir wünschen Ihnen viel Spaß dabei.

Matthias Busse

Bernd Mayer

# INHALT

## VORWORT

2

## DAS INSTITUT IM PROFIL

Kurzporträt und Organigramm	6
Das Institut in Zahlen	7
Formgebung und Funktionswerkstoffe	9
Klebtechnik und Oberflächen	13
Arbeitsgebiete und Ansprechpartner	17
Das Kuratorium des Instituts	25
Die Fraunhofer-Gesellschaft	26
Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS	29
Fraunhofer-Allianzen	30
Fraunhofer Academy	31
Qualitätsmanagement	33

## METALLISCHE SINTER-, VERBUND- UND ZELLULARE WERKSTOFFE

Kernkompetenz	35
Komplex, leicht, sparsam – Bauteile durch Selective Electron Beam Melting	36
Aluminium-Faserstrukturen für hocheffiziente Wärmepumpen	37

## PULVERTECHNOLOGIE

Kernkompetenz	39
Pulvertechnologische Fertigung innovativer Produkte	40

## GIESSEREITECHNOLOGIE

Kernkompetenz	43
Hybridguss – Strukturen vereinen im Gießprozess	44

## KLEBTECHNIK

Kernkompetenz	47
DIN 2304: Kleben – aber sicher!	48
Beständigkeit von Klebverbindungen verstehen und berechnen	49



## OBERFLÄCHENTECHNIK

Kernkompetenz	51
Beschichtungen für die Medizintechnik	52
Innovative Lacksysteme	53

## FASERVERBUNDWERKSTOFFE

Kernkompetenz	55
Montage von CFK-Seitenleitwerken erstmalig automatisiert	56
Fest und flexibel zugleich – verformbare Leichtbaumaterialien	57

## ELEKTRISCHE KOMPONENTEN UND SYSTEME

Kernkompetenz	59
Festkörperbatterien – Energiespeicher der nächsten Generation	60

## GESCHÄFTSFELDER

Branchenspezifische Lösungen	62
------------------------------	----

## MENSCHEN UND MOMENTE

Erweiterungsbau des Fraunhofer IFAM eingeweiht	64
Tim Trantenroth gewinnt den Wettbewerb zu Kunst am Bau	65
Fraunhofer-Projektzentrum startet in Wolfsburg	66
Professor Bernd Kieback erhält William Johnson International Gold Medal	67
Fraunhofer IFAM Dresden überzeugt mit Tankanzeige für Wasserstoff	68
GDCh-Tagungspreis für Fachvortrag zum Thema intrinsische Selbstheilung	69
Additive Manufacturing Challenge 2015: Studentenprojekt belegt 1. Platz bei weltweitem Wettbewerb	70
Leicht und sparsam für die Luftfahrt: Fraunhofer-Forscher belegt 3. Platz beim Student Design & Engineering Award 2015	71

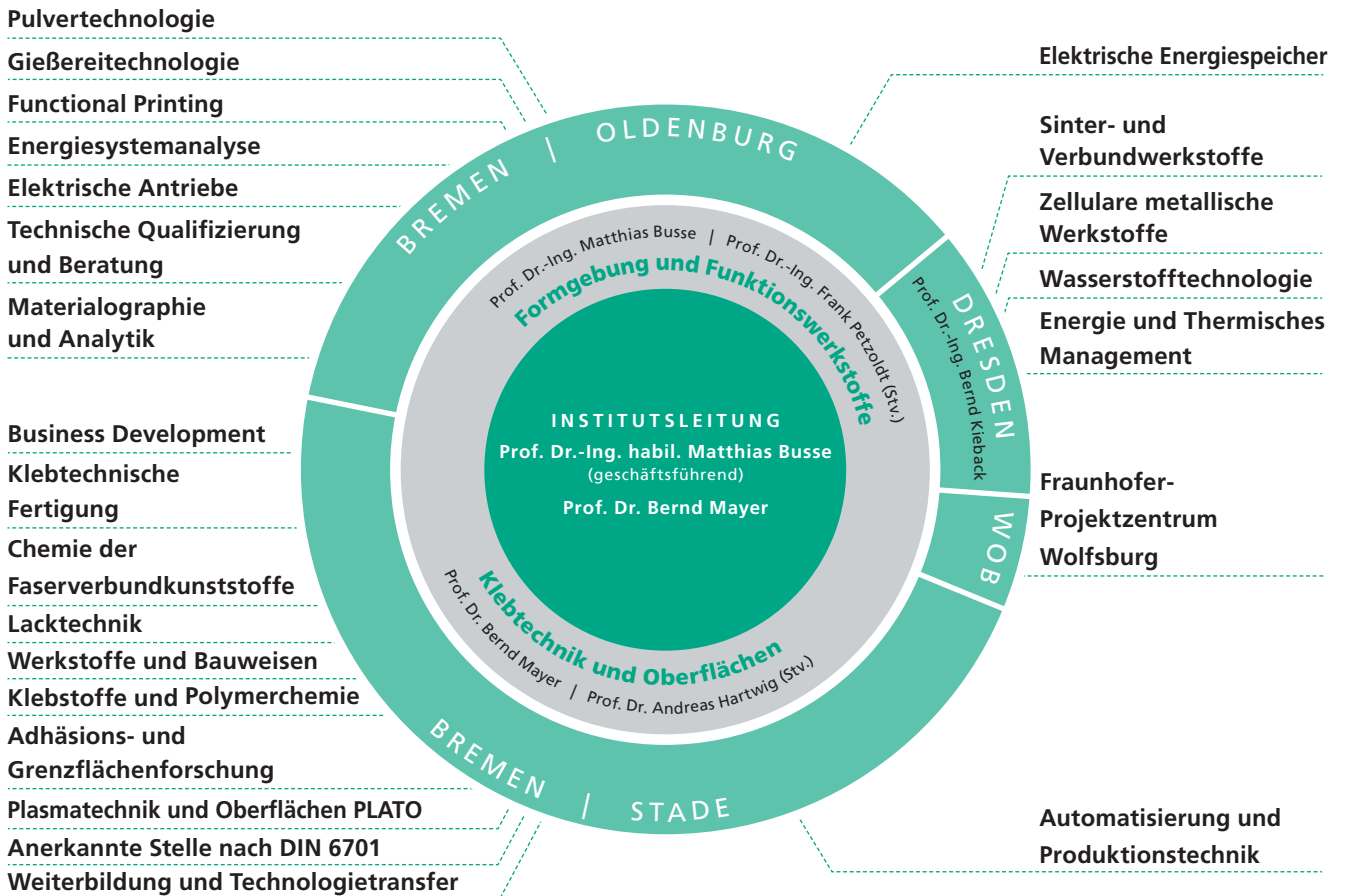
## NAMEN | DATEN | EREIGNISSE

Überblick	73
Impressum	74

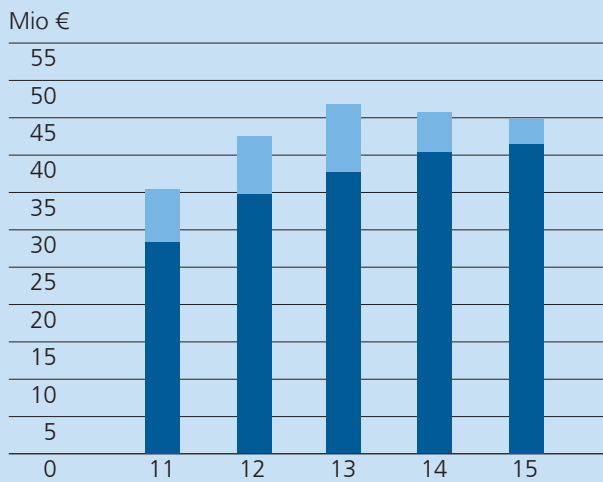
# KURZPORTRÄT UND ORGANIGRAMM

1968 gegründet und 1974 in die Fraunhofer-Gesellschaft integriert, ist das Fraunhofer IFAM heute eine der europaweit bedeutendsten unabhängigen Forschungseinrichtungen auf den Gebieten Klebtechnik, Oberflächen, Formgebung und Funktionswerkstoffe. An allen fünf Standorten – in Bremen, Dresden, Oldenburg, Stade und Wolfsburg – zählen wissenschaftliche Exzellenz mit starker Anwendungsorientierung und messbarem Kundennutzen sowie höchste Qualität zu den zentralen Leitlinien des Instituts.

Derzeit bündeln über 580 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus 24 Abteilungen ihr breites technologisches und wissenschaftliches Know-how in sieben Kernkompetenzen: Pulvertechnologie, Metallische Sinter-, Verbund- und zelluläre Werkstoffe, Klebtechnik, Oberflächentechnik, Gießereitechnologie, Elektrische Komponenten und Systeme, Faserverbundwerkstoffe. 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.

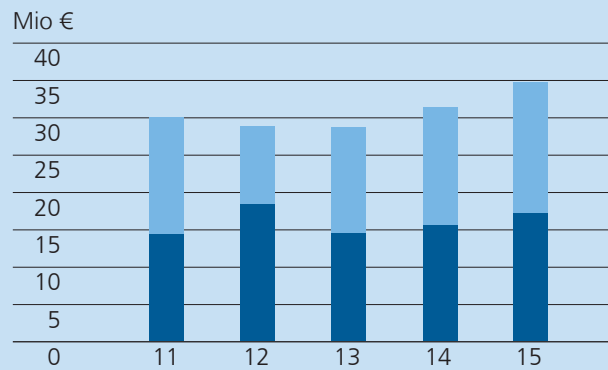


### Betriebs- und Investitionshaushalt 2011–2015



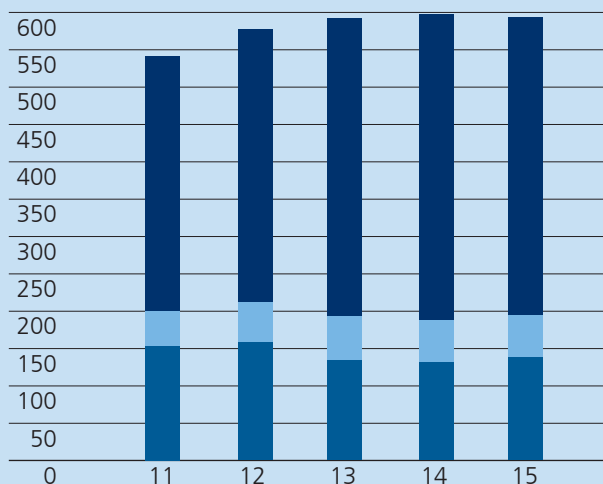
■	Betriebshaushalt	41,5 Mio €
■	Investitionshaushalt	3,2 Mio €

### Erträge 2011–2015



■	Wirtschaftserträge	17,0 Mio €
■	Bund/Land/EU/Sonstige	17,2 Mio €

### Personalentwicklung 2011–2015



### Personalstruktur 2015

Am 31. Dezember 2015 waren am Fraunhofer IFAM an den Standorten Bremen, Dresden, Oldenburg, Stade und Wolfsburg insgesamt 583 Personen tätig.

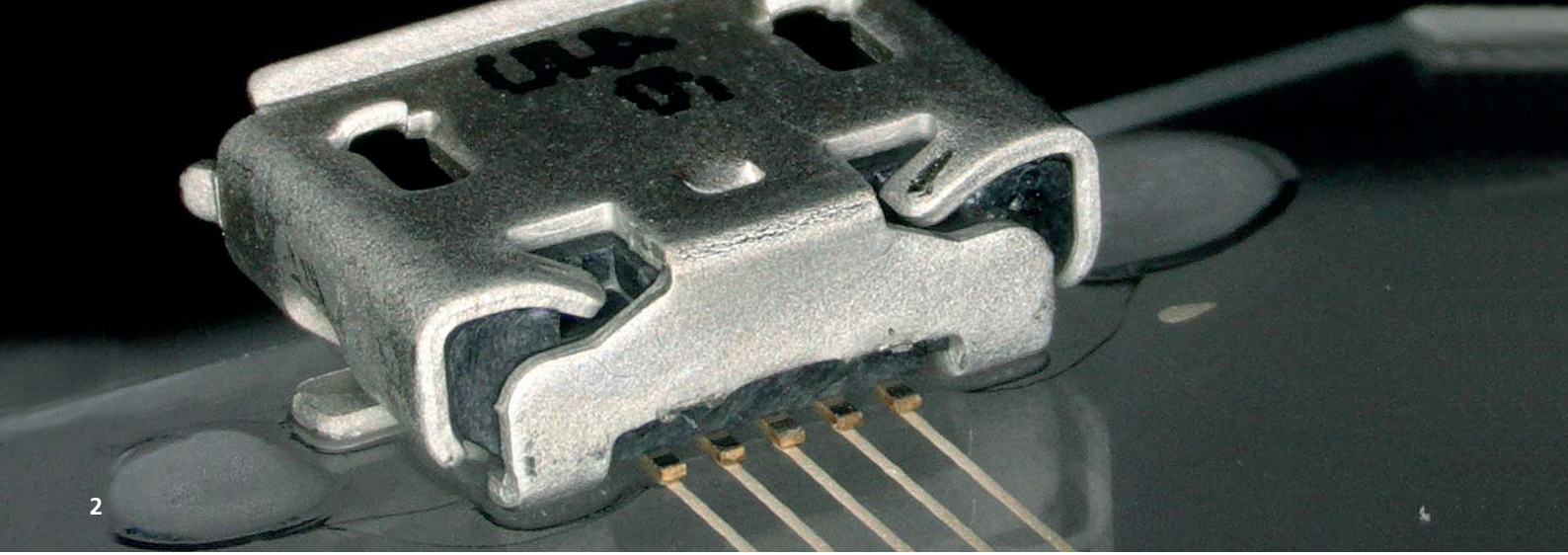
■	Wissenschaftlich-technisches Personal	393
■	Verwaltung/IT/Service	55
■	Hilfskräfte/Studenten	135
■	Mitarbeiter Gesamt	583

■	Wissenschaftlich-technisches Personal
■	Verwaltung/IT/Service
■	Hilfskräfte/Studenten



DAS INSTITUT IM PROFIL





2

## FORMGEBUNG UND FUNKTIONSWERKSTOFFE

Bei der Erarbeitung von komplexen Systemlösungen spielen Netzwerke von Partnern aus der Wirtschaft und Forschungseinrichtungen eine entscheidende Rolle. Hier sind, insbesondere an den Schnittstellen der unterschiedlichen Fachrichtungen, Methodenkompetenz und exzellentes Fachwissen gefordert. Die Kompetenz der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter am Fraunhofer IFAM und die Vernetzung mit Partnern aus Industrie und Wissenschaft sind der Garant für die Erarbeitung innovativer Lösungen für die Wirtschaft.

Der Transfer von anwendungsorientierter Grundlagenforschung in produktionstechnisch umsetzbare Lösungen oder bauteilbezogene Entwicklungen setzt eine stetige Erweiterung der Wissensbasis und der Methodenkompetenz voraus. Deshalb hat der kontinuierliche Ausbau von spezifischen Kompetenzen und Know-how im Institutsbereich Formgebung und Funktionswerkstoffe des Fraunhofer-Instituts für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM einen hohen Stellenwert.

Ein Arbeitsschwerpunkt liegt dabei auf den modernen pulverbasierten Fertigungsverfahren wie dem Metallpulverspritzguss und der additiven Fertigung, die in der Industrie zunehmend Anwendung bei der Herstellung von geometrisch anspruchsvollen Bauteilen aus zahlreichen metallischen Legierungen finden. Insbesondere bei der additiven Fertigung bietet das Fraunhofer IFAM ein breites Spektrum von Anlagentechnik sowohl für binderlose Verfahren wie Selective Laser Melting und Electron Beam Melting als auch für den binderbasierten 3D-Druck. Die Qualifizierung der für das Additive Manufacturing verwendeten Pulver wird mit modernsten Mess- und Analysemethoden vorangetrieben.

Multifunktionsbauteile mit integrierter Sensorfunktion stellen spezifische Anforderungen an die eingesetzten Werkstoffe. Durch Kombinationen verschiedener Werkstoffe in einer

Komponente können Eigenschaften lokal maßgeschneidert werden. Diese Materialkombinationen zu gestalten und in Fertigungsprozessen zu beherrschen ist eine wesentliche Aufgabe beim Ausbau der Kompetenz. Die Bandbreite reicht hier von Materialkombinationen Metall-Metall, Metall-Keramik bis hin zu Kombinationen mit Faserverbundwerkstoffen.

Für das »Functional Printing« sind Formulierungen von funktionellen Tinten und Pasten sowie Kenntnisse zu deren Applikation auf Komponenten erarbeitet worden. Damit ist es möglich, Bauteile mit Sensorik auszustatten und so z. B. Betriebs- oder Umgebungsbedingungen zu erfassen. Die robotergestützte Fertigungsstraße für die Funktionalisierung von Bauteilen und Oberflächen ist ein weiterer wichtiger Schritt bei der Umsetzung und Einführung von Sensorintegration mittels Drucktechniken in die automatisierte industrielle Produktion.

Mit modernster Gießereieinrichtung und Analytik sowie einem umfassenden Know-how zur Verarbeitung von Me-

1 3-Walzwerk zur Homogenisierung von Pasten.

2 Mikro-USB-Buchse, kontaktiert mittels Dispensverfahren.

tallegierungen in verschiedenen Gießverfahren hat sich das Fraunhofer IFAM zukunftsweisend im Markt positioniert. Das Gießereitechnikum beinhaltet die Gießverfahren Druckguss, Niederdruckguss sowie Feinguss und – einzigartig in Europa – eine komplette Lost-Foam-Anlagentechnik.

Thematische Schwerpunkte sind insbesondere das Hybridgießen zur Kombination verschiedenartiger Materialien und Strukturen mit Guss. Durch gießtechnische Integration von Faser- oder Drahtstrukturen werden mechanische Eigenschaften oder das Crashverhalten von Gussteilen gezielt beeinflusst und optimiert. Die CAST<sup>TRONICS</sup><sup>®</sup>-Technologie ermöglicht das direkte Eingießen elektronischer Funktionselemente, z. B. von Sensoren oder RFID-Transpondern zur Gussteilkennzeichnung. Die neueste Entwicklung stellen die gegossenen Spulen für elektrische Motoren dar, die zu einer Steigerung von Leistung und Wirkungsgrad führen.

Für den Einsatz zellulärer metallischer Werkstoffe in modernen Produkten werden maßgeschneiderte Lösungen für unterschiedliche Anwendungen erarbeitet und damit das Prozesswissen kontinuierlich erweitert. Das eigene Themenportfolio wird konsequent mit den Bedürfnissen des Marktes abgeglichen, woraus neue technologische Herausforderungen abgeleitet werden. Hierbei spielen Fragen der Produktinnovation unter strikten wirtschaftlichen Randbedingungen eine genauso wichtige Rolle wie der Beitrag der Forschungsergebnisse zur Verbesserung der Lebensqualität und einer nachhaltigen Entwicklung für die Bereiche Transport, Medizin, Energie und Umwelt. Werkstoffeigenschaften und Technologien für strukturelle und funktionelle Anwendungen werden maßgeschneidert und charakterisiert. Hierzu werden Hochleistungswerkstoffe, Verbundwerkstoffe, Gradientenwerkstoffe und Smart Materials weiterentwickelt sowie Fertigungstechnologien zur Integration der Eigenschaften in Komponenten erarbeitet.

Die Vertiefung der Werkstoffkompetenz in den speziellen Bereichen der Funktionswerkstoffe wie z. B. Magneten, den Thermal-Management-Materialien, thermoelektrischen und

magnetokalorischen Werkstoffen sowie Nanokompositen eröffnet unseren Kunden neue Chancen für Produktentwicklungen.

Für Entwicklung, Aufbau und Erprobung von Komponenten für Elektrofahrzeuge und deren Integration in Systeme umfasst das Angebot die Untersuchung und Bewertung von Elektromotoren, Leistungsumrichtern, Steuerungssystemen und Traktionsbatterien. Dazu gehört auch die Charakterisierung von Dauerlaufeigenschaften elektrischer Antriebssysteme anhand von standardisierten bzw. realen Fahrzyklen. Darüber hinaus wird das Angebot um die Entwicklung und Erprobung neuartiger Wasserstoffspeicher und deren Integration in brennstoffzellenbasierte Energie- und Antriebssysteme erweitert.

Im Bereich der elektrischen Energiespeicher liegt neben den Li-Ionen- und Metall-Luft-Batterien der Fokus zunehmend auf Festkörperbatterien, bei denen anstelle flüssiger Elektrolyte ionenleitende Keramiken, Polymere oder Komposite eingesetzt werden. Diese bieten insbesondere unter den Aspekten Sicherheit und Energiedichte entscheidende Vorteile. Hier kommen die werkstoff- und fertigungstechnischen Kompetenzen des IFAM für die benötigte Material- und Prozessentwicklung voll zur Geltung.

Des Weiteren werden die Themen erneuerbare Energien, energieeffiziente Gebäude sowie leitungsgebundene Energieversorgung unter besonderer Berücksichtigung der Kraft-Wärme-Kopplung und der Energiespeicher adressiert. Einen bereichsübergreifenden Baustein in diesem Konzept stellt die Analyse und Bewertung der Wirtschaftlichkeit von komplexen Energiesystemen dar – auch unter Einbindung von Elektrofahrzeugen als mobile Stromspeicher.

Unser Angebot an technischer Weiterbildung und Beratung sowie an Schulungen, die an individuelle Kundenbedürfnisse angepasst sind, wird kontinuierlich erweitert.



3

## Perspektiven

Fortschritte in der Materialentwicklung und Produktionstechnik sind nach wie vor ein wichtiger Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie. Hierzu verfolgt das Fraunhofer IFAM vielseitige Ansätze in den verschiedensten Themengebieten. Im Fraunhofer Leitprojekt »Kritikalität Seltener Erden« wird anhand zweier Fallbeispiele von Permanentmagneten in Elektromotoren demonstriert, wie der spezifische primäre Bedarf an schweren Seltenen-Erden-Elementen halbiert werden kann bzw. diese später komplett ersetzt werden können.

Im Rahmen des Projektes »Harvest« der Fraunhofer-Zukunftsstiftung wird gemeinsam mit dem Fraunhofer ISE an der Entwicklung und Optimierung metallischer Wärmeübertragungsstrukturen auf der Basis von zellularen metallischen Werkstoffen und metallischen Faserstrukturen gearbeitet. In einem weiteren Projekt der Fraunhofer-Zukunftsstiftung mit Namen »IFEM« befasst sich das Fraunhofer IFAM gemeinsam mit dem Fraunhofer IWU mit der großangelegten industriellen Fertigung gieß- und umformtechnisch hergestellter Spulen.

Das Fraunhofer IFAM ist darüber hinaus in den Auf- und Ausbau eines Forschungs- und Industrienetzwerkes für magnetokalorische Systeme involviert.

Auch dem enormen Interesse der Industrie an additiven Fertigungstechnologien wird am Fraunhofer IFAM weiter Rechnung getragen. Das am Institut bestehende Technikum wird laufend sowohl räumlich als auch anlagentechnisch erweitert und damit die Qualifizierung von additiven Fertigungstechnologien auch für Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt ermöglicht.

## Arbeitsschwerpunkte

- Werkstoffentwicklung und -modifikation: metallische Werkstoffe, Strukturwerkstoffe, Funktionswerkstoffe, Werkstoffverbunde, zelluläre Werkstoffe, Thermal-Management, Thermoelektrik, Kompositwerkstoffe, Magnetwerkstoffe
- Pulvermetallurgische Technologien: Spezialinterverfahren, Metal Injection Molding, additive Fertigungstechnologien
- Gießereitechnologien: Druckguss, Feinguss, Lost-Foam-Verfahren
- Funktionalisierung von Bauteilen: Sensorik, Aktorik, Nano- und Mikrostrukturierung
- Werkstoffanalytik und Materialographie
- Entwicklung und Aufbau von elektrischen Komponenten und deren Integration in Systeme, Prüfung von Komponenten des elektromotorischen Antriebsstrangs
- Material- und Prozessentwicklung für neuartige Energiespeicher: nanostrukturierte Elektroden, Fertigung von Zellkomponenten, Batteriemesstechnik, elektrochemische Analyse
- Wasserstofftechnologie
- Erprobung und Untersuchung von Ladeinfrastrukturen für Elektromobilität, technische Weiterbildung/Lehrgänge – national und international
- Energieeffiziente Gebäude, Wärme- und Stromnetze
- Kraft-Wärme-Kopplung

3 *An die robotergestützte Fertigungsstraße angegliederte Siebdruckmaschine zur Bauteil- und Flachprobenbedruckung.*

DAS INSTITUT IM PROFIL





# KLEBTECHNIK UND OBERFLÄCHEN

Der Bereich Klebtechnik und Oberflächen des Fraunhofer-Instituts für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM ist die größte unabhängige Forschungseinrichtung auf dem Gebiet der industriellen Klebtechnik mit mehr als 300 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Im Mittelpunkt stehen anwendungsorientierte Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Klebtechnik, Oberflächentechnik und Faserverbundtechnologie. Hauptziel ist es, Systemlösungen mit und für die Industrie zu erarbeiten.

Multifunktionale Produkte, Leichtbau und Miniaturisierung – erreicht durch die intelligente Kombination von Werkstoffen und Fügeverfahren – bieten stetig neue technische Möglichkeiten, die vom Bereich Klebtechnik und Oberflächen realisiert werden. Die Aktivitäten reichen von der Grundlagenforschung über die Fertigung bis zur Markteinführung neuer Produkte gemeinsam mit Kooperationspartnern. Industrielle Einsatzfelder sind überwiegend der Transportmittelbau – Luft, Straße, Schiene, Wasser – sowie dessen Zulieferer, die Energietechnik, die Baubranche, die Verpackungs-, Textil- und Elektroindustrie sowie die Mikrosystem- und Medizintechnik.

Die Kernkompetenz »Klebtechnik« umfasst die Entwicklung und Charakterisierung von Klebstoffen, die beanspruchungsgerechte konstruktive Auslegung und Simulation von Kleb- und Hybridverbindungen sowie deren Charakterisierung, Prüfung und Qualifizierung. Planung und Automatisierung der industriellen Fertigung sowie Prozess-Reviews und zertifizierende Weiterbildungen im Kontext Klebtechnik und Faserverbundtechnologie runden das Profil ab.

Die Kernkompetenz »Oberflächentechnik« umfasst die Gebiete Plasmatechnik, Lacktechnik sowie Adhäsions- und Grenzflächenforschung. Maßgeschneiderte Oberflächenmodifizierungen – wie Oberflächenvorbehandlungen und funktionelle Beschichtungen – erweitern das industrielle Einsatzspektrum vieler Werkstoffe deutlich oder machen deren technische Verwendung überhaupt erst möglich. Die Optimierung der Lang-

zeitbeständigkeit von Klebverbindungen und Beschichtungen inklusive der Früherkennung von Degradations- und Korrosionserscheinungen sowie der Validierung von Alterungsprüfungen und die prozessintegrierte Oberflächenkontrolle stehen im Fokus. Die Forschungsarbeiten zur Alterung und Oberflächenvorbehandlung sind für die Klebtechnik und für Beschichtungen von hoher Relevanz – so werden Klebverbindungen und Beschichtungen sicherer und zuverlässiger.

Mit der Abteilung Automatisierung und Produktionstechnik im Forschungszentrum CFK NORD in Stade baut das Fraunhofer IFAM seine Aktivitäten hinsichtlich der Großstrukturen aus faserverstärkten Kunststoffen zukunftsweisend aus – Fügen, Montieren, Bearbeiten, Reparieren und zerstörungsfreies Prüfen solcher Großstrukturen im 1:1-Maßstab. Dadurch wird in der Kernkompetenz »Faserverbundwerkstoffe« die Lücke zwischen Labor- bzw. Technikumsmaßstab und industrieller Anwendung geschlossen. Die bereits genannten Aspekte der Klebtechnik, Plasmatechnik, Lacktechnik, Adhäsions- und Grenzflächenforschung sind weitere wesentliche Elemente dieser Kernkompetenz. Sie wird ergänzt durch das Know-how zur Matrixharzentwicklung, zur Faser-Matrix-Haftung bis hin zur Dimensionierung von Verbindungen.

- 1 *Faltenfreie Applikation der FlexPLAS®-Trennfolie auf einem Formwerkzeug.*
- 2 *Abziehen der FlexPLAS®-Trennfolie von einem Faserverbundbauteil.*

Der gesamte Institutsbereich Klebtechnik und Oberflächen ist nach DIN EN ISO 9001 zertifiziert, die Prüflaboratorien Werkstoffprüfung, Korrosionsprüfung und Lacktechnik sind zusätzlich nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert. Das Weiterbildungszentrum Klebtechnik ist über DVS-PersZert® als nach DIN EN ISO/IEC 17024 akkreditierte Personalqualifizierungsstelle für die klebtechnische Weiterbildung international anerkannt. Auch das Weiterbildungszentrum Faserverbundwerkstoffe erfüllt die Qualitätsanforderungen der DIN EN ISO/IEC 17024. Die Anerkannte Stelle für die Beurteilung von Betrieben zur Eignung zum Kleben von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen nach DIN 6701 wurde erstmalig 2006 durch das seinerzeit zuständige Eisenbahnbundesamt (EBA) anerkannt.

---

### Perspektiven

---

Die Industrie stellt an die Prozesssicherheit bei der Einführung neuer Technologien sowie bei der Modifizierung bereits genutzter Technologien hohe Anforderungen. Sie sind für die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich Klebtechnik und Oberflächen maßgebend und richtungsweisend. Gemeinsam mit den Auftraggebern werden innovative Produkte entwickelt, die anschließend von den Unternehmen erfolgreich auf den Markt gebracht werden. Die Fertigungstechniken spielen dabei eine immer wichtigere Rolle, weil die hohe Qualität und die Reproduzierbarkeit der Fertigungsprozesse wesentliche Voraussetzungen für den Markterfolg sind.

So ist die Klebtechnik im gesamten Fahrzeugbau eine schon länger eingeführte Technologie, deren Potenzial aber bei Weitem noch nicht ausgeschöpft wird. Leichtbau für den ressourcenschonenden Transport, Kleben in der Medizin und der Medizintechnik sowie der Einsatz von nanostrukturierten Materialien bei der Klebstoffentwicklung sind nur einige Beispiele. Um weitere Branchen für die Klebtechnik zu gewinnen, gilt für alle

Arbeiten der Anspruch: Der Prozess Kleben und das geklebte Produkt sollen noch sicherer werden! Dieses Ziel lässt sich nur erreichen, wenn alle Stufen der klebtechnischen Fertigung bei der Herstellung von Produkten zusammengefasst und einer ganzheitlichen Betrachtung unterzogen werden. Die neue DIN 2304, welche die Qualitätsanforderungen an Klebprozesse zum Inhalt hat, wird hier in der Klebtechnik neue Impulse setzen. Die Implementierung dieser Norm in der Industrie entwickelt sich zu einem wesentlichen Fokus in den Arbeiten des Institutsbereichs.

In allen Bereichen setzt das Fraunhofer IFAM verstärkt auf rechnergestützte Methoden. Beispielhaft sind hier die numerische Beschreibung von Strömungsvorgängen in Dosierpumpen/-ventilen und die Multiskalen-Simulation von der Molekular-Dynamik bis hin zu makroskopischen Finite-Elemente-Methoden bei der numerischen Beschreibung von Werkstoffen und Bauteilen zu nennen.

Verschiedene spektroskopische, mikroskopische und elektrochemische Verfahren geben einen Einblick in die Vorgänge bei der Degradation und Korrosion von Werkstoffverbunden. Mit diesen »instrumentierten Prüfungen« und begleitenden Simulationsrechnungen werden im Fraunhofer IFAM Erkenntnisse gewonnen, die empirische Testverfahren auf der Basis von standardisierten Alterungs- und Korrosionstests allein nicht bieten. Branchen mit hohen Ansprüchen an die Oberflächentechnik greifen auf das hohe technologische Niveau des Instituts zurück. Deshalb zählen auf diesem Gebiet namhafte Unternehmen – insbesondere aus dem Flugzeug- und Automobilbau – zu den Auftraggebern.



### Arbeitsschwerpunkte

- Synthese, Formulierung und Erprobung neuer Polymere für Klebstoffe, Laminier-/Gießharze
- Entwicklung von Zusatzstoffen (Nanofüllstoffe, Initiatoren etc.) für Klebstoffe und Beschichtungen
- Biomimetische Konzepte in der Kleb- und Oberflächentechnik, einschließlich Kleben in der Medizin
- Entwicklung und Qualifizierung klebtechnischer Fertigungsprozesse; rechnergestützte Fertigungsplanung
- Applikation von Kleb-/Dichtstoffen, Vergussmassen (Mischen, Dosieren, Auftragen)
- Entwicklung innovativer Verbindungskonzepte – Kleben, Hybridfügen
- Konstruktive Gestaltung geklebter Strukturen (Simulation des mechanischen Verhaltens geklebter Verbindungen und Bauteile mittels FEM, Prototypenbau)
- Kennwertermittlung, Schwing- und Betriebsfestigkeit von Kleb- und Hybridverbindungen; Werkstoffmodellgesetze für Klebstoffe und polymere Werkstoffe
- Entwicklung umweltverträglicher Vorbehandlungsverfahren und Korrosionsschutzsysteme für das langzeitbeständige Kleben und Lackieren von Kunststoffen und Metallen
- Funktionelle Beschichtungen durch Plasma- und Kombinationsverfahren sowie funktionelle Lacksysteme
- Entwicklung von Spezialprüfverfahren (z. B. Bildung und Haftung von Eis auf Oberflächen, Alterungsbeständigkeit)
- Bewertung von Alterungs- und Degradationsvorgängen in Materialverbunden; elektrochemische Analytik
- Computergestützte Materialentwicklung mit quanten-/molekularmechanischen Methoden
- Automatisierung und Parallelisierung von Prozessen in der Faserverbundtechnologie
- Bearbeitung von Faserverbundwerkstoffen
- Qualitätssicherungskonzepte für kleb- und lacktechnische Anwendungen durch fertigungsintegrierte Analyse von Bauteiloberflächen

- Lehrgänge – national und international – zur/zum European Adhesive Bonder – EAB (Klebpraktiker/-in), European Adhesive Specialist – EAS (Klebfachkraft) und European Adhesive Engineer – EAE (Klebfachingenieur/-in)
- Lehrgänge zur/zum Faserverbundkunststoff-Hersteller/-in (FVK-Hersteller/-in), Faserverbundkunststoff-Instandsetzer/-in (FVK-Instandsetzer/-in), Faserverbundkunststoff-Fachkraft (FVK-Fachkraft) und Lehrgangsmodule zum Fraunhofer-Composite Engineer – FCE (Faserverbund-Fachingenieur/-in)

3 Optimierung der Klebstoffapplikation.





Forschen  
Entwickeln  
Anwenden

# ARBEITSGEBIETE UND ANSPRECHPARTNER

## INSTITUTSLEITUNG

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

## INSTITUTSBEREICH FORMGEBUNG UND FUNKTIONSWERKSTOFFE

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

## INSTITUTSTEIL DRESDEN

- Prof. Dr.-Ing. Bernd Kieback  
Telefon +49 351 2537-300  
bernd.kieback@ifam-dd.fraunhofer.de

## INSTITUTSBEREICH KLEBTECHNIK UND OBERFLÄCHEN

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

## ADHÄSIONS- UND GRENZFLÄCHENFORSCHUNG

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

- Oberflächen- und Nanostrukturanalytik
- Korrosionsschutz und Elektrochemie
- Numerische Materialsimulation
- Qualitätssicherung – Überwachung von Oberflächen- und Verbundeigenschaften
- Entwicklung kundenspezifischer Inspektionsverfahren
- Physikalisch-chemische Analysen von Grenzflächen- und Werkstoffeigenschaften
- Nasschemische Oberflächenvorbehandlung
- Akkreditiertes Korrosionsprüflabor
- Schadensanalysen

## ANERKANNTE STELLE DIN 6701 / ZERTIFIZIERUNGSSTELLE KLEBEN

Dipl.-Ing. (FH) Frank Stein  
Telefon +49 421 2246-655  
frank.stein@ifam.fraunhofer.de  
→ [www.ifam.fraunhofer.de/DIN6701](http://www.ifam.fraunhofer.de/DIN6701)

- Informationen zur DIN 6701 («Kleben von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen») und zur DIN 2304 («Qualitätsanforderungen an Klebprozesse»)
- Durchführung von Auditierungen und Zertifizierungen gem. DIN 6701
- Mitglied im Arbeitskreis Kleben DIN 6701

### AUTOMATISIERUNG UND PRODUKTIONSTECHNIK

**Dr. Dirk Niermann**  
Telefon +49 4141 78707-101  
dirk.niermann@ifam.fraunhofer.de  
→ [www.ifam.fraunhofer.de/stade](http://www.ifam.fraunhofer.de/stade)

- Automatisierte Montage von Großstrukturen bis in den 1:1-Maßstab
- Sensorgeführte, mobile Roboter mit hoher Positioniergenauigkeit
- Fügetechnik (Kleben, Shimmen, Dichten)
- Bearbeitungstechnik (Fräsen, Bohren, Wasserstrahl-schneiden)
- Automatisierungsgerechte Bauteilaufnahme
- Form- und Lagekorrektur von Großbauteilen
- Sensorgeführte Roboter mit hoher Positioniergenauigkeit
- Trennmittelfreie Herstellung von Faserverbundbauteilen
- Herstellung prototypischer Bauteile und Strukturen
- Entwicklung von Anlagen und -komponenten

### BUSINESS DEVELOPMENT

**Prof. Dr. Bernd Mayer**  
Telefon +49 421 2246-401  
bernd.mayer@ifam.fraunhofer.de  
→ [www.ifam.fraunhofer.de/netzwerker](http://www.ifam.fraunhofer.de/netzwerker)

- Ansprechpartner für Gestaltung und Beantragung europäischer Forschungsprojekte
- Mitarbeit und Mitgestaltung in regionalen, nationalen und internationalen Branchennetzwerken
- Koordination von Großprojekten
- Ansprechpartner für Großunternehmen

### CHEMIE DER FASERVERBUNDKUNSTSTOFFE

**Dr. Katharina Koschek**  
Telefon +49 421 2246-698  
katharina.koschek@ifam.fraunhofer.de  
→ [www.ifam.fraunhofer.de/durocycle](http://www.ifam.fraunhofer.de/durocycle)

- Kontrollierte Polymerisationen
- Grenzflächenreaktionen
- Neuartige Matrixsysteme
- Biobasierte Faserverbundkunststoffe

### ELEKTRISCHE ANTRIEBE

**Dipl.-Ing. Felix Horch**  
Telefon +49 421 2246-171  
felix.horch@ifam.fraunhofer.de  
→ [www.ifam.fraunhofer.de/ea](http://www.ifam.fraunhofer.de/ea)

- Entwicklung, Auslegung und Simulation elektrischer Antriebe
- Regelung, Steuergeräte- und Softwareentwicklung
- Prototypenfertigung für elektrische Antriebe
- Prüfung von Komponenten und Antrieben
- Fahrzeugintegration

### ELEKTRISCHE ENERGIESPEICHER

**Dr.-Ing. Julian Schwenzel**  
 Telefon +49 441 36116-262  
 julian.schwenzel@ifam.fraunhofer.de  
 → [www.ifam.fraunhofer.de/ees](http://www.ifam.fraunhofer.de/ees)

- Batterie-Zellchemie
- Pastenentwicklung und Elektrodenherstellung
- Zellenbau und Design für
  - Lithium-Ionen-Batterien
  - Metall-Luft-Batterien
  - Festkörper-Batterien
- In-situ-Analytik

### ENERGIESYSTEMANALYSE

**Prof. Dr. Bernd Günther**  
 Telefon +49 421 5665-401  
 bernd.guenther@ifam.fraunhofer.de  
 → [www.ifam.fraunhofer.de/esa](http://www.ifam.fraunhofer.de/esa)

- Analysen, Potenzialstudien und Beratung zu
- Energieversorgung und Klimaschutz
  - Energieeffiziente Gebäude und Quartiere
  - Kraft-Wärme-Kopplung
  - Leitungsgebundene Wärmeversorgung
  - Digitale Wärmebedarfskarten
  - Energieeffizienz in Werkstoff-/Prozesstechnik
  - Energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen
  - Wohnungswirtschaft und Elektromobilität
  - Systemintegration stationärer mobiler Speicher

### ENERGIE UND THERMISCHES MANAGEMENT

**Prof. Dr.-Ing. Jens Meinert**  
 Telefon +49 152 56608698  
 jens.meinert@ifam-dd.fraunhofer.de  
 → [www.ifam.fraunhofer.de/etm](http://www.ifam.fraunhofer.de/etm)

- Effiziente Speicherung von Wärme und Kälte
- Entwicklung von Hochleistungs-Latentwärmespeichern
- Optimierung von Wärmetransportvorgängen
- Zellulare Metalle in kompakten Wärmeübertragern
- Strukturierung von Verdampferoberflächen
- Thermomanagement Wärme erzeugender Bauteile
- Werkzeugtemperierung
- Mathematische Modellierung des Wärmetransportes
- Simulation von Schmelz- und Erstarrungsvorgängen
- Messung thermischer Stoff- und Transportgrößen

### FUNCTIONAL PRINTING

**Dr. Volker Zöllmer**  
 Telefon +49 421 2246-114  
 volker.zoellmer@ifam.fraunhofer.de  
 → [www.ifam.fraunhofer.de/printing](http://www.ifam.fraunhofer.de/printing)

- Gedruckte Elektronik
- Aufbau- und Verbindungstechnik
- Sensorintegration
- Verdrückbare Tinten und Pasten
- (Nano-)Komposite und Funktionswerkstoffe
- Energy Harvesting
- Funktionsintegration
- Digitale Fertigung
- Teilautomatisierte Fertigung

### GIESSEREITECHNOLOGIE

Dipl.-Ing. Franz-Josef Wöstmann MBA  
Telefon +49 421 2246-225  
franz-josef.woestmann@ifam.fraunhofer.de  
→ [www.ifam.fraunhofer.de/gt](http://www.ifam.fraunhofer.de/gt)

- Druckguss (Aluminium, Magnesium, Zink) mit Kalt- und Warmkammer
- Lost Foam-Verfahren
- Niederdruckguss (Aluminium, Kupfer, Eisen, Stahl, Salze)
- Feinguss
- Entwicklung von Kernmaterialien (Salzkern, verlorene Kerne, komplexe Geometrien)
- Funktionsintegration/CAST<sup>TRONICS</sup>®
- Bauteilkennzeichnung (individuelle Kennzeichnung als Basis für Industrie 4.0)
- Verbund-/Hybridguss (Hybridvarianten aus Metall- und Fasermaterialien)
- Topologieoptimierung/Leichtbau

### KLEBSTOFFE UND POLYMERCHEMIE

Prof. Dr. Andreas Hartwig  
Telefon +49 421 2246-470  
andreas.hartwig@ifam.fraunhofer.de  
→ [www.ifam.fraunhofer.de/klebstoff](http://www.ifam.fraunhofer.de/klebstoff)

- Formulierung von Klebstoffen
- Matrixharze für Faserverbundkunststoffe
- Charakterisierung von Klebstoffen/Klebverbindungen
- Neuartige Additive, Polymere und andere Rohstoffe
- Morphologie von Klebstoffen und anderen Duromeren, z. B. Nanokomposite
- Biofunktionale Oberflächen und Bioanalytik
- Klebstoffe für Medizin und Medizintechnik
- Erhöhte Zuverlässigkeit und Produktivität beim Kleben
- Marktberatung Klebstoffe und Klebrohstoffe

### KLEBTECHNISCHE FERTIGUNG

Dipl.-Ing. Manfred Peschka MBA  
Telefon +49 421 2246-524  
manfred.peschka@ifam.fraunhofer.de  
→ [www.ifam.fraunhofer.de/ktf](http://www.ifam.fraunhofer.de/ktf)

- Fertigungskonzepte für geklebte Verbindungen
- Auswahl und Charakterisierung von Kleb- und Dichtstoffen
- Fertigungsplanung, Prozessgestaltung und Automatisierung
- Dosier-, Misch- und Applikationstechnik
- Fertigung geklebter Prototypen
- Simulation von Dosierprozessen und Fertigungsabläufen
- Prozess- und Schadensanalyse industrieller Prozesse
- Langzeitbeständigkeit von Kleb- und Dichtverbindungen
- Kleben elektrisch/optisch leitfähiger Kontaktierungen
- Kleben in der Mikrosystemtechnik
- Kleben am Bau

## LACKTECHNIK

**Dr. Volkmar Stenzel**

Telefon +49 421 2246-407

volkmar.stenzel@ifam.fraunhofer.de

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

- █ Lack-Anwendungstechnik und -Verfahrenstechnik
- █ Material- und Verfahrensqualifizierung
- █ Funktionelle Lacke und Beschichtungen (z. B. Anti-Eis-Lacke, Anti-Fouling-Beschichtungen, selbstheilende sowie schmutzabweisende Schichten, Elektroisolierschichten)
- █ Lackrohstoff-Untersuchungen
- █ Lackformulierung
- █ Prüf- und Testverfahren
- █ Schadensanalysen
- █ Schulungen

## MATERIALOGRAPHIE UND ANALYTIK

**Dr.-Ing. Andrea Berg**

Telefon +49 421 2246-146

andrea.berg@ifam.fraunhofer.de

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

- █ Schadensanalysen
- █ Thermische Analysen: Schmelzpunkt, Phasenumwandlungen
- █ Pulveranalyse: spez. Oberfläche (BET-Verfahren), Partikelgrößenverteilung
- █ Metallographie: Schliffe, Härtemessungen, Bildanalyse
- █ Rasterelektronenmikroskopie
- █ Focused Ion Beam (FIB)
- █ Spurenanalyse
- █ Röntgenographische Phasenanalyse
- █ Ausbildung zum Werkstoffprüfer

## FRAUNHOFER-PROJEKTZENTRUM WOLFSBURG

**Dr.-Ing. Torben Seemann**

Telefon +49 421 2246-126

torben.seemann@ifam.fraunhofer.de

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

- █ Funktionsintegrierter Leichtbau im Automobil
- █ Textile Fertigungskette
- █ Hybridisierung mit metallischer Matrix
- █ E-Fahrzeug-Komponenten

## PLASMATECHNIK UND OBERFLÄCHEN PLATO

**Dr. Ralph Wilken**

Telefon +49 421 2246-448

ralph.wilken@ifam.fraunhofer.de

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

- █ Niederdruck-Plasmatechnik
- █ Atmosphärendruck-Plasmatechnik
- █ VUV-Excimer-Technik
- █ Anlagentechnik und -bau
- █ Neue Oberflächentechnologien
- █ CVD-Prozesse
- █ Tribologie
- █ Funktionsbeschichtungen
- █ Bahnware/Folientechnologien
- █ Vorbehandlung, Reinigung, Aktivierung

### PULVERTECHNOLOGIE

Prof. Dr.-Ing. Frank Petzoldt  
Telefon +49 421 2246-134  
frank.petzoldt@ifam.fraunhofer.de  
→ [www.ifam.fraunhofer.de/pt](http://www.ifam.fraunhofer.de/pt)

- Pulverspritzguss
- Pressen und Sintern
- Additive Manufacturing
- Magnetwerkstoffe
- Kompositwerkstoffe
- Metallschäume

### TECHNISCHE QUALIFIZIERUNG UND BERATUNG

Dr.-Ing. Gerald Rausch  
Telefon +49 421 2246-242  
gerald.rausch@ifam.fraunhofer.de  
→ [www.ifam.fraunhofer.de/tqb](http://www.ifam.fraunhofer.de/tqb)

- Technische Weiterbildung Elektromobilität
- FuE Inside – Wissens- und Technologietransfer
- Wissensupdate – Management Workshop
- Foresights – Technologiescreening
- Interkulturelles Training und Coaching

### SINTER- UND VERBUNDWERKSTOFFE

Dr.-Ing. Thomas Weißgärber  
Telefon +49 351 2537-305  
thomas.weissgaerber@ifam-dd.fraunhofer.de  
→ [www.ifam.fraunhofer.de/svw](http://www.ifam.fraunhofer.de/svw)

- Pulvermetallurgische Technologien
- Generative Fertigung (Elektronenstrahlschmelz-technologie, Dispenstechnologie)
- Verbundwerkstoffe, Multimaterialverbunde
- Leichtmetalle
- Werkstoffe für tribologische Anwendungen
- Werkstoffe zur Energieumwandlung (Thermoelektrik) und -speicherung (Supercaps)
- Hochtemperaturwerkstoffe
- Sputter-Targets

### WASSERSTOFFTECHNOLOGIE

Dr. Lars Röntzsch  
Telefon +49 351 2537-411  
lars.roentzsch@ifam-dd.fraunhofer.de  
→ [www.ifam.fraunhofer.de/h2](http://www.ifam.fraunhofer.de/h2)

- Elektrodenwerkstoffe und Katalysatoren für die Wasserelektrolyse
- Elektrochemische Charakterisierung von Elektroden
- Entwicklung und Testung von Elektrolysezellen
- Metallhydride zur reversiblen H<sub>2</sub>-Speicherung, H<sub>2</sub>-Reinigung und H<sub>2</sub>/D<sub>2</sub>-Isotopentrennung
- Fertigungstechniken zur Produktion von Metallhydriden
- Entwicklung und Testung von Hydridreaktoren
- Integration von Hydridreaktoren in H<sub>2</sub>-Energiesysteme
- Hydrolysereaktionen zur H<sub>2</sub>-Erzeugung von H<sub>2</sub>-on-Demand-Lösungen
- Wasserstoffversprödung zur Pulverherstellung
- Recyclingtechnologien für Seltenerd-haltige Werkstoffe (Magnete, Prozessabfälle etc.)
- Umfassende Analytik von H<sub>2</sub>-Feststoff-Reaktionen

### WEITERBILDUNG UND TECHNOLOGIETRANSFER

**Prof. Dr. Andreas Groß**

Telefon +49 421 2246-437

andreas.gross@ifam.fraunhofer.de

→ [www.kleben-in-bremen.de](http://www.kleben-in-bremen.de)

→ [www.kunststoff-in-bremen.de](http://www.kunststoff-in-bremen.de)

- Weiterbildung Klebtechnik
- Weiterbildung Faserverbundtechnologie
- Qualitätssicherung Klebtechnik
- Qualitätssicherung Faserverbundtechnologie
- Nachwuchsförderung MINT

### WERKSTOFFE UND BAUWEISEN

**Dr. Markus Brede**

Telefon +49 421 2246-476

markus.brede@ifam.fraunhofer.de

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

- Werkstoff- und Bauteilprüfung
- Nachweisführung und Bemessung geklebter Strukturen
- Kleb- und Nietverbindungen: Auslegung, Dimensionierung, Crash- und Ermüdungsverhalten
- Kombination und Optimierung mechanischer Fügeprozesse
- Qualifizierung mechanischer Verbindungselemente
- Faserverbundbauteile, Leicht- und Mischbauweisen
- Akkreditiertes Prüflabor Werkstoffprüfung

### ZELLULARE METALLISCHE WERKSTOFFE

**Dr.-Ing. Olaf Andersen**

Telefon +49 351 2537-319

olaf.andersen@ifam-dd.fraunhofer.de

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

- Zellulare Metalle aus beliebigen Sonderwerkstoffen
- Generative Bauteilfertigung mit 3D-Siebdruck
- Offenzellige Faserstrukturen, Schwämme und Folien
- Hohlkugelstrukturen und Präzisions-Hohlkugeln
- Verstärkung von Gussbauteilen mit 3D-Drahtstrukturen
- Hochleistungs-Schwingungsdämpfung
- Hochleistungs-Wärmespeicher
- Degradierbare metallische Implantatwerkstoffe
- Schmuck und Design
- Katalyse und Filtration
- Funktionelle Oberflächenbeschichtung mit polymer-abgeleiteten Keramiken



DAS INSTITUT IM PROFIL



# DAS KURATORIUM DES INSTITUTS

## Mitglieder

### **Dr. Rainer Rauh**

Vorsitzender des Kuratoriums  
Airbus Deutschland GmbH  
Bremen

### **Regierungsdirektorin**

#### **Dr. Annerose Beck**

Sächsisches Staatsministerium  
für Wissenschaft und Kunst  
Dresden

### **Bernd Faller**

RAMPF Production Systems  
GmbH & Co. KG  
Zimmern ob Rottweil

### **Michael Grau**

Mankiewicz Gebr. & Co.  
Hamburg

### **Dr. Jürgen Groß**

Robert Bosch GmbH  
Stuttgart

### **Dr. Sebastian Huster**

Niedersächsisches Ministerium  
für Wissenschaft und Kultur  
Hannover

### **Prof. Dr. Jürgen Klenner**

Airbus Deutschland GmbH  
Bremen

### **Staatsrat**

#### **Gerd-Rüdiger Kück**

Die Senatorin für Bildung  
und Wissenschaft der  
Freien Hansestadt Bremen  
Bremen

#### **Dr. Georg Oenbrink**

Evonik Industries AG  
Essen

#### **Dr. Ralf-Jürgen Peters**

TÜV Rheinland  
Consulting GmbH  
Köln

#### **Dr. Stefan Röber**

tesa SE  
Hamburg

#### **Dr. Rainer Schönfeld**

Henkel AG & Co. KGaA  
Düsseldorf

#### **Christoph Weiss**

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

## Gäste

### **Andreas Kellermann**

Daimler AG  
Bremen

### **Prof. Dr.-Ing. Kurosch Rezwan**

Universität Bremen  
Bremen

## DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 67 Institute und Forschungseinrichtungen. Knapp 24 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von mehr als 2,1 Milliarden Euro. Davon fallen über 1,8 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Mehr als 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Knapp 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Die Wirkung

der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung an Fraunhofer-Instituten 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.

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

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

- 1**  
Wiener Straße 12  
28359 Bremen

---

- 2**  
Institutsteil Dresden  
Winterbergstraße 28  
01277 Dresden

---

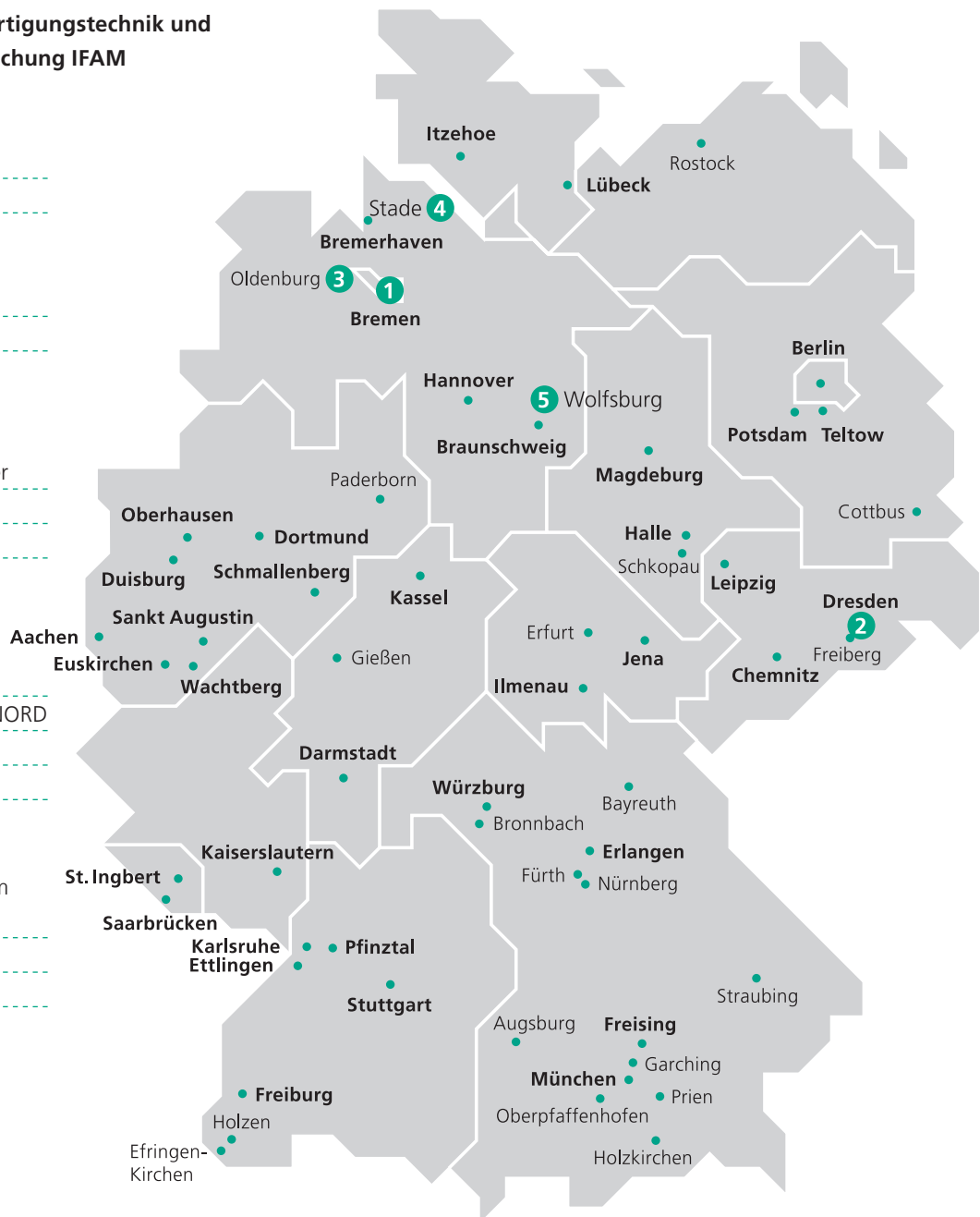
- 3**  
Elektrische Energiespeicher  
Marie-Curie-Straße 1–3  
26129 Oldenburg

---

- 4**  
Automatisierung  
und Produktionstechnik  
Forschungszentrum CFK NORD  
Ottenbecker Damm 12  
21684 Stade

---

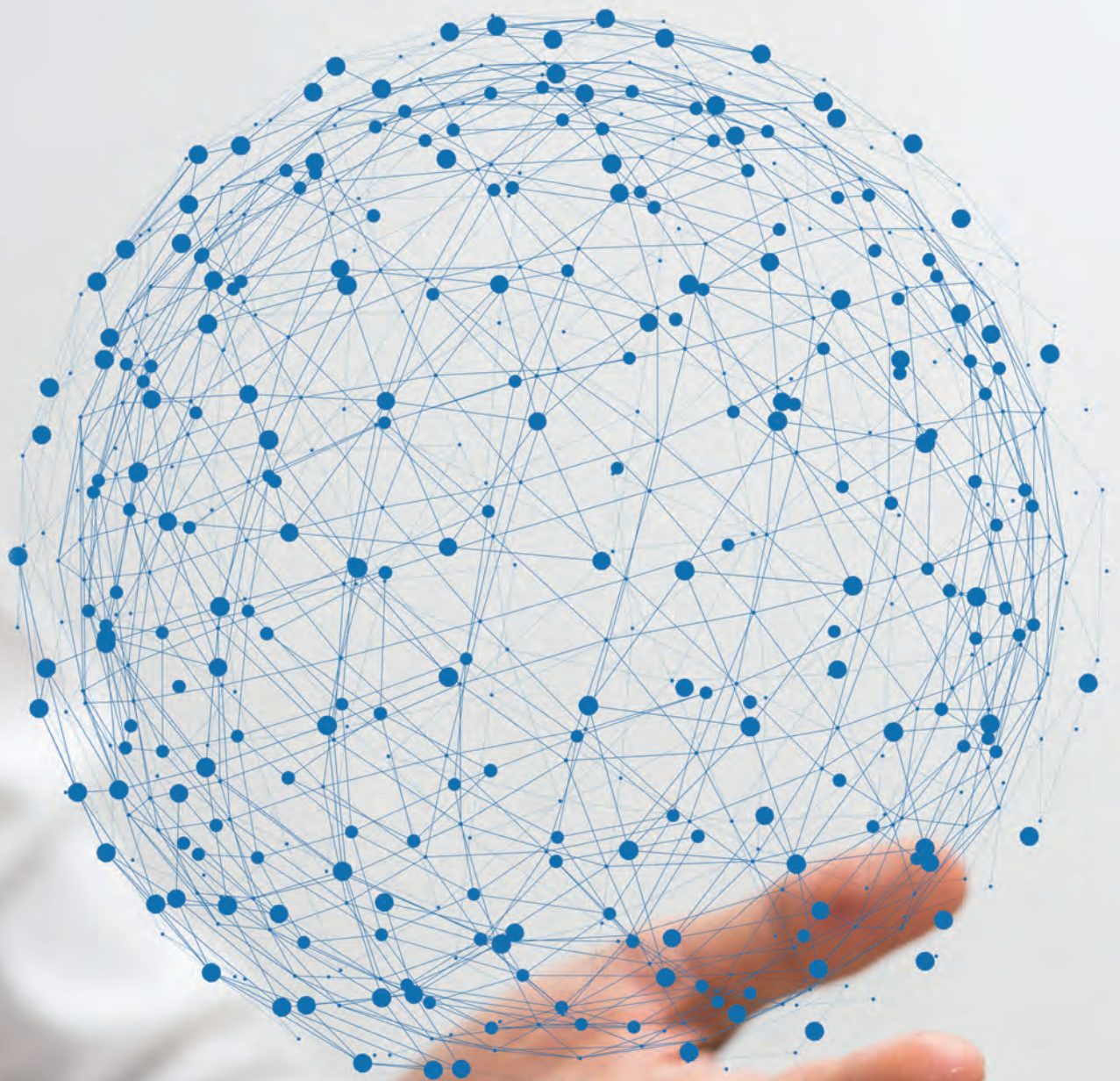
- 5**  
Fraunhofer-Projektzentrum  
Wolfsburg  
Hermann-Münch-Straße 1  
38440 Wolfsburg



**Institute und Einrichtungen**  
Weitere Standorte

**VERBÜNDE | ALLIANZEN | ACADEMY**

**VERNETZT BEI FRAUNHOFER**



# FRAUNHOFER-VERBUND WERKSTOFFE, BAUTEILE – MATERIALS

Fachlich verwandte Institute organisieren sich in Forschungsverbänden und treten gemeinsam am FuE-Markt auf. Sie wirken in der Unternehmenspolitik sowie bei der Umsetzung des Funktions- und Finanzierungsmodells der Fraunhofer-Gesellschaft mit.

Der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS bündelt die Kompetenzen der materialwissenschaftlich orientierten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft. Fraunhofer-Materialforschung umfasst die gesamte Wertschöpfungskette von der Entwicklung neuer und der Verbesserung bestehender Materialien über die Herstelltechnologie im industrienahen Maßstab, die Charakterisierung der Eigenschaften bis hin zur Bewertung des Einsatzverhaltens. Entsprechendes gilt für die aus den Materialien hergestellten Bauteile und deren Verhalten in Systemen. In all diesen Feldern werden neben den experimentellen Untersuchungen in Labors und Technika gleichrangig die Verfahren der numerischen Simulation und Modellierung eingesetzt. Stofflich deckt der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS den gesamten Bereich der metallischen, anorganisch-nichtmetallischen, polymeren und aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugten Werkstoffe sowie Halbleitermaterialien ab.

Mit Schwerpunkt setzt der Verbund sein Know-how in den Geschäftsfeldern Energie und Umwelt, Mobilität, Gesundheit, Maschinen- und Anlagenbau, Bauen und Wohnen, Mikrosystemtechnik sowie Sicherheit ein. Über maßgeschneiderte Werkstoff- und Bauteilentwicklungen sowie die Bewertung des kundenspezifischen Einsatzverhaltens werden Systeminnovationen realisiert.

Schwerpunktt Themen des Verbundes sind:

- Erhöhung von Sicherheit und Komfort sowie Reduzierung des Ressourcenverbrauchs in den Bereichen Verkehrstechnik, Maschinen- und Anlagenbau
- Steigerung der Effizienz von Systemen der Energieerzeugung, Energiewandlung und Energiespeicherung
- Verbesserung der Biokompatibilität und der Funktion von medizin- oder biotechnisch eingesetzten Materialien
- Erhöhung der Integrationsdichte und Verbesserung der Gebrauchseigenschaften von Bauteilen der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik
- Verbesserung der Nutzung von Rohstoffen und Qualitätsverbesserung der daraus hergestellten Produkte

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

#### **Vorsitzender des Verbundes**

Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner

#### **Stellvertretender Vorsitzender des Verbundes**

Prof. Dr. Peter Gumbsch

#### **Ansprechpartner Fraunhofer IFAM**

Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Busse  
matthias.busse@ifam.fraunhofer.de

Prof. Dr. Bernd Mayer

bernd.mayer@ifam.fraunhofer.de

# FRAUNHOFER-ALLIANZEN

Institute oder Abteilungen von Instituten mit unterschiedlichen Kompetenzen kooperieren in Fraunhofer-Allianzen, um ein Geschäftsfeld gemeinsam zu bearbeiten und zu vermarkten.

## FRAUNHOFER-ALLIANZ AUTOMOBILPRODUKTION

Ansprechpartner Fraunhofer IFAM  
Dipl.-Ing. Franz-Josef Wöstmann MBA  
franz-josef.woestmann@ifam.fraunhofer.de  
Dipl.-Ing. Manfred Peschka MBA  
manfred.peschka@ifam.fraunhofer.de

→ [www.automobil.fraunhofer.de](http://www.automobil.fraunhofer.de)

## FRAUNHOFER-ALLIANZ LEICHTBAU

Ansprechpartner Fraunhofer IFAM  
Dr. Markus Brede  
markus.brede@ifam.fraunhofer.de  
Dr.-Ing. Olaf Andersen  
olaf.andersen@ifam-dd.fraunhofer.de

→ [www.leichtbau.fraunhofer.de](http://www.leichtbau.fraunhofer.de)

## FRAUNHOFER-ALLIANZ BATTERIEN

Ansprechpartner Fraunhofer IFAM  
Dr. Julian Schwenzel  
julian.schwenzel@ifam.fraunhofer.de

→ [www.batterien.fraunhofer.de](http://www.batterien.fraunhofer.de)

## FRAUNHOFER-ALLIANZ NANOTECHNOLOGIE

Ansprechpartner Fraunhofer IFAM  
Prof. Dr. Andreas Hartwig  
andreas.hartwig@ifam.fraunhofer.de  
Prof. Dr. Bernd Günther  
bernd.guenther@ifam.fraunhofer.de

→ [www.nano.fraunhofer.de](http://www.nano.fraunhofer.de)

## FRAUNHOFER-ALLIANZ GENERATIVE FERTIGUNG

Ansprechpartner Fraunhofer IFAM  
Dipl.-Ing. Claus Aumund-Kopp  
claus.aumund-kopp@ifam.fraunhofer.de  
Dr. Burghardt Klöden  
burghardt.kloeden@ifam-dd.fraunhofer.de

→ [www.generativ.fraunhofer.de](http://www.generativ.fraunhofer.de)

## FRAUNHOFER-ALLIANZ POLYMERE OBERFLÄCHEN (POLO)

Ansprechpartner Fraunhofer IFAM  
Dr. Uwe Lommatzsch  
uwe.lommatzsch@ifam.fraunhofer.de

→ [www.polo.fraunhofer.de](http://www.polo.fraunhofer.de)

### FRAUNHOFER-ALLIANZ REINIGUNGSTECHNIK

Ansprechpartner Fraunhofer IFAM

**Dr. Jörg Ihde**

joerg.ihde@ifam.fraunhofer.de

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

### FRAUNHOFER-ALLIANZ SIMULATION

Sprecher der Allianz | Ansprechpartner Fraunhofer IFAM

**Andreas Burbliès**

andreas.burbliès@ifam.fraunhofer.de

→ [www.simulation.fraunhofer.de](http://www.simulation.fraunhofer.de)

### FRAUNHOFER-ALLIANZ SPACE

Ansprechpartner Fraunhofer IFAM

**Dr. Gerhard Pauly**

gerhard.pauly@ifam.fraunhofer.de

→ [www.space.fraunhofer.de](http://www.space.fraunhofer.de)

### FRAUNHOFER-ALLIANZ VERKEHR

Ansprechpartner Fraunhofer IFAM

**Dr.-Ing. Gerald Rausch**

gerald.rausch@ifam.fraunhofer.de

→ [www.verkehr.fraunhofer.de](http://www.verkehr.fraunhofer.de)

### FRAUNHOFER ACADEMY

Die Fraunhofer Academy bündelt die Weiterbildungsangebote der Fraunhofer-Gesellschaft unter einem Dach.

Ansprechpartner Fraunhofer IFAM

**Prof. Dr. Andreas Groß**

andreas.gross@ifam.fraunhofer.de

[www.kleben-in-bremen.de](http://www.kleben-in-bremen.de) | [www.kunststoff-in-bremen.de](http://www.kunststoff-in-bremen.de)

**Dr.-Ing. Gerald Rausch**

gerald.rausch@ifam.fraunhofer.de

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

→ [www.academy.fraunhofer.de](http://www.academy.fraunhofer.de)



DAS INSTITUT IM PROFIL





DIN EN ISO/IEC 17024

DIN EN ISO/IEC 17025

DIN EN ISO 9001

DIN 6701

## QUALITÄTSMANAGEMENT

---

### 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
- Gießereitechnologie
- Metallographie, Thermoanalytik, Pulvermesstechnik und Spurenanalytik
- Prüflaboratorium Werkstoffprüfung, Lacktechnik, Korrosionsprüfung, Materialographie und Analytik

---

### Zertifizierung nach DIN EN ISO/IEC 17024

---

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

---

### Anerkennung nach DIN 6701

---

Das Fraunhofer IFAM betreibt seit Dezember 2006 eine Anerkannte Stelle für die Zulassung von Betrieben zum Kleben von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen nach DIN 6701.

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

---

### Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025

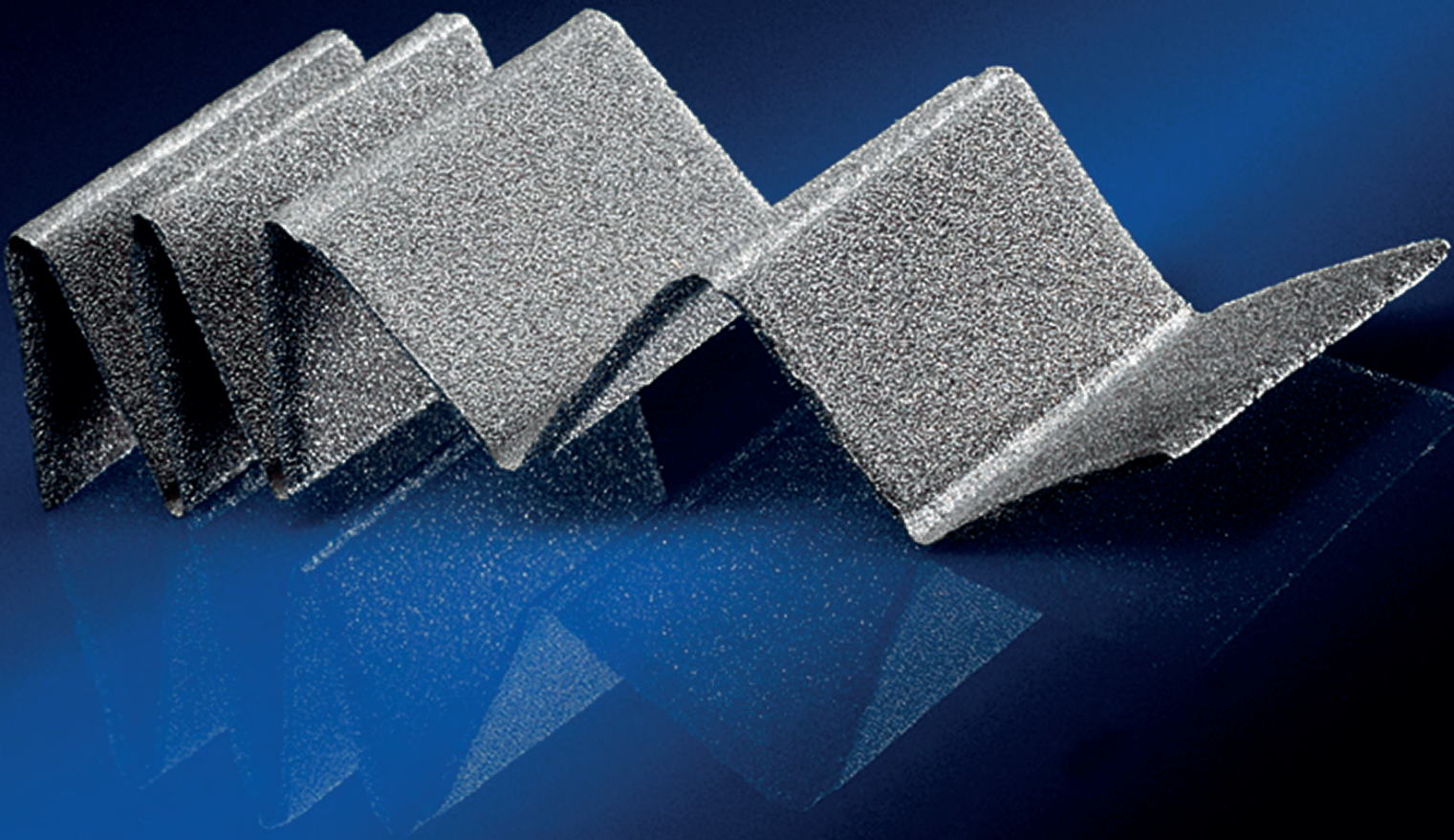
---

Das Prüflaboratorium am Standort Bremen ist seit 1996 zusätzlich nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Am Institutsteil Dresden des Fraunhofer IFAM ist das Prüflabor nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert für Pulvermetallurgie, Spezialprüfungen zur Charakterisierung anorganischer Pulver und Sinterwerkstoffe sowie für Materialprüfungen metallischer Werkstoffe.

<sup>1</sup> Neubau Fraunhofer IFAM, Bremen  
(© ATP / Stefan Schilling).

METALLISCHE SINTER-, VERBUND- UND ZELLULARE WERKSTOFFE



# KERNKOMPETENZ METALLISCHE SINTER-, VERBUND- UND ZELLULARE WERKSTOFFE

Die Entwicklung von Werkstoffen mit maßgeschneiderten Eigenschaften oder Eigenschaftskombinationen und hierfür geeigneter effizienter Herstellungstechnologien stehen im Mittelpunkt dieser Kernkompetenz des Fraunhofer IFAM. Die Nutzung und gezielte Weiterentwicklung von Sinter- und Formgebungsverfahren sowie additiv generativer Fertigungsverfahren schafft zahlreiche Möglichkeiten zur Herstellung und Optimierung innovativer metallischer Werkstoffsysteme sowie Bauteilgeometrien mit außergewöhnlichen Eigenschaftsprofilen, insbesondere auch durch ihre Kombination in neuartigen Verbundwerkstoffen oder durch ihren Aufbau als hochporöse bzw. zelluläre Strukturen.

Im Bereich metallischer und intermetallischer Sinter- und Verbundwerkstoffe für funktionelle und strukturelle Anwendungen verfügt das Fraunhofer IFAM über ein tiefes Verständnis von Gefüge-Eigenschaftsbeziehungen und deren gezielter Optimierung für verschiedene Anwendungen. Die vorhandene komplette pulvermetallurgische Technologiekette von der Pulveraufbereitung und Charakterisierung bis hin zu vielfältigen Formgebungs- und Wärmebehandlungsverfahren wird durch Methoden wie die Rascherstarrung metallischer Schmelzen (Meltspinning und -extraktion) und Spezialsinterverfahren (z. B. Spark-Plasma-Sintern) sowie innovative Ofenanalytik deutlich erweitert.

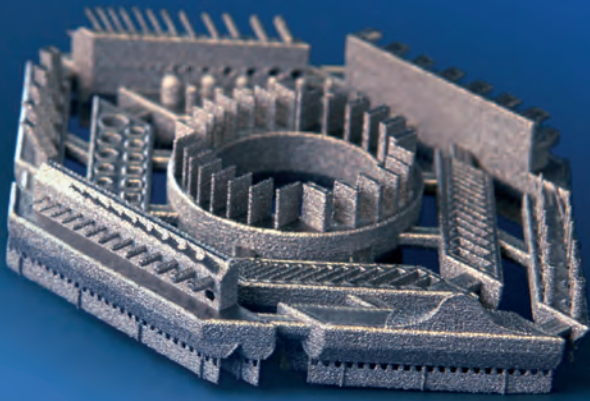
Das Fraunhofer IFAM verfügt über umfangreiche Kenntnisse zur Legierungs- und Verfahrensentwicklung für die Herstellung von Leichtmetallbauteilen insbesondere aus Aluminium für die Gewichtsreduzierung im Fahrzeugbau. Bei den metallischen Verbundwerkstoffen liegt der Fokus auf Werkstoffentwicklungen für das thermische Management im Elektronikbereich, Reib- und Gleitwerkstoffen für hohe tribologische Beanspruchungen sowie Spezialwerkstoffen für mechanische und korrosive Belastungen im Hochtemperaturbereich (> 800 °C). Zunehmend an Bedeutung gewinnt die Herstellung und Erprobung von Funktionswerkstoffen zur Energiespeicherung und

-umwandlung. Zentrale Themen sind hier neue, insbesondere nanostrukturierte Werkstoffe zur Wasserstofferzeugung und -speicherung, zur Wärmespeicherung, für effiziente thermoelektrische Generatoren und Superkondensatoren.

Einen weiteren Entwicklungsschwerpunkt stellen die zellulären metallischen Werkstoffe dar. Durch die breite Auswahl an Werkstoffen und die gezielt einstellbaren unterschiedlichsten Zell- bzw. Porenstrukturen können verschiedenste anwendungsspezifische Eigenschaften sowie Materialeinsparungen realisiert werden. So werden hochporöse metallische Werkstoffe wie fasermetallurgische Werkstoffe, Hohlkugelstrukturen, offenzellige metallische Schäume, 3D-Siebdruckstrukturen, 3D-Drahtstrukturen oder metallisches Sinterpapier beispielsweise für Schallabsorption, Wärmeisolation, Energieabsorption, mechanische Dämpfung, Stoff- und Energietransport oder die Erzielung katalytischer Effekte eingesetzt und weiterentwickelt.

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

1 *Schaumelektrode, Faltdesign für Superkondensatoren.*



1



2

## KOMPLEX, LEICHT, SPARSAM – BAUTEILE DURCH SELECTIVE ELECTRON BEAM MELTING

Am Fraunhofer IFAM in Dresden wird mit dem Selective Electron Beam Melting (SEBM) eines der leistungsstärksten generativen Fertigungsverfahren etabliert. In verschiedenen Projekten konnten industrielle Anwendungen bereits eindrucksvoll realisiert werden.

Mit der hohen Leistungsdichte, dem Vorheizen des Pulverbetts und der Vakuumumgebung eignet sich das Selective Electron Beam Melting (SEBM) zum Prozessieren von reaktiven Hochtemperaturwerkstoffen. Im Rahmen des EU-Projektes TiAl-Charger wurde erstmals die  $\gamma$ -TiAl-Legierung RNT650 erfolgreich zu vollständig dichten Bauteilen verarbeitet. Dabei entstanden Turboladerräder für automobiler Anwendungen, die sich durch einen inneren Hohlraum zur Gewichtsreduktion auszeichnen. Durch nachgelagerte Wärmebehandlung lassen sich Gefüge mit optimalem Eigenschaftsprofil einstellen.

Das Projekt GenFLY im Luftfahrtforschungsprogramm hat zum Ziel, den technologischen Reifegrad der generativen Verarbeitung von Ti-6Al-4V für Luftfahrtanwendungen zu erhöhen. Dazu wurden Prozesse entlang der Fertigungskette optimiert, in Spezifikationen festgeschrieben und die erzielbaren Werkstoffeigenschaften charakterisiert. Unter Anwendung geeigneter Wärme- und Oberflächenbehandlungen übertrafen die statischen und dynamischen Festigkeiten von SEBM-gefertigten Bauteilen die gültigen Anforderungen der Luftfahrtindustrie. Beispielhaft für die umfassende Anwendung der Potenziale von generativen Verfahren kann die konstruktive Verbesserung eines Schlüsselements im Helikoptergetriebe (Bild 2) genannt werden. So konnte an einem Demonstratorbauteil mit optimierter Topologie beispielsweise das Gewicht um 40 Prozent verringert werden.

### Chancen, Marktpotenzial, Perspektive

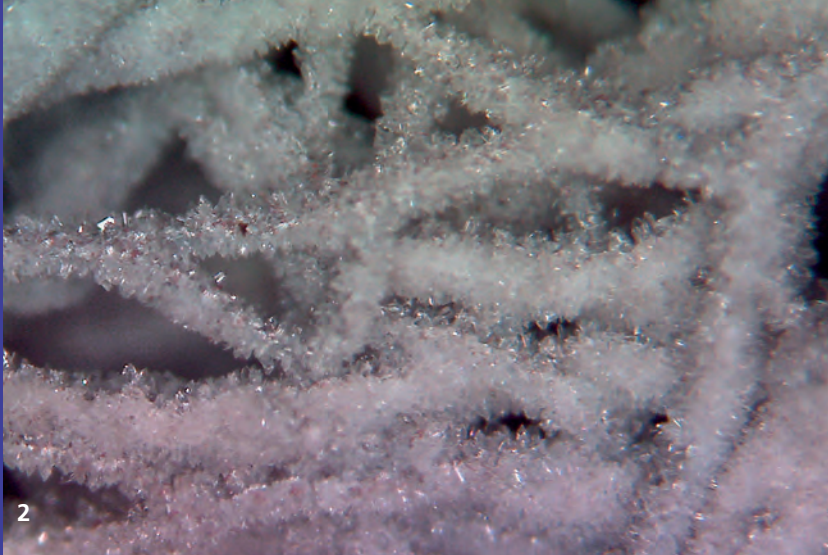
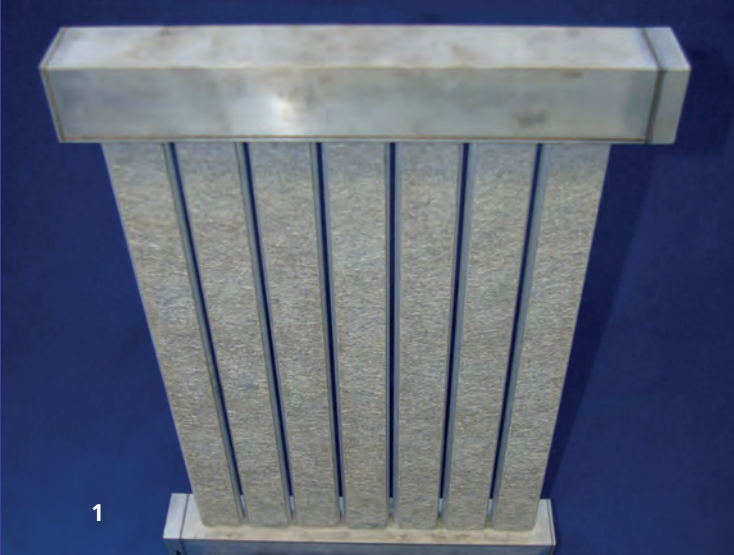
Die Stärke generativer Fertigungsverfahren besteht in kurzen Prozessketten mit hoher Flexibilität hinsichtlich der Geometrie. Dadurch werden Bauteile mit hoher geometrischer Komplexität und geringen Losgrößen wirtschaftlich. Zudem ermöglicht die weitgehende Designfreiheit insbesondere der Pulverbettverfahren Bauteile mit optimalem Festigkeit- zu Gewichtverhältnis. Darüber hinaus ist die generative Fertigung deutlich effizienter im Umgang mit stofflichen Ressourcen.

Die unmittelbaren Vorteile des SEBM-Verfahrens liegen in der hohen Baurate sowie der Fähigkeit, aus schwer verarbeitbaren Werkstoffen endabmessungsnahe Bauteile herzustellen. Begünstigt durch langjährige Erfahrungen in der Pulvertechnologie und umfassende Kompetenz in den relevanten Werkstoffklassen wird das Fraunhofer IFAM wertvolle Beiträge zur Einführung des Selective Electron Beam Meltings in die industrielle Produktion leisten. Dazu wird in den kommenden Jahren am Standort Dresden ein Anwenderzentrum Elektronenstrahlschmelzen aufgebaut.

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

1 *Design-Demonstrator für EBM aus Ti-6Al-4V.*

2 *Optimiertes Bauteil »MG Bracket rear« (Demonstrator).*



# ALUMINIUM-FASERSTRUKTUREN FÜR HOCHEFFIZIENTE WÄRMEPUMPEN

Im Rahmen des BMWi-geförderten Projektes »Entwicklung einer Gasadsorptionswärmepumpe mit einem aufkristallisierten Zeolithwärmeübertrager und einem neuartigen Verdampfer-Kondensatorapparat (ADOSO)« entwickelt das Fraunhofer IFAM in Dresden zusammen mit der Stiebel Eltron GmbH & Co. KG und der SorTech AG sowie dem Fraunhofer ISE in Freiburg eine hocheffiziente Adsorptions-Wärmepumpe für die Bereitstellung von Warmwasser und Heizenergie in Wohngebäuden.

Effiziente Techniken für die Bereitstellung von Warmwasser und Heizenergie in Wohngebäuden sind ein wichtiger Baustein für eine ressourcenschonende Energieversorgung. Wärmepumpen nutzen dafür Umweltwärmequellen wie Erd- oder Solarwärme oder auch Umgebungsluft. Üblicherweise werden sie elektrisch betrieben. Um auch für den Energieträger Erdgas eine Nachfolgetechnologie zu den am Markt verfügbaren Gasbrennwertgeräten anbieten zu können, wird bei Gas-Wärmepumpen ein Gasbrennwertgerät mit einem thermisch angetriebenen Wärmepumpenmodul kombiniert.

Ziel des Projekts ADOSO ist daher die Entwicklung eines Heizgeräts auf Zeolith-Basis mit Wasser als Arbeitsmittel, welches aufgrund neuartiger Adsorptionswärmeübertrager und der optimierten Funktionsweise von Verdampfer und Kondensator bei vergleichbaren Leistungen und einer Jahresarbeitszahl von über 1,3 deutlich kompakter und kostengünstiger als die am Markt befindlichen Geräte ist.

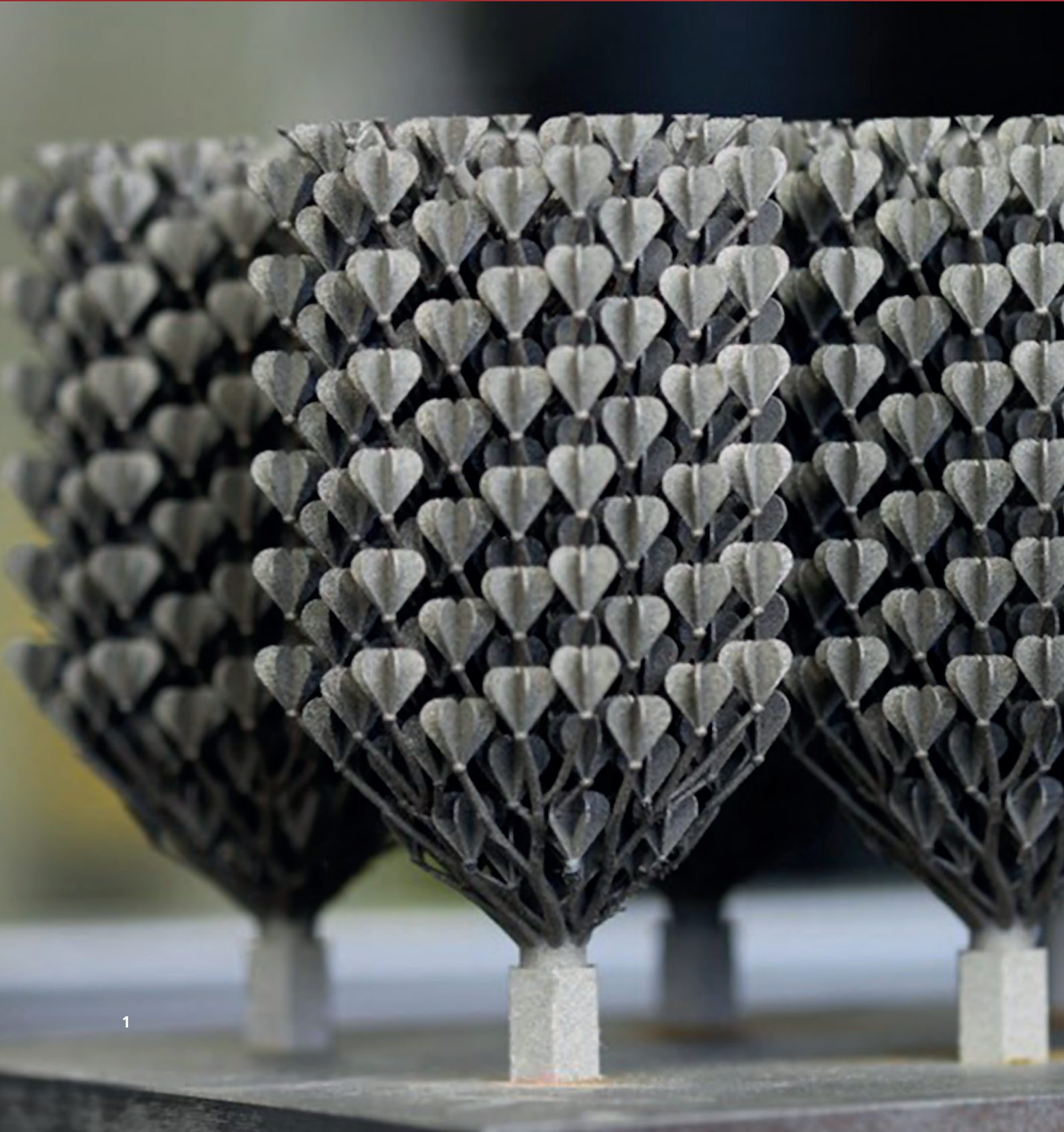
Für die Entwicklung des Adsorptionswärmeübertragers sind poröse, aber dennoch gut wärmeleitende Materialien mit einer hohen beschichtbaren Oberfläche von zentraler Bedeutung. Am Fraunhofer IFAM wurden dafür Strukturen aus versinterten Aluminiumfasern entwickelt. Die Kurzfasern aus der Legierung AlSi1 werden durch Flüssigphasensintern stoffschlüssig miteinander verbunden. Auf diese Weise entstehen offenporöse Strukturen mit sehr hohen spezifischen Oberflächen, auf die der Zeolith aufkristallisiert wird. Durch den

hohen Porenanteil von 75 Prozent wird ein guter Zutritt des Wasserdampfes an die Zeolith-Oberflächen auch im Inneren der Strukturen ermöglicht. Am Zeolith wird der Wasserdampf eingelagert und setzt dabei eine extrem große Wärmemenge frei, die über die Aluminium-Faserstruktur an wasserführende Rohre abgegeben wird. Bei der Desorption des Wasserdampfes wird dieser Prozess umgekehrt und dem Zeolith Wärme zugeführt, sodass die Wasserdampfmoleküle wieder aus dem Zeolith freigesetzt werden.

Die große Oberfläche des Metallfaserwerkstoffs gepaart mit der dünnen Zeolith-Schicht beschleunigt die Dynamik der Ad- bzw. Desorption des Wasserdampfes erheblich gegenüber dem Stand der Technik und ermöglichte bei dem bislang getesteten, nicht weiter optimierten ersten Prototyp bereits eine Verdoppelung der Leistungsdichte auf 300 W/l. Die Realisierung kompakter und preisgünstiger Adsorptions-Wärmepumpen rückt damit in greifbare Nähe. Da sich dieses Wärmepumpenprinzip auch für die Kälteerzeugung mittels Abwärme eignet, eröffnet sich auch hier ein interessanter Markt. Aus diesem Grunde plant die SorTech AG, in Kürze mit Feldtests der neuen Adsorber-Generation in ihrer eigenen Kältemaschinen-Produktlinie zu beginnen.

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

- 1 *Wärmeübertrager mit aufgelöteten Aluminium-Faserstrukturen.*
- 2 *Aluminium-Faserstruktur mit aufkristallisiertem Zeolith (© SorTech AG).*



# KERNKOMPETENZ PULVERTECHNOLOGIE

Pulvertechnische Lösungen haben sich seit Langem im industriellen Einsatz bewährt. Ihr wesentlicher Vorteil besteht darin, dass sie als einziger Fertigungsprozess eine maßgeschneiderte Einstellung von Materialeigenschaften und gleichzeitig die Herstellung einer präzisen Geometrie ermöglichen. Die Kernkompetenz Pulvertechnologie am Fraunhofer IFAM umfasst das Prozessverständnis vom Pulver bis zum Bauteil mit den Fragen rund um Werkstoff, Formgebung und Toleranzen, Prozesssicherheit und spezifische Bauteilanforderungen.

Genauere Werkstoffkenntnis ist die Grundlage für erfolgreiche pulvertechnologische Lösungen, denn bereits durch das Mischen von Pulvern können Bauteileigenschaften wie Härte, Zähigkeit, E-Modul, Verschleiß und Wärmedehnung beeinflusst und an die Erfordernisse angepasst werden. Zunehmend spielen neue weichmagnetische Materialien und Hartmagnete eine wichtige Rolle.

Das umfassende Know-how in unterschiedlichen pulvertechnologischen Formgebungs- und Fertigungsprozessen, insbesondere zu den beiden jeweils wichtigsten Prozessschritten Formgebung und Sintern, bildet die Basis für die Arbeiten innerhalb der Kernkompetenz Pulvertechnologie.

Als wichtiges Formgebungsverfahren hat sich der Metallpulverspritzguss (Metal Injection Molding – MIM) etabliert. Die Experten des Fraunhofer IFAM verfügen über ein tiefgehendes Verständnis der gesamten Prozesskette vom Pulver über Feedstocksysteme und Spritzgießen bis zum gesinterten Bauteil. Das Angebot reicht von der Bauteilentwicklung über die Fertigung von Pilotserien bis zum vollständigen Know-how-Transfer und zur Qualifizierung von Produktionspersonal. Formgebungsprozesse für Spezialprodukte wie Mikro-MIM, Zweikomponenten-MIM und Extrusion ergänzen das Portfolio.

Über langjährige Erfahrung verfügt das Fraunhofer IFAM auch in der additiven Fertigung, bei der Bauteile werkzeuglos aus metallischen Pulvern in nahezu beliebigen und sehr komplexen

Formen direkt aus 3D-CAD-Daten entstehen. Genutzt werden diese Verfahren inzwischen nicht mehr nur bei der Umsetzung der schnellen Produktentwicklung, sondern vermehrt auch bei der Fertigung hochgradig individualisierter Produkte für den Endanwender.

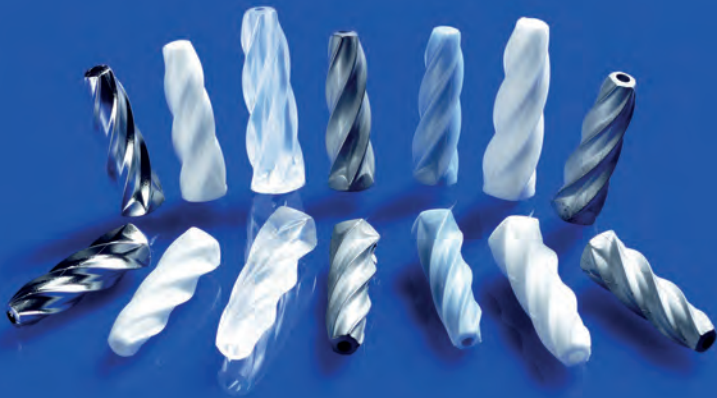
Insbesondere für die Funktionsintegration auf Bauteilen kommt das Functional Printing zum Einsatz. Verschiedene pulverbasierte Printing-Technologien sind darum ebenso Bestandteil der Kernkompetenz. In einer eigens dafür eingerichteten, automatisierten Fertigungsstraße werden die Verfahren im industriellen Maßstab umgesetzt.

Die Kernkompetenz wird abgerundet durch entsprechende unterstützende Technologien. Dazu zählen einerseits die Simulation von Formgebungsprozessen wie auch zur Topologieoptimierung, andererseits die Analytik mit Schwerpunkt auf Pulvercharakterisierung und Rheologie.

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

1 *Generativ gefertigtes Kühlsystem.*





1



2

## PULVERTECHNOLOGISCHE FERTIGUNG INNOVATIVER PRODUKTE

Die Pulvertechnologie am Fraunhofer IFAM deckt die gesamte Prozesskette von der Materialentwicklung über die Formgebung bis hin zur Charakterisierung ab. Im Folgenden werden aktuelle Themen zu jedem Prozessschritt vorgestellt. Weiterführende Informationen erhalten Sie über die entsprechenden Links.

### »Schrageln« statt schrauben

Neue Werkstoffe für Implantate stehen am Fraunhofer IFAM seit mehreren Jahren im Fokus der Forschung. Insbesondere Materialien, die nach einer Implantation nicht wieder aus dem Körper entfernt werden müssen, sind von besonderem Interesse. Dabei bilden auch Biokeramiken eine vielversprechende Materialklasse.

Mit diesem Thema beschäftigt sich das Fraunhofer IFAM mit Partnern der Universität Bremen und den Universitätskliniken Gießen, Marburg und Bonn in dem vom BMBF geförderten Projekt »VIP-Vorhaben HA-Schraube«. In dem Projekt wurde eine Interferenzschraube hinsichtlich ihres Designs keramikgerecht angepasst und aus Calciumphosphat hergestellt. Im Gegensatz zur »klassischen« Interferenzschraube wird der neuentwickelte Schraubnagel (»Schragel«) nicht in den vorgebohrten Knochen geschraubt, sondern wie ein Nagel eingehämmert. Durch das spezielle Gewinde wird der Schragel beim Vorschub in Rotation versetzt. Da die Anzahl an Drehungen beim Einbringen des Schragels geringer als bei einer Interferenzschraube ist, kann die Gefahr der Verletzung des Transplantats durch die Gewindespitzen gemindert werden.

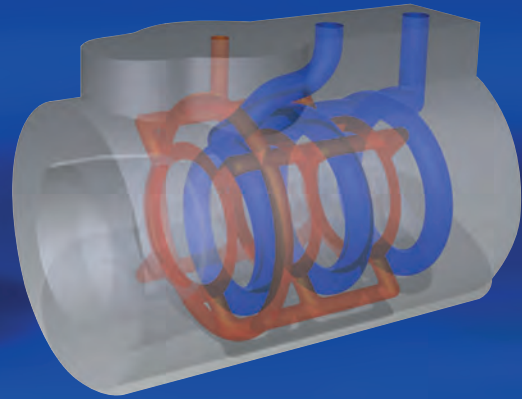
Im Hinblick auf die mechanischen Eigenschaften ist jedoch

auch das Einhämmern des Schragels in eine vorgebohrte Öffnung nicht unkritisch für ein keramisches Bauteil. Daher wurde in der Entwicklung zunächst vom höchstfesten Calciumphosphat, dem Hydroxylapatit (HA), ausgegangen. Dabei wurde der Ansatz verfolgt, HA eine gewisse Menge an Siliciumdioxid zuzusetzen, welches im Zuge des Sinterschritts bei der pulvertechnologischen Herstellung die Umwandlung von HA in vollständig abbaubares Tricalciumphosphat (TCP) bewirkt. Trotz der eigentlich deutlich geringeren mechanischen Festigkeit von TCP gegenüber HA konnten Werkstoffe mit vergleichbaren Festigkeiten hergestellt werden. Dies ist ein großer Fortschritt im Einsatz eines solchen Materials in der medizintechnischen Anwendung.

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

### Alternative Herstellungsverfahren gesinterter Hochleistungsmagnete

Moderne Hartmagnete sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Die Anwendung reicht vom Vibrationsmotor unseres Mobiltelefons bis zur Windkraftanlage. Mit der zunehmenden Verbreitung steigen auch die Anforderungen an die Fertigungstechnologie. Vor allem in den Bereichen Automo-



tive und Unterhaltungselektronik ist ein Trend zu immer mehr und kleineren Magneten zu beobachten. Ressourceneffizienz und Nachbearbeitung gewinnen mehr und mehr an Bedeutung. Das Fraunhofer IFAM befasst sich daher mit alternativen Herstellungsverfahren für pulvermetallurgische Hartmagnete. Im Rahmen des Fraunhofer-Leitprojektes »Kritikalität Seltener Erden« wird u. a. die Herstellung gesinterter Nd-Fe-B-Magnete mittels Metallpulverspritzguss untersucht. Entsprechende Legierungspulver werden mithilfe organischer Bindersysteme in eine thermoplastische Masse, den sogenannten Feedstock, überführt. Dieser lässt sich auf Spritzgussmaschinen zu komplexen Grünkörpern abformen. Nach der mehrstufigen Entfernung des Binders werden die Bauteile konventionell gesintert. So lassen sich sowohl isotrope als auch anisotrope Nd-Fe-B-Magnete herstellen. Die Arbeiten reichen von der Entwicklung eigener Bindersysteme über die Formgebung bis zur Entwicklung des Sinterprozesses.

Ein zweiter Entwicklungsaspekt ist die Reduzierung des Anteils schwerer Seltener Erden wie Dysprosium (Dy). Dy verbessert die Temperaturstabilität von Nd-Fe-B-Magneten, ist aber im Vergleich zu Nd sehr teuer. Es gibt daher unterschiedlichste Verfahren, den Dy-Anteil auf ein Minimum zu reduzieren. Am Fraunhofer IFAM werden Möglichkeiten zum Einbringen von Dy und die gleichmäßige Verteilung im MIM-Prozess untersucht und somit ein Beitrag zur ressourceneffizienten Herstellung moderner Hochleistungsmagnete geliefert.

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

→ [www.seltene-erden.fraunhofer.de](http://www.seltene-erden.fraunhofer.de)

### Additive Manufacturing – 3D-Drucken

Durch den Einsatz additiver Verfahren entstehen Bauteile aus metallischen Pulvern in nahezu beliebigen und sehr komplexen Formen direkt aus 3D-CAD-Daten. Allen marktgängigen

Verfahrensvarianten gemeinsam ist dabei das Prinzip des werkzeuglosen, schichtweisen Aufbaus des Werkstücks.

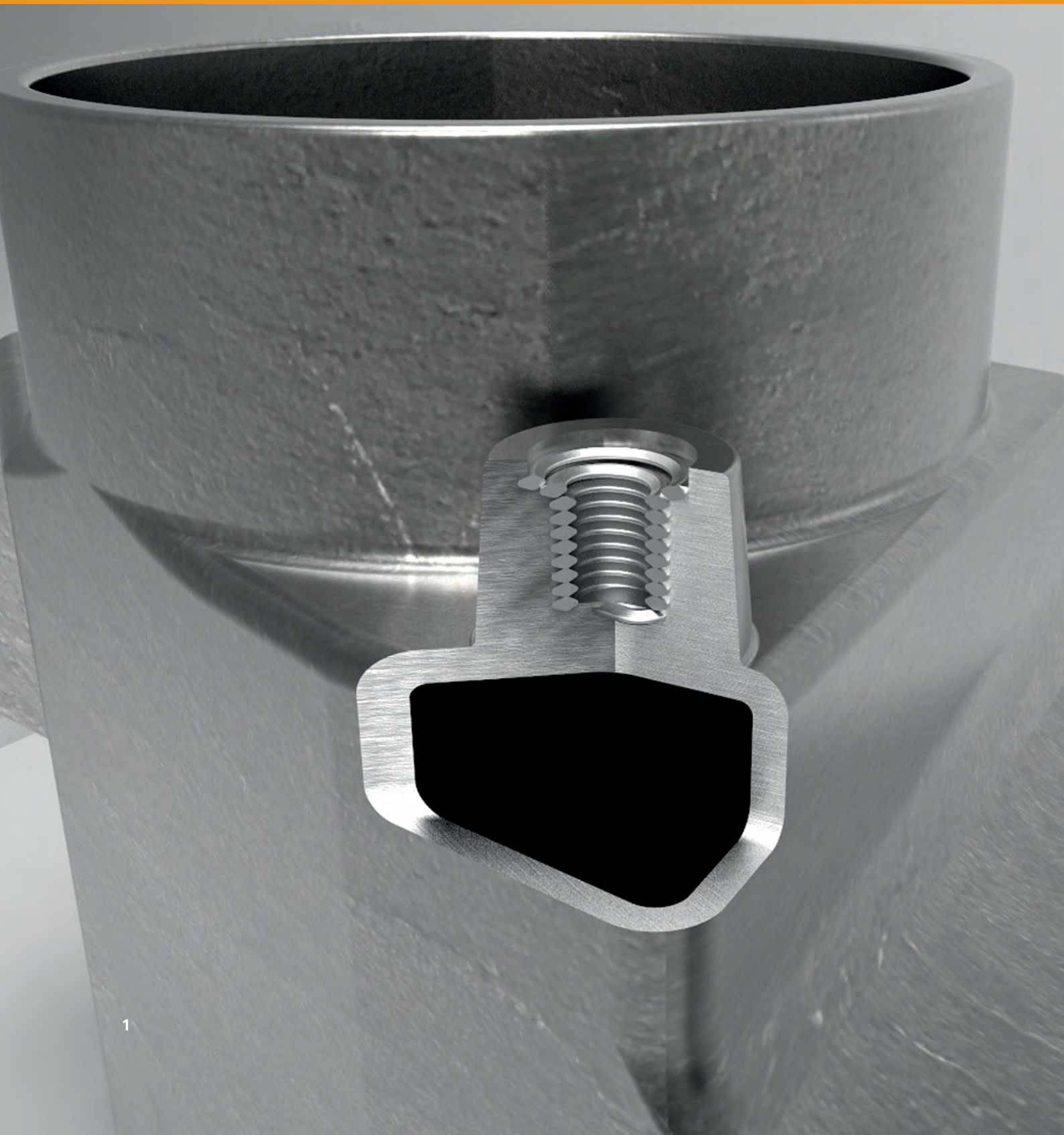
Das selektive Laserschmelzen ist heute der am weitesten verbreitete Prozess zur additiven Metallpulver-Verarbeitung. Während der Fertigung wird der Werkstoff unter der Lasereinwirkung vollständig aufgeschmolzen und erstarrt unmittelbar. Das 3D-Printing ist ebenfalls ein schichtweiser Bauprozess bei dem durch punktwises Auftragen von Binder das Metallpulver zunächst verklebt wird und wie beim Spritzguss »Grünteile« entstehen. Um zum Bauteil zu gelangen, gibt es zum einen die Entbinderung des Grünteils und Infiltration mit niedriger schmelzendem Material wie z. B. Bronze. Dieses erfolgt ohne Schrumpfung des Bauteils und erzeugt ein Mischmaterial. Eine andere Möglichkeit ist die Entbinderung des Grünteils und Dichtsintern im Ausgangsmaterial. Dieses erfolgt mit Sinterschrumpfung des Bauteils.

Durch anschließende Wärmebehandlung lassen sich die Bauteileigenschaften bei beiden Verfahren weiter anpassen und mittels konventioneller Folgebearbeitungen einsatzfertige Bauteile herstellen.

Kundenorientierte und anwendungsgerechte Material- und Prozessentwicklungen für beide Verfahren stehen im Mittelpunkt der Entwicklungsprojekte des Fraunhofer IFAM. Die Prozessentwicklung umfasst die gesamte Kette von der Erzeugung der 3D-Datenmodelle über die umfassende Analyse des Rohstoffs Metallpulver und die additive Fertigung selbst bis zur physikalischen und geometrischen Endkontrolle der Bauteile.

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

- 1 *Biokompatible Schraubnägel.*
- 2 *Spritzgegossener und gesintertter Nd-Fe-B-Magnet mit anisotroper Orientierung.*
- 3 *Additiv (SLM) gefertigtes Kalibrierwerkzeug mit internen Vakuum- und Kühlkanälen.*



## KERNKOMPETENZ GIESSEREITECHNOLOGIE

Mit der Kernkompetenz Gießereitechnologie begleitet das Fraunhofer IFAM industrielle Kunden bei der gießtechnischen Umsetzung einer Idee vom ersten Prototyp bis zum anwendbaren Produkt. Passend zu der jeweiligen Fragestellung stehen unterschiedliche Gießverfahren und Werkstoffe zur Verfügung.

Die langjährige Erfahrung und die am Fraunhofer IFAM aufgebaute Prozess- und Anlagentechnik für Druckguss, Feinguss, Lost Foam und Niederdruckguss sowie die numerische Simulation und eine umfassende Analytik sind wichtige Elemente der Kernkompetenz.

Druckguss als produktivstes Gießverfahren bietet unverändert großes Potenzial zur Steigerung der Wertschöpfung. Aktuelle Forschungsschwerpunkte sind u. a. verlorene (Salz-)Kerne, gegossene Strukturteile sowie das gießtechnische Hybridfügen von FVK mit Gusswerkstoffen, insbesondere CFK und Aluminium.

Anspruchsvolle und filigrane Strukturen mit hochwertigen Oberflächen bietet der Feinguss, für den am Fraunhofer IFAM verschiedene Gießanlagen bereitstehen. Hier werden in den aktuellen Arbeiten z. B. die innovativen »gegossenen« Spulen für elektrische Maschinen entwickelt und hergestellt. Dabei wird zunächst ein Gießmodell aus Wachs mit frei gestaltbarer Geometrie aufgebaut oder im Spritzguss hergestellt, in Formstoff eingebettet und ausgeschmolzen, bevor der entstandene Hohlraum in der Feingussanlage für maximale elektrische Leitfähigkeit mit hochreiner Schmelze ausgefüllt wird.

Beim Lost Foam Verfahren werden große wie kleine Gussteile mit maximaler Komplexität direkt endformnah in einem Stück gegossen. Die Technologie erlaubt die Herstellung komplexer Bauteile mit frei gestaltbaren Kanälen und Hinterschneidungen – ohne Ausformschrägen oder Grat. Mit dem Niederdruckguss werden Gussteile mit hohen Qualitätsansprüchen wahlweise in Dauerformen oder verlorenen Formen herge-

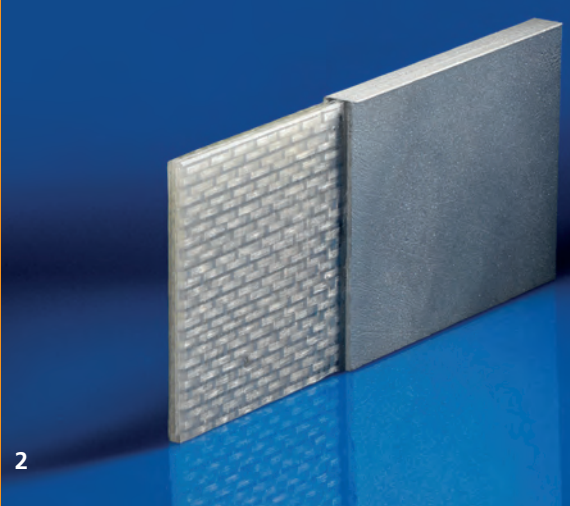
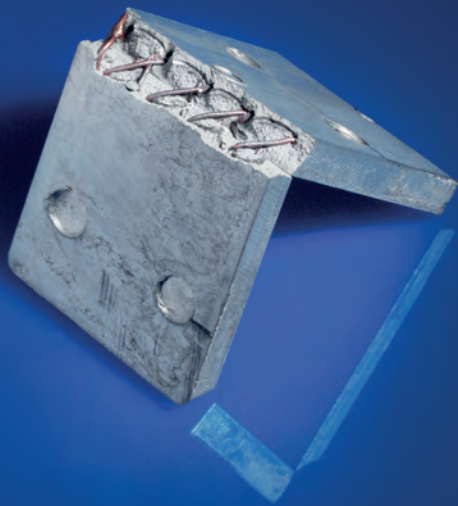
stellt. Indem der Schmelzofen mit Druck beaufschlagt wird, steigt die Schmelze über ein Steigrohr in die Form. Somit kann eine beruhigte, kontrollierte und gleichmäßige Formfüllung bei zugleich hoher Reproduzierbarkeit und geringem Kreislaufmaterial erreicht werden. Die flexibel einsetzbare Niederdruckgießanlage ist ausgestattet mit einem wechselbaren Schmelztiagelsystem, wodurch das Abgießen von Aluminium, Stahl, Kupfer und anderen hochschmelzenden Werkstoffen ebenso möglich ist wie von nichtmetallischen Schmelzen, z. B. zum Herstellen von Salzkernen.

Zu den verwendeten Gusswerkstoffen gehören Aluminium, Magnesium, Zink, Kupfer, Stahl sowie kundenindividuelle Sonderlegierungen. Weiterhin werden Sonderwerkstoffe wie Metall-Matrix-Verbundwerkstoffe entwickelt bzw. verbessert und so neue Applikationsfelder für gießtechnische Anwendungen und Gussbauteile erschlossen.

Zunehmende Bedeutung erlangen die am Fraunhofer IFAM entwickelten funktionsintegrierten Gussteile, bei denen elektronische Komponenten wie z. B. Sensoren und RFID-Transponder bereits während des Gießprozesses eingegossen werden. Mit der sogenannten *CAST<sup>TRONICS</sup>*-Technologie sind erweiterte elektronische, sensorische oder aktorische Funktionalitäten von Gussteilen möglich.

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

1 *Schnitt durch ein Druckgussteil mit direkt eingegossenem Drahtgewindeinsatz (© Böllhoff Verbindungstechnik GmbH).*



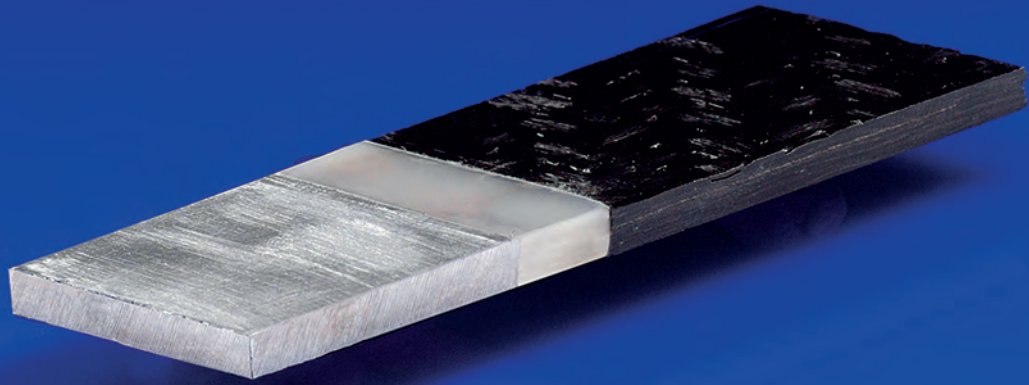
## HYBRIDGUSS – STRUKTUREN VEREINEN IM GIESSPROZESS

Um wirtschaftlichen, großserienfähigen Leichtbau zu betreiben, ist es notwendig, verschiedene Materialien nach ihren jeweiligen Eigenschaften auszuwählen und in die für sie am besten geeigneten Strukturbereiche zu integrieren. Daraus resultiert das sogenannte Multi-Material-Design (MMD), das höchstes Leichtbaupotenzial bietet. Um jedoch die Werkstoffe zusammenzubringen, sind nach heutigem Stand immer auch aufwendige Fügeprozesse erforderlich, die die Wirtschaftlichkeit beeinträchtigen. Die Gießereitechnologie ermöglicht es, direkt im Herstellungsprozess verschiedene Materialien miteinander zu kombinieren. Der schmelzflüssige Zustand der Metalle bietet die Möglichkeit, form-, kraft- und stoffschlüssige Verbindungen mit unterschiedlichsten Werkstoffen zu erzielen. Somit können auch Funktionselemente in Komponenten integriert werden. In der Gießereitechnologie am Fraunhofer IFAM wurde das direkte Einbringen von Drahtgewindeeinsätzen für Schraubverbindungen im Druckguss entwickelt. Durch diesen neuen Ansatz lassen sich Prozessketten effektiv verkürzen und somit Zeit im Produktionsprozess einsparen.

### Strukturbauteile neu gedacht

Bei der Kombination verschiedener Materialien für Strukturkomponenten bietet die Gießereitechnologie besondere Vorteile. Durch den Gießprozess können Strukturbauteile aus verschiedenen Materialien und mit anforderungsgerechten Eigenschaften im Gießprozess vereint werden. Dabei entstehen Multi-Material-Bauteile in einem einzigen Prozessschritt. Ein Beispiel sind Stahlblech-Guss-Konstruktionen, bei denen die Blechbauteile im Gießprozess mit der Gusskomponente zu einem Hybridbauteil kombiniert werden. Im Wesentlichen kommen bei der Herstellung der Verbunde die Gießverfahren Druckguss sowie Niederdruckguss zum Einsatz. Im Druckguss können sehr große Stückzahlen vollautomatisierbar in sehr kurzen Taktzeiten realisiert werden. Im Niederdruckguss lässt sich eine sehr hohe Bauteilqualität ebenfalls für die Großserie erzeugen. Bei der Verwendung metallischer Werkstoffe wie Stahlbleche ist der Stoffschluss zwischen den verschiedenen

Metallen von besonderem Interesse. Durch die Gießhitze können metallische Strukturelemente stoffschlüssig mit der Gusskomponente verbunden werden, wodurch nachgeschaltete Schweiß-, Kleb- oder Nietprozesse wegfallen. Das stoffschlüssige Eingießen metallischer Strukturen steht derzeit im Fokus verschiedenster Untersuchungen, bei denen zumeist durch Beschichtung oder andere Oberflächenbehandlung ein Stoffschluss im Gießprozess erzeugt wird. Darüber hinaus können auch hochbeanspruchte Strukturguss-Komponenten durch metallische Versteifungselemente lokal in ihren Eigenschaften optimiert werden. Im Fokus steht hier die lokale lastpfadangepasste Verstärkung von Leichtmetallgusskomponenten. Zur Steifigkeitserhöhung können neben der Stahlblech-Guss-Kombination auch Drahtgewebe und Kohlenstofffasern eingesetzt werden. Drahtgewebe dienen zudem als Armierung der Gusskomponenten und sorgen im Crashfall für ein Fail-Safe-Verhalten.



### Gießertechnologie und Faserverbund

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt der Gießertechnologie liegt im Einsatz von Fasern in gegossenen Aluminiumbauteilen. Dabei dienen die Fasern als Anschlusselemente zur Verbindung komplexer Gussbauteile mit hochsteifen Faser-verbundkunststoffen (FVK). Am Fraunhofer IFAM wird in verschiedenen Projekten an der Verbindung vom Aluminiumguss und kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) gearbeitet. Dabei wird die elektrochemische Korrosion zwischen dem unedlen Aluminium und dem CFK zur besonderen Herausforderung. Als technologische Lösung dienen sogenannte Übergangsstrukturen, die eine elektrochemische Entkopplung zwischen Aluminiumkomponente und CFK erzeugen. Die Lasteinleitung erfolgt über die Übergangsstrukturen, die über alternierende Gewebelagen aus Kohlenstofffasern und Glasfasern sowie Glasfaser-Schlaufenverbindungen realisiert wird. Die Glasfasern oder alternativ Keramikfasern werden dabei direkt im Gießprozess partiell in die Aluminiumgusskomponente eingebracht und im Herstellungsprozess des FVK zu einem integralen Aluminium-CFK-Hybridbauteil weiterverarbeitet. Die wesentlichen Vorteile liegen im fasergerechten Design sowie – im Vergleich zu konventionellen Verbindungstechniken – im reduzierten Bauraum und Gewicht. Beim direkten Eingießen von temperaturbeständigen Glas- oder Keramikfasern können die Lasten optimal über die Fasern in das metallische Anschlusselement übertragen werden. Daraus lassen sich vollkommen neue Konstruktionsprinzipien sowie Reparaturmöglichkeiten für den Einsatz von Faser-verbundkunststoffen in ansonsten metallintensiven Strukturen wie einer Automobilkarosserie ableiten. Im Falle einer Beschädigung der Faser-verbundkomponente lassen sich die metallischen Anschlüsse von der Gesamtstruktur lösen und durch herkömmliche Fügeprozesse ersetzen.

Im Rahmen des Fraunhofer-Projektzentrums Wolfsburg in der Open Hybrid LabFactory wird die großserienfähige Herstellung von Hybridbauteilen nach der Vorgabe »ein Takt, ein Bauteil«

angestrebt. Im Fokus stehen die Kombination von faserverstärkten Kunststoffen und Metallen zur großserienfähigen, wirtschaftlichen Herstellung von hybriden Leichtbaukomponenten für die Automobilindustrie.

In derzeitigen Projekten wird die Hybridisierung von Aluminiumguss und thermoplastischen Faserverbunden angestrebt. Thermoplastische Faser-verbundbauteile können in großserienfähigen Prozessen mit kurzen Taktzeiten verarbeitet werden und ermöglichen damit neben großserientauglichen Gießprozessen die wirtschaftliche Herstellung der hybriden Strukturen. Die Gesamtprozesskette wird im speziellen aus Aluminium-Niederdruckguss und Hybrid-Spritzguss-Pressen abgebildet. Durch den kombinierten Spritzguss-Pressprozess können zudem weitere Funktionselemente wie z. B. Versteifungsrippen aus Thermoplasten an die hybride Aluminiumguss-Faserverbund-Struktur gespritzt werden, aus denen hoch integrierte Bauteile entstehen.

- 1 *3D-Drahtstruktur verstärkte Leichtmetalldruckgussmatrix.*
- 2 *Keramikfaser-Aluminium-Hybridverbindung hergestellt im Aluminiumdruckguss.*
- 3 *Aluminium-FVK-Verbindung mit Spritzguss-Übergangsstruktur mit Endlosfasern.*



# KERNKOMPETENZ KLEBTECHNIK

Kleben bezeichnet ein Fertigungsverfahren aus der Gruppe der Fügeprozesse, wobei die Füge­teile mittels eines Klebstoffs stoffschlüssig verbunden werden. In den letzten Jahrzehnten hat sich das Kleben branchenübergreifend auf breiter Front durchgesetzt. Am Fraunhofer IFAM wurde das Potenzial der Klebtechnik frühzeitig erkannt und eine Kernkompetenz aufgebaut, mit der sich das Institut als international anerkannte und europaweit größte unabhängige Forschungseinrichtung auf diesem Gebiet etabliert hat.

Die Kernkompetenz Klebtechnik des Fraunhofer IFAM umfasst die Materialentwicklung und Charakterisierung, die Entwicklung und Anwendung verschiedenster Applikationsprozesse, die Auslegung und Validierung von Strukturen sowie eine umfassende Qualitätssicherung.

Das Institut verfügt über vielseitiges Know-how zur Darstellung und Modifizierung von Polymersystemen sowie der Entwicklung von Kleb- und Dichtstoffen. Herausforderungen wie Haftvermittlung und Alterungsschutz von Klebstoffen gehören ebenso zum Portfolio wie die Entwicklung und der Einsatz von biomimetischen Klebstoffen. Bei der Charakterisierung von Klebstoffen und Klebverbunden bedient man sich eines breiten Spektrums chemischer, physikalischer und mechanischer Prüfverfahren. Oft kommt der Beschreibung des Alterungsverhaltens und der Lebensdauerabschätzung von Klebverbunden eine entscheidende Bedeutung zu.

Die Integration der Klebtechnik in die industrielle Fertigung erfordert eine auf die Anwendung abgestimmte Applikationstechnik. Bei höherwertigen Verbindungen ist oft die Vorbehandlung von Oberflächen für das Kleben notwendig. Die Werkstoffe werden gereinigt und aktiviert oder modifiziert, damit Klebstoffe langzeitbeständig darauf haften. Der Prozessautomatisierung einschließlich toleranzangepasster Fertigungsverfahren kommt in vielen Branchen eine zentrale Bedeutung zu. Gleiches gilt für die Auslegung von Klebverbindungen und die Berechnung geklebter Strukturen. Grundlage

sind experimentelle Kennwerte von Werkstoffen, Verbindungen und Bauteilen, die in einem akkreditierten Prüflabor unter Berücksichtigung der spezifischen Randbedingungen der Anwendung ermittelt werden.

Eine umfassende Beratung zu allen Fragen der Klebtechnik ist für das Institut selbstverständlich. Darüber hinaus kommen zur Qualitätssicherung Verfahren wie optische Messtechnik und Inline-Analytik sowie verschiedenste zerstörende und zerstörungsfreie Prüfungen zum Einsatz. Ein langjährig etabliertes, umfassendes und weltweit angebotenes Portfolio an klebtechnischer Weiterbildung mit europaweit anerkannten Abschlüssen ist ein weiterer Ausdruck und ein wesentliches Element des Qualitätssicherungskonzepts für die Klebtechnik.

Das Fraunhofer IFAM ist zudem Anerkannte Stelle für die Prüfung und Zulassung von Unternehmen, die klebtechnische Arbeiten ausführen oder beauftragen, mit geklebten Produkten handeln oder Dienstleistungen im Bereich klebtechnischer Konstruktion oder Auslegung im Schienenfahrzeugbau anbieten. Auf Grundlage der DIN 2304 ist darüber hinaus die normgerechte Überprüfung von industriellen Klebprozessen Bestandteil der Kernkompetenz Klebtechnik.

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

1 *Befestigungselemente mit PASA®-Hotmelts für das Kleben auf verschiedenen Materialien (hier: CFK).*





## DIN 2304: KLEBEN – ABER SICHER!

Klebstoffe sind reproduzierbar herstellbare Qualitätsprodukte. Auftretende Klebfehler im industriellen Kleben entstehen zu einem großen Teil durch Anwendungsfehler. Dies soll durch die DIN 2304 »Klebtechnik – Qualitätsanforderungen an Klebprozesse« zukünftig verhindert werden. Die Anwendernorm hat das Ziel, den gesamten klebtechnischen Anwendungsprozess organisatorisch zu »beherrschen«. Sie gilt für alle Klebstoffe und Werkstoffkombinationen sowie für alle Branchen und Klebungen. Die DIN 2304 stellt einen Paradigmenwechsel für die klebtechnische Anwendung dar, bei dem der Anwender stärker in die Verantwortung genommen wird.

Kleben ist gemäß ISO 9001 ein »spezieller Prozess«, der nicht 100 Prozent zerstörungsfrei auf Fehler geprüft werden kann. In der logischen Folge müssen alle Fehlermöglichkeiten ausgeschlossen werden. Die DIN 2304 konkretisiert die ISO 9001 und legt den verbindlichen Stand der Technik zur fachgerechten Umsetzung klebtechnischer Prozesse fest. Hierbei sind sowohl Anforderungen an eine qualitätsgerechte Ausführung von Klebverbindungen als auch deren allgemeine organisatorische, vertragliche und fertigungs- sowie personaltechnische Grundlagen festgelegt. In der Norm sind drei Kernelemente definiert:

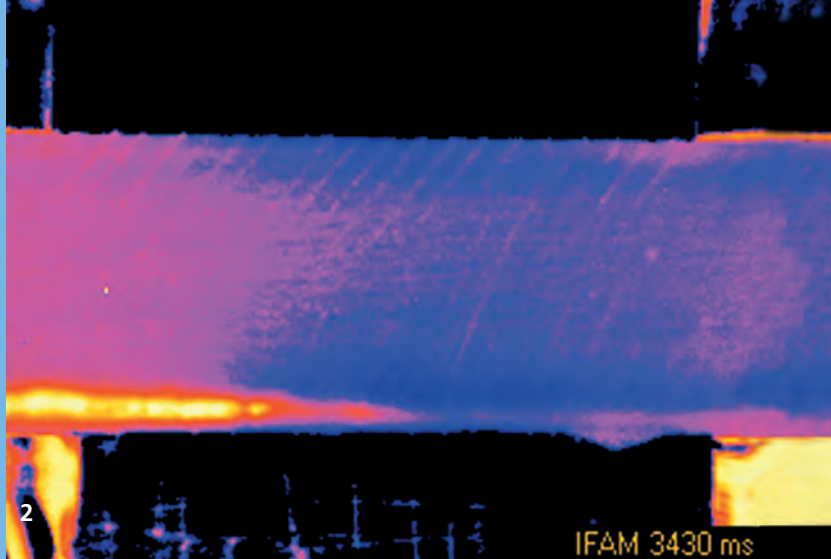
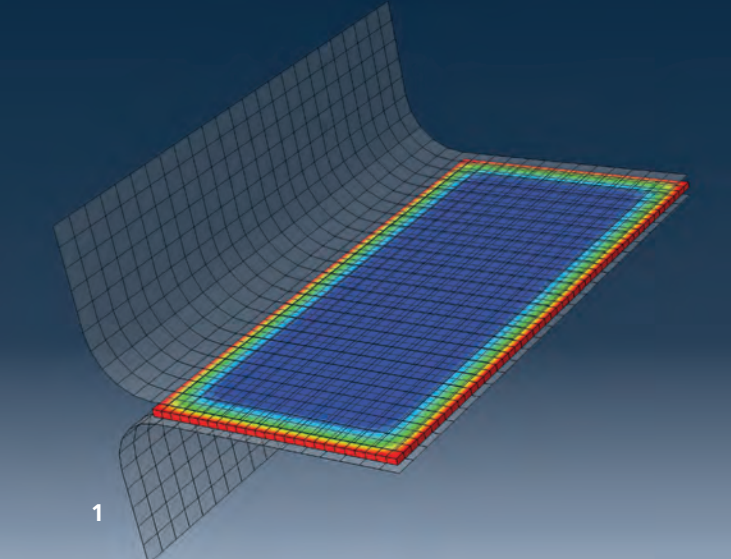
- Klassifizierung der Klebungen nach Sicherheitsanforderungen
- Einsatz von Klebaufsichtspersonal (KAP)
- Nachweisführung: Beanspruchung < Beanspruchbarkeit

Die Ziele der neuen DIN 2304 sind die Minimierung von Anwendungsfehlern in der Klebtechnik und die Kostenersparnis, z. B. durch Vermeidung von Nacharbeiten und Rückrufaktionen. Sie soll vor allem das Vertrauen in die Klebtechnik branchenübergreifend stärker voranbringen.

Das Fraunhofer IFAM unterstützt die Anwender bei der Umsetzung der DIN 2304 aktiv. Es ist in der Lage, Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich der Qualitätssicherung entlang der gesamten Prozesskette anzubieten und umzusetzen. Hierzu gehören z. B. neu entwickelte Klebstoffe, welche

Anwendern die Überschreitung der Verarbeitungszeit farblich anzeigen, inline-fähige Systeme zur Detektion von Kontaminationen auf Fügeteilen und anwendungssichere Aushärtensysteme. Zusätzlich bietet das Fraunhofer IFAM die Überprüfung und Optimierung von Klebprozessen hinsichtlich der Umsetzung der DIN 2304 an – zukünftig bis hin zur normgerechten Betriebszertifizierung. Hierzu müssen individuell konkretisierte Konzepte erstellt und umgesetzt werden, die sowohl die technischen Aspekte als auch die zu erstellenden Dokumente beinhalten. Diese Dienstleistung erfolgt durch industriell erfahrenes und als DVS®/EWF-Klebfachingenieur qualifiziertes Personal, welches auch Kenntnisse in der klebtechnischen Betriebszertifizierung besitzt. Die Prozessunterstützungen erfolgen maßgeschneidert, wobei mögliche Optimierungspotenziale und konkrete Lösungsansätze aufgezeigt werden. Neben der Prozesskontrolle werden auch nach DIN 2304 anerkannte DVS®/EWF-Personalqualifizierungen im akkreditierten Weiterbildungszentrum Klebtechnik des Fraunhofer IFAM angeboten.

- 1 *DIN 2304 - Betrachtung des gesamten klebtechnischen Anwendungsprozesses.*
- 2 *ISO 9001 - technische und organisatorische Qualitätssicherung zur Sicherstellung der Produktqualität (© Fraunhofer IFAM, Fotolia).*



# BESTÄNDIGKEIT VON KLEBVERBINDUNGEN VERSTEHEN UND BERECHNEN

Eine essenzielle Anforderung an Klebverbindungen ist ihre Beständigkeit gegenüber Umgebungseinflüssen über die gesamte Produktlebensdauer hinweg. Nur dadurch kann die Funktionsfähigkeit des geklebten Produkts garantiert werden. Ferner ist in zunehmendem Maße die rechnerische Vorhersage von Bauteileigenschaften gefragt. Dies führt dazu, dass für geklebte Strukturen eine Modellierung der Änderung der Klebschichteigenschaften infolge von Alterung erforderlich wird. Aus Anwendersicht zählt die quantitative Prognose der Alterung von Klebverbindungen aktuell zu den wichtigsten Aufgaben in der Weiterentwicklung der Klebtechnik.

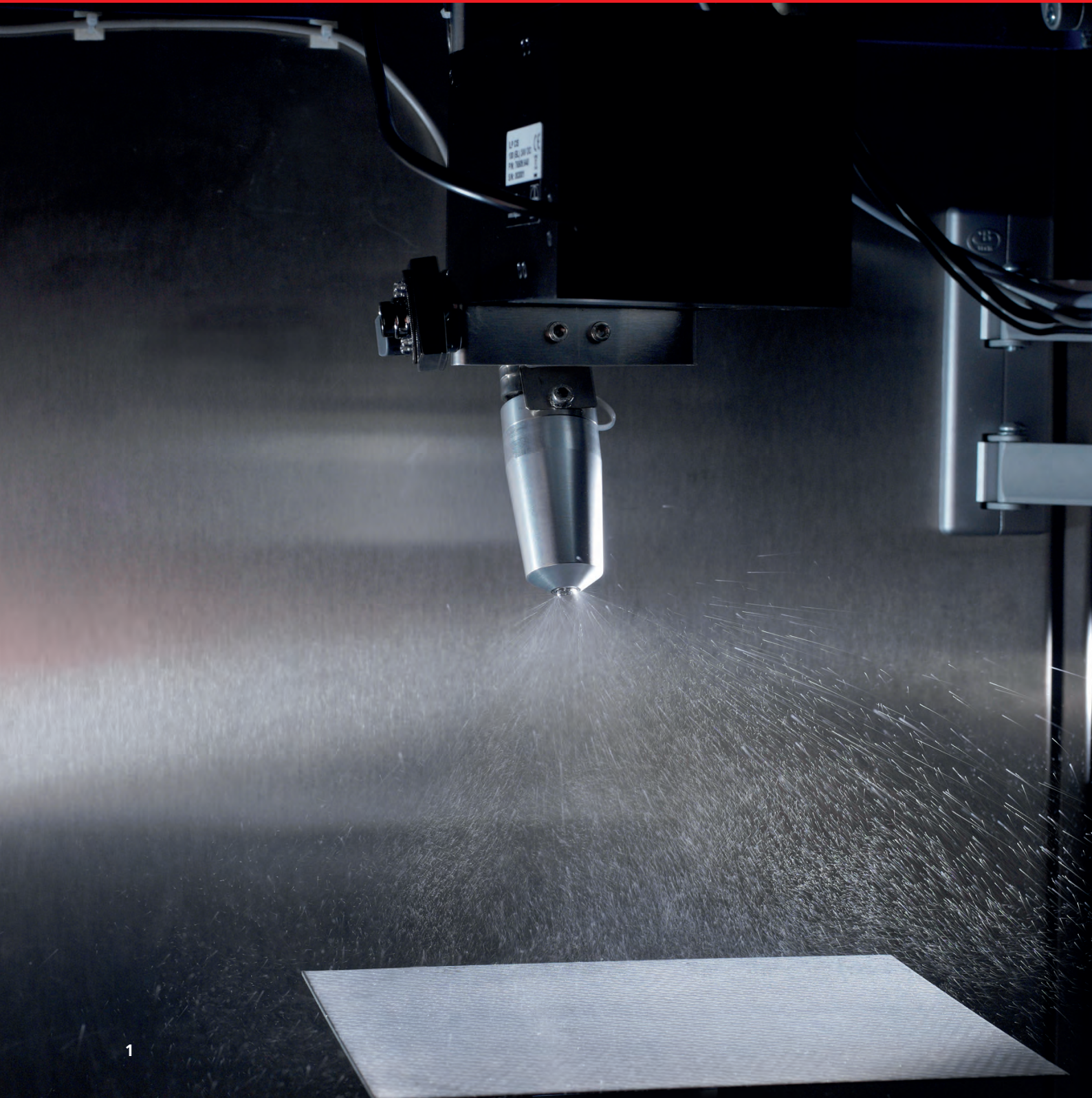
Diese Herausforderung wurde im AiF-DFG-Gemeinschaftsvorhaben »BestKleb: Beständigkeit von Klebungen verstehen und berechnen« von sechs Forschungsprojekten aufgegriffen. Die Bandbreite der Projekte reichte von grundlagenorientierten Fragestellungen wie der Aufklärung chemischer Alterungsmechanismen bis hin zu anwendungsorientierten Arbeiten, beispielsweise der Alterung von Holz-Beton-Verbundsystemen im Bauwesen. Am Fraunhofer IFAM wurden mehrere Themen bearbeitet, die auf eine effiziente Berechnung der Alterung abzielen.

Ein Werkzeug zur vereinfachten Darstellung von Klebverbindungen in Finite-Elemente-Simulationen sind Kohäsivzonenmodelle. Sie haben sich beispielsweise in den letzten Jahren in der Automobilindustrie etabliert. Dort werden sie verwendet, um Klebverbindungen in der Crashesimulation des Gesamtfahrzeugs mit einem akzeptablen Aufwand zu berücksichtigen. Der in vielen Fällen wichtigste Modellparameter ist die Bruchzähigkeit der Verbindung, die im Tapered-Double-Cantilever-Beam-Versuch ermittelt werden kann. Dieser Versuch wurde nun für verschiedene Klebstoffe an unterschiedlich gealterten Proben durchgeführt, z. B. nach Auslagerung in feucht-warmem Klima. Für einen Polyurethanklebstoff wurde ein phänomenologisches Modell der reversiblen physikalischen Alterung entwickelt, das die Diffusion von Wasser in die Klebschicht berücksichtigt und

die dadurch bedingte Änderung der Bruchzähigkeit vorhersagt. Um auch komplexere Alterungsprozesse für die Anwendung berechenbar zu machen, ist ein tieferes Verständnis erforderlich. Parallel wurden daher grundlegende Untersuchungen zu der Bruchzähigkeit der zugrunde liegenden Energiebilanz durchgeführt. Per Infrarotkamera wurde erstmals die Wärmeerzeugung beim Risswachstum in der Klebschicht gemessen. Mittels Experimenten und Simulationen wurde die Bedeutung der plastischen Klebstoffdeformation für die Bruchzähigkeit quantifiziert und der Einfluss der Klebschichtdicke analysiert.

Komplexe Modelle müssen wiederum durch geeignete Werkzeuge für die Anwendung handhabbar gemacht werden. Ein von der Universität des Saarlandes entwickeltes Modell für den Einfluss der Alterung auf die Viskoelastizität der Klebschicht wurde vom Fraunhofer IFAM in ein vereinfachtes Kohäsivzonenmodell überführt. Ferner wurde am IFAM ein Verfahren entwickelt, mit dem die Genauigkeit der Simulation der Klebschichtsteifigkeit erheblich gesteigert wird. Um den Aufwand der Nutzung der neuen Modelle zu minimieren, wurde ein Tool zur automatisierten Modellerstellung geschaffen.

- 1 *Berechnete Klebschichtalterung infolge des Eindringens von Wasser.*
- 2 *Wärmebildaufnahme des Risswachstums in der Klebschicht.*



# KERNKOMPETENZ OBERFLÄCHENTECHNIK

Neue Werkstoffe sind vielfach Treiber für Innovation und finden sich in Schlüsseltechnologien des täglichen Lebens. Das industrielle Einsatzspektrum vieler Werkstoffe wird durch maßgeschneiderte Oberflächenmodifizierungen deutlich erweitert oder deren technische Verwendung erst ermöglicht. Das Fraunhofer IFAM verfügt über eine breite und langjährige Kompetenz in der Oberflächentechnik, die es in Projekten mit Partnern aus verschiedensten Branchen und durch eine Reihe von Innovationen unter Beweis gestellt hat.

In der Regel erfolgt die Auslegung von Werkstoffen anhand zuvor definierter Eigenschaften wie Festigkeit, Elastizität, Temperaturbeständigkeit oder nach Anforderungen des Produktionsprozesses. Sollen Bauteile bestimmte zusätzliche Anforderungen erfüllen, ist das oft nur mithilfe spezieller Oberflächentechnik möglich. Intelligente Oberflächentechniken wie Vorbehandlungen oder Beschichtungen können Werkstoffe und Bauteile in ihren Eigenschaften verbessern oder sie mit zusätzlichen Funktionen versehen.

Die Kompetenz des Fraunhofer IFAM umfasst dabei die gesamte Prozesskette in der Oberflächentechnik, von der Materialentwicklung über die Charakterisierung und Bewertung von Oberflächen, deren Funktionalisierung und Modifizierung bis hin zu verschiedenen Applikationsverfahren. Die Entwicklung von Prozessen, wie z. B. trocken- und nasschemischen Vorbehandlungen, lacktechnische Verfahren, Druckverfahren sowie Dünnschicht- und Dickschichttechnologien, zählt ebenso zu den Arbeitsschwerpunkten wie die Qualitätssicherung in der Anwendung. Die Charakterisierung und Bewertung von Oberflächen mittels chemischer, elektrochemischer und struktureller Analysen sind wesentliche Elemente; zudem kommen verschiedene Simulationsverfahren zur Anwendung.

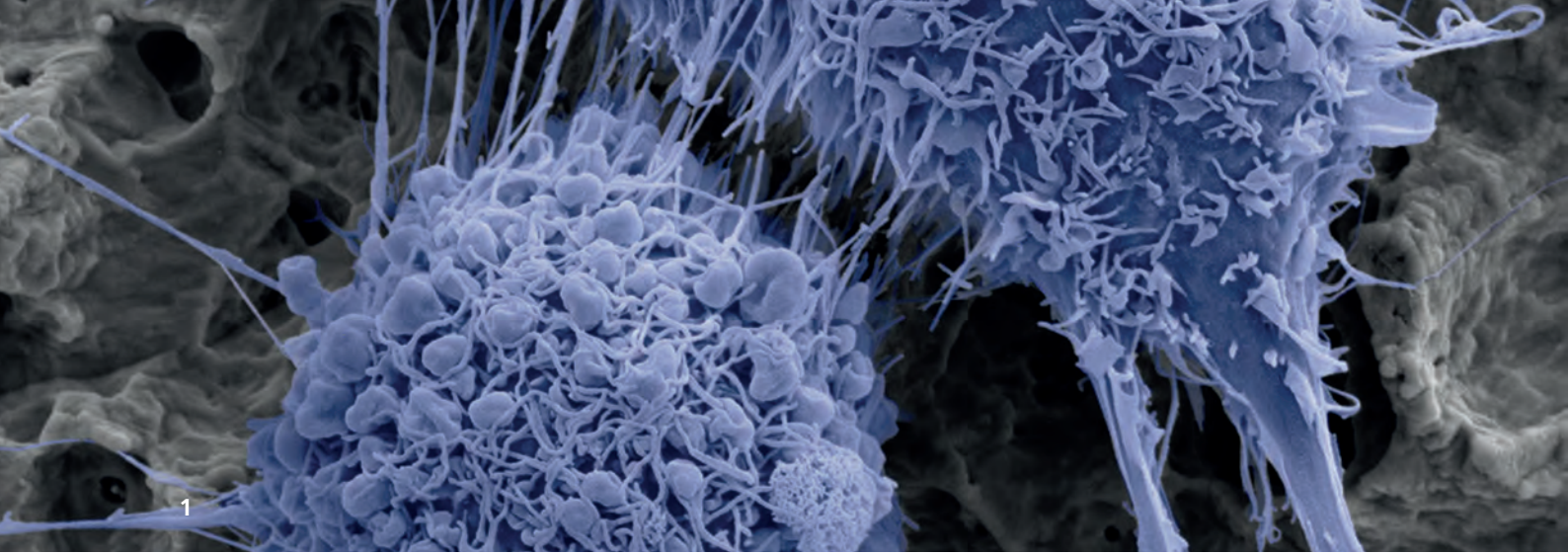
Über umfangreiche Kenntnisse verfügen die Experten am Fraunhofer IFAM beim gezielten Modifizieren und Funktionalisieren von Oberflächen. Dies umfasst die Reinigung und Aktivierung ebenso wie eine entsprechende Vorbehandlung

vor dem Lackieren und Kleben. Insbesondere die Oberflächen sind vielfältig und von der jeweiligen Anwendung abhängig: strömungsgünstig, eis- und schmutzabweisend, antibakteriell, bio-kompatibel oder mit Anti-Fouling-Charakter. Auch spezifische tribologische oder optische Anforderungen sowie die Sensorierung von Oberflächen können bedient werden. Zudem werden verschiedenste Applikationsverfahren abgedeckt, ausgehend vom Labormaßstab über Pilotanlagen bis zum Upscaling für die (Groß-)Serienfertigung.

Qualitätssicherung spielt in der Oberflächentechnik eine zentrale Rolle. Am Fraunhofer IFAM werden darum fertigungsintegrierte Qualitätssicherungskonzepte und Prüfverfahren entwickelt, die eine stabile Prozesskontrolle erlauben. Das Institut verfügt über akkreditierte Prüfeinrichtungen, die auch für Schadensanalytik genutzt werden. Themenspezifische Schulungen und ein regelmäßiger Technologietransfer in die industrielle Praxis runden die Kernkompetenz Oberflächentechnik ab.

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

**1** *Untersuchung der Benetzungseigenschaften von Oberflächen mithilfe der Aerosol-Benetzungsprüfung.*



## BESCHICHTUNGEN FÜR DIE MEDIZINTECHNIK

Beschichtungen und Oberflächenfunktionalisierungen werden in der Medizintechnik gezielt genutzt, um Produkten neue Materialeigenschaften hinzuzufügen oder bestehende Materialbeschaffenheiten zu verändern. Das Anwendungsgebiet ist dabei sehr vielfältig. Es reicht von Funktionalisierungen von Silikonoberflächen zur Optimierung der Haptik über Farbkodierungen auf Implantaten zur Vermeidung von Verwechslungen und bioaktive Beschichtungen zur Optimierung des Anwachsens von Knochenzellen bis hin zu antimikrobiellen Funktionen.

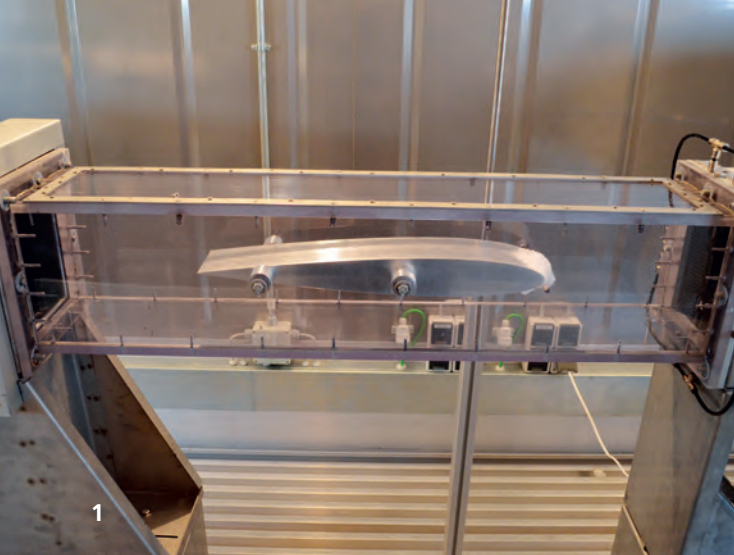
Vor allem auf dem Gebiet der antimikrobiellen, biokompatiblen und nicht zytotoxischen Beschichtungen hat das Fraunhofer IFAM langjährige Erfahrung. Diese werden beispielsweise genutzt, um das Risiko von Infektionen bei der Implantation von Zahnersatz zu senken und so den Langzeiterfolg der Zahnimplantate zu verbessern. In Kooperation mit der Industrie wurde die DentaPlas-Beschichtung entwickelt. Diese Beschichtung hemmt das Wachstum von Bakterien auf der Oberfläche, wodurch das Implantat besser einwachsen kann und sich somit dauerhaft im Kiefer verankert. Die Forscher kombinierten hierzu physikalisch und chemisch wirkende Oberflächen. Die DentaPlas-Schicht wurde mit einer rauen Struktur ausgestattet, auf der Zellen gut anwachsen und mit einer hydrophilen, Wasser anziehenden Plasmapolymerschicht kombiniert. In diese bis zu 100 Nanometer dünne Plasmapolymerschicht integrierten die Forscher Silbernanopartikel, welche kontinuierlich geringe Mengen antimikrobiell wirkender Silberionen freisetzen.

Die Atmosphären-Beschichtungstechnologie zur Farbkodierung von Implantaten ist ein weiteres Beispiel aus der Kernkompetenz Oberflächentechnik. Diese wurde entwickelt, um Verwechslungen der Implantate während einer Operation zu vermeiden. Hier gehen die aktuellen Entwicklungen in Richtung einer Integration eines Datamatrix- oder QR-Codes für

eine Unique Device Identification des Medizinproduktes. Mittels physikalischer Gasphasenabscheidung lassen sich polymere Implantate wie PEEK mit Titan beschichten, um die Biokompatibilität des Implantates zu gewährleisten. Hier ist es den Forschern gelungen, mittels spezieller Haftvermittlungsschichten die Haftung des Titans auf dem PEEK signifikant zu steigern und ein mögliches Ablösen zu verhindern.

Eine weitere Methode zur Beeinflussung der Interaktion zwischen Körperzellen und Medizinprodukt ist die Steuerung der Oberflächenenergie: So beeinflussen beispielsweise Änderungen von hydrophober zu hydrophiler Oberflächen durch Plasmaaktivierung die Zelladhäsion beträchtlich. Ergänzend ist die makroskopische Oberflächenstruktur für die Zelladhäsion ein maßgeblicher Parameter. Mittels Laserstrukturierung können Knochenzellen ein Vorzugswachstum gegeben und Bereiche auf orthopädischen Implantaten selektiv für Knochenzellen attraktiv ausgestattet werden.

**1** *Zwei HeLa-Zellen auf einer funktionalisierten Oberfläche in Interaktion.*



## INNOVATIVE LACKSYSTEME

Das Fraunhofer IFAM verfügt über eine hohe und langjährige Kompetenz in der Lacktechnik, die es in verschiedensten Projekten unter Beweis gestellt hat. Zwei Projekte, die 2015 besonders bedeutsam waren, sind hier kurz angerissen. Weitere Informationen finden Sie unter den entsprechenden Links.

### Entwicklung neuer Eisschutzsysteme für Flugzeuge

Im JediAce-Projekt (Japanese-European De-Icing Aircraft Collaborative Exploration) strebt ein internationales Konsortium die Entwicklung eines mehrkomponentigen Enteisungssystems an, das den Anforderungen von Flugzeugen der nächsten Generation entspricht. Das Projekt wird finanziell durch die Europäische Kommission und das japanische Ministerium für Wirtschaft, Handel und Industrie (METI) unterstützt. Spezialisten aus verschiedenen Ländern arbeiten in diesem Projekt unter der Koordination des Fraunhofer IFAM zusammen.

Ziel ist es, ein integriertes Eisschutzsystem für Flugzeugflügel zu entwickeln, das drei synergetische Komponenten umfasst: aktive Enteisungstechnik, funktionelle Beschichtungen, die die Enteisungsfunktion unterstützen, sowie eine Sensortechnik, die nicht nur die Vereisung, sondern auch die Enteisung in Echtzeit überwacht. Die Forscher des Fraunhofer IFAM arbeiten in diesem Projekt an der Entwicklung von Anti-Eis-Beschichtungen sowie deren Tests zum Vereisungsverhalten der Oberflächen. Ein wesentlicher Meilenstein war die Errichtung eines Windkanals, in dem Temperaturen von  $-30$  Grad Celsius erreicht und Windgeschwindigkeiten bis zu 350 Kilometern pro Stunde realisiert werden können. Tests am Fraunhofer IFAM konnten die Effizienz der im Projekt entwickelten Komponenten nachweisen.

→ [www.jediace.net](http://www.jediace.net)

### Reparatursysteme und -konzepte für Korrosionsschutzbeschichtungen von Offshore-Windenergieanlagen

Korrosion ist ein kritischer Faktor beim Einsatz von Offshore-Windenergieanlagen. Die wichtigste Schutzmethode im nicht dauerhaft getauchten Bereich der Anlagen ist die Applikation von Korrosionsschutzbeschichtungen. Ein nachhaltiges Reparatursystem, das offshore appliziert werden kann, erfordert die Berücksichtigung komplexer Zusammenhänge wie Anlagenbetrieb, Bedingungen vor Ort, Überwachung und Bewertung der vorhandenen Schutzsysteme.

In dem vom BMBF geförderten Verbundprojekt »RepaKorr« erarbeiteten Hersteller von Beschichtungswerkstoffen, Applikateure von Beschichtungssystemen, Gerätehersteller, Anlagenbetreiber, Stahlbauer und Gutachter die werkstofflichen, technischen, konzeptionellen und organisatorischen Grundlagen für ein »vor Ort Reparatur«-Konzept. Arbeitsschwerpunkte bildeten zum einen die Entwicklung von Reparaturwerkstoffen sowie entsprechende Applikationsverfahren vor Ort und zum anderen die Entwicklung eines neuen Verfahrens zur Inspektion der Beschichtungen mittels Drohneneinsatz.

→ [www.matresource.de/projekte/repakorr/](http://www.matresource.de/projekte/repakorr/)

- 1 Untersuchungen zur Vereisung von Flügelprofilen im Eiswindkanal.
- 2 Reparaturmaßnahmen an Offshore-Windkraftanlagen (© Muehlhan AG, Hamburg).



# KERNKOMPETENZ FASERVERBUNDWERKSTOFFE

Faserverbundwerkstoffe, allen voran die mit Glasfasern oder Carbonfasern verstärkten Duomere, sind unverzichtbar geworden, um etwa im Flugzeug- oder Fahrzeugbau ressourcenschonende Leichtbaustrukturen zu realisieren. Auch im Bereich der regenerativen Energien, insbesondere der Windenergie, gestatten sie energieeffiziente Bauweisen und erhöhen so die Wirtschaftlichkeit. Ihre Vorteile liegen in der hohen Steifigkeit in Faserrichtung in Verbindung mit der Formgebung durch die Matrix.

Das Kompetenzspektrum des Fraunhofer IFAM auf den Gebieten der glas-, carbon- oder auch naturfaserverstärkten Kunststoffe reicht von der Harzentwicklung über Design und Herstellung von Bauteilen und deren Oberflächenmodifikation bis zur automatisierten Montage und Bearbeitung.

Ausgangspunkt ist die Auswahl bzw. Entwicklung geeigneter Harzsysteme, sowohl für Bauteile mit sehr guten mechanischen Eigenschaften als auch für spezielle Anforderungen wie elektrische Leitfähigkeit, Blitzschutz und die Schlagzäh-Modifizierung. Darüber hinaus bestimmt das Harzsystem im Wesentlichen den Verarbeitungsprozess und die Verarbeitungszeiten. Im Fokus der Entwicklung stehen neuartige Duomere, die sich trotz dreidimensionaler Netzwerkstruktur thermoplastisch verarbeiten lassen, auch bei hohem Automatisierungsgrad. Halbzeuge und Bauteile können so effizient und durch Verwendung nachwachsender Rohstoffe ressourcenschonend hergestellt werden.

Herausragende Werkstoffcharakteristika werden erst durch optimale Wechselwirkungen zwischen Fasern und Matrixharz erzielt. Dies gelingt nicht zuletzt durch den Einsatz verschiedener Oberflächentechniken wieder Plasmabehandlung an Faseroberflächen. Auch bei der Herstellung und Weiterverarbeitung von Bauteilen spielen Oberflächenmodifikationen wie das Reinigen und Aktivieren, das Lackieren und das Aufbringen von Funktionsschichten eine zentrale Rolle. Klebtechnische Lösungen und

angepasste Korrosionsschutzkonzepte helfen, Kontaktkorrosion bei Materialverbunden zwischen CFK und metallischen Werkstoffen zu vermeiden.

Schnelle, qualitätsgesicherte Prozesse sind unerlässlich für die Serienproduktion. Das Fraunhofer IFAM bietet Automatisierungslösungen an, die auch bei sehr großen, wenig maßhaltigen Faserverbundstrukturen die präzise Montage und Bearbeitung unter erheblicher Zeitersparnis ermöglichen. Besonderer Wert wird dabei auf leichte, mobile und modular kombinierbare Systemkomponenten gelegt, die sich im Sinne einer wandlungsfähigen Produktion ohne nennenswerten Aufwand und Kosten anpassen lassen. Ein übergreifender Kompetenzbaustein ist die Qualitätssicherung. Die durchgängige Überwachung des Zustandes von Bauteiloberflächen durch maßgeschneiderte Inspektionsverfahren ist hier beispielsweise ein wesentliches Ziel zur Optimierung spezifischer Fertigungsprozesse. Dies wird durch umfassende, branchen- und produktübergreifende Personalqualifizierungen unterstützt. Im Rahmen der Weiterbildung findet ein Technologietransfer statt, bei dem wissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden den Weg in die industrielle Anwendung finden.

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

1 *Aus einer FVK-Platte geformt: künstlerische Gestaltung aus FVK-Modellierung.*





## MONTAGE VON CFK-SEITENLEITWERKEN ERSTMALIG AUTOMATISIERT

Ziel des vom Niedersächsischen Wirtschaftsministerium geförderten Verbundprojekts Flexmont war eine signifikante Reduzierung von Montagezeiten und -kosten für die CFK-Box des Seitenleitwerks von Passagierflugzeugen der A320-Familie. Als konkretes Beispiel diente ein zukunftsweisendes Boxdesign (VTP-NG), das die Automatisierung von Montageprozessen unterstützt. Zu den Besonderheiten der Designlösung gehören Seitenschalen aus CFK-Sandwich, die auf der Innenseite der Box jeweils mit acht horizontal verlaufenden Halbrippen mit Doppel-T-Profil versteift werden. Geometrische Toleranzen akkumulieren sich dann beim Schließen der Box im Abstand der im spitzen Winkel aufeinander zulaufenden Halbrippen nach innen. Der sich daraus ergebende Spalt wird mit einem individuell 3D-gedruckten Schubkeil geschlossen.

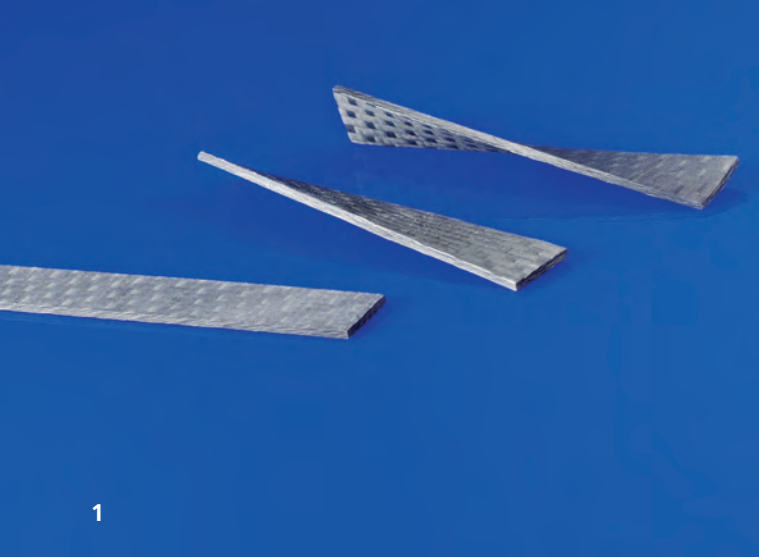
Die technologischen Herausforderungen für das Fraunhofer IFAM und die Partner Airbus Deutschland, CTC GmbH, FFT Produktionssysteme, Mahr Metering Systems und Quiss Qualitäts-Inspektionssysteme waren bei der Automatisierung der bisher manuell ausgeführten Boxmontage sowohl vielfältig als auch äußerst anspruchsvoll.

Als erstes automatisierte das Projektteam das Kleben der Halbrippen auf die Schalen. Im Einzelnen war dies das Eintakten der Bauteile, die Reinigung und Vorbehandlung der Klebflächen, den für jeden Klebspalt individuell ermittelten, spaltmaßangepassten Klebstoffauftrag, das Verquetschen des hochviskosen Klebstoffs beim präzisen Fügen sowie das anschließende Fixieren der Rippen bei der Aushärtung. Da es das Ziel war, schwere Stahlkonstruktionen zu vermeiden, waren die enormen, durch das großflächige Verpressen des Klebstoffs erforderlichen Kräfte, die mit bis zu 4000 N die Maximalkraft der verwendeten Roboter weit überstiegen, ein besonderes Problem. Gelöst haben das Fraunhofer IFAM und FFT die Herausforderung mit einem zweiteiligen Multifunktionsgreifer am Roboter, der sowohl die Rippen aufnimmt als auch den Klebstoff durch Vakuumsaugkraft gleichmäßig verpresst. Als besonderes Merkmal enthält der Greifer eine

kleine Fixiereinheit, die bei der Aushärtung an der Rippe verbleibt, während der Roboter mit dem äußeren Kombigreifer bereits die nächste Rippe fügt.

Weitere außergewöhnliche Fügelösungen ermöglichen das Schließen der Box mit Vorder- und Hinterholm in einer Box-Montagestation. Nachdem Roboter die Bauteile automatisiert eingetaktet haben, schließt eine Verpress-Einheit die Klebnähte zwischen Hinterholm und Seitenschalen. Ein Leichtbauroboter, der von einem Industrieroboter als Endeffektor über die Box navigiert wird, setzt dann den Schubkeil ein. Das Fraunhofer IFAM rundete die Arbeiten durch die Entwicklung eines Handapplikators zum Versiegeln aerodynamisch relevanter Nähte im Außenbereich sowie von automatisierten Prozessen zur verlässlichen Versiegelung von Nietköpfen und unregelmäßig breiten und tiefen Stoßkanten ab. Abschließend inspiziert ein robotergeführtes Kamerasystem mit automatischer Bildauswertung die Klebungen und Dichtungen hinsichtlich festgelegter Qualitätskriterien.

- 1 Station zur Rippenmontage in der Fraunhofer-Montagehalle des CFK Nord, Roboter mit Rippen-Multifunktionsgreifer.
- 2 Station zur Boxmontage mit Verpress-Einheit im CFK Nord.



## FEST UND FLEXIBEL ZUGLEICH – VERFORMBARE LEICHTBAUMATERIALIEN

Zum Jahresanfang 2015 fiel der Startschuss für die Abteilung »Chemie der Faserverbundkunststoffe«. Mit dem vom BMBF geförderten Projekt »Recycle- und umformbare Duromere zur Herstellung modulierbarer Faserverbundkunststoffe« (DuroCycleFVK) hat sich das Wissenschaftlerteam die Erforschung formbarer Faserverbundkunststoffe zur Aufgabe gemacht.

Faserverstärkte Duromere sind für verschiedene Leichtbauanwendungen von herausragender Bedeutung. Trotz eines breiten Anwendungsgebietes und neuer Einsatzmärkte sind die bisherigen Synthesekonzepte und verwendeten Polymermatrices unverändert geblieben. Im Vergleich zu anderen Polymerklassen zeichnen sich Duromere durch besonders gute mechanische Eigenschaften und chemische Beständigkeit aus, die auf ihrer dreidimensional vernetzten Molekülstruktur basieren. Der daraus resultierende Verbund ist außerordentlich widerstandsfähig, plastisch jedoch nicht mehr verformbar. Das limitiert den Einsatz großserienfähiger Fertigungsverfahren und macht eine stoffliche Verwertung ausgedienter Bauteile derzeit nahezu unmöglich. Problematisch ist dies vor allem in Bezug auf Zukunftsthemen wie Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit – das bedeutet, wirtschaftliche und ressourcenschonende Verfahren beim Umgang mit FVK werden immer wichtiger. Es ist daher zwingend notwendig, bereits bei der Planung und Fertigung von Materialien, Möglichkeiten zur stofflichen Verwertung oder auch Lebenszeitverlängerung zu berücksichtigen.

Hier setzt das Projekt »DuroCycleFVK« an und entwickelt Faserverbundkunststoffe, die sich thermisch oder durch andere äußere Impulse reversibel umformen lassen. Voraussetzung dafür ist die Entwicklung neuer dreidimensional vernetzter Kunststoffe, die unter bestimmten Bedingungen eine Umformung zulassen. Im Fokus der Arbeiten steht die Erforschung

neuer Polymersysteme, die die jeweiligen gewünschten Eigenschaften der Duromere und Thermoplaste in sich vereinen – insbesondere die plastische Umformbarkeit trotz dreidimensionaler Netzwerkstruktur. Diese Eigenschaften sollen durch die Wahl des Polymerrückgrats, des Vernetzungsgrades und der Wahl der Polymerisationsart erreicht werden. Dafür ist es notwendig, neue reversible Polymerisationsarten zu erforschen, die eine zielgerichtete Modulation zulassen und gleichzeitig für den Einsatz in FVK geeignet sind.

Basierend auf solchen verformbaren Kunststoffen können einfache, flächige FVK durch großserienfähige Formgebungsprozesse (z. B. Tiefziehen) in komplexe Bauteile, etwa Stoßfänger für Autos und andere Strukturen, überführt werden. Es ist zu erwarten, dass Kunststoffe, die sich nachträglich umformen und in ihre Bestandteile auftrennen lassen, die Reparatur und Instandhaltung beschädigter sowie die stoffliche Verwertung ausgedienter Bauteile revolutionieren. Naturfasern als Alternative zur Kohlenstofffaser werden zusammen mit biobasierten Polymeren die Ökobilanz der verformbaren FVK verbessern und den Leichtbau zukunftsweisend prägen.

- 1 *Formbare Faserverbundkunststoffe dank thermo-responsiver Polymermatrices.*
- 2 *Stoßfänger und Seitenschweller aus einer FVK-Platte modelliert (© Fotolia/Vladislav Kochelaevs).*

ELEKTRISCHE KOMPONENTEN UND SYSTEME



# KERNKOMPETENZ ELEKTRISCHE KOMPONENTEN UND SYSTEME

Elektrisch betriebene Systeme spielen in sämtlichen Branchen der Industrie und in der Gesellschaft eine zentrale Rolle. Die Bereitstellung und der effiziente Einsatz elektrischer Energie in komplexen technischen Systemen erfordert ein umfassendes Systemverständnis. Ausgehend von den elektrischen und elektrochemischen Materialeigenschaften entwickelt das Fraunhofer IFAM technische Lösungen für den effizienten Einsatz elektrischer Energie.

Die sichere Speicherung elektrischer Energie mit hoher Energiedichte und Leistung stellt eine Herausforderung dar und spielt vor allem für mobile Anwendungen eine wichtige Rolle. Werkstoff- und verfahrenstechnische Aspekte stehen am Fraunhofer IFAM im Vordergrund, um Lösungen für zukünftige elektrochemische Energiespeicher zu erarbeiten. Neben Li-Ionen- und Metall-Luft-Batterien liegt der Fokus zunehmend auf Festkörperbatterien, bei denen anstelle flüssiger Elektrolyte ionenleitende Keramiken oder Polymere eingesetzt werden. Hier kommen die werkstoff- und fertigungstechnischen Kompetenzen des IFAM für die benötigte Material- und Prozessentwicklung voll zur Geltung. Aber auch mit kundenspezifischen Materialien wird die Prozesskette vom Pulver bis zur fertigen Batteriezelle entwickelt und optimiert.

Die elektrische Antriebstechnik fokussiert sich auf die Entwicklung, den prototypischen Aufbau und die Erprobung hocheffizienter elektrischer Maschinen. Zudem werden neue Ansätze zur Steigerung der funktionalen Sicherheit von Antriebssystemen und eine wirkungsgradoptimierte Ansteuerung von permanent-erregten Synchronmaschinen erarbeitet. Im Vordergrund stehen die Steigerung von Leistungs- und Drehmomentdichte sowie die Entwicklung von speziellen Fertigungstechniken für elektrische Antriebe. Klebtechnik, Oberflächentechnik und Beschichtungen ergänzen die Kernkompetenz um Aspekte wie das Verbinden, Kontaktieren, Isolieren und Schützen von elektrisch leitfähigen Materialien.

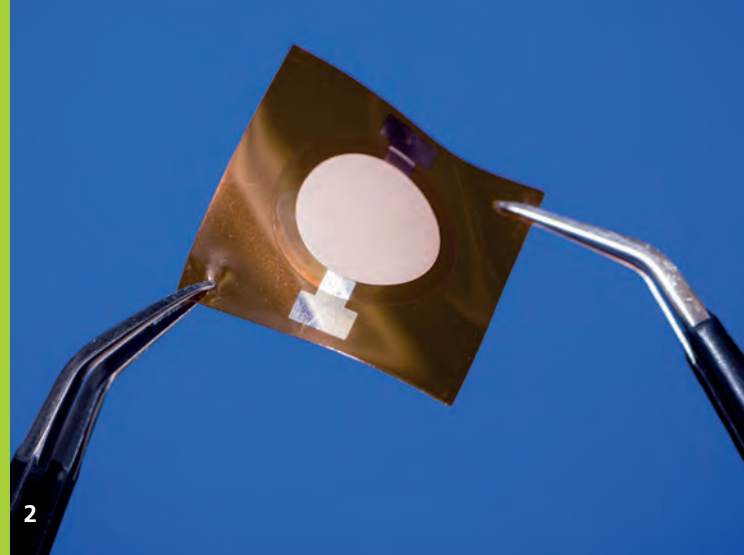
Das fahrzeugtechnische Know-how des Fraunhofer IFAM umfasst die Konzipierung, die sichere Steuerung, den Aufbau und die Erprobung von Fahrzeugen mit Elektro- und Hybridantrieb. Um ihre Zuverlässigkeit im Betrieb zu bewerten und zu steigern, werden einzelne Komponenten mit »Hardware in the Loop«-Simulationen des Betriebsverhaltens auf einem Antriebsstrangprüfstand qualifiziert.

Einen bereichsübergreifenden Baustein in diesem Konzept stellt die Analyse und Bewertung von komplexen technischen Energiesystemen dar – idealerweise unter Einbindung von Elektrofahrzeugen als mobile Speicher. Die Kopplung elektrischer Systeme mit der Wärmeversorgung auf lokaler und regionaler Ebene bedingt den Einsatz von Wärme- und elektrochemischen Speichern und Wandlern. Hierzu bietet das Fraunhofer IFAM Studien an, in denen wirtschaftliche und aktuelle regulatorische Rahmenbedingungen des Strom- und Wärmemarktes berücksichtigt werden.

Schließlich wird auch die Einbindung von mobilen und stationären Speichern in Hausenergiesystemen zur Optimierung der Energieeffizienz und/oder Energieautarkie modelliert und in einem modular aufgebauten Prüffeld mit konkreten Komponenten simuliert.

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

1 *Das Fraunhofer IFAM widmet sich aktuellen Fragestellungen der nachhaltigen, bezahlbaren und sicheren Energieversorgung (© Fotolia).*



## FESTKÖRPERBATTERIEN – ENERGIESPEICHER DER NÄCHSTEN GENERATION

Wiederaufladbare Festkörper-Lithium-Ionen-Batterien werden als Energiespeicher der nächsten Generation angesehen. Sie zeigen gegenüber kommerziellen Lithiumionenbatterien mit flüssigen, gelförmigen Elektrolyten Vorteile im Hinblick auf ihre Sicherheit, Energiedichte und Langzeitstabilität. Entscheidend für die Entwicklung von Festkörper-Lithium-Ionen-Batterien ist, neben neuer Festelektrolyte mit hohen Lithiumionenleitfähigkeiten, besonders die Entwicklung geeigneter Prozesstechnologien zur Fertigung von Festkörperbatterien. Die Voraussetzung dabei ist ein tiefes wissenschaftliches Grundverständnis über die Verarbeitbarkeit der eingesetzten Materialien. Hier liegt auch der Ansatz für das Fraunhofer IFAM mit Kernkompetenzen in der Pulvertechnologie und Oberflächentechnik, um die Entwicklung von Festkörper Lithiumionenbatterien zu forcieren.

Leistungsfähige und kostengünstige Batterien sind die Schlüsselkomponente mobiler und stationärer elektrisch betriebener Anwendungen und stellen oftmals die größte Herausforderung bei der Systementwicklung dar. Insbesondere fahrzeugaugliche elektrische Energiespeicher müssen ein sehr breites Anforderungsspektrum erfüllen, das unter anderem Parameter wie Kosten, Energie- und Leistungsdichte sowie Lebensdauer, Temperaturbereich und Betriebssicherheit umfasst.

In den meisten mobilen Anwendungen werden heutzutage Lithium-Ionen-Batterien eingesetzt, da diese eine deutliche Verbesserung der Energiedichte ermöglichen. Diese Batterien bestehen aus einer negativen Elektrode, meistens Graphit, einer positiven Elektrode und einem flüssigen, nicht wässrigen Elektrolyten. Typische nicht-wässrige Elektrolyte bestehen grundsätzlich aus einem Lithiumsalz, das in einem oder mehreren organischen Lösemitteln gelöst ist, die leicht entzündlich und somit auch brennbar sind. Des Weiteren kann bei einer Reaktion des hauptsächlich verwendeten Lithiumsalzes ( $\text{LiPF}_6$ )

mit dem in der Atmosphäre enthaltenen Wasserdampf eine sehr giftige Flusssäure entstehen.

Vorteilhaft ist hier die Verwendung von Festkörperelektrolyten. Festkörperelektrolyte sind feste Ionenleiter und treten strukturell in sehr unterschiedlichen Formen auf. Als anorganische Werkstoffe liegen sie im Allgemeinen als Keramiken mit kristalliner oder amorpher Struktur vor und dienen gleichzeitig als feste Separatoren zwischen den Elektroden. Da diese nicht entflammbar sind, zeichnen sich diese sogenannten Festkörperbatterien durch eine erhöhte intrinsische Betriebssicherheit aus. Eine sichere feste Einhausung der Batteriezellen ist dadurch nicht mehr zwingend notwendig und kann zu einem reduzierten Gesamtgewicht der Batterie führen. Des Weiteren ist ohne flüssige Elektrolyte ein vielseitigeres Formdesign denkbar.

Aufgrund ihrer Stabilität gegenüber chemischen Reaktionen mit elementarem Lithium und einer hohen Zersetzung-



spannung, erlauben Festkörperelektrolyte den Einsatz von metallischen Lithiumanoden und neuartigen Hochvoltelektrodenmaterialien mit hoher Langzeitstabilität, die zu einer erhöhten Energiedichte der Batterie führen. Neben einer sehr geringen Selbstentladung zählen diese Faktoren zu den entscheidenden Vorteilen von Festkörperbatterien. Nachteilig ist die geringe Ionenbeweglichkeit in Festelektrolyten. Dies stellt eine wesentliche Herausforderung für die Entwicklung von Festkörperbatterien dar. Ebenfalls kritisch in diesen Systemen sind die Ladungstransportwiderstände an den Phasengrenzen zwischen dem Elektrolyten und den Elektroden. Diese Vorgänge sind oft stark gehemmt und bedeuten eine Einbuße in der Zellspannung.

Die Fertigung von Festkörperbatterien erfordert neue unterschiedliche Herstellungstechniken. Hier setzen die Arbeiten des Fraunhofer IFAM an, die mit verschiedenen Herstellungsverfahren aus der Oberflächen- und Pulvertechnologie Festkörperbatterien mit optimierten Phasengrenzen entwickeln. Um den Energiegehalt von Festkörperbatterien wesentlich zu steigern sind alternative Elektrodenarchitekturen und Zelldesigns notwendig. Hierzu werden in der Arbeitsgruppe

sogenannte Festkörperkompositelektroden untersucht, die aus einem Komposit aus bekannten Elektroden- und Elektrolytmaterialien zusammengesetzt sind. Im Fokus steht die Entwicklung von pulverbasierten Formgebungsverfahren zur Herstellung kompakter und homogener Kompositelektroden. Dabei werden grundlegende Fragestellungen zum Materialverständnis in oxidischen Festkörperionenleitern untersucht. Ein weiterer Ansatz verfolgt die Kompensierung der schlechten ionischen Leitfähigkeit der Elektrolyte durch die Minimierung der Elektrolytschichtdicke mittels physikalischer Gasphasen-Abscheidungstechniken. Mit diesen Methoden lassen sich zwar dünne Schichten und sehr gute Phasengrenzen realisieren, sie zeigen aber durch die geringe eingesetzte Materialmenge einen niedrigen absoluten Batterieenergieinhalt. Zur Optimierung des Zelldesigns und der damit verbundenen Performance wird in Kooperation mit der Nachwuchsgruppe »Innovative Sensor- und Funktionswerkstoffe« der Universität Bremen an passenden Lösungen geforscht. Die in der Dünnschichttechnik aufgebauten Batterien zielen vor allem auf den Einsatz in miniaturisierten flexiblen Anwendungen, bei denen in den nächsten Jahren mit einem starken Wachstum zu rechnen ist.

- 1 *Mischer zur Kompoundierung der Kompositelektroden.*
- 2 *Flexible Dünnschichtbatterie.*
- 3 *Vakuumkammer zur Dünnschichtabscheidung innerhalb der Glovebox.*

## BRANCHENSPEZIFISCHE LÖSUNGEN

Grundsätzlich forscht und entwickelt das Fraunhofer IFAM mit dem Ziel, Innovationen in möglichst vielen Bereichen zur Anwendung bringen zu können. Adressaten sind insbesondere die Innovationstreiber in den jeweiligen Industrien. Die für das Fraunhofer IFAM wichtigsten Branchen sind als eigene Geschäftsfelder definiert.

### Luftfahrt

Das Geschäftsfeld Luftfahrt adressiert Hersteller von Flugzeugen und Hubschraubern sowie die dazugehörige Zulieferkette. Auch die Luftfahrtindustrie sieht sich vor der Herausforderung, Treibstoffverbrauch, Schadstoff- und Lärmemissionen immer weiter zu reduzieren. Neue Materialien, Leichtbautechnologien und effizientere Triebwerke sind einige der Antworten darauf. Anhaltender Kostendruck lässt die Hersteller zudem nach Lösungen suchen, die eigenen Fertigungsprozesse stärker zu automatisieren. Auch die Notwendigkeit der Reduzierung von Betriebskosten treibt die Suche nach wirtschaftlichen Lösungen an.

### Automotive

Das Geschäftsfeld Automotive richtet sich an Hersteller von Fahrzeugen sowie deren Zulieferindustrie. Neben dem allgegenwärtigen Kostendruck und dem Zwang zur klaren Produktdifferenzierung steht die Automobilindustrie vor allem vor der Herausforderung, die Umweltverträglichkeit ihrer Produkte permanent zu verbessern. Leichtbau und Mischbauweisen mit neuen Materialien sind Lösungsansätze dazu. Die »Elektrifizierung des Antriebsstrangs« und der »Einsatz von Mischbauweisen« zur Verbesserung von Isolation, Crashverhalten und Gewichtsreduktion werden im Geschäftsfeld Automotive fokussiert.

### Energie und Umwelt

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

### Medizintechnik und Life Sciences

Im Geschäftsfeld Medizintechnik und Life Sciences bearbeitet das Fraunhofer IFAM technische oder biologische Werkstoffe, die in Wechselwirkung mit dem Mensch oder der Umwelt stehen. Dabei wird die vollständige Prozesskette abgedeckt, angefangen von maßgeschneiderten Werkstoffen und Werkstoffkombinationen über die Fertigungstechnik und Oberflächenfunktionalisierung bis hin zur vollständigen Charakterisierung des Produkts. Das Fraunhofer IFAM verfügt über spezifisches Wissen im Bereich der biologischen Beurteilung von Medizinprodukten gemäß DIN EN ISO 10993 und hat zur beschleunigten Produkteinführung essenzielle Prüfungen dieser Norm am Standort Bremen etabliert.

# MENSCHEN UND MOMENTE



Fraunhofer  
IFAM



Herzlich  
willkommen  
zur  
Neubau-  
einweihung





## ERWEITERUNGSBAU DES FRAUNHOFER IFAM EINGEWEIHT

Mit einem Festkolloquium wurde der Erweiterungsbau des Fraunhofer IFAM am 24. Juni 2015 eingeweiht. Auf rund 6200 Quadratmetern sind modernste Labore und Büroräume für über 60 Wissenschaftler entstanden. Mit Blick auf die Stärkung des Bremer Wissenschaftsschwerpunkts »Materialwissenschaften« wurde das Gebäude zu gleichen Teilen vom Land Bremen und vom Bund finanziert. Dieser bereits dritte Bauabschnitt des Instituts ermöglicht es, vorhandene Forschungsschwerpunkte weiter zu stärken und gleichzeitig zukunftsweisende neue Themen wie Faserverbund-Bauweisen, Energie, multifunktionale Beschichtungssysteme und Elektromobilität konsequent auszubauen.

Mehr Platz zum Forschen und Entwickeln – das haben sich die IFAM-Wissenschaftler gewünscht. Im Juni war es soweit und die ersten Geräte und Maschinen konnten in dem Gebäude an der Wiener Straße aufgebaut werden. Im Labor »Additive Fertigung« werden alle 3D-Drucksysteme des Instituts installiert. Neben dem Selektiven Laserschmelzen wird dort auch ein binderbasiertes Druckverfahren eine neue Heimat finden, das beispielsweise die Herstellung gradiertes, 3D-gedruckter Metallbauteile ermöglicht. Fertigungstechnische Aspekte stehen auch bei der Oberflächentechnik im Vordergrund, etwa bei der kontinuierlichen Beschichtung von Kunststofffolien durch Plasmaprozesse.

In einem anderen Raum wird an materialwissenschaftlichen Lösungen für zukünftige Batterien gearbeitet. Dabei steht insbesondere die Entwicklung von Feststoffbatterien ohne flüssige Elektrolyte im Fokus. Besonders wichtig ist die Erweiterung der technischen Nutzfläche für das Thema Faserverbundwerkstoffe und somit für den Leichtbau. Die großzügigen Räume ermöglichen, Anlagen in ganz neuen Dimensionen zu realisieren und somit in neuartigen Konzepten für Materialien und Fertigungsprozesse zu denken – insbesondere für die Luftfahrt-, Automobil- und Windkraftindustrie. Für die Weiterentwicklung der Elektromobilität forscht die Abteilung

»Elektrische Antriebe«, die sich mit der Steigerung des Wirkungsgrads, der kompakten Bauweise und den zugehörigen Fertigungstechnologien für elektrische Antriebe beschäftigt. Im neuen Technikum wird an der Entwicklung prototypischer Antriebssysteme und deren Integration in Hybrid- und Elektrofahrzeugen gearbeitet. Ein Lernlabor bietet gleichzeitig eine praxisnahe Weiterbildung und fördert den Technologietransfer neuester Forschungsergebnisse.

Architektur und Gebäudetechnik des Neubaus wurden von »ATP architekten ingenieure« nach modernen ökonomischen, ökologischen und sozialen Kriterien geplant. Die innenräumliche Konzeption verbindet große Laborflächen mit klar strukturierten Büobereichen und zahlreichen Kommunikationsarealen. Ein einladender, transparenter Eingangsbereich, ein Foyer als verbindendes Element des Gebäudes und Schau-fenster zu den Forschungsbereichen sind Zeichen einer Verzahnung mit der Öffentlichkeit. Eine gläserne Überbrückung der Wiener Straße verbindet das bestehende Institutsgebäude nahtlos mit dem neuen Forscherhaus und sorgt für die gewünschten kurzen Wege.

**1** *Senatorin Prof. Dr. Eva Quante-Brandt sowie die Institutsleiter Prof. Dr. Bernd Mayer und Prof. Dr.-Ing. Matthias Busse bei der symbolischen Schlüsselübergabe zum Fraunhofer IFAM-Neubau (v.l.n.r.).*



# TIM TRANTENROTH GEWINNT DEN WETTBEWERB ZU KUNST AM BAU

Der Wettbewerb zur künstlerischen Gestaltung des Fraunhofer IFAM-Neubaus wurde am 18. Juni 2015 entschieden. Die Jury vergab den ersten Preis an Tim Trantenroth für seine kreative Idee einer Wandmalerei mit topologieoptimierten Strukturen. Acrylfarben, fluoreszierende Farben und ein glänzender »Flip-Flop«-Lack strahlen seit September im neuen Foyer des Erweiterungsbaus. Mit dieser perspektivischen Darstellung und den dezent wechselnden Farbspielen konnte sich der Berliner Künstler gegen vier weitere Wettbewerber durchsetzen.

Topologieoptimierung ist ein computerbasiertes Berechnungsverfahren, durch das eine günstige Formgebung für Bauteile bei mechanischer Beanspruchung ermittelt werden kann. Durch das Verfahren der Topologieoptimierung werden Ressourcen wie Material und Energie eingespart. Die Kreativität, diese wissenschaftliche Idee aufzugreifen, der enge Bezug zu den Forschungsbereichen des Fraunhofer IFAM und die professionelle Präsentation hat die kunstsachverständige Jury überzeugt. Dr. Eva Fischer-Hausdorf, Dr. Arie Hartog, Adorjan Lux und Nadine Rinker konnten sich gemeinsam mit den Sachjuroren Prof. Matthias Busse, Prof. Bernd Mayer, Birgit Philipp und Herbert Bayer als Vertreter des Bauherrn für die mathematisch exakt berechneten Strukturen und die neuartigen Erscheinungsformen begeistern.

Tim Trantenroth hat noch weitere Sichtweisen aufgenommen: Das scheinbar kontrollierte Chaos symbolisiert den Forschungsgedanken, sowie den Aspekt der verschiedenen Blickrichtungen und die Fähigkeit der Wahrnehmung, die auf die Subjektivität der Forschung verweisen sollen. Dieses auf den Kopf gestellte wurzelartige Geflecht der Topologieoptimierung steht außerdem für die äußerst komplexen Forschungsprozesse am Fraunhofer IFAM. Durch die perspektivische Darstellung entsteht ein ständiges Training des Sehens: Betrachten und Erkennen ist auch die Grundlage der Forschung, so spielen Kunst und Wissenschaft zusammen.

Über den Künstler: Tim Trantenroth, geb. 1969, lebt und arbeitet in Berlin. Er ist durch internationale Einzel- und Gruppenausstellungen (z.B. Berlinische Galerie, Landesmuseum für Moderne Kunst, Fotografie und Architektur) bekannt geworden. Seine Werke sind in zahlreichen Sammlungen vertreten.

---

## Warum Kunst am Bau?

---

Der öffentliche Bauherr steht mit seinen Bauwerken in besonderer Weise im Blickfeld der Öffentlichkeit. Ihm kommt eine baukulturelle Verantwortung und Vorbildfunktion zu. Der Bund bekennt sich zu dieser Verantwortung. Seine Bauwerke sollen, insbesondere wenn sie herausgehobenen gesamtstaatlichen Funktionen dienen und an exponierten Standorten stehen, das baukulturelle Niveau und Verständnis in unserem Land widerspiegeln und nationale Visitenkarte sein. Kunst am Bau ist ein Element von Baukultur, das die Qualität und Ausdruckskraft von Bauten mitprägt. Kunst am Bau ist daher ein integraler Bestandteil der Bauaufgabe und der öffentlichen Bauherrenverantwortung.

- 1 *Tim Trantenroth.*
- 2 *Jury, sachverständige Berater und Gäste.*



# FRAUNHOFER-PROJEKTZENTRUM STARTET IN WOLFSBURG

Am neuen Fraunhofer-Projektzentrum in Wolfsburg arbeiten drei Fraunhofer-Institute zusammen. Es ist eng verzahnt mit Forschungseinrichtungen und Unternehmen der Region. Die Forscher erarbeiten gemeinsam Systemlösungen für die Serienfertigung von ressourcenschonenden und kostengünstigen Leichtbaukomponenten für die Automobilindustrie. Am 22. April 2015 unterzeichneten der niedersächsische Ministerpräsident Stephan Weil, Professor Martin Winterkorn, ehemaliger Vorstandsvorsitzender der Volkswagen AG und Professor Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft neben weiteren Partnern eine Vereinbarung über diese Kooperation am Forschungsstandort Niedersachsen.

»Leichtbaustrukturen, die bisher in kleinem Umfang für exklusive Sportwagen oder Flugzeuge hergestellt werden, sollen künftig für alle Fahrzeuge zur Verfügung stehen. Im Fraunhofer-Projektzentrum Wolfsburg entwickeln wir Lösungen für nachhaltige Material- und Antriebskonzepte. Wir ergreifen die Chance, gemeinsam mit unseren Partnern aus der Region eine gesamte Prozesskette für Leichtbaustrukturen abzubilden, großseriennah zu erproben und damit neue Impulse für die industrielle Produktion zu setzen«, erklärt Professor Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft. Die drei Fraunhofer-Institute für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM in Bremen, für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in Chemnitz und für Holzforschung WKI in Braunschweig bilden dabei unter der Gesamtkoordination von Professor Matthias Busse das Startteam für dieses Projekt. Das Fraunhofer-Projektzentrum Wolfsburg hat eine offene Struktur und kann je nach Forschungsbedarf durch weitere Fraunhofer-Institute und Arbeitsgebiete ergänzt werden. Damit leistet das Projektzentrum einen wichtigen Beitrag für die Wettbewerbsfähigkeit der niedersächsischen Unternehmen. Die Forschungsergebnisse können auch für Windkraftanlagen, Flugzeuge und weitere Transportmittel nutzbar gemacht werden.

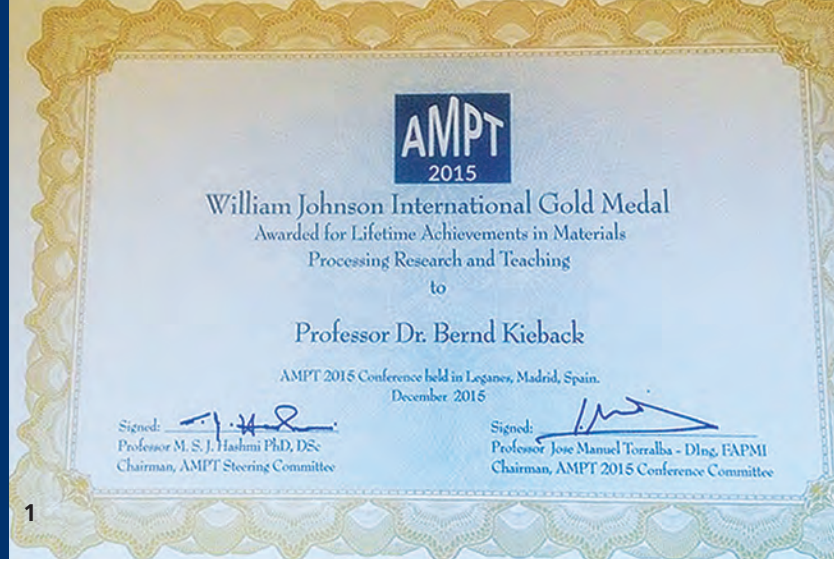
---

## Das Fraunhofer-Projektzentrum erweitert bestehendes Netzwerk

---

Mit der Gründung des Open Hybrid LabFactory e.V. (OHLF) in Wolfsburg am 27. Mai 2013 hat sich ein Verbund von Partnern aus Industrie und Wissenschaft zusammengefunden, der die Entwicklung einer umfassenden Wertschöpfungskette ermöglichen soll. Mit diesem Ziel vor Augen kombinieren die Projektpartner verschiedene Materialien, entwickeln neue Verfahren, um Faserverbundwerkstoffe herzustellen und nachwachsende Rohstoffe zu verarbeiten bis hin zum Recycling. Andere Themen sind: Effizienz steigern und Emissionen senken sowie industrielle Serienfähigkeit ermöglichen. Dies möchten die Forscher bei ihrer Arbeit zur Material- und Prozessentwicklung in Pilotprozessen demonstrieren. Das Fraunhofer-Projektzentrum ist nun Teil des OHLF und ergänzt die dort bereits bestehenden Aktivitäten.

**1** *Neubau des Open Hybrid LabFactory e.V. in Wolfsburg  
(© IC-L GmbH & Co.KG).*



# PROFESSOR BERND KIEBACK ERHÄLT WILLIAM JOHNSON INTERNATIONAL GOLD MEDAL

Der Dresdner Materialwissenschaftler Prof. Dr.-Ing. Bernd Kieback wurde im Rahmen der Konferenz Advances in Materials & Processing Technologies AMPT in Madrid am 14. Dezember 2015 mit der William Johnson International Gold Medal ausgezeichnet. Damit wurde er für sein Lebenswerk und die damit verbundenen Verdienste in der Materialforschung und -lehre gewürdigt, mit denen er u.a. Dresden zum führenden Standort für Pulvermetallurgie in Deutschland und Europa gemacht hat.

Die William Johnson International Gold Medal wird seit 1993 vom Präsidium der AMPT für herausragende Errungenschaften in der Materialforschung vergeben. Die Auszeichnung ist nach Professor William Johnson benannt, ehemals Professor an der University of Manchester, Institute of Science and Technology, sowie an der Cambridge University, dessen Pionierarbeit zu Materialien und Verfahren internationale Standards gesetzt hat.

Der Preisträger 2015, Prof. Dr.-Ing. Kieback, Leiter des Institutsteils Dresden sowie Professor für Pulvermetallurgie, Sinter- und Verbundwerkstoffe an der Technischen Universität Dresden, hat während seiner Laufbahn auf verschiedenen Gebieten der Pulvermetallurgie geforscht und gelehrt. So bildeten zunächst Sinterstahl und in der Folge vor allem Hartmetalle seine Schwerpunkte.

In seinen Funktionen schafft er eine optimale Symbiose zwischen pulvermetallurgischer Forschung und deren anwendungsnaher Umsetzung für die Industrie.

Mit seinem Vortrag anlässlich der Preisverleihung im Rahmen der Opening Ceremony zur AMPT adressierte Prof. Dr.-Ing. Bernd Kieback unter dem Titel »Powder based Technologies

for Additive Manufacturing: Oddity or Revolution?« ein top-aktuelles Thema, das die Pulvermetallurgie in Forschung und Anwendung derzeit maßgeblich bewegt. Darin stellte er die provokative Frage, ob mit der generativen Fertigung die nächste industrielle Revolution bevorsteht. Am Beispiel zweier generativer Verfahren, Elektronenstrahlschmelzen und dreidimensionaler Siebdruck, verdeutlichte er, welche Lösungsansätze generative Fertigungsverfahren für aktuelle Fragestellungen in der Industrie bieten.

Prof. Dr.-Ing. Kieback betrachtet die Auszeichnung nicht nur als Anerkennung seiner bisherigen Verdienste, sondern auch als Würdigung der Leistungen der Pulvermetallurgen am Standort Dresden. Außerdem sieht er die Ehrung als Ansporn, die Pulvermetallurgie auch zukünftig mitzugestalten und sowohl in angewandter Forschung als auch Lehre voranzubringen.

**1** Ehrenurkunde zur William Johnson International Gold Medal, verliehen an Prof. Dr.-Ing. Bernd Kieback am 14.12.2015 im Rahmen der Konferenz Advances in Materials & Processing Technologies AMPT.



# FRAUNHOFER IFAM DRESDEN ÜBERZEUGT MIT TANKANZEIGE FÜR WASSERSTOFF

Forscher des Fraunhofer IFAM in Dresden wurden im Rahmen der feierlichen Preisverleihung des 11. IQ Innovationspreises Mitteldeutschland im Naumburger Dom am 1. Juli 2015 mit dem ersten Preis im Cluster Energie/Umwelt/Solarwirtschaft ausgezeichnet. Dr. Lars Röntzsch und Felix Heubner nahmen den mit 7500 € dotierten Preis für ihren »Innovativen Füllstandsensoren für Wasserstoff« entgegen, den sie gemeinsam mit ihren Kollegen entwickelt haben.

»Die Innovation verbessert signifikant die Zustandsüberwachung und Anwenderfreundlichkeit von Metallhydridbasierten Wasserstoffspeichern. Damit kann der neue Füllstandsensoren auch einen Beitrag zum Markterfolg mobiler und stationärer Brennstoffzellensysteme leisten«, begründet Jörn-Heinrich Tobaben, Geschäftsführer der Metropolregion Mitteldeutschland Management GmbH die Juryentscheidung.

Der neue Füllstandsensoren für Metallhydridspeicher nutzt den Umstand, dass es bei Aufnahme und Abgabe des Wasserstoffs zu einer Volumenänderung des Metalls kommt. Wird die Ausdehnung während der H<sub>2</sub>-Aufnahme eingeschränkt, so entwickelt sich eine mechanische Kraft, die sich mit Sensoren messen lässt. Dank des linearen Zusammenhangs ist der Füllstand des MH-Speichers hochdynamisch, präzise und vor allem temperaturunabhängig messbar. Das System wird als Bypass im Speicher integriert und ist für alle marktüblichen Metallhydrid-Wasserstoffspeicher nachrüstbar. Der kostengünstige Sensor ist für den Langzeitbetrieb von mehreren zehntausend Zyklen ausgelegt. Bis Ende 2016 soll der Prototyp bis zur Serienreife entwickelt sein.

Mit dem IQ Innovationspreis Mitteldeutschland fördert die Europäische Metropolregion Mitteldeutschland neuartige, marktfähige Produkte, Verfahren und Dienstleistungen zur Steigerung von Innovation und Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft der Region.

**1** Die Sieger: Fraunhofer IFAM mit den Preisstiftern envia Mitteldeutsche Energie AG und Siemens AG; v. l.: Dr. Andreas Auerbach (envia Mitteldeutsche Energie AG), Felix Heubner (Fraunhofer IFAM Dresden), Dr. Lars Röntzsch (Fraunhofer IFAM Dresden), Kerstin Heinitz (Siemens AG)  
(© Guido Werner/GWP).



## GDCH-TAGUNGSPREIS FÜR FACHVORTRAG ZUM THEMA INTRINSISCHE SELBSTTHEILUNG

Auf der 79. Jahrestagung der Fachgruppe Lackchemie der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) in Schwerin wurde der Fachbeitrag von Anastassija Wittmer ausgezeichnet. Dr. Michael Hilt, Leiter der Abteilung für Beschichtungssysteme und Lackiertechnik des Fraunhofer IPA und Geschäftsführer der Forschungsgesellschaft für Pigmente und Lacke e. V., überreichte ihr am 20. September 2015 den ersten Preis für den besten Vortrag. Anastassija Wittmer stellte die ersten Ergebnisse ihrer Doktorarbeit zum Thema »Intrinsische Selbstheilung von Lacken« vor.

Beschichtungsstoffe sind häufig extremen Umwelteinflüssen und prozessgeschuldeten Beanspruchungen ausgesetzt. UV-Licht, Baumharz, mechanischer Abrieb und innere Spannungen schädigen den Lack mit der Zeit zunehmend und führen so zu feinen Mikrorissen. Diese feinen Beschädigungen sind Auslöser für größere Werkstoffschäden und führen letztlich zum Ausfall des Bauteils. Materialien mit selbstheilenden Eigenschaften sind in der Lage, diese mikroskopischen Schäden selbstständig oder durch einen externen Stimulus zu heilen. Dieser Umstand kann so zu einer Verlängerung der Lebensdauer und zum Erhalt des Erscheinungsbildes eines Materials führen.

Die Lacktechnik beschäftigt sich schon seit vielen Jahren mit der extrinsischen Selbstheilung von Beschichtungen auf Basis von Kapselsystemen und erweitert nun mit der Doktorarbeit von Frau Wittmer ihr Kompetenzgebiet um die intrinsische Selbstheilung von Polymeren. Die intrinsische Selbstheilung beruht auf einer speziellen Polymerarchitektur, bei der das Polymer zur Ausbildung einer Vielzahl von reversiblen physikalischen Bindungen befähigt ist. Ein Selbstheilungsreagenz kann dabei kovalent an ein polymeres Netzwerk fixiert oder als Co-Bindemittel in den Lack additiviert werden. Die Moleküle können in beiden Fällen über inter- und intramolekulare physikalische Wechselwirkungen supramolekulare Netzwerke

aufbauen. Solche Systeme sind in der Lage Beschädigungen, wie z. B. Mikrorisse, durch Reorganisation der Moleküle zu heilen. Die Selbstheilung findet dabei bevorzugt bei erhöhter Luftfeuchte und/oder Temperatur statt. Es konnte gezeigt werden, dass das Wasser aus der Luftfeuchte eine entscheidende Rolle beim Selbstheilungsprozess einnimmt.

**1** Dr. Michael Hilt, Abteilungsleiter des Fraunhofer IPA und Geschäftsführer der Forschungsgesellschaft für Pigmente und Lacke e. V., bei der Übergabe des Tagungspreises an Anastassija Wittmer (© S. Schulte).



# ADDITIVE MANUFACTURING CHALLENGE 2015: STUDENTENPROJEKT BELEGT 1. PLATZ BEI WELTWEITEM WETTBEWERB

»Cooling With Heat« – so lautet die Entwicklung einer neuartigen Prozesskühlung, die ohne zusätzlichen Strom funktioniert. Fünf Masterstudenten des Studiengangs Produktionstechnik der Universität Bremen haben am Fraunhofer IFAM erforscht, wie aus Abwärme ausreichend Strom erzeugt werden kann, um eine Kühleinheit mit Wärmerohren (Heat pipes) und Ventilator zu versorgen. Der Einsatz des Energy Harvesting mit thermoelektrischen Generatoren und die kreative Auslegung der Kühlrippen haben die internationale Jury der Additive World Conference in Eindhoven (NL) überzeugt.

Ob Gefriergeräte, Serverschränke oder Computer – alle Geräte benötigen für die Wärmeabfuhr ihrer Prozessoren Kühleinheiten, die die entstehende Abwärme über Kühlrippen an die Umgebungsluft abgeben. Zusätzlich erzeugen meist Ventilatoren einen Luftstrom zwischen den Kühlrippen, sodass die Wärme schneller abtransportiert werden kann. Die Grundidee hinter der entwickelten Kühleinheit ist, einen Teil der Abwärme der Geräte zu nutzen, um daraus Strom zu erzeugen und damit einen Ventilator zu betreiben. Gleichzeitig konstruierten die jungen Wissenschaftler einzigartige Kühlrippen mit besonders hoher Oberfläche auf kleinstem Raum. Umgesetzt wurde diese Idee mit einem generativen Fertigungsverfahren.

Damit ein thermoelektrischer Generator dauerhaft Strom erzeugt, muss ein konstanter Temperaturgradient hergestellt und dem Generator zugeführt werden. Vereinfacht gesagt, ist dabei eine Seite des Stromerzeugers warm und eine kalt. Insbesondere die Aufrechterhaltung dieses Temperaturgradienten stellte eine Herausforderung dar, da gleichzeitig die Abwärme des Prozessors schnell zum Generator hingeführt und die anfallende Wärmeenergie möglichst effektiv von der kalten Seite wieder abgeführt werden muss. Für diese beiden Aufgaben sind Heat pipes bestens geeignet. Im Rahmen des Projektes

wurden diese individuell konstruiert, mittels generativer Fertigung hergestellt und optimiert. So entstanden Heat pipes mit einer maximalen Krümmung von 45 Grad und internen Kapillarstrukturen, die für einen schnelleren Rücktransport des Wassers zu den warmen Stellen sorgen. Dieser komplexe Aufbau ist nur mit einem 3D-Druckverfahren wie dem Selective Laser Melting (SLM) möglich.

Um die Wärmeübertragung an die Umgebung und damit die Kühlung insgesamt zu verbessern, haben sich die Studierenden bei ihrer Entwicklung etwas sehr Besonderes ausgedacht: Von den verzweigenden Strukturen der Bäume inspiriert, besitzt das Kühlsystem keine gerippte Struktur, sondern »Äste« mit blattähnlichen Strukturen. Ziel bei der Konstruktion war es, ein möglichst hohes Verhältnis von Oberflächen zu Volumen zu generieren, um einen guten Wärmeübergang zur Luft zu erhalten. Diese komplexe und filigrane Struktur wurde ebenfalls im SLM-Verfahren hergestellt.

**Cooling With Heat-Team:** Jonas Deitschun, Melanie Gralow, Lena Heemann, Sebastian Kalka, Daniel Knoop

**1** *Generativ gefertigtes Kühlsystem.*



# LEICHT UND SPARSAM FÜR DIE LUFTFAHRT: FRAUNHOFER-FORSCHER BELEGT 3. PLATZ BEIM STUDENT DESIGN & ENGINEERING AWARD 2015

Michael Süß vom Fraunhofer IFAM in Dresden erhielt am 10. Juni 2015 den 3. Preis beim Student Design & Engineering Award 2015 im Rahmen der RapidTech 2015 in Erfurt.

Ausgezeichnet wurde Herr Süß für seine Diplomarbeit, die am Lehrstuhl Konstruktionstechnik/CAD der TU Dresden in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IFAM Dresden angefertigt wurde. Hauptinhalt war die konstruktive Verbesserung eines Schlüsselements im Helikoptergetriebe durch die Optimierung der Topologie. Dabei gelang es ihm nicht nur, das Gewicht des sogenannten »MG Bracket rear« um knapp 40 Prozent zu verringern, sondern auch die Zusammenführung der vorher einzelnen Bauteile zu ermöglichen.

Bisher wurden die Ausgangsbaueteile aus verschraubten Guss- bzw. Frästeilen gefertigt. Aufgrund der komplexen Struktur der Komponente sowie der gleichzeitigen Verbindung von zwei Teilen ist die Fertigung der jetzigen Bauteilgruppe mit nur einem additiven Verfahren möglich und stellt einen erheblichen Fortschritt im Vergleich zum bisherigen Stand der Technik dar. Für die Fertigung nutzte Herr Süß das additive Fertigungsverfahren Elektronenstrahlschmelzen, das sich durch die Kombination von hohen Bauraten und Dauerfestigkeiten auszeichnet. Damit hat dieses additive Verfahren ein sehr hohes Potenzial für die Anforderungen in der Luftfahrt.

Des Weiteren wird durch die innovative Fertigung wesentlich weniger Material, in diesem Fall Ti-6Al-4V, benötigt und somit eine deutliche Verbesserung der Ressourceneffizienz erreicht.

Mit der Auszeichnung für die Entwicklung des Demonstrators eröffnen sich vielversprechende Perspektiven, bis hin zu einem Serienprodukt, die Gegenstand zukünftiger FuE-Vorhaben sind.

Die Entwicklung entstand im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramms im Projekt »GenFly«, gefördert durch das BMWi.



# NAMEN | DATEN | EREIGNISSE



Das Fraunhofer IFAM versteht sich als materialwissenschaftliches und fertigungstechnologisches Forschungsinstitut. Neben der starken Anwendungsorientierung, die in Projekten mit Partnern aus den verschiedensten Industrien ihren Ausdruck findet, ist wissenschaftliche Exzellenz in den Kernkompetenzen eine zentrale Leitlinie des Instituts.

### 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 und die Technische Universität Dresden.

Forscher und Forscherinnen des Fraunhofer IFAM waren im Sommersemester 2015 und im Wintersemester 2015/2016 wieder mit mehr als 30 Lehrveranstaltungen u. a. an der Universität Bremen, der Technischen Universität Dresden, der Hochschule Bremen und der Hochschule Bremerhaven aktiv.

### Wissenschaftliche Veröffentlichungen und Vorträge

Etwa 200 Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Publikationen dokumentieren am Fraunhofer IFAM erzielte Forschungsergebnisse und bestätigen die starke Position des Instituts auch in der akademischen Community. Ehrungen und Preise für Angehörige des Instituts unterstreichen das.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer IFAM waren auch 2015 wieder intensiv beteiligt an Konferenzen, Messen und Tagungen. Der Schwerpunkt der aktiven Beiträge (in Form von Vorträgen oder Postern) lag

dabei in Deutschland. Die starke internationale Vernetzung des Instituts zeigt sich darüber hinaus darin, dass viele Beiträge auch 2015 bei Veranstaltungen im europäischen Ausland, in Asien, Nord- oder Südamerika und Australien gehalten wurden. Neben der aktiven Teilnahme an von anderer Seite organisierten wissenschaftlichen Fachveranstaltungen tritt das Institut auch regelmäßig selbst als Veranstalter auf.

### Patente

Patente dokumentieren die Innovationsfähigkeit einer Organisation. Mit der Erteilung von 21 Patenten im Jahr 2015 steigert das Fraunhofer IFAM das hohe Niveau der Vorjahre noch einmal deutlich.

Die detaillierte Aufstellung von

- Konferenzen, Tagungen, Workshops,
- wissenschaftlichen Veröffentlichungen (Promotionen, Vorlesungen, Veröffentlichungen, Vorträgen und Postern),
- Patenten sowie
- Ehrungen und Preisen

findet sich im Internet unter:

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

1 *Kunst am Bau, topologieoptimierte Struktur (Tim Trantenroth), Fraunhofer IFAM, Bremen.*

# 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

---

## Standort 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.

---

## Koordination und Redaktion

---

Annika Vasić M. A.  
Dipl.-Biol. Martina Ohle  
Cornelia Müller M. A.

---

## Externe Dienstleister

---

### Foto

PR Fotodesign: Britta Pohl;  
GfG Bremen: Thomas Kleiner

### Satz und Layout

Gerhard Bergmann, SOLLER Werbestudios GmbH

### Druck und Verarbeitung

Berlin Druck GmbH

---

## Bildquellen

---

© Fraunhofer IFAM oder Quellenangaben

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)**