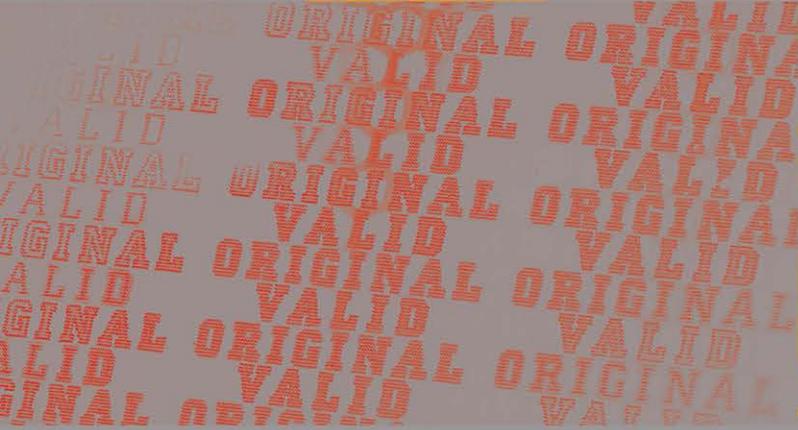
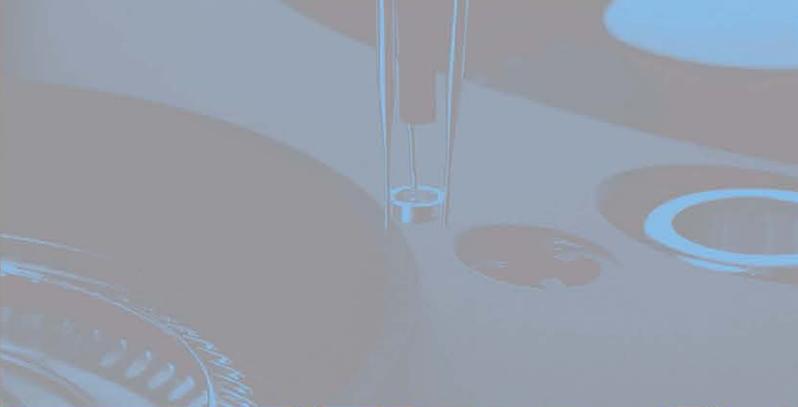




# Fraunhofer

## IFAM

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR FERTIGUNGSTECHNIK UND ANGEWANDTE MATERIALFORSCHUNG IFAM



JAHRESBERICHT  
**2013/2014**

JAHRESBERICHT  
**2013/2014**

# VORWORT

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

auch in unserer Bilanz für 2013 freuen wir uns wieder über ein gutes Geschäftsjahr. Nach wie vor zählen wir zu den ertragsstärksten Einrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft. Seit Jahren verzeichnen wir ein gesundes Wachstum, das sich auch im vergangenen Jahr fortgesetzt hat. Das Fraunhofer IFAM strebt kein Wachstum um jeden Preis, sondern eine nachhaltige Entwicklung an. Der Wettbewerb um interne und externe Mittel ist spürbar intensiver geworden; um erfolgreich zu bleiben, werden wir deshalb unsere sieben wissenschaftlich-technologischen Kernkompetenzen weiter stärken und schärfen.

Im Jahr 2013 hat es erneut einen Zuwachs bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern gegeben. An unserem Stammsitz in Bremen sowie in Dresden, Stade und Oldenburg sind mittlerweile fast 600 Beschäftigte tätig. Beispielhaft für dieses Wachstum steht die Integration des Bremer Energie Instituts in das Fraunhofer IFAM. Die neuen Kolleginnen und Kollegen ergänzen als Experten für die Analyse von Energiesystemen unser Geschäftsfeld Energie und Umwelt ganz hervorragend.

Im Geschäftsfeld Luftfahrt hat unsere Projektgruppe Fügen und Montieren FFM in Stade nach fünfjähriger Pilottätigkeit 2013 die Anerkennung für ihre ausgezeichnete Arbeit bekommen. Eine Evaluierung durch hochrangige Gutachter hat die Ausrichtung der Projektgruppe bestätigt. Die vielversprechenden Ansätze für eine automatisierte Montage und Bearbeitung von Strukturen aus kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen wurden durchgehend gelobt. Die Projektgruppe im Großforschungszentrum CFK NORD ist nach der positiven Einschätzung sowohl der Fraunhofer-Gesellschaft als auch der politischen Gremien nun als ein fester Bestandteil des Fraunhofer IFAM verstetigt worden.

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



1

Im Geschäftsfeld Automotive nimmt die Elektromobilität unverändert eine wichtige Rolle ein. Das Fraunhofer IFAM koordiniert die gemeinsame Arbeit zahlreicher Institute in der zweiten Phase des Fraunhofer-Leitprojekts »Systemforschung Elektromobilität«. Zudem steuern wir die Aktivitäten in der Modellregion Elektromobilität Bremen/Oldenburg, deren Förderung vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur BMVI erneut verlängert wurde. Vor diesem Hintergrund wird das Institut als ein bedeutendes Zentrum der wissenschaftlichen Forschung auf diesem Gebiet wahrgenommen. Die Arbeitsgruppen in Dresden und Oldenburg sind dabei mit ihren Forschungsprojekten zur Energiespeicherung ein wichtiger Baustein.

Das Geschäftsfeld Medizin bzw. Medizintechnik hat sich im vergangenen Jahr weiter sehr positiv entwickelt. Als Beispiel seien Arbeiten zu Dentalimplantaten genannt, die mit einer speziell designten antimikrobiellen Oberfläche ausgestattet werden, um mögliche Infektionen im Umfeld des Implantats zu vermeiden. Solche Infektionen treten aktuell in etwa 150.000 Fällen pro Jahr allein in Deutschland auf und verursachen somit Kosten in Millionenhöhe für Patienten und Krankenkassen. Zurzeit werden solche beschichteten Zahnimplantate an der Universitätsklinik Eppendorf in Studien getestet. Das Geschäftsfeld wird weiterhin unterstützt durch neu installierte Methoden zum »Functional Printing«, wodurch sich zusätzliche Funktionen in medizinische Geräte und Bauteile integrieren lassen.

Intensiviert haben wir auch die Aktivitäten im Bereich Weiterbildung. Gemeinsam mit dem TÜV Rheinland hat das Fraunhofer IFAM das Weiterbildungsangebot zur zertifizierten »Fachkraft für Elektromobilität« gestartet. Auch die Weiterbildung für die Verarbeitung von Faserverbundkunststoffen wurde gestärkt: Unser Kunststoff-Kompetenzzentrum ist in neue Räumlichkeiten eingezogen, die eine modern ausgestattete Werkstatt für die praktische Vermittlung der Lerninhalte umfassen.

Ein besonderer Dank gilt unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die in den zahlreichen Projekten täglich mit großem Einsatz und viel Begeisterung dabei sind. Besonders freut uns, wenn sie für ihre erfolgreiche Arbeit auch 2013 mit verschiedenen Preisen ausgezeichnet wurden. Stolz macht uns zudem, dass unsere Kompetenz in den Universitäten und Hochschulen der jeweiligen Länder eine wichtige Rolle spielt. Zahlreiche Mitarbeiter des Fraunhofer IFAM wirken dort als Professoren, Dozentinnen und Dozenten in der Lehre mit. So wurde etwa der stellvertretende Institutsleiter Prof. Dr.-Ing. Frank Petzoldt 2013 von der Hochschule Bremerhaven zum Honorarprofessor im Studiengang Medizintechnik ernannt.

Unseren Jahresbericht haben wir gestrafft und neu konzipiert; neue Medien haben zu veränderten Lesegewohnheiten geführt. Wir konzentrieren deshalb unsere Trend- und Projektberichte auf das Wesentliche und bringen die Zusammenhänge kompakt auf den Punkt. Auf weiterführende Informationen brauchen Sie dennoch nicht zu verzichten: Alle, die mehr über unsere Arbeit wissen wollen, finden die entsprechenden Links zu unserem ebenfalls neu strukturierten Internetauftritt.

Viel Freude beim Lesen wünschen

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	16
Das Kuratorium des Instituts	23
Die Fraunhofer-Gesellschaft	24
Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – MATERIALS	27
Fraunhofer-Allianzen	28
Fraunhofer Academy	29
Qualitätsmanagement	31

## INSTITUTSERWEITERUNG

Bremer Energie Institut wird Teil des Fraunhofer IFAM: »Heute für morgen denken«	32
--	----

## INTERNATIONALISIERUNG

Internationale Kooperationen	34
------------------------------	----

## METALLISCHE SINTER-, VERBUND- UND ZELLULARE WERKSTOFFE

Kernkompetenz	37
Fraunhofer IFAM erweitert sein Technologie-Portfolio	38
Recycling von Seltenerd-magneten und Produktionsabfällen	39

## PULVERTECHNOLOGIE

Kernkompetenz	41
Fertigungsstraße für gedruckte Funktionsbauteile einsatzbereit	42
Abbaubare, lasttragende Implantate – neue Werkstoffentwicklung für den Menschen	42
Generative Fertigung auf dem Vormarsch – Fraunhofer IFAM bietet neutrale Beratung und individuelle Schulung	43
Gegensätze vereinen: Verschleißfest und trotzdem schweißbar	43

## GIESSEREITECHNOLOGIE

Kernkompetenz	45
»CARBONAL« – gießtechnisches Verbinden von CFK und Aluminium für den Leichtbau	46
CAST <sup>TRONICS</sup> ® – kontaktlose und robuste Bauteilidentifizierung	47

## KLEBTECHNIK

Kernkompetenz	49
Kleben im Stahlbau	50



## OBERFLÄCHENTECHNIK

Kernkompetenz	53
AD-Plasma bietet innovative Möglichkeiten zum Aufbringen dünner Nano-Komposit-Schichten	54

## FASERVERBUNDWERKSTOFFE

Kernkompetenz	57
Verstärkt in die Zukunft – weiterentwickeltes FVK-Personalqualifizierungsangebot am neuen Standort	58
Erfolgreiche Evaluierung der Fraunhofer-Projektgruppe FFM	59

## ELEKTRISCHE KOMPONENTEN UND SYSTEME

Kernkompetenz	61
Luftgekühlter Radnabenmotor mit hoher Drehmomentdichte ist ein Entwicklungsziel in der Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität II	62

## GESCHÄFTSFELDER

Branchenspezifische Lösungen	64
------------------------------	----

## MENSCHEN UND MOMENTE

Dr.-Ing. Frank Petzoldt wird zum Honorarprofessor an der Hochschule Bremerhaven ernannt	66
Bundesbildungsministerin Wanka und Bundestagskandidat Grundmann informieren sich über FuE im CFK NORD in Stade	67
FARBE UND LACK-Preis 2013 für UV-Lack mit multifunktionaler Oberfläche an Andreas Stake	68
Dr.-Ing. Gregor Graßl und Dr. Matthias Ott mit Composite Innovations Award geehrt	69
Dr. Marcus Tegel und Dr. Lars Röntzsch belegen 1. Platz im Wettbewerb »Innovationspreis Brennstoffzelle 2013«	70
Stefan Zimmermann erhält Friedrich-Wilhelm-Preis 2013	71

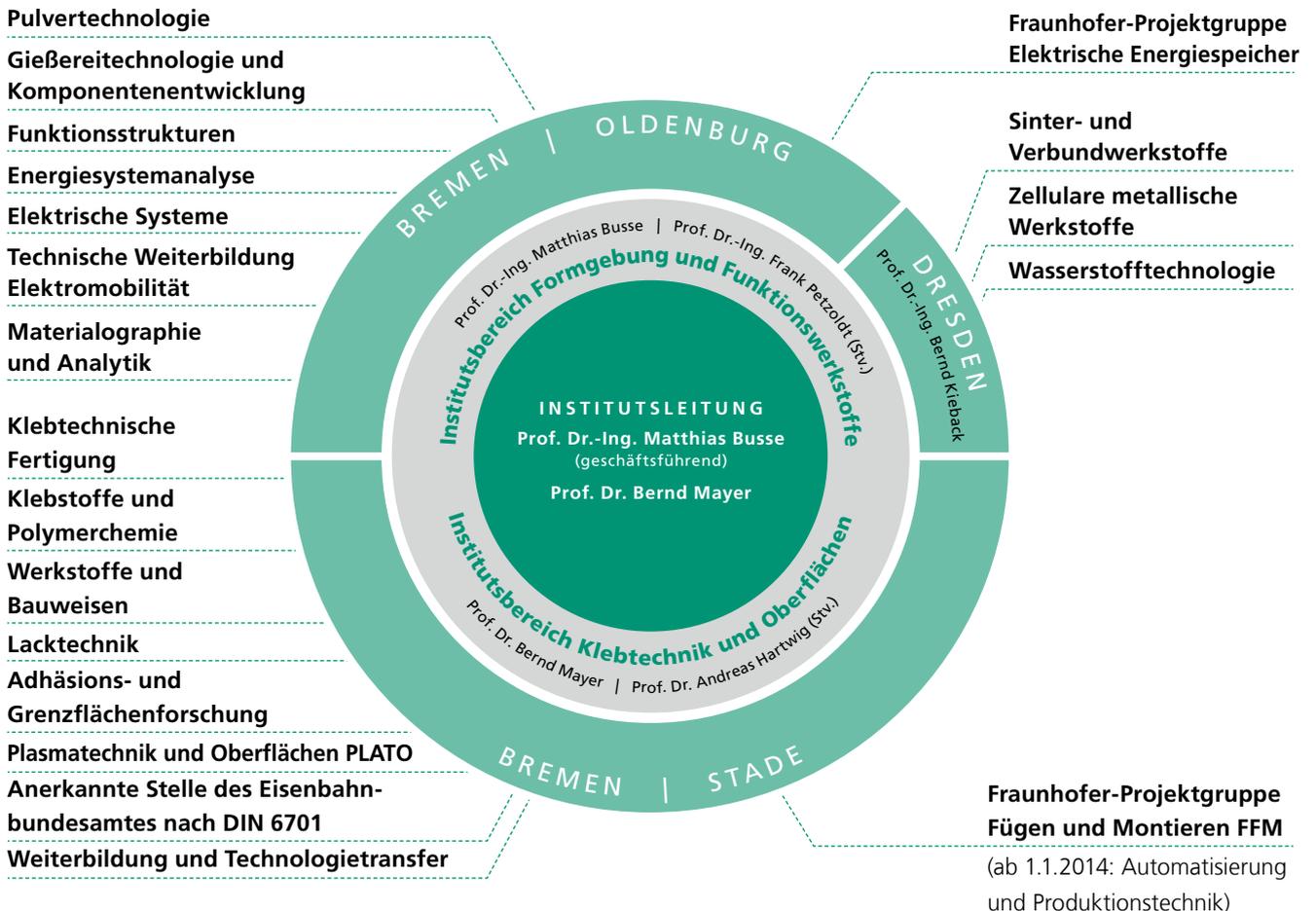
## NAMEN | DATEN | EREIGNISSE

Überblick	73
Impressum	74

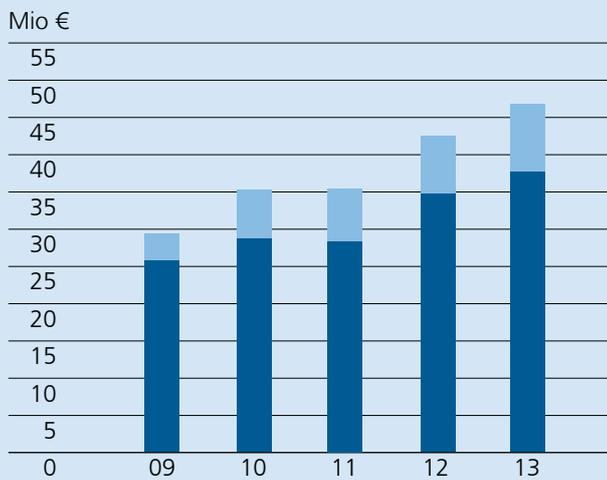
# KURZPORTRÄT UND ORGANIGRAMM

Das Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM wurde 1968 als Arbeitsgruppe für angewandte Materialforschung gegründet und 1974 als Institut in die Fraunhofer-Gesellschaft eingegliedert. Als Vertragsforschungsinstitut mit neuen Schwerpunkten und systematischer Erweiterung entstand eine enge Kooperation mit der Universität Bremen. Die Institutsleiter wurden auf Lehrstühle im Fachbereich Produktionstechnik der Universität Bremen berufen. Das Institut hat Standorte in Bremen und Dresden sowie Fraunhofer-Projektgruppen in Oldenburg und Stade.

Seit 2003 leitet Prof. Dr.-Ing. Matthias Busse als geschäftsführender Institutsleiter den Bereich Formgebung und Funktionswerkstoffe. Prof. Dr. Bernd Mayer leitet seit 2010 als Mitglied der Institutsleitung den Bereich Klebtechnik und Oberflächen. In den beiden Institutsbereichen Formgebung und Funktionswerkstoffe sowie Klebtechnik und Oberflächen zählt das Institut als neutrale, unabhängige Einrichtung zu den größten in Europa. 2013 betrug der Gesamthaushalt des Fraunhofer IFAM 46,1 Millionen Euro, beschäftigt waren 583 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

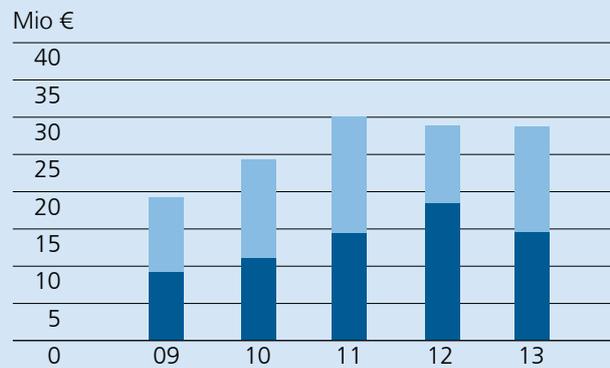


### Betriebs- und Investitionshaushalt 2009–2013



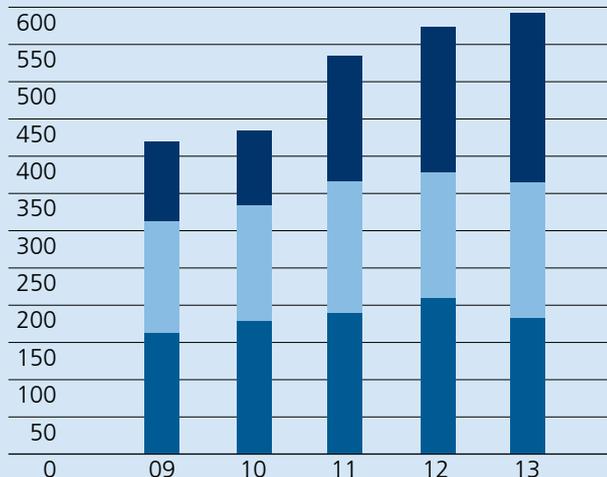
■	Betriebshaushalt	37,2 Mio €
■	Investitionshaushalt	8,9 Mio €

### Erträge 2009–2013



■	Wirtschaftserträge	14,3 Mio €
■	Bund/Land/EU/Sonstige	13,9 Mio €

### Personalentwicklung 2009–2013

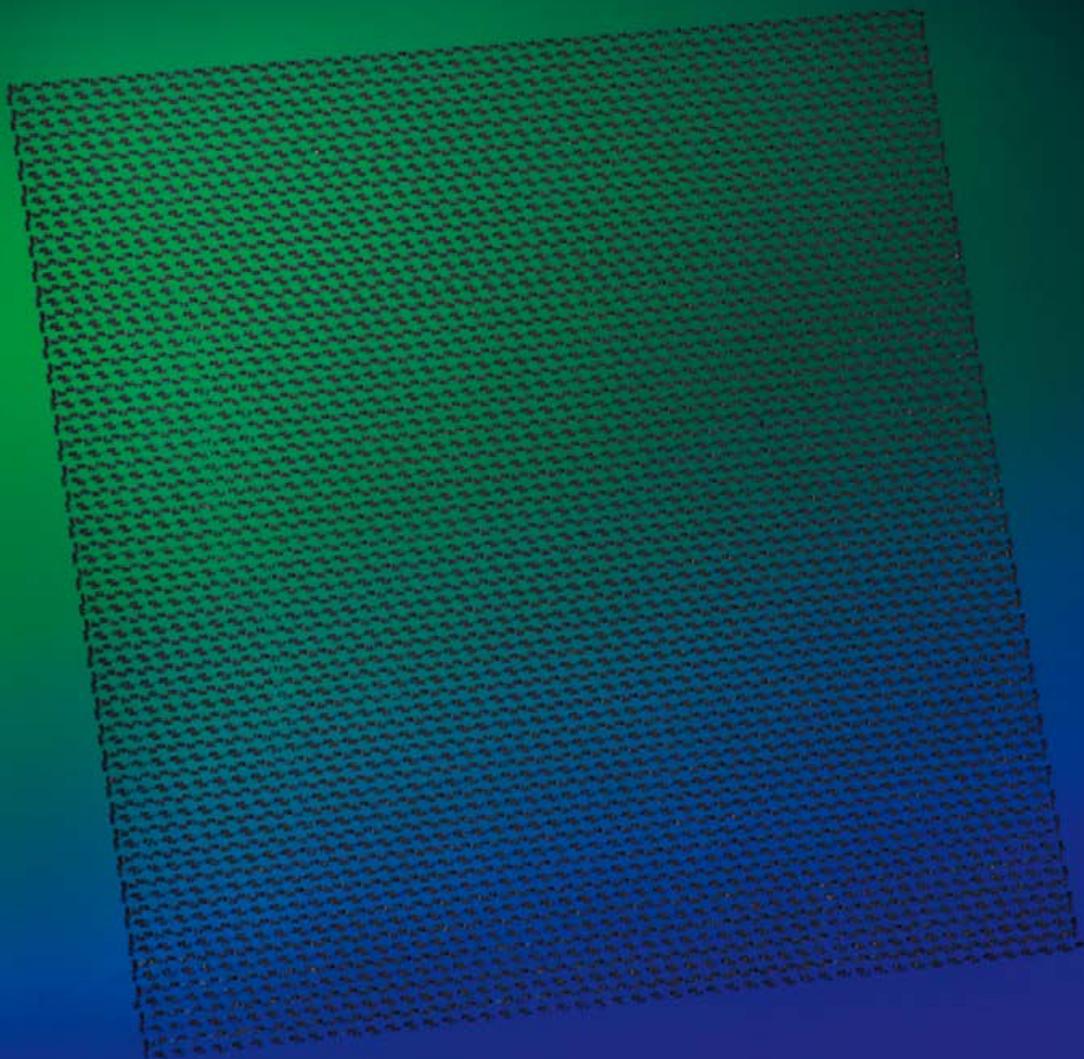


### Personalstruktur 2013

Am 31. Dezember 2013 waren am Fraunhofer IFAM an den Standorten Bremen, Dresden, Oldenburg und Stade insgesamt 583 Personen tätig; das entspricht einem Zuwachs von 2,5 Prozent.

■	Wissenschaftler	224
■	Techniker/Verwaltung/Azubis	179
■	Doktoranden/Praktikanten/Hilfskräfte	180
■	Insgesamt	583

■	Doktoranden, Praktikanten, Hilfskräfte
■	Techniker, Verwaltung, Auszubildende
■	Wissenschaftler





## 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 ist eine Aufgabe, die eine ständige Erweiterung der Wissensbasis und der Methodenkompetenz erfordert. Deshalb hat der kontinuierliche Ausbau von spezifischen Kompetenzen und Know-how am Institutsbereich Formgebung und Funktionswerkstoffe des Fraunhofer-Instituts für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM einen hohen Stellenwert.

Das Spektrum unserer Forschungs- und Entwicklungsarbeiten reicht von anwendungsorientierter Grundlagenforschung bis hin zur Umsetzung in Produkte und zur Unterstützung bei der Fertigungseinführung.

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 CFK.

Die Kernkompetenz »Pulvertechnologie« umfasst Fertigungsverfahren wie Spritzguss, die heutzutage Anwendung bei der Herstellung von geometrisch anspruchsvollen Bauteilen aus zahlreichen metallischen Legierungen und aus keramischen Werkstoffen finden. Es ist gelungen, die unterschiedlichen Eigenschaften von Werkstoffen auch gezielt lokal im Bauteil zur Anwendung zu bringen. So lassen sich Werkstoffeigenschaften wie z. B. hart–weich, dicht–porös oder Werkstoffe mit sensorischen Eigenschaften maßgeschneidert in Bauteile integrieren. Besonders interessant sind diese Entwicklungen in der Mikrobauteilfertigung, wo durch solche integrierten fertigungstechnischen Lösungen die Einsparung der Mikromontage erreicht werden kann.

Besonders für die Entwicklung des »INKtelligent 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.

- 1 *Eine gezielte Kombination von thermoelektrischen und metallischen Werkstoffen ermöglicht es, Strukturen zu drucken, die sich als thermoelektrische Generatoren nutzen lassen.*
- 2 *Testsystem zur Erprobung und Charakterisierung von Materialien für elektrische Energiespeicher.*

Mit einer robotergestützten Fertigungsstraße für die Funktionalisierung von Bauteilen und Oberflächen ist ein wichtiger Schritt bei der Umsetzung und Einführung von Sensorintegration mittels Drucktechniken in die automatisierte industrielle Produktion erfolgt.

Mit modernster Gießereieinrichtung und Analytik sowie einem umfassenden Know-how zur Verarbeitung von Aluminium- und Magnesiumlegierungen mittels Druckguss hat sich das Fraunhofer IFAM gut im Markt positioniert. Neben der Optimierung der Gießprozesse mit Dauerform wird der Ausbau der Kernkompetenz »Gießereitechnologie« auch mit dem Lost-Foam-Gießverfahren kontinuierlich vorangetrieben. Bei der Entwicklung der »CAST<sup>trionics</sup>®-Technologie« wird ein verfahrenstechnischer Ansatz verfolgt, der es den Gießereien ermöglicht, Funktionskomponenten direkt im Gießprozess selbst zu integrieren.

Die Umsetzung von zellularen metallischen Werkstoffen in Produkte ist auf einem hohen Know-how-Stand. Hier werden spezielle Lösungen für Märkte wie z. B. den Dieselpartikelfilter 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, Energie, Medizin und Umwelt.

Auch weiterhin sind Werkstoffe und deren Verarbeitung bei allen Produktinnovationen ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Besonders ist das für die Urformverfahren hervorzuheben, da im Fertigungsprozess gleichzeitig Werkstoffeigenschaften und die Bauteilgeometrie beeinflusst werden können. Der sich daraus ergebende Markt wächst aufgrund zunehmender Produktkomplexität.

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 und rundet die Kernkompetenz »Metallische Sinter-, Verbund- und zelluläre Werkstoffe« ab.

Ein sich weiterhin dynamisch entwickelndes Arbeitsgebiet ist das Thema Elektromobilität mit den Schwerpunkten Energiespeicher, Antriebstechnik und Systemprüfung. Diese bilden wesentliche Elemente der relativ jungen Kernkompetenz »Elektrische Komponenten und Systeme«. Im Mittelpunkt der Arbeiten stehen hier Entwicklung, Aufbau und Erprobung von Komponenten für Elektrofahrzeuge und deren Integration in Systeme. Ein Beispiel hierfür ist der Fraunhofer-Radnabenmotor, der maßgeblich am Fraunhofer IFAM entwickelt wurde. Ein Leistungszentrum für die Prüfung des kompletten elektrischen Antriebsstrangs ist bereits aufgebaut. Das Angebot umfasst dabei die gezielte Untersuchung und Bewertung von Elektromotoren, Leistungsumrichtern, Steuerungssystemen und Traktionsbatterien. Dazu gehört neben Versuchen zur Batteriealterung auch die Charakterisierung von Dauerlaufeigenschaften elektrischer Antriebssysteme anhand von standardisierten bzw. realen Fahrzyklen.

Die durch die Integration des Bremer Energie Instituts in das Fraunhofer IFAM neu entstandene Abteilung Energiesystemanalyse adressiert darüber hinaus die Themen erneuerbare Energien, Kraft-Wärme-Kopplung, energieeffiziente Gebäude sowie Wärme- und Stromnetze. Ein vor Kurzem aufgebautes Angebot für technische Weiterbildung vermittelt industriellen Anwendern zudem neueste Forschungsergebnisse und praktisches Wissen zur Elektromobilität.

## Perspektiven

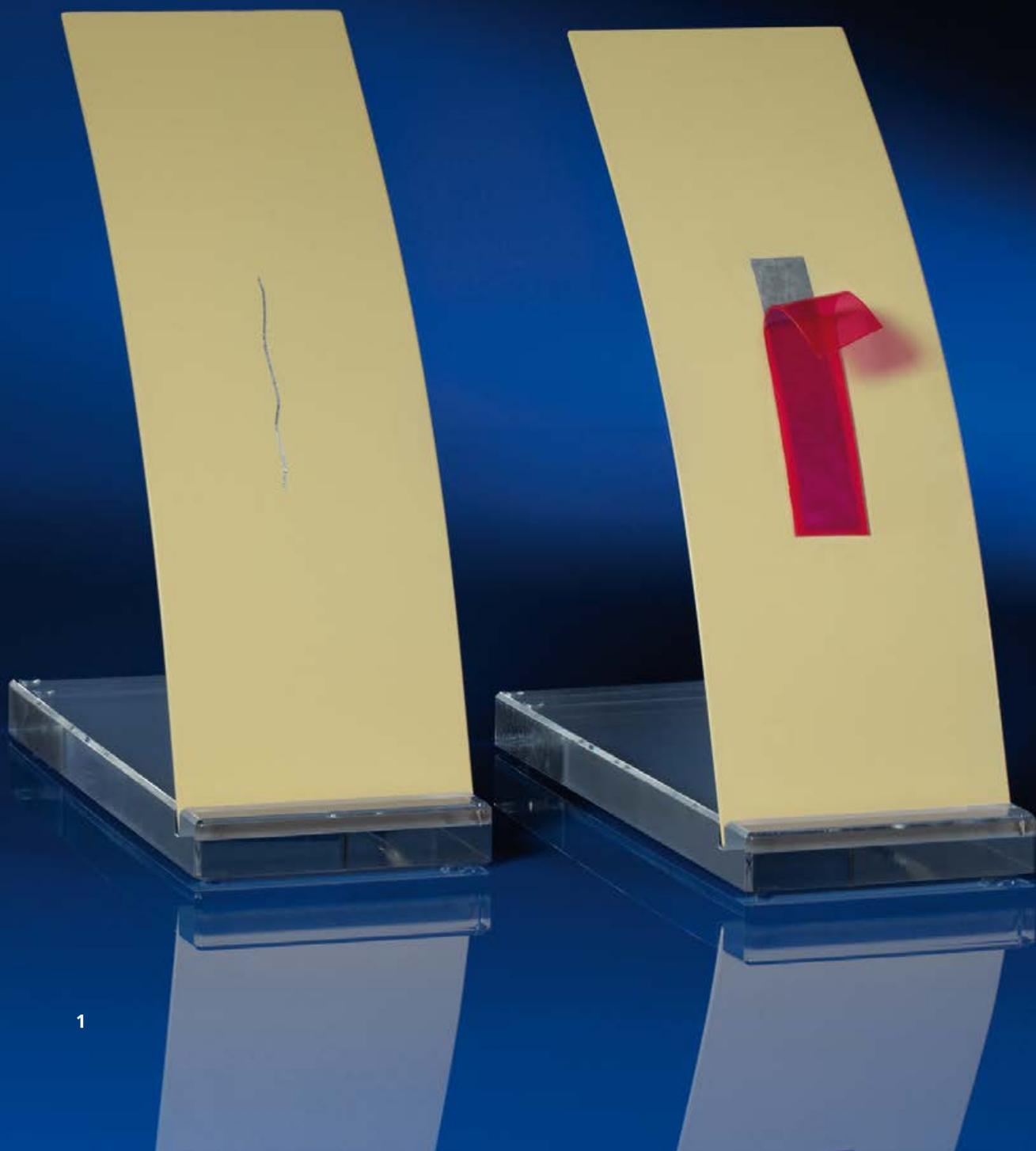
Die weitere Entwicklung komplexer Antriebssysteme wie z. B. Radnabenmotoren stellt auch in Zukunft ein interessantes Aufgabengebiet am Institutsbereich Formgebung und Funktionswerkstoffe des Fraunhofer IFAM dar. Gerade die Verbindung der eigentlichen Antriebsentwicklung mit der Umsetzung in einen Prototyp und dessen praktischer Erprobung ist hier vor dem Hintergrund der Nutzung fertigungs- und prüftechnischer Kompetenzen des Instituts zu nennen. Der Aufbau und die Einbindung von Gesamtfahrzeugmodellen in die Untersuchung von Batterien und Antriebsmotoren in Form von »Hardware in the Loop«-Simulationen auf dem IFAM-Antriebsstrangprüfstand stellt eine weitere interessante Ergänzung dar.

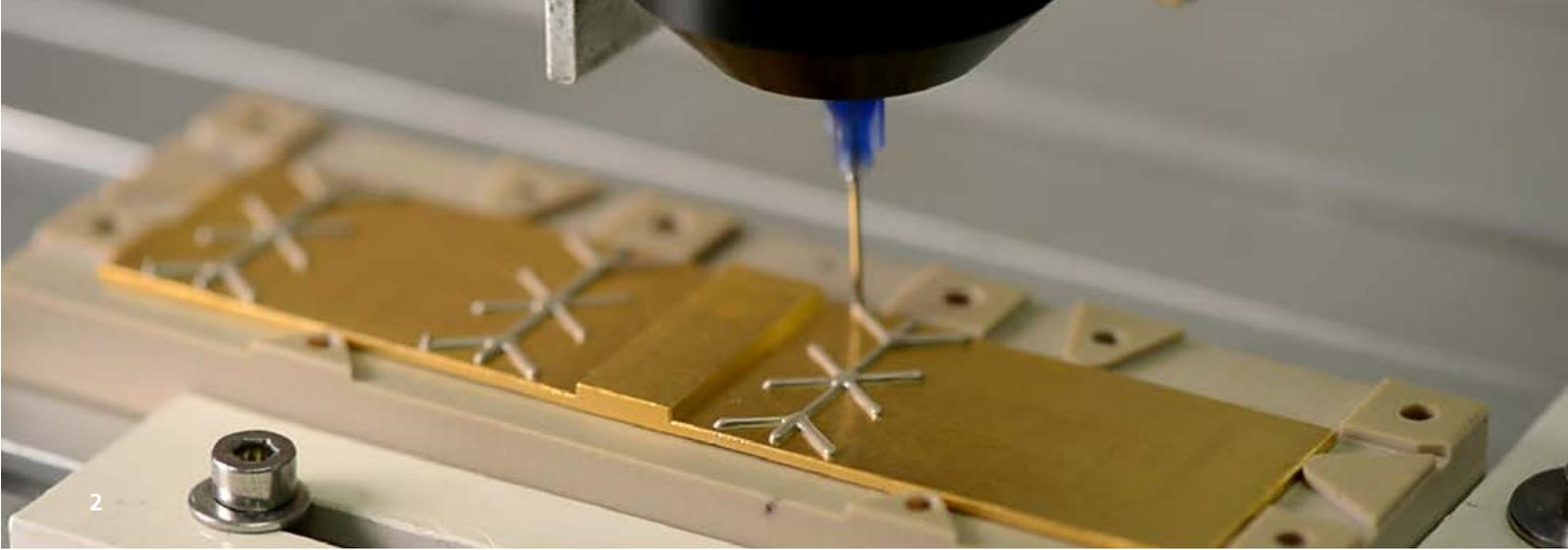
Der Aufbau einer Fertigungszelle für die Funktionalisierung von Bauteilen und Oberflächen ist der nächste Schritt bei der Umsetzung und Einführung von Sensorintegration mittels Drucktechniken in bestehende industrielle Fertigungslinien. Die Entwicklung neuer fertigungstechnischer Möglichkeiten für eine kostengünstige Herstellung von Komponenten für den Antriebsstrang im Elektrofahrzeug hat eine große wirtschaftliche Attraktivität und stellt eine neue Herausforderung dar.

## Arbeitsschwerpunkte

- Werkstoffentwicklung und -modifikation: metallische Werkstoffe, Strukturwerkstoffe, Funktionswerkstoffe, Werkstoffverbunde, zelluläre Werkstoffe, Thermal-Management, Thermoelektrik
- Pulvermetallurgische Technologien: Spezialinterverfahren, Metal Injection Molding, Generative Verfahren, Nano- und Mikrostrukturierung
- 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, Analyse von Flottenversuchen, Technische Weiterbildung/Lehrgänge – national und international
- Erneuerbare Energien, Energieversorgung und Klimaschutz
- Energieeffiziente Gebäude, Wärme- und Stromnetze
- Kraft-Wärme-Kopplung

DAS INSTITUT IM PROFIL





# KLEBTECHNIK UND OBERFLÄCHEN

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

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

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

Mit der Fraunhofer-Projektgruppe Fügen und Montieren FFM 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 »Faserverbundtechnologie« 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 *Anwendung des Beizklebebands vor der Reparatur eines Lack-schadens.*
- 2 *Speziell abgestimmtes Dispensbild zur elektrischen Kontaktierung von Lithium-Ionen-Zellen. (Projekt: eProduction)*

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 Klebtechnische Zentrum ist über DVS-PersZert® nach DIN EN ISO/IEC 17024 als akkreditierte Personalqualifizierungsstelle für die klebtechnische Weiterbildung international anerkannt. Es ist gemäß der Akkreditierungs- und Zulassungsverordnung Arbeitsförderung (AZAV) zugelassen. Das Kunststoff-Kompetenzzentrum ist auch nach AZAV zugelassen und erfüllt die Qualitätsanforderungen der DIN EN ISO/IEC 17024. Die »Anerkannte Stelle« für das Kleben von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen ist nach DIN 6701-2 und in Anlehnung an DIN EN ISO/IEC 17021 durch das Eisenbahn-Bundesamt akkreditiert.

---

### Perspektiven

---

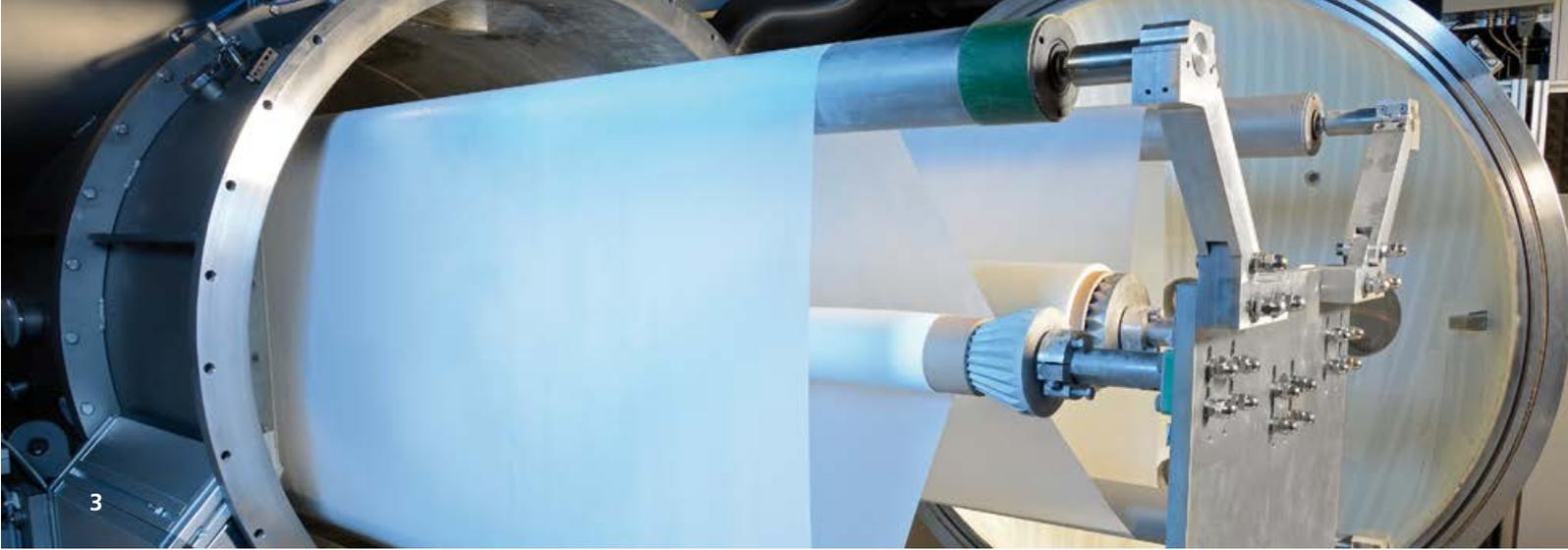
Die Industrie stellt an die Prozesssicherheit bei der Einführung neuer Technologien sowie bei der Modifizierung bereits genutzter Technologien hohe Anforderungen. Sie sind für die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich Klebtechnik und Oberflächen maßgebend und richtungsweisend. Gemeinsam mit 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 bei Weitem noch nicht ausgeschöpft wird. Leichtbau für den ressourcenschonenden Transport, Kleben in der Medizin und der Medizintechnik sowie der Einsatz von nanoskaligen 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.

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
  - 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-Verarbeiter/-in (FVK-Verarbeiter/-in), Faserverbundkunststoff-Fachkraft (FVK-Fachkraft) und Faserverbundkunststoff-Instandsetzer/-in (FVK-Instandsetzer/-in)

**3** Funktionsbeschichtung auf Folien mittels Niederdruck-Plasma-polymerisation.

# ARBEITSGEBIETE UND ANSPRECHPARTNER

## INSTITUTSLEITUNG

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

## INSTITUTSBEREICH FORMGEBUNG UND FUNKTIONSWERKSTOFFE

- Prof. Dr.-Ing. 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 2246-419  
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 Oberflächeneigenschaften
- Nasschemische Vorbehandlung
- Schadensanalysen

## ANERKANNTE STELLE DES EISENBAHN-BUNDESAMTES NACH DIN 6701-2

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)

- Beratung bei Fragestellungen zur DIN 6701 (»Kleben von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen«)
- Durchführung von Betriebsprüfungen und Zertifizierungen gem. DIN 6701
- Mitglied im Arbeitskreis Kleben DIN 6701

## AUTOMATISIERUNG UND PRODUKTIONSTECHNIK

(bis 31.12.2013: Fraunhofer-Projektgruppe Fügen und Montieren FFM)

### 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
- Fügetechnik (Kleben, Shimmen, Dichten)
- Bearbeitungstechnik (Fräsen, Bohren, Wasserstrahl-schneiden)
- Automatisierungsgerechte Bauteilaufnahme
- Form- und Lagekorrektur von Großbauteilen
- Sensorgeführte Roboter mit hoher Positionier-genauigkeit
- Trennmittelfreie Herstellung von Faserverbund-bauteilen
- Herstellung prototypischer Bauteile und Strukturen
- Entwicklung von Anlagen und -komponenten

## BUSINESS DEVELOPMENT

### Prof. Dr. Bernd Mayer

Telefon +49 421 2246-419

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
- Focal Point für Großunternehmen

## ELEKTRISCHE ENERGIESPEICHER

### Dr. Julian Schwenzel

Telefon +49 441 36116-262

julian.schwenzel@ifam.fraunhofer.de

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

- Zellchemie
- Metall-Luft-Batterien
- Pastenentwicklung und Elektrodenherstellung
- Zellenbau
- Elektrokatalyse
- Batterieteststände
- In-situ-Analytik
- Lebensdauer und Alterungsmechanismen

## ELEKTRISCHE SYSTEME

### Dr. Gerald Rausch

Telefon +49 421 2246-242

gerald.rausch@ifam.fraunhofer.de

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

- Elektromobilität
- E-Fahrzeugflotte
- Ladeinfrastruktur
- Ladetechnologien (induktiv, konduktiv)
- Prüffeld für E-Motoren (bis 120 kW)
- Teststand für Traktionsbatterien (bis 50 kWh)
- Fahrzyklenanalyse
- Fahrzeugmonitoring
- Simulation der Betriebszustände aller Komponenten des elektrischen Antriebsstrangs

### ENERGIE UND THERMISCHES MANAGEMENT

**Prof. Dr.-Ing. Jens Meinert**  
Telefon +49 351 2537-357  
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
- Zelluläre Metalle in kompakten Wärmeübertragern
- Strukturierung von Verdampferoberflächen
- Thermomanagement Wärme erzeugender Bauteile
- Mathematische Modellierung des Wärmetransportes
- Simulation von Schmelz- und Erstarrungsvorgängen
- Messung thermischer Stoff- und Transportgrößen
- Untersuchung energietechnischer Komponenten

### FUNKTIONSSTRUKTUREN

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

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

### ENERGIESYSTEMANALYSE

**Prof. Dr. Bernd Günther**  
Telefon +49 421 2246-7025  
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
  - Integrierte Wärme- und Stromversorgung
  - Leitungsgebundene Wärmeversorgung
  - Energieeffizienz in Werkstoff-/Prozesstechnik
  - Energiewirtschaftliche/-politische Rahmenbedingungen
  - Wohnungswirtschaft und Elektromobilität
  - Systemintegration stationärer/mobiler Speicher

### GIESSEREITECHNOLOGIE UND KOMPONENTENENTWICKLUNG

**Dipl.-Ing. Franz-Josef Wöstmann**  
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
- Verlorene Kerne, komplexe Geometrien
- Feinguss
- Niederdruckguss
- Funktionsintegration (CAST<sup>TRONICS</sup>®)
- Gießereitechnologische Entwicklung
- Elektrische Antriebstechnik: Auslegung, Simulation, Fertigung, Prüfung und Integration von Komponenten und Maschinen

## 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 Klebstoffe

## 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

## 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)

- █ Auswahl und Charakterisierung von Kleb- und Dichtstoffen
- █ Langzeitbeständigkeit von Kleb-/Dichtverbindungen
- █ Dosier-, Misch- und Applikationstechnik
- █ Beschichtung flächiger Substrate
- █ Fertigung von geklebten Prototypen
- █ Fertigungsplanung, Prozessgestaltung, Automatisierung
- █ Prozess-Reviews und Schadensanalysen
- █ Elektrisch/optisch leitfähige Kontaktierungen
- █ Adaptive Mikrosysteme und Dosieren kleinster Mengen
- █ Fertigungskonzepte Mikrofertigung

## 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: BET, Spez. Oberfläche
- █ Metallografie: Schlitze, Härtemessungen, Bildanalyse
- █ Rasterelektronenmikroskopie
- █ Focus Ion Beamed
- █ Spurenanalyse
- █ Röntgenografische Phasenanalyse
- █ Ausbildung zum Werkstoffprüfer

### 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

### 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

### 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
- Generative Fertigung
- Magnetwerkstoffe
- Kompositwerkstoffe
- Metallschäume

### TECHNISCHE WEITERBILDUNG ELEKTROMOBILITÄT

**Dr.-Ing. Marcus Maiwald**

Telefon +49 421 2246-124

marcus.maiwald@ifam.fraunhofer.de

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

- Personalqualifizierung im Bereich Elektromobilität in Deutschland und China
- Elektromobilität intensiv
- Fachkraft für Elektromobilität
- Elektromobilität in der Zukunft
- Technikdidaktik

## WASSERSTOFFTECHNOLOGIE

**Dr. Lars Röntzsch**

Telefon +49 351 2537-411

[lars.roentzsch@ifam-dd.fraunhofer.de](mailto:lars.roentzsch@ifam-dd.fraunhofer.de)

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

- █ Elektrodenwerkstoffe für die Wasserelektrolyse
- █ Elektrochemische Charakterisierung von Metallen
- █ Entwicklung und Testung von Elektroysezellen
- █ Metallhydride zur reversiblen H<sub>2</sub>-Speicherung
- █ 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
- █ Wasserstoffversprödung zur Pulverherstellung
- █ Umfassende Analytik von H<sub>2</sub>-Feststoff-Reaktionen

## WERKSTOFFE UND BAUWEISEN

**Dr. Markus Brede**

Telefon +49 421 2246-476

[markus.brede@ifam.fraunhofer.de](mailto:markus.brede@ifam.fraunhofer.de)

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

- █ Werkstoff- und Bauteilprüfung
- █ Nachweisführung 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

## WEITERBILDUNG UND TECHNOLOGIETRANSFER

**Prof. Dr. Andreas Groß**

Telefon +49 421 2246-437

[andreas.gross@ifam.fraunhofer.de](mailto: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

## ZELLULARE METALLISCHE WERKSTOFFE

**Dr.-Ing. Olaf Andersen**

Telefon +49 351 2537-319

[olaf.andersen@ifam-dd.fraunhofer.de](mailto: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 und Schwämme
- █ Hohlkugelstrukturen und Präzisions-Hohlkugeln
- █ Verstärkung von Gussbauteilen mit 3D-Drahtstrukturen
- █ Hochleistungs-Schwingungsdämpfung
- █ Hochleistungs-Wärmespeicher
- █ Degradierbare metallische Implantatwerkstoffe
- █ Schmuck und Design
- █ Katalyse und Filtration

DAS INSTITUT IM PROFIL



# DAS KURATORIUM DES INSTITUTS

## Mitglieder

### Dr. Rainer Rauh

Vorsitzender des Kuratoriums  
Airbus Deutschland GmbH  
Bremen

### Prof. Dr. Ramon Bacardit

Henkel AG & Co. KGaA  
Düsseldorf  
(bis Mai 2013)

### Regierungsdirektorin

#### Dr. Annerose Beck

Sächsisches Staatsministerium  
für Wissenschaft und Kunst  
Dresden

### Prof. Dr. Rolf Drechsler

Universität Bremen  
Bremen  
(bis Februar 2013)

### Michael Grau

Mankiewicz Gebr. & Co.  
Hamburg

### Dr. Stefan Kienzle

Daimler AG  
Sindelfingen

### Prof. Dr. Jürgen Klenner

Airbus Deutschland GmbH  
Bremen

### Staatsrat

#### Gerd-Rüdiger Kück

Die Senatorin für Bildung  
und Wissenschaft  
der Freien Hansestadt Bre-  
men  
Bremen

### Dr. Johannes Kurth

KUKA Roboter GmbH  
Augsburg

### Dr. Andreas Meier

tesa SE  
Hamburg  
(seit Juni 2013)

### Carsten Meyer-Rackwitz

tesa SE  
Hamburg  
(bis Februar 2013)

### Dr. Matthias Müller

Robert Bosch GmbH  
Stuttgart  
(bis Februar 2013)

### Dr. Georg Oenbrink

Evonik Industries AG  
Essen

### Dr. Ralf-Jürgen Peters

TÜV Rheinland  
Consulting GmbH  
Köln

### Dr. Rainer Schöfeld

Henkel AG & Co. KGaA  
Düsseldorf  
(seit Juni 2013)

### Jan Tengzelius M. Sc.

Höganäs AB  
Höganäs, Schweden

### Christoph Weiss

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

## Gäste

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

Universität Bremen  
Bremen

### Johann Wolf

BMW AG  
Landshut

## 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. Rund 23 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2 Milliarden Euro. Davon fallen rund 1,7 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 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)

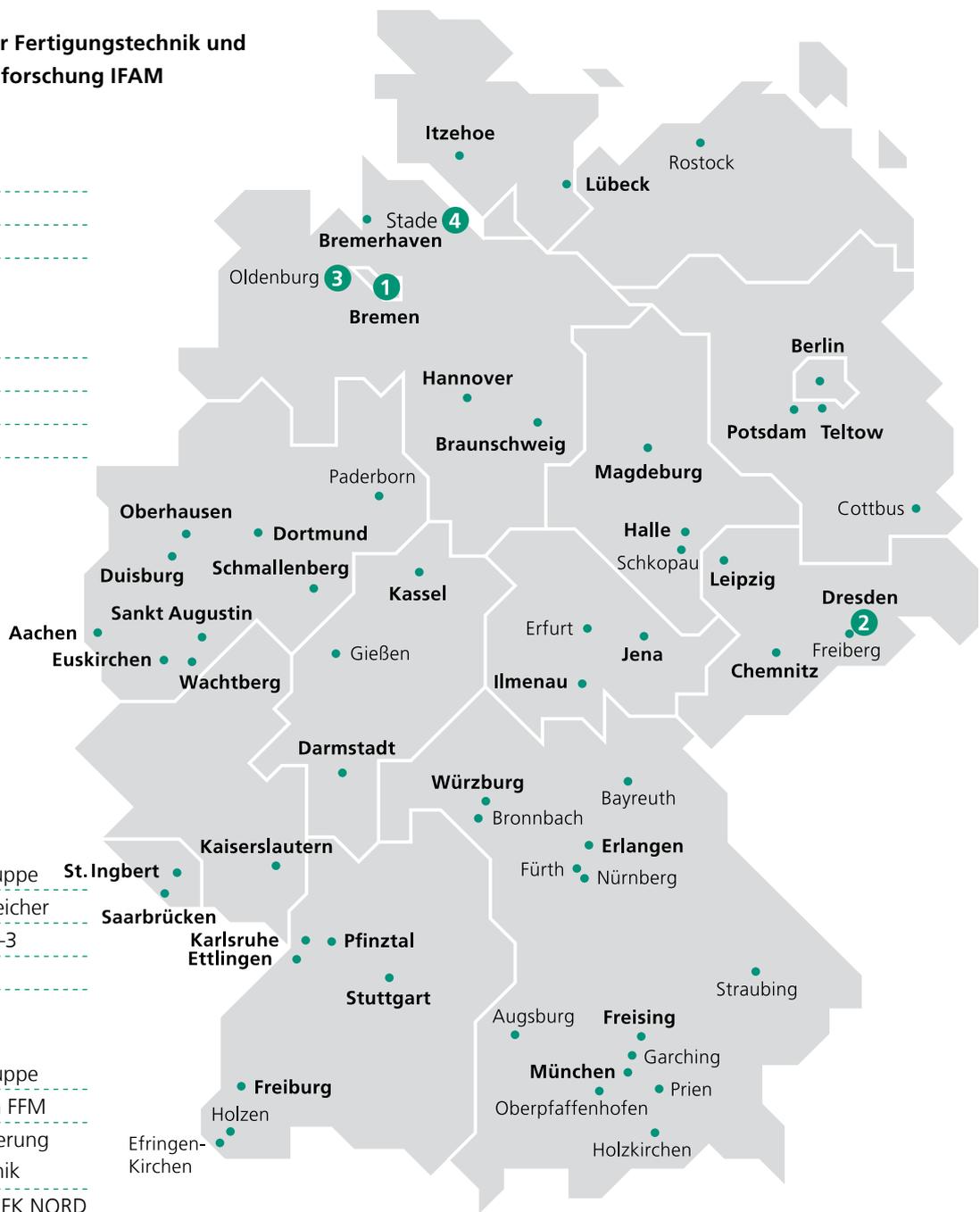
**Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM**

**1** Fraunhofer IFAM  
 Wiener Straße 12  
 28359 Bremen

**2** Fraunhofer IFAM  
 Institutsteil Dresden  
 Winterbergstraße 28  
 01277 Dresden

**3** Fraunhofer-Projektgruppe  
 Elektrische Energiespeicher  
 Marie-Curie-Straße 1-3  
 26129 Oldenburg

**4** Fraunhofer-Projektgruppe  
 Fügen und Montieren FFM  
 seit 2014: Automatisierung  
 und Produktionstechnik  
 Forschungszentrum CFK NORD  
 Ottenbecker Damm 12  
 21684 Stade



**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

#### **Stv. Vorsitzender des Verbundes**

Prof. Dr. Peter Gumbsch

#### **Ansprechpartner Fraunhofer IFAM**

Prof. Dr.-Ing. 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 ADAPTRONIK

Ansprechpartner Fraunhofer IFAM  
Dipl.-Ing. Franz-Josef Wöstmann  
franz-josef.woestmann@ifam.fraunhofer.de

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

## FRAUNHOFER-ALLIANZ BAU

Ansprechpartner Fraunhofer IFAM  
Dr. Till Vallée  
till.vallee@ifam.fraunhofer.de  
Dr. Klaus-Dieter Clausnitzer  
klaus-dieter.clausnitzer@ifam.fraunhofer.de

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

## FRAUNHOFER-ALLIANZ AUTOMOBILPRODUKTION

Ansprechpartner Fraunhofer IFAM  
Dipl.-Ing. Franz-Josef Wöstmann  
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 GENERATIVE FERTIGUNG

Ansprechpartner Fraunhofer IFAM  
Prof. Dr.-Ing. Frank Petzoldt  
frank.petzoldt@ifam.fraunhofer.de  
Dr. Burghardt Klöden  
burghardt.kloeden@ifam-dd.fraunhofer.de

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

Ansprechpartner Fraunhofer IFAM  
Dr. Markus Brede  
markus.brede@ifam.fraunhofer.de  
Dr.-Ing. Günter Stephani  
guenter.stephani@ifam-dd.fraunhofer.de

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

Ansprechpartner Fraunhofer IFAM  
**Dr. Dirk Salz**  
 dirk.salz@ifam.fraunhofer.de

→ [www.photokatalyse.fraunhofer.de](http://www.photokatalyse.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  
**Dipl.-Ing. (FH) Sascha Buchbach**  
 sascha.buchbach@ifam.fraunhofer.de

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

**FRAUNHOFER-ALLIANZ SIMULATION**

Sprecher der Allianz | Ansprechpartner Fraunhofer IFAM  
**Andreas Burblies**  
 andreas.burblies@ifam.fraunhofer.de

→ [www.simulation.fraunhofer.de](http://www.simulation.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 | www.kunststoff-in-bremen.de  
**Dr.-Ing. Marcus Maiwald**  
 marcus.maiwald@ifam.fraunhofer.de  
 www.ifam.fraunhofer.de/fachkraft-emobility

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

DAS INSTITUT IM PROFIL





DIN EN ISO/IEC 17021

AZAV

DIN EN ISO/IEC 17024

DIN EN ISO/IEC 17025

DIN EN ISO 9001

DIN 6701-2

## 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
- Gießereitechnologien und Komponentenentwicklung
- Metallographie, Thermoanalytik, Pulvermesstechnik und Spurenanalytik
- Verfahren zur Herstellung und Verarbeitung nanodisperser Suspensionen
- Computermodellierung und Simulation

### Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025

Die Prüflaboratorien Werkstoffprüfung, Korrosionsprüfung, Lacktechnik, Materialographie und Analytik am Standort Bremen sind seit 1996 zusätzlich nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

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.

### Zertifizierung nach DIN EN ISO/IEC 17024 und Zulassung nach AZAV

Das Klebtechnische Zentrum ist seit 1998 über DVS-PersZert® nach DIN EN ISO/IEC 17024 als akkreditierte Personalqualifizierungsstelle für die klebtechnische Weiterbildung international anerkannt. Es ist seit 2009 gemäß der Akkreditierungs- und Zulassungsverordnung Arbeitsförderung (AZAV) zugelassen.

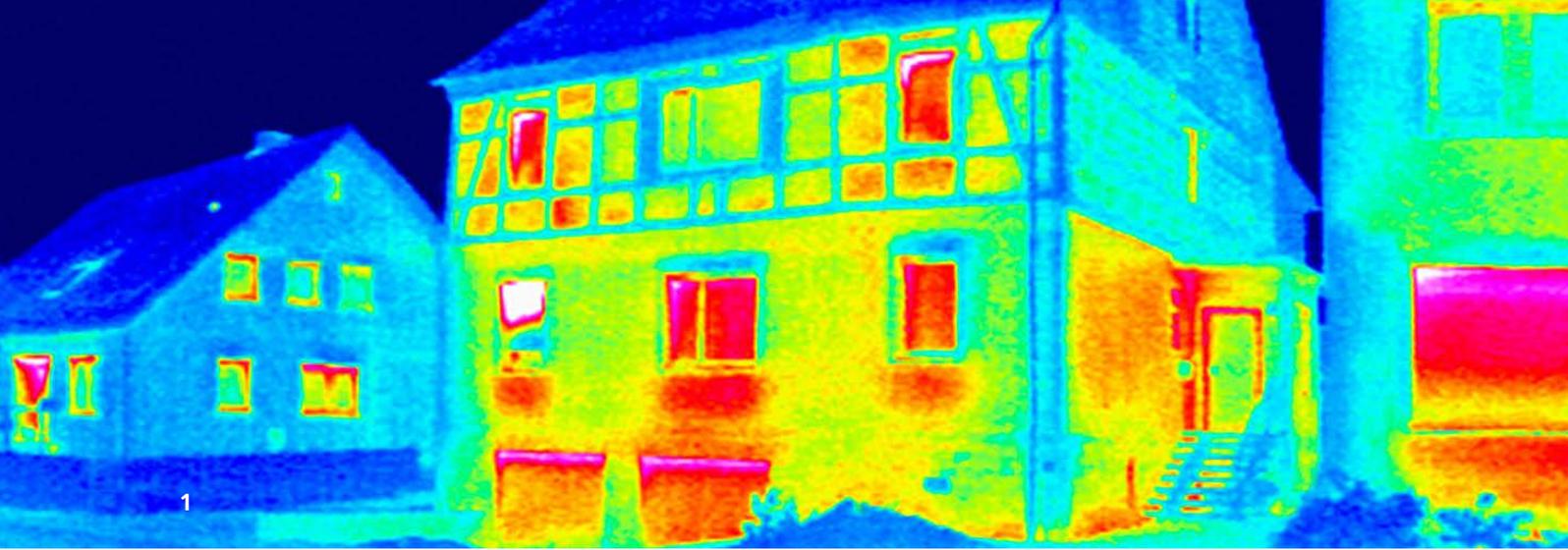
### Zulassung nach AZAV

Das Kunststoff-Kompetenzzentrum unter Leitung des Fraunhofer IFAM ist seit 2007 nach der Akkreditierungs- und Zulassungsverordnung Arbeitsförderung (AZAV) zugelassen und erfüllt die Qualitätsanforderungen der DIN EN ISO/IEC 17024.

### Akkreditierung nach DIN 6701-2 und DIN EN ISO/IEC 17021

Die Anerkannte Stelle für das Kleben von Schienenfahrzeugen und -fahrzeugteilen ist seit 2006 nach DIN 6701-2 und in Anlehnung an DIN EN ISO/IEC 17021 durch das EBA akkreditiert.

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



# BREMER ENERGIE INSTITUT WIRD TEIL DES FRAUNHOFER IFAM: »HEUTE FÜR MORGEN DENKEN«

Am 1. September 2013 wurde das Bremer Energie Institut (BEI) mit Unterstützung des Landes Bremen in das Fraunhofer IFAM integriert. Das Team aus zehn interdisziplinär aufgestellten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern stärkt insbesondere das Geschäftsfeld »Energie und Umwelt« und rundet das FuE-Angebot in bestehenden Technologiefeldern des Fraunhofer IFAM ab.

---

## Über 20 Jahre Kompetenz in Fragen von Energie

---

Das Bremer Energie Institut wurde 1990 auf Initiative des Bremer Energiebeirats durch die Freie Hansestadt Bremen gegründet und war bis 2013 formal durch Kooperationsverträge mit der Universität Bremen und der Jacobs University Bremen verbunden. Es hat in den Themenbereichen Energiewirtschaft und Energiepolitik eine beachtliche Reputation erlangt und wichtige Fragestellungen im Hinblick auf eine wirtschaftliche, Ressourcen schonende und sichere Energieversorgung im Rahmen von Studien, Gutachten sowie Energie- und Klimaschutzkonzepten wissenschaftlich bearbeitet. Zu den Auftraggebern gehören insbesondere Ministerien (Bund/Land), Stadt- und kommunale Verwaltungen, Verbände, Energieversorger und Wohnungsgesellschaften.

Besonders ausgewiesene Kompetenzen liegen im Bereich der Bewertung von Nutzungsszenarien für die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), von Blockheizkraftwerken (BHKW) in integrierten Energieversorgungskonzepten sowie der leitungsgebundenen Wärmeversorgung (Fern- und Nahwärmesysteme). Auch zur Konzeption energieeffizienter Sanierungs- und Neubauvorhaben sowie in der wissenschaftlichen Begleitung bei der Umsetzung (z. B. Effizienzhaus-PLUS) hat das Bremer

Energie Institut maßgebliche Beiträge geleistet. Bereits vor der Integration begann eine fruchtbare Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IFAM im Rahmen der Modellregion Elektromobilität Bremen/Oldenburg.

---

## Forschung und Beratung im Umfeld der Energiewende

---

Durch die politisch beschlossene Energiewende ergeben sich enorme Herausforderungen bei der Transformation des bestehenden Energiesystems auf lokaler, regionaler und nationaler Ebene. Die Abkehr von fossilen Brennstoffen und Wendung zu einer Energieversorgung auf Basis erneuerbarer Energien verlangt neue technologische und regulatorische Lösungsansätze. In diesem äußerst komplexen und zugleich dynamischen Umfeld ist eine ganzheitliche Betrachtung von Energiesystemen erforderlich, um jederzeit die Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit im Verlauf dieser Transformation zu gewährleisten.

## Energiesystemanalyse im Fraunhofer IFAM

Mit der Integration des Bremer Energie Instituts in das Fraunhofer IFAM werden die genannten Forschungsaktivitäten im Rahmen der neu geschaffenen Abteilung »Energiesystemanalyse« weitergeführt und intensiviert. Im Zentrum der Projektarbeit stehen dabei weiterhin die Themen zur leitungsgebundenen Wärmeversorgung, zur integrierten Kraft-Wärme-Kopplung, zur Verbesserung der Energiebilanz im Wohnungsbau sowie zu den Auswirkungen regulatorischer Rahmenbedingungen in Energiekonzepten auf lokaler und regionaler Ebene.

Das vom Fraunhofer IFAM seit einigen Jahren bearbeitete Thema der Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität insbesondere in ländlichen Regionen stellt in Verbindung mit mobilen wie stationären Stromspeichern ein weiteres wichtiges Element für regionale Energiekonzepte dar. Die Synergiepotenziale dieser Integration gehen jedoch weit darüber hinaus, denn der effiziente Einsatz von elektrischer, thermischer und mechanischer Energie aus erneuerbaren Quellen hat auch für viele der am Fraunhofer IFAM bearbeiteten Werkstoff- und Prozessentwicklungen eine hohe Relevanz. Dies betrifft z. B. Werkstoffe, die der Speicherung und Wandlung thermischer Energie in unterschiedlichsten Technologiefeldern dienen. Hier können durch Analyse und Bewertung des Gesamtenergiesystems ökonomische Vorteile herausgearbeitet werden, die weit über eine prototypische Entwicklung von Bauteilen und Komponenten hinausgehen. So kann die Abwärme in Systemen mit geringen Temperaturdifferenzen genutzt werden, indem Adsorptionsspeicher, Phasenwechselmaterialien und Wärmetauscher geschickt kombiniert und in Verbindung mit Wärmepumpen zu einer deutlich verbesserten Effizienz beitragen.

Mit der neuen Abteilung Energiesystemanalyse am Fraunhofer IFAM können nun auch die technisch geprägten Projektinhalte vor allem im Geschäftsfeld Energie und Umwelt umfassend bewertet werden, und zwar durch Einbeziehung gesell-

schaftlicher, ökonomischer und auch regulatorischer Rahmenbedingungen, die das jeweilige Energiesystem signifikant beeinflussen können. Mit dieser ganzheitlichen Betrachtung des Energiesystems gelingt es noch besser, Effizienzpotenziale aufzuzeigen und wirtschaftliche Vorteile zu quantifizieren.

Aktuelle Schwerpunkte der Projektarbeit sind:

- Entwicklung von Konzepten für den Einsatz zentraler und dezentraler Kraft-Wärme-Kopplung in Energiesystemen
- Analyse der Speicheroptionen für fluktuierende Energien aus erneuerbaren Quellen in gekoppelten Energienetzen (Gas, Wärme, Strom)
- Ermittlung des Nutzungspotenzials für Fernwärme in Stadtteilen und Quartieren
- Lebenszyklusanalysen zur Steigerung der Material- und Energieeffizienz von Fertigungsprozessen
- Auslegung und Bewertung von Wärmedämm- und Heizungssystemen in Gebäuden

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

1 Quelle: © Ingo Bartussek – Fotolia.com.

2 Quelle: © Thorsten Schier – Fotolia.com.



# INTERNATIONALE KOOPERATIONEN

## Gewachsener Kreis brasilianischer Partner

Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer IFAM arbeiten seit mehr als zehn Jahren mit brasilianischen Partnern zusammen. Lagen die Schwerpunkte in den ersten Jahren auf dem Gebiet der universitären Ausbildung und Forschung, so gewinnen aktuell gemeinsame Projekte in den Bereichen der angewandten Forschung und schließlich auch der industriellen Anwendung zunehmend an Bedeutung. Die engagiert und mit Weitblick aufgebauten Netzwerke, die zwischen diesen drei Säulen gespannt sind, erweisen sich als tragfähig und als Wachstumskeim für geschäftliche Beziehungen zwischen Partnern auf Augenhöhe, deren Ressourcen und Kompetenzen sich sehr gut ergänzen.

## Aktive Förderung des Austauschs des wissenschaftlichen Nachwuchses

Auf Initiative des Auswärtigen Amtes werden gegenwärtig unter dem Motto »Wo Ideen sich verbinden« und im Rahmen des Jahrs »Deutschland + Brasilien 2013/2014« neue Kooperationen angestoßen, die die Sichtbarkeit der deutsch-brasilianischen Zusammenarbeit auch auf den Gebieten der Bildung, Wissenschaft und Wirtschaft erhöhen sollen. Die brasilianische Regierung fördert zum Beispiel mit dem Programm »Wissenschaft ohne Grenzen« (Ciência Sem Fronteiras) bis 2015 den Austausch von 101 000 Studenten und jungen Forschern, die auch an deutschen Universitäten und Forschungsinstituten neue Impulse weitergeben und erhalten können. Ende 2013 waren 16 Stipendiatinnen und Stipendiaten brasilianischer Programme am Fraunhofer IFAM aktiv, darunter inzwi-

schen drei Doktorandinnen und Doktoranden von der Universität Bremen. Im Rahmen eines Beitrags der »Deutschen Welle« im brasilianischen Fernsehen berichteten die jungen Studentinnen und Studenten zusammen mit Prof. Dr. Mayer und Dr. Leite Cavalcanti über die gemeinsamen Erfahrungen.

Die bundesweite Sichtbarkeit dieser Aktivitäten manifestierte sich auch in der Einladung vonseiten der brasilianischen Botschafterin in der Bundesrepublik Deutschland, Maria Luiza Viotto, im Rahmen derer Dr. Leite Cavalcanti im August 2013 auf einem Symposium an der Bundesanstalt für Materialforschung (BAM) in Berlin vor 200 Stipendiatinnen und Stipendiaten des Programms »Wissenschaft ohne Grenzen« über die Forschungsarbeiten am Fraunhofer IFAM referierte.

## Erfolgreich mit Hochschulen und Industrie

Wie gut die Zusammenarbeit inzwischen in Brasilien Fuß gefasst hat, lässt sich deutlich erkennen: An einem Besuch zweier Forscher des Fraunhofer IFAM zum Meinungsaustausch an der Universität von Ponta Grossa (UEPG), der auf Einladung des Universitätsrektors und Präsidenten der Brasilianischen Vereinigung bundesstaatlicher und kommunaler Universitäten (ABRUEM), Prof. João Carlos Gomes, erfolgte, mehreren laufenden Forschungsprojekten mit brasilianischen Universitäten sowie einer ersten auf mehrere Jahre angelegten bilateralen Zusammenarbeit mit einem bedeutenden brasilianischen Industriepartner.

**1** Prof. Dr. Bernd Mayer (r.), Dr. Welchy Leite Cavalcanti (l.) und Marcela Martins Melo (7. v. l.) vom Fraunhofer IFAM mit Stipendiaten des brasilianischen Programms »Wissenschaft ohne Grenzen«.



2

## Forschung und Weiterbildung zu Elektromobilität in China

Fraunhofer zählte zu den Stationen, die der chinesische Forschungsminister Prof. Dr.-Ing. Wan Gang bei seiner Deutschlandreise Ende Mai 2013 besuchte. An dem Treffen mit Fraunhofer-Präsident Prof. Dr.-Ing. Reimund Neugebauer nahm neben Prof. Dr. Jochem Heizmann, seit September 2012 Leiter des bei VW neu geschaffenen Vorstandsressorts China, auch Prof. Dr.-Ing. Matthias Busse teil. Bei dem gemeinsamen Gespräch wurden Möglichkeiten für Kooperationsprojekte in den Bereichen Umwelt und Energie erörtert. Ein Fokus lag dabei auf dem Thema Elektromobilität: VW und Fraunhofer planen, sich insbesondere in den Provinzen mit Volkswagen-Produktionsstandorten zu engagieren.

Das Fraunhofer IFAM ist Teil eines Konsortiums von vier Fraunhofer-Instituten, das zusammen mit der Volkswagen Group China im Frühjahr 2013 ein Projekt zum Thema Ladeinfrastruktur gestartet hat. Untersucht werden sollen zum Beispiel die Auswirkungen der Ladeinfrastruktur auf die lokalen Stromnetze sowie die Nutzung von Elektrofahrzeugen in den typischen Vorortwohnanlagen. Neben dem Fraunhofer IFAM sind unter Führung des Fraunhofer IWU auch das Fraunhofer ISI sowie der Ilmenauer Institutsteil des Fraunhofer IOSB beteiligt.

Ein zweiter Aspekt im Zusammenhang mit Elektromobilität in China ist für das Fraunhofer IFAM die technische Weiterbildung in diesem Bereich. Hierzu ist ein Seminarangebot erarbeitet worden, mit dem Themen wie elektrische Energiespeicher, elektrischer Antriebsstrang und neue Fahrzeugkonzepte adressiert werden.

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

## Europäische Forschungsk Kooperation mit Japan

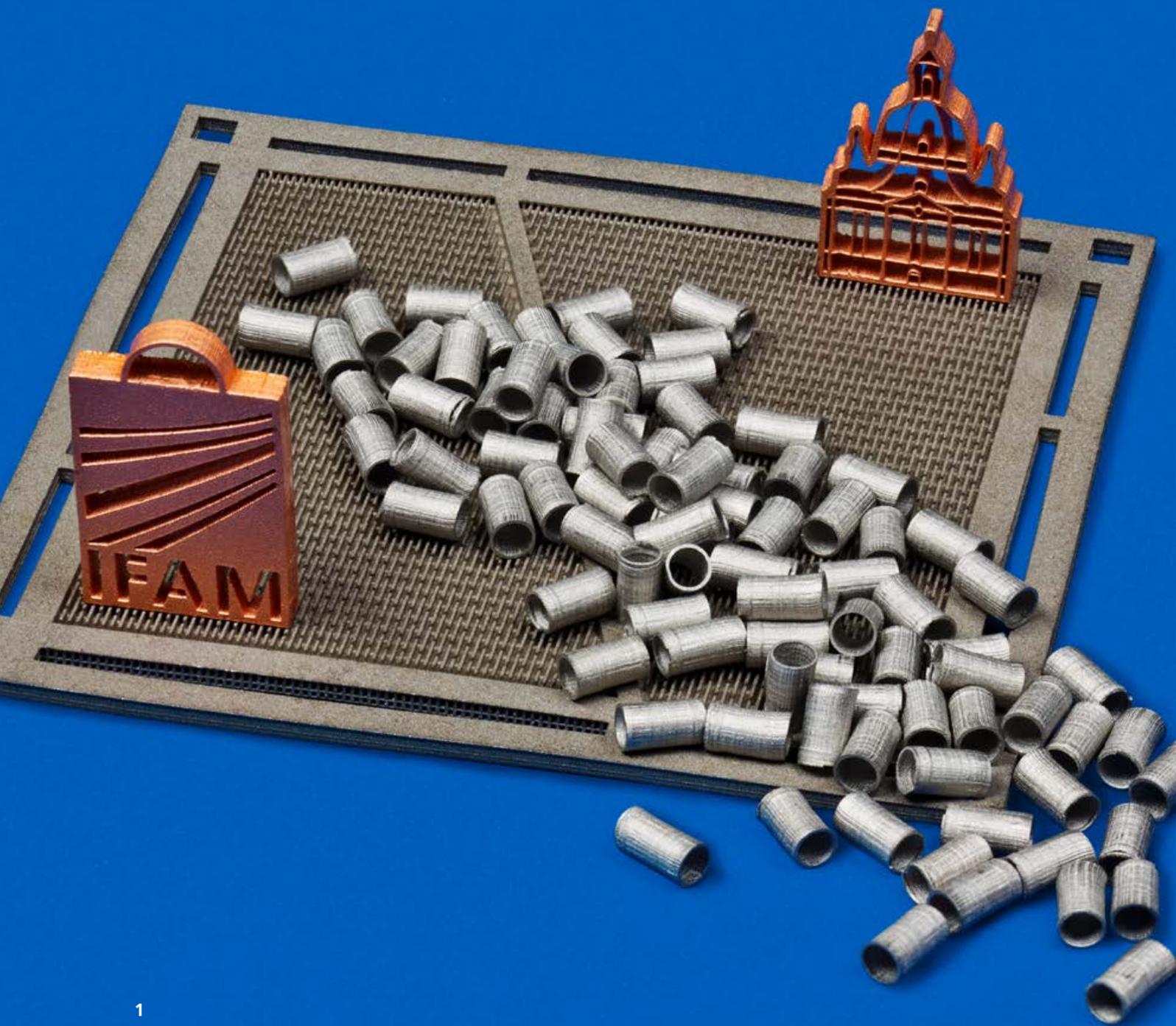
Im November 2012 startete mit dem Projekt JEDI ACE (Japanese-European De-Icing Aircraft Collaborative Exploration) eine Forschungszusammenarbeit von drei japanischen und drei europäischen Partnern, die gemeinsam von der japanischen Regierung über das Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) und der Europäischen Kommission gefördert wird. Zielsetzung ist dabei ein integriertes Eisschutzsystem für die neue Generation von Flugzeugen, in denen zunehmend carbonfaserverstärkte Kunststoffe verwendet werden. Das angestrebte Eisschutzsystem umfasst drei synergistische Komponenten: aktive Enteisungstechnik, funktionale Beschichtungen, die die Enteisungsfunktion unterstützen, sowie eine Sensortechnik, die nicht nur die Vereisung, sondern auch die Enteisung in Echtzeit überwacht.

Für das Fraunhofer IFAM stellt dieses multilaterale Projekt den Ausgangspunkt dar für eine weitere Vertiefung der Kooperation mit japanischen Partnern. Im Jahr 2013 gab es drei Reisen von bzw. nach Japan, während derer eine Vielzahl von Kontakten geknüpft werden konnte. Möglichkeiten für gemeinsame Projekte und denkbare Formen der Zusammenarbeit wurden dabei mit Vertretern aus Forschung, Industrie und Politik diskutiert. In drei Vorträgen wurden aktuelle Fortschritte bei Herstellung und Bearbeitung von CFK-Komponenten präsentiert. Das bestehende Memorandum of Understanding zwischen dem National Composite Center der Universität Nagoya und dem Fraunhofer ICT soll 2014 auf das Fraunhofer IFAM ausgeweitet werden.

Die gute Zusammenarbeit von Fraunhofer IFAM und Fraunhofer ICT unterstützte die Darstellung eines umfassenderen FuE-Portfolios und erhöhte die Effizienz der Netzwerk- und Akquisitionsbemühungen.

2 Prof. Dr.-Ing. Wan Gang (2. v. l.) mit Prof. Dr.-Ing. Reimund Neugebauer, Prof. Dr. Jochem Heizmann und Prof. Dr.-Ing. Matthias Busse.

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 schafft zahlreiche Möglichkeiten zur Herstellung und Optimierung innovativer metallischer Werkstoffsysteme 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.

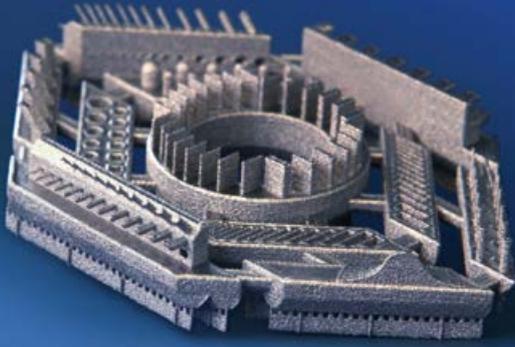
Das Fraunhofer IFAM verfügt über umfangreiche Kenntnisse zur Legierungs- und Verfahrensentwicklung für die Herstellung von Leichtmetallbauteilen insbesondere aus Aluminium für die Gewichtsreduzierung im Fahrzeugbau. Bei den metallischen Verbundwerkstoffen liegt der Fokus auf Werkstoffentwicklungen für 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 *Demonstratorbauteile für generative Fertigung durch dreidimensionalen Siebdruck.*



1



2

# FRAUNHOFER IFAM ERWEITERT SEIN TECHNOLOGIE-PORTFOLIO

Kundenindividuelle Produkte, steigende Variantenvielfalt, kürzere Innovationszyklen und der Spagat zwischen kleinen Losgrößen und der Umsetzung in einer Massenfertigung sind Herausforderungen, denen sich produzierende Unternehmen im heutigen Wettbewerb stellen müssen. Eine Lösung stellt die Produktion mittels generativer Fertigung dar, da durch die signifikante Senkung der Material- und Anlagenkosten, die Verringerung der Fertigungszeit sowie verbessertes Bauteildesign die Wirtschaftlichkeit der Herstellung wesentlich erhöht werden kann.

## Technologien am Standort Dresden

Electron Beam Melting (EBM) ist ein pulverbettbasiertes Strahlschmelzverfahren, mithilfe dessen Bauteile durch das schichtweise Aufschmelzen des Pulvers mittels eines Elektronenstrahls generiert werden. Der Prozess unterscheidet sich neben der Strahlquelle von anderen generativen Verfahren wie folgt:

- Das Pulverbett wird während des Aufbauprozesses auf erhöhter Temperatur gehalten. Durch die Versinterung der Pulverpartikel wird einerseits eine Stützwirkung im Pulverbett erzeugt, andererseits die Entstehung von Pulverstaub beim Auftreffen des Elektronenstrahls vermieden.
- Der Prozess läuft unter Hochvakuum. Dadurch werden die Verunreinigungsgehalte im Prozess sehr niedrig gehalten, wodurch insbesondere sehr reaktive Materialien verarbeitbar werden.

Beim 3D-Siebdruck wird das Bauteil durch eine Paste, die Metallpulver enthält, mittels eines Siebdruckverfahrens aufgebaut. Die Technologie hat folgende spezifische Eigenschaften:

- Durch die Nutzung einer Paste können alle Werkstoffe eingesetzt werden, die als Pulver verfügbar sind.
- Mit der Verwendung feiner Pulver können hohe Oberflächenqualitäten und feine Strukturen realisiert werden.
- Durch den Einsatz des industriell etablierten Siebdruck-

prozesses ist die Massenfertigung von Bauteilen bis in die Millionenstückzahl problemlos umsetzbar.

## Chancen, Marktpotenzial, Perspektive

Generative Fertigungsverfahren haben das Potenzial, zu völlig neuartigen Fertigungsketten und Produkten zu führen. Für metallische Bauteile ermöglichen die pulverbasierten Verfahren außer der wesentlich größeren Designfreiheit auch die breiteste Werkstoffpalette. Neben der vorhandenen Anlagentechnik verfügt das Fraunhofer IFAM über langjährige Erfahrungen bei den relevanten Werkstoffgruppen und über umfassendes Know-how in der Pulvermetallurgie. Diese Kombination von Technologie- und Werkstoffkompetenz ist eine exzellente Grundlage für das Fraunhofer IFAM, um essenzielle Beiträge bei der Überführung der Verfahren in die industrielle Produktion zu leisten.

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

- 1 *Design-Demonstrator für EBM aus Ti-6Al-4V (CAD-Vorlage: Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl Fertigungstechnik).*
- 2 *3D-Siebdruck-Struktur (Demonstrator).*



# RECYCLING VON SELTENERDMAGNETEN UND PRODUKTIONSABFÄLLEN

Seit der Verhängung von Ausfuhrzöllen durch China für bestimmte Rohstoffe in den Jahren 2010 und 2011 ist eine größere Unabhängigkeit von Seltenerdimporten ein wichtiges wirtschaftsstrategisches Ziel der Bundesregierung. Die drei wichtigsten Optionen zum Erreichen dieses Ziels sind die Erschließung eigener Primärlagerstätten, die Reduktion bzw. Substitution bestimmter Seltenerdelemente – und die Rückgewinnung von Sekundärrohstoffen durch Recycling.

Obwohl Neodym, Praseodym und Dysprosium aufgrund ihrer Wichtigkeit zur Herstellung leistungsfähiger NdFeB-Magnete bereits heute die größte wirtschaftliche Bedeutung aller Seltenerden haben, waren die Anstrengungen für eine gezielte Rückgewinnung dieser Elemente bislang nicht ausreichend. Insbesondere existieren nur wenige vielversprechende Ansätze für eine Aufbereitung von Altmagneten und Magnetabfällen, die einerseits das volle Potenzial der bereits vorhandenen Trennung der darin enthaltenen Seltenerdelemente ausschöpfen und andererseits störende Verunreinigungen (z. B. Oxide, organische Verbindungen) abtrennen können.

An dieser Stelle setzt das am Fraunhofer IFAM in Dresden entwickelte Recyclingverfahren auf hydrometallurgischer Basis für die gezielte Rückgewinnung der Elemente Neodym, Praseodym und Dysprosium aus Materialgemischen an. Dem Verfahren liegt die Idee zugrunde, dass sich durch das geschickte Ausnutzen physikalischer Zusammenhänge und durch eine optimierte Prozesssteuerung eine so hohe Gesamtselektivität erreichen lässt, dass auf eine aufwendige und teure Feintrennung der Seltenerden durch Ionentauscher oder Flüssig-Flüssig-Extraktionsanlagen verzichtet werden kann. Für die Produktion neuer hochwertiger NdFeB-Magnete ist es jedoch unerlässlich, dass insbesondere Samarium, welches in Magnetmaterialgemischen vorhanden ist, aber auch Oxide und organische Verunreinigung abgetrennt werden.

Im Rahmen von Entwicklungsprojekten konnte gezeigt werden, dass sich diese notwendige Selektivität beim Recycling von Magnetwerkstoffgemischen im Labormaßstab insbesondere durch eine geeignete physikalische Vorbehandlung und Vorseparation sowie durch einen gesteuerten hydrometallurgischen Aufschluss realisieren lassen. Ein entsprechender Recyclingprozess wurde bereits zum Patent angemeldet.

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

1 *Beispiel für magnetisches Altmaterial.*



# KERNKOMPETENZ PULVERTECHNOLOGIE

Pulvertechnische Lösungen haben sich seit Langem im industriellen Einsatz bewährt. Wie kein zweiter Fertigungsprozess ermöglicht die pulvertechnologische Herstellung von Bauteilen eine gezielte Einstellung von Materialeigenschaften und Geometrie gleichzeitig. 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.

Ausgangspunkt für pulvertechnologische Lösungen ist das verwendete Material. Durch das Mischen von Pulvern lassen sich Werkstoffe mit den erforderlichen Eigenschaftsprofilen herstellen. So lassen sich z. B. Eigenschaften wie Härte, Zähigkeit, E-Modul, Verschleiß und Wärmedehnung an die Erfordernisse anpassen. Zunehmend spielen neue weichmagnetische Materialien und Hartmagnete eine wichtige Rolle.

Das zentrale Element der Kernkompetenz Pulvertechnologie ist das umfassende Know-how in unterschiedlichen Formgebungs- und Fertigungsprozessen. Die Formgebung und das Sintern sind der Kern der pulvertechnologischen Fertigung von Bauteilen.

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 umfangreiche Kenntnisse verfügt das Fraunhofer IFAM auch in der Generativen Fertigung, bei der Bauteile werkzeuglos aus metallischen Pulvern in nahezu beliebigen und

sehr komplexen Formen direkt aus 3D-CAD-Daten entstehen. Anwendung findet diese Verfahren inzwischen nicht mehr nur bei der Umsetzung der schnellen Produktentwicklung, sondern mittlerweile 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 Fertigungsstraße werden die Verfahren im industriellen Maßstab umgesetzt.

Die Kernkompetenz wird abgerundet durch entsprechende unterstützende Technologien. Dazu zählt 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** *Additiv (SLM) gefertigtes Kalibrierwerkzeug mit internen Vakuum- und Kühlkanälen.*



## FERTIGUNGSSTRASSE FÜR GEDRUCKTE FUNKTIONSBAUTEILE EINSATZBEREIT

Im Herbst 2013 hat das Fraunhofer IFAM in Bremen eine robotergestützte Fertigungsstraße mit unterschiedlichen Drucktechnologien in Betrieb genommen. Systematisch durchdacht sind Siebdruck, Ink-Jet-, Aerosol-Jet- und Dispensverfahren modular in einer Produktionseinheit vereint. Damit können die unterschiedlichsten Anforderungen der Funktionalisierung zwei- und dreidimensionaler Oberflächen gleichzeitig erfüllt werden.

Aus fertigungstechnischer Sicht ist die Integration komplexer Funktionsstrukturen im Mehrlagenaufbau in ein Bauteil bei einer bestehenden Prozesskette von größter Bedeutung. Die gedruckten Strukturen erfüllen dabei zusätzliche Funktionalitäten wie Sensoren, passive und aktive elektrische Komponenten sowie Energieerzeuger und -speicher. Die neue Fertigungsstraße mit zentraler Robotereinheit und umgebender Bauteilzuführung, Wärmebehandlungsöfen sowie Prozess- und Fertigungsmodulen erlaubt es, flache und dreidimensionale Bauteile mit gedruckter Elektronik seriennah mehrlagig zu funktionalisieren. Das Robotersystem sorgt dafür, dass die einzelnen Einheiten automatisiert mit den zu funktionalisierenden Bauteilen beschickt werden. Durch die unterschiedlichen Drucktechnologien können verschiedenste Materialien und Prozesse nach Kundenanforderungen kombiniert werden.

Mit der Fertigungsstraße werden nicht nur technologierelevante, sondern insbesondere auch produktionsrelevante Forschungs- und Entwicklungsthemen wie Reproduzierbarkeit und Wirtschaftlichkeit unter industrienahen Bedingungen evaluiert. Sie unterstützt damit die Kernkompetenzen des Fraunhofer IFAM in der anwendungsorientierten Pulvertechnologie und Oberflächentechnik.

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

**1** Fertigungsstraße am Fraunhofer IFAM integriert Siebdruck, Ink-Jet- und Dispens Technologien.



## ABBAUBARE, LASTTRAGENDE IMPLANTATE – NEUE WERKSTOFFENTWICKLUNG FÜR DEN MENSCHEN

Die Verbesserung der Implantatversorgung ist ein stetiger Prozess, um die Lebensqualität des Menschen zu steigern. Um Operationen zur Implantatentfernung nach der Heilung zu vermeiden, Betroffenen weitere Belastungen zu ersparen und die Kosten für das Gesundheitssystem zu senken, rücken degradable Implantatmaterialien zunehmend in den Blick medizinischer Forschung und Entwicklung.

Für diesen Fortschritt wird im Rahmen des Fraunhofer-internen Projekts »DegraLast« eine Werkstoff- und Technologieplattform zur Herstellung neuartiger lasttragender Knochenimplantate aufgebaut. Dazu werden Materialien mit gezielt einstellbaren mechanischen Eigenschaften und Degradationsverhalten für den Einsatz in der Orthopädie und Traumatologie entwickelt. Zentrale Herausforderung ist dabei die Sicherstellung der mechanischen Stabilität des Gesamtsystems aus Implantat und Knochen während der gesamten Dauer der Implantatdegradation und Knochenheilung. Um diesen Anspruch zu erfüllen, forscht die Projektgruppe an innovativen Kompositwerkstoffen auf Basis biodegradierbarer Metalle und Biokeramiken.

Zur Fertigung der Implantate kommen moderne generative und formgebundene Verfahren zum Einsatz. Um die Nutzbarkeit der neuen Werkstoffe für Implantate sicherzustellen, wird gleichzeitig an biologischen Testsystemen gearbeitet, die die Analyse des Einwachsungsverhaltens des Knochens und das Abbauverhalten der Implantatwerkstoffe auf Zellebene in physiologischen Medien ermöglichen. Zudem werden für den späteren klinischen Einsatz auf optoakustischer Bildgebung basierende Monitoringssysteme für die Verfolgung der Degradation des Implantats und der Heilung des Knochens entwickelt.

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

**2** Poröse Scheibe und dichtes Trauma Implantat aus biodegradierbarem Eisen-TCP-Komposit.



3



4

### GENERATIVE FERTIGUNG AUF DEM VORMARSCH – FRAUNHOFER IFAM BIETET NEUTRALE BERATUNG UND INDIVIDUELLE SCHULUNG

Additive Manufacturing (AM), Rapid Prototyping, 3D-Printing, Solid Freeform Fabrication, Rapid Manufacturing, Fabling, Generative Fertigung – diese Begriffe beschreiben eine Gruppe werkzeugloser Fertigungsverfahren, bei denen das Werkstück auf Basis eines dreidimensionalen Datenmodells schichtweise durch Hinzufügen oder Verfestigen des Werkstoffs aufgebaut wird. Weil mit diesen Verfahren in nahezu idealer Weise sehr individuelle Bauteile hergestellt werden können, gibt es ein breites und branchenübergreifendes Interesse industrieller Anwender, die Potenziale dieser Technologie zu nutzen.

Das Fraunhofer IFAM verfügt über umfassende und langjährige Erfahrung mit generativen Fertigungsverfahren. Darauf aufbauend werden verstärkt kundenspezifische Schulungen angeboten, die eine Verfahrensübersicht geben und den Stand der Technik sowie aktuelle Forschungsansätze vermitteln.

Die Seminare veranschaulichen den Verfahrenseinsatz anhand von Bauteilstudien und Anwendungsbeispielen, zeigen Verfahrensgrenzen bezüglich möglicher Werkstoffe – wie Metalle, Kunststoff oder Keramik – Bauräume und Oberflächen auf, vermitteln Richtlinien und geben neutrale Beratung zu möglichen Anlagenanbietern. Weitere Inhalte der Schulungen können – je nach Anforderung der Kunden – die Einbindung von AM in bestehende Prozessketten sein wie auch die Kombination mit anderen etablierten Fertigungsverfahren, ebenso AM-gerechte Konstruktion sowie Pulver-Qualitätssicherung für metallbasierte Verfahren. In spezifischen Workshops können potenzielle Bauteile für eine generative Fertigung aus dem Produktspektrum ermittelt werden. Die Veranstaltungen werden maßgeschneidert auf die Anforderungen der Kunden, was Umfang, Inhalte, Teilnehmerzahl und Veranstaltungsort betrifft.

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

3 Additiv gefertigte Tragfläche, konstruiert und gebaut am Fraunhofer IFAM.

### GEGENSÄTZE VEREINEN: VERSCHLEISSFEST UND TROTZDEM SCHWEISSBAR

Äußerst viele technische Komponenten im Maschinen-, Automobil- und Flugzeugbau benötigen Bauteile die schweißbar sind und zusätzlich eine hohe Verschleißfestigkeit aufweisen. Schweißbare metallische Legierungen, wie der Edelstahl 316L, besitzen eine verhältnismäßig geringe Oberflächenhärte, die für hohe Verschleißanforderungen nicht ausreicht. Zusammen mit der Schunk Sintermetalltechnik GmbH hat das Fraunhofer IFAM nun mittels 2-Komponenten-Metallpulverspritzguss – kurz 2KMIM – eine Möglichkeit entwickelt, diese äußerst gegensätzlichen Materialeigenschaften in einem Bauteil zu vereinen.

So können Bauteile hergestellt werden, die lokal mit einer verschleißfesten Kante, Ecke oder Oberfläche wahlweise aus einer CoCr-Legierung oder einem Wolfram-Karbid-haltigen Verbundwerkstoff ausgestattet werden. Die Verbindung der Materialien geschieht bereits während der Formgebung, sodass zusätzliche meist kostenintensive Füge- oder Beschichtungsschritte entfallen. Die Haftfestigkeit des Materialverbunds wurde durch Zugversuche nachgewiesen und weist eine dem Edelstahl ebenbürtige Festigkeit auf. Die technische Herausforderung besteht darin, die Pulverwerkstoffe so anzupassen, dass beide im abschließenden Ofenprozess gleichmäßig und ohne Rissbildung schrumpfen. In weiteren Fallstudien wurde bereits gezeigt, dass sich auf ähnliche Weise Pulverwerkstoffe mit den Eigenschaften unmagnetisch/weichmagnetisch, duktil/spröde und hochwärmeleitfähig/geringwärmeleitfähig verbinden lassen. Die hohe Automatisierbarkeit des Prozesses ermöglicht es Funktionsbauteile in Großserie zu fertigen.

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

4 Zugstäbe aus CoCr und Edelstahl 316L.



## KERNKOMPETENZ GIESSEREITECHNOLOGIE

Die Gießereitechnologie hat eine lange Tradition von Anwendungen in fast allen Industrie- und Lebensbereichen. Mit der Kernkompetenz Gießereitechnologie begleitet das Fraunhofer IFAM industrielle Kunden bei der gießtechnischen Umsetzung einer Produktidee vom ersten Prototyp bis zum anwendbaren Produkt. Passend zu der jeweiligen Anwendung stehen unterschiedliche Gießverfahren und Werkstoffe zur Verfügung.

Wesentliche Elemente der Kernkompetenz sind die langjährige Erfahrung und die am Fraunhofer IFAM aufgebaute Prozesskette und Anlagentechnik für Druckguss, Feinguss und Lost-Foam, drei der bedeutendsten gießtechnischen Verfahren.

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

Besonders anspruchsvolle und filigrane Strukturen mit hochwertigen Oberflächen bietet der Feinguss. Dabei wird zunächst ein Gießmodell aus Wachs mit frei gestaltbarer Geometrie aufgebaut, in Formstoff eingebettet und ausgeschmolzen bevor der entstandene Hohlraum in der Feingussanlage mit Schmelze ausgefüllt wird.

Bei der Lost-Foam-Technologie werden große wie kleine Gussteile mit maximaler Komplexität direkt endformnah in einem Stück gegossen. Das Verfahren erlaubt einzigartig komplexe Bauteile mit frei gestaltbaren Kanälen und Hinterschneidungen – ohne Ausformschrägen oder Grat. Das Fraunhofer IFAM ist führender Forschungspartner in der Lost-Foam-Technologie und arbeitet über den Verbund des Lost-Foam Council e.V. Hand in Hand mit der Industrie.

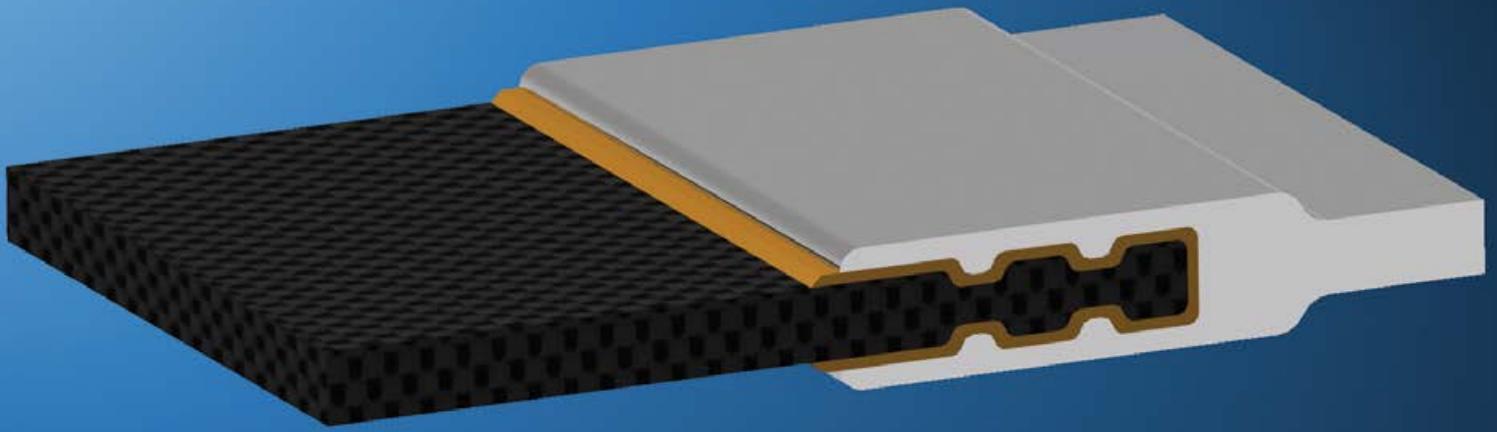
Zu den verwendeten Gusswerkstoffen gehören Aluminium, Magnesium, Zink, Kupfer, Stahl sowie kundenindividuelle Sonderlegierungen. Weiterhin werden Sonderwerkstoffe wie Metall-Matrix-Verbundwerkstoffe entwickelt bzw. verbessert und so neue Applikationsfelder für gießtechnische Anwendungen und Gussbauteile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

Zunehmende Bedeutung erlangen die am Fraunhofer IFAM entwickelten funktionsintegrierten Gussbauteile. Durch die Integration elektronischer Komponenten findet eine Funktionsintegration bereits während des Gießprozesses statt. Mit CAST<sup>TRONICS</sup>® sind erweiterte elektronische, sensorische oder aktorische Funktionalitäten von Gussteilen wie z. B. RFID-Bauteilkennzeichnung oder Sensoren zur Lasterkennung möglich. Die numerische Simulation von gießtechnischen Verfahren sowie eine umfassende Analytik runden die Kernkompetenz ab.

Einzigartige Potenziale ergeben sich zudem im Zusammenspiel mit anderen Kernkompetenzen des Fraunhofer IFAM. So werden neben den gießtechnischen Kernaufgaben auch Fragestellungen bearbeitet, die nur in direktem Kontakt zum Gussteil betrachtbar sind, wie beispielsweise das Korrosionsverhalten, eine geeignete Oberflächenbeschichtung und Lackierung oder eine klebtechnische Fügeverbindung.

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

1 *Geschäumtes Polystyrol-Modell im Schnitt und gegossener Salzkern mit innenliegenden Kanälen und Hinterschneidungen, hergestellt im Lost-Foam-Verfahren.*



1

## »CARBONAL« – GIESSTECHNISCHES VERBINDEN VON CFK UND ALUMINIUM FÜR DEN LEICHTBAU

Das Fraunhofer IFAM entwickelt im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projekts »Bauweisen für CFK-Aluminium-Übergangsstrukturen im Leichtbau« eine neuartige Füge-technologie zum gießtechnisch direkten Verbinden von CFK und Aluminiumguss. Der Fokus der Technologie ist ein serienfähiger Prozess bei gleichzeitiger Vermeidung der elektrochemischen Korrosion zwischen den Materialien CFK und Aluminium.

### Leichtbau erfordert immer häufiger Materialmix

Leichtbau gilt als Schlüsseltechnologie. Wo immer es um geringes Gewicht geht und Massen bewegt werden müssen, sind Faserverbundwerkstoffe gefragt. Doch nicht immer geht es ohne Metall. Eine Methode, die besten Eigenschaften verschiedener Werkstoffe miteinander zu verbinden, ist die Hybrid-Bauweise. Hierbei ist z. B. CFK und Aluminium eine sinnvolle Kombination unterschiedlicher Materialien.

### Neuer technologischer Ansatz

Mit dem neuartigen CARBONAL-Verfahren können an konventionelle CFK-Elemente metallische Fügebereiche angegossen werden. Diese Anschlusselemente ermöglichen ein einfaches Fügen mit anderen Metallkomponenten. Am Fraunhofer IFAM werden derzeit neue Lösungsansätze für verschiedene Verbindungsarten im Druckguss entwickelt. Eine Übergangsstruktur zwischen den zu fügenden Materialien Aluminium und CFK bildet den Übergang vom Metall zum Faserverbundwerkstoff unter der Berücksichtigung von faser-gerechtem Design sowie – im Vergleich zu konventionellen Verbindungstechniken – reduziertem Bauraum und Gewicht.

Das eingebrachte Verbindungselement führt zu einer galvanischen Entkopplung zwischen den Werkstoffen und verringert somit das Korrosionsverhalten des Werkstoffverbundes Aluminium-CFK. Der besondere Vorteil dieser Übergangsstrukturen, die aus hitzebeständigen Glas- oder Keramikfasern sowie aus Polymerschichtschichten bestehen können, ist die fertigungstechnisch einfache direkte Integration in Aluminiumbauteile mithilfe des Aluminiumgusses.

Die neuartige Hybridguss-Füge-technologie mit der Bezeichnung CARBONAL wird im Kompetenzfeld »Gießereitechnologie« am Fraunhofer IFAM untersucht und erarbeitet. Unterstützt werden die Arbeiten durch das Kompetenzfeld »Plasmatechnik und Oberflächen« am Fraunhofer IFAM. Hier werden geeignete Oberflächenmodifikationen der Übergangsstrukturen entwickelt, die die mechanischen und korrosiven Eigenschaften der Verbindungen verbessern.

### Anwendungspotenziale

Potenzielle Einsatzgebiete liegen nicht nur in der Automobilindustrie, sondern beispielsweise auch im Freizeitbereich oder in der Robotik. Mit dem neuartigen CARBONAL-Verfahren können an konventionelle CFK-Elemente metallische Fügebereiche angegossen werden. Diese Anschlusselemente ermöglichen wiederum ein einfaches Fügen mit anderen Metallkomponenten. Der problematische adhäsive oder mechanische Fügeprozess zwischen dem Metall und dem Faserverbundmaterial wird dabei überflüssig. Bei einer Beschädigung des Faserverbundbauteils lassen sich die metallischen Verbindungen einfach lösen und das Faserverbundbauteil kann mithilfe der metallischen Anschlusselemente auf einfache Weise ersetzt werden.

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

1 *Infiltrieren von CFK mit Aluminiumschmelze.*

## CAST<sup>TRONICS</sup>® – KONTAKTLOSE UND ROBUSTE BAUTEILIDENTIFIZIERUNG

Die etablierte RFID-Technologie steht für eine elektronische, kontaktlose und smarte Kennzeichnung von Produkten und Bauteilen (RFID = Radio Frequency Identification) und gilt als konsequente Weiterentwicklung bisheriger Kennzeichnungsmethoden. Der RFID-Transponder besitzt eine weltweit einmalige Seriennummer und kann zudem um kundenindividuelle Codierungen ergänzt werden, um somit eine eindeutige Kennzeichnung zu gewährleisten. RFID arbeitet per Funk, benötigt keinen Sichtkontakt, ist prozesssicher sowie nahezu unsichtbar und bietet somit Vorteile in der industriellen Anwendung:

- Elektronische Codierung ohne optische Markierungsmerkmale
- Gleichzeitiges Identifizieren mehrerer Gussteile möglich
- Resistent gegenüber rauen Industrieumgebungen sowie Verschmutzung oder Beschädigung der Gussteiloberfläche
- Höhere Sicherheit bei Datenintegrität und Lesequote
- Verschlüsselung der Informationen möglich
- Plagiatenschutz für Gussteile
- VDA-konforme Codierung

Der RFID-Transponder kann auf bereits bestehende Gussteile angebracht oder mechanisch in diese integriert werden. Die patentierte CAST<sup>TRONICS</sup>®-Technologie bietet darüber hinaus die Möglichkeit, den RFID-Transponder bereits beim Gießvorgang direkt in das Gussteil mit einzugießen. Dazu wird der Transponder mit einer speziellen, hochtemperaturstabilen Isolationskapsel vor Beschädigungen durch die Aluminiumschmelze geschützt.

### Vollständige Rückverfolgbarkeit von Gussteilen

Das Gussteil ist bereits ab dem Ausformen aus dem Gießwerkzeug eindeutig gekennzeichnet und kann nicht mehr ver-

tauscht werden. Auch eine Fälschung ist ab jetzt nicht mehr möglich. Beschädigung, Verlust oder Manipulation – mit der CAST<sup>TRONICS</sup>®-Technologie ist die Codierung des Gussteils geschützt. Im Gegensatz zu visuellen Kennzeichnungsmethoden sind Bauteile mit integriertem Transponder auch nach einer Oberflächenbehandlung, z. B. aufgrund von Beschichtung, Strahlen oder Verschmutzung, noch eindeutig identifizierbar.

### VDA-Empfehlung zur RFID-Kennzeichnung von Bauteilen

Schon heute werden die Weichen für die Zukunft gestellt. Der VDA empfiehlt RFID bereits mehrfach zur Kennzeichnung von Bauteilen und Produkten, u. a. zur Vor- und Rückverfolgbarkeit von Fahrzeugteilen und Identifizierbarkeit ihrer technischen Ausführung (VDA 5005), zur Verfolgung von Bauteilen und Komponenten in der Fahrzeugentwicklung (VDA 5509) sowie zur Verfolgung von Teilen und Baugruppen in der Automobilindustrie (VDA 5510). Neben der Standardisierung gemäß VDA gilt der elektronische Produktcode EPC als internationales Schlüssel- und Codesystem gemäß GS1 zur weltweit eindeutigen Kennzeichnung von Produkten.

Fraunhofer IFAM unterstützt die Gießereiindustrie bei dem vorausschauenden, frühzeitigen Einstieg in die RFID-Technologie. Sind wenige Zentimeter Lesereichweite ausreichend, wird die im metallischen Bereich bislang vorherrschende robuste Systemfrequenz 125 kHz (LF) eingesetzt. Mit Anwendung der 868 MHz (UHF) wird derzeit der nächste Technologieschritt gegangen, um die Lesereichweite für Gussbauteile mit integriertem RFID-Transponder auf bis zu einem Meter zu erhöhen.

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

2 Stationäres RFID-Lesesystem zur Erkennung von Gussbauteilen in einer vollautomatischen Produktions- und Montagelinie.

KLEBTECHNIK



## 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 des Eisen­bahnbundesamtes 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.

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

1 *Dynamische Differenzkalorimetrie (DSC) zur Bestimmung von Po­lymereigenschaften wie z. B. Glasübergang und Wärmekapazität.*



## KLEBEN IM STAHLBAU

Aufgrund ihrer konstruktiven und gestalterischen Vorteile in den unterschiedlichsten Bereichen werden im Stahlbau Hohlprofilkonstruktionen eingesetzt. Die einzelnen Bauteile werden dabei in der Regel durch Schweißen miteinander verbunden. Bei nicht ruhender Beanspruchung sind die innen liegenden, schwer einsehbaren Wurzelbereiche der Schweißnähte jedoch Ausgangspunkt von Ermüdungsrissen. Ein Forschungsprojekt untersucht, inwieweit geklebte Anschlüsse eine Alternative zu geschweißten Verbindungen darstellen.

In vielen Anwendungsbereichen verdrängt die Fügetechnik Kleben herkömmliche, meist mechanische Fügeverfahren wie Nieten und – im Stahlbau üblich – Schrauben oder Schweißen. So ist die Klebtechnik heute bereits fester Bestandteil im Flugzeug- und Automobilbau. Lasten werden in Klebverbindungen über die gesamte Klebfläche abgetragen, wodurch sich Spannungsspitzen reduzieren, wie sie bei punkt- oder linienförmigen Verbindungen entstehen. Wie die Spannungen entlang der Klebfuge variieren, hängt von der Steifigkeit der beteiligten Werkstoffe und der mechanischen Klebstoffeigenschaften ab.

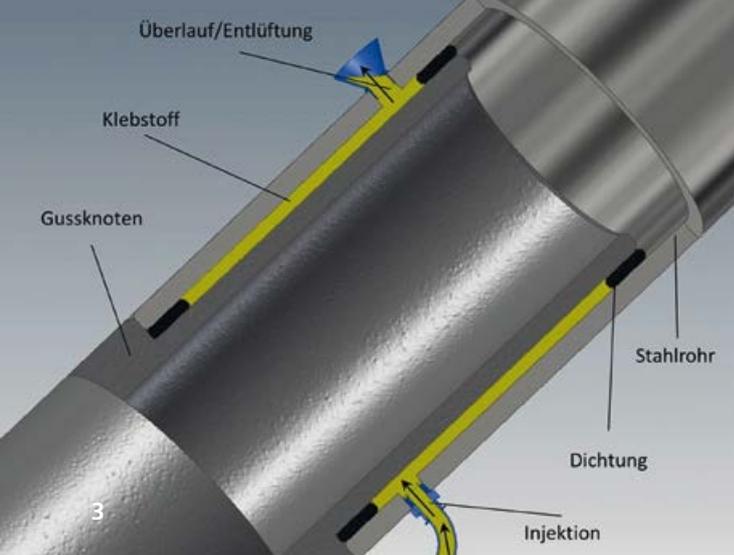
Hohlprofil- und Rohrkonstruktionen werden als Tragwerke im Brücken-, Hoch-, Kran- sowie Windenergieanlagenbau eingesetzt. Bei ermüdungsbeanspruchten, geschweißten Fachwerkknoten aus Hohlprofilen treten Ermüdungsrisse aufgrund der Kerbwirkung der Schweißnaht stets im Bereich der Knotenanschlüsse auf. Selbst bei als Gussteile hergestellten Verbindungsknoten einer Konstruktion, bei welcher die Schweißnähte außerhalb der hoch beanspruchten Verschneidungsbereiche liegen, zeigen Versuche, dass die Ermüdungsrisse stets von der Schweißnahtwurzel ausgehen. Eine visuelle Risserkennung ist erst nach Durchdringen der gesamten Wanddicke möglich.

Der Einsatz der Klebtechnik im schweren Stahlbau ist bisher unüblich. Es stellt sich zunächst die Frage, ob die im schweren Stahlbau auftretenden hohen Kräfte überhaupt durch eine Klebverbindung übertragbar sind? Im Unterschied zum Schweißen der Rohrstümpfe wird die Verbindung zwischen Stahlrohr

und Gussknoten für die Anwendung der Klebtechnik durch eine geklebte Überlappung von Gussknoten und Rohr in Längsrichtung realisiert. Untersuchungen zeigen, dass die in den analysierten Anwendungsfeldern des Stahlbaus zu übertragenden Schubspannungen bei ausreichendem Überlapp der Füge Teile in einer Größenordnung liegen, die für einen geeigneten Klebstoff dauerhaft ertragbar ist. Die Überlappungen liegen dabei in der Größenordnung des Rohrdurchmessers. Somit besteht zwar eine technische Basis für den Einsatz der Klebtechnik im schweren Stahlbau, weitere Herausforderungen sind jedoch ebenfalls zu meistern.

Aus der Kombination der normativ zulässigen Maßabweichungen von Stahlrohr und Gussknoten ergeben sich in Abhängigkeit der Rohrdimensionen bis zu mehrere Millimeter große Toleranzen für die Dicke des Fügespalts. Somit ist die Annahme eines – für steife, kraftübertragende Klebungen unüblich – großen Klebspalts erforderlich.

Vor dem Kleben ist eine Oberflächenvorbehandlung der Füge teile notwendig. In verschiedenen Versuchen wurden u. a. mithilfe der XPS-Analyse die Stahlgussoberflächen auf ihre klebtechnische Eignung hin geprüft. Diese ist bereits nach dem Strahlen mit dem Mineral Korund gegeben. Des Weiteren muss die Dauerhaftigkeit der Klebverbindung durch eine Korrosionsschutzlackierung der Füge teile sichergestellt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Lackierung ein Element der Kraftübertragungskette ist. Versuche zeigen, dass epoxidbasierende



Pulverlackssysteme die Anforderungen an Festigkeit und Beständigkeit erfüllen.

Die Auswahl eines passenden Klebstoffs ist anspruchsvoll, da viele Faktoren zu berücksichtigen sind. Die Anforderungen der Baustatik lassen sich nur durch eine Mindeststeifigkeit des Klebstoffs erfüllen. Normen erfordern Klebstoffe mit einer hohen, idealerweise über 80 °C liegenden Glasübergangstemperatur. Durch Injektion soll der Klebstoff in den zylindrischen Spalt zwischen Stahlgussknoten und Stahlrohr eingebracht werden – hier sind niedrigviskose Klebstoffe erforderlich. Nach Injektion in den Klebspalt bei Raumtemperatur soll der Klebstoff spätestens nach einem Tag eine für die Montage ausreichende Festigkeit besitzen. Ein Härten des Klebstoffs bei hohen Temperaturen ist fertigungstechnisch nicht erwünscht, deswegen bedingt dies den Einsatz von 2-Komponenten-Klebstoffen. Um aus dem Härungsprozess resultierende Eigenspannungen zu minimieren, sollte der Härungs-schumpf des Klebstoffs möglichst gering sein. Ständig wirkende Lasten in geklebten Anschlüssen sollen möglichst geringe Kriechverformungen hervorrufen. Dies erfordert kriecharme Klebstoffe. Nach einer Vorauswahl werden verschiedene Klebstoffe in Substanz-, Zugscher-, Rohr- sowie weiteren Probeformen experimentell untersucht und bewertet. Hierdurch konnten zwei Klebstoffe identifiziert werden, die alle Anforderungen erfüllen.

Unter Berücksichtigung der Randbedingungen des schweren Stahlbaus wurde ein Fertigungskonzept erarbeitet und für ein Funktionsmuster und einen Klebstoff realisiert. Die konstruierte Fügevorrichtung unterstützt halbautomatisiert das zentrierte Fügen der Rohre und die Fixierung. Der Klebstoff wird in den durch Montage entstehenden zylindrischen Fügespalt injiziert. Ungewöhnlich für eine strukturelle Klebung ist dabei, dass aufgrund des dicken Spalts die injizierte Klebstoffmenge knapp ein Liter beträgt. Das Fertigungskonzept beinhaltet acht Teilschritte: Montage der Fügevorrichtung am Knoten, Reinigen der Klebfläche des Knotens, Dichtband applizieren, Rohr mittels Zentriervorrichtung aufsetzen, Klebstoff abfüllen und mischen, Klebstoffgebinde einlegen und Druckbehälter schließen, Klebstoffinjektion, Einlauf schließen.

## Ausblick

Hauptziel ist die Entwicklung einer geklebten Verbindungsart zum Anschluss von Hohlprofilen im Kran-, Brücken- sowie Windenergieanlagenbau. Durch den Einsatz der Klebtechnik kann das Repertoire konstruktiver Möglichkeiten stark erweitert werden. Intelligently ausgelegte multifunktionale Bauteile besitzen das Potenzial, die Füge-technik im Baugewerbe zu verändern. Außerdem ermöglicht das problemlose Fügen verschiedener Werkstoffe eine innovative Formensprache, von der auch Architekten profitieren können. Hierbei unterliegt die Form der Funktion, zugleich werden jedoch viele Funktionen in die Form integriert.

## Auftraggeber

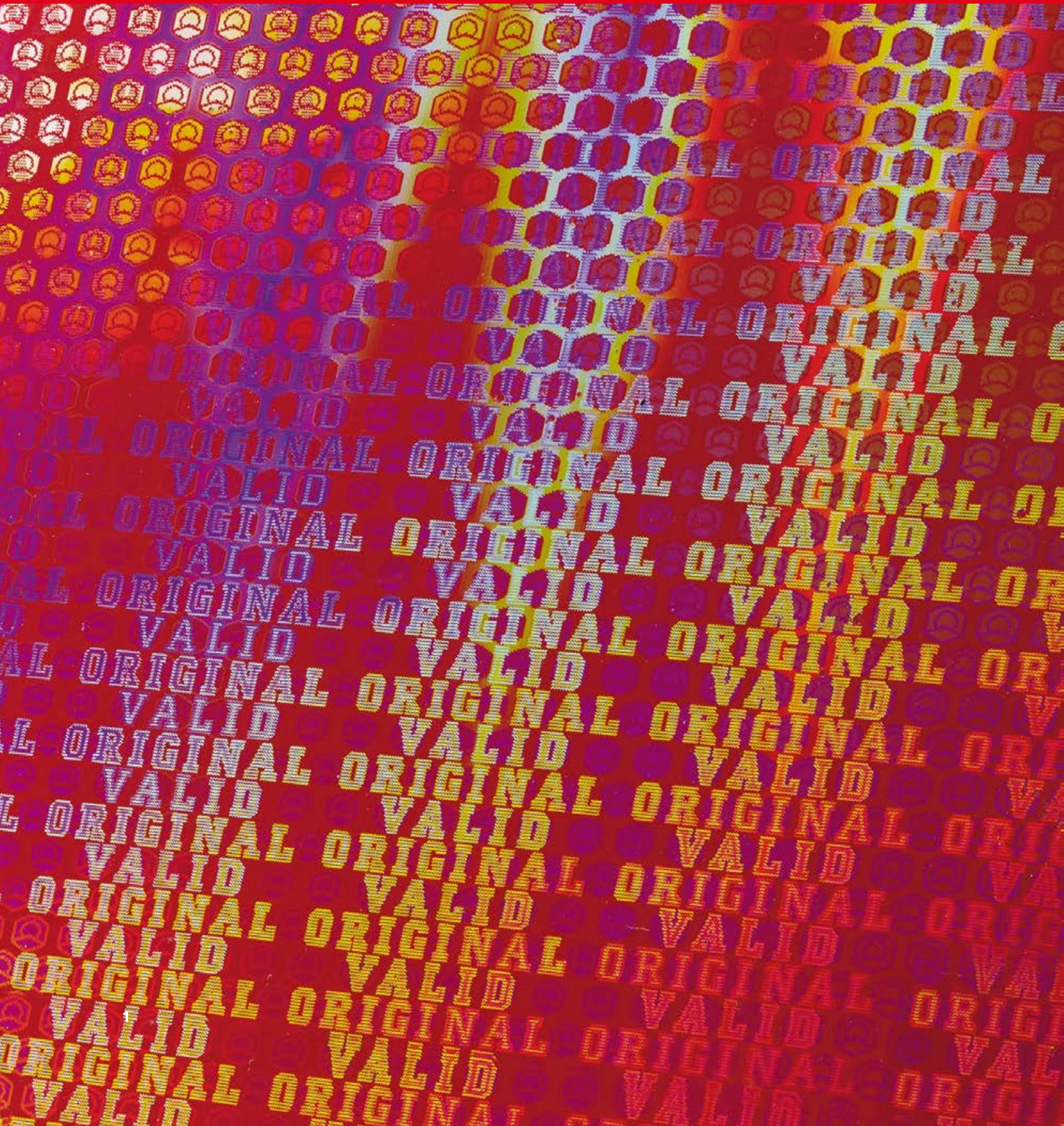
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) im Rahmen Industrieller Gemeinschaftsforschung (IGF)

## Partner

- Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. (FOSTA)
- Karlsruher Institut für Technologie
- Hochschule München

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

- 1 *Stahlrohr-Stahlgussknotenverbindung im Hochbau: Terminal des Flughafen Stuttgart.*
- 2 *Detailansicht einer geschweißten Stahlrohr-Stahlgussknotenverbindung.*
- 3 *Fertigungskonzept zur Herstellung geklebter Rohrverbindungen.*
- 4 *Aufsetzen der Vorrichtung zur Herstellung der Klebverbindung.*



# 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 funktionalen Attribute von 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 *Die als Hologramm sichtbare Nanostrukturierung des Lacks dient dem Produkt- und Markenschutz.*

# AD-PLASMA BIETET INNOVATIVE MÖGLICHKEITEN ZUM AUFBRINGEN DÜNNER NANO-KOMPOSIT-SCHICHTEN

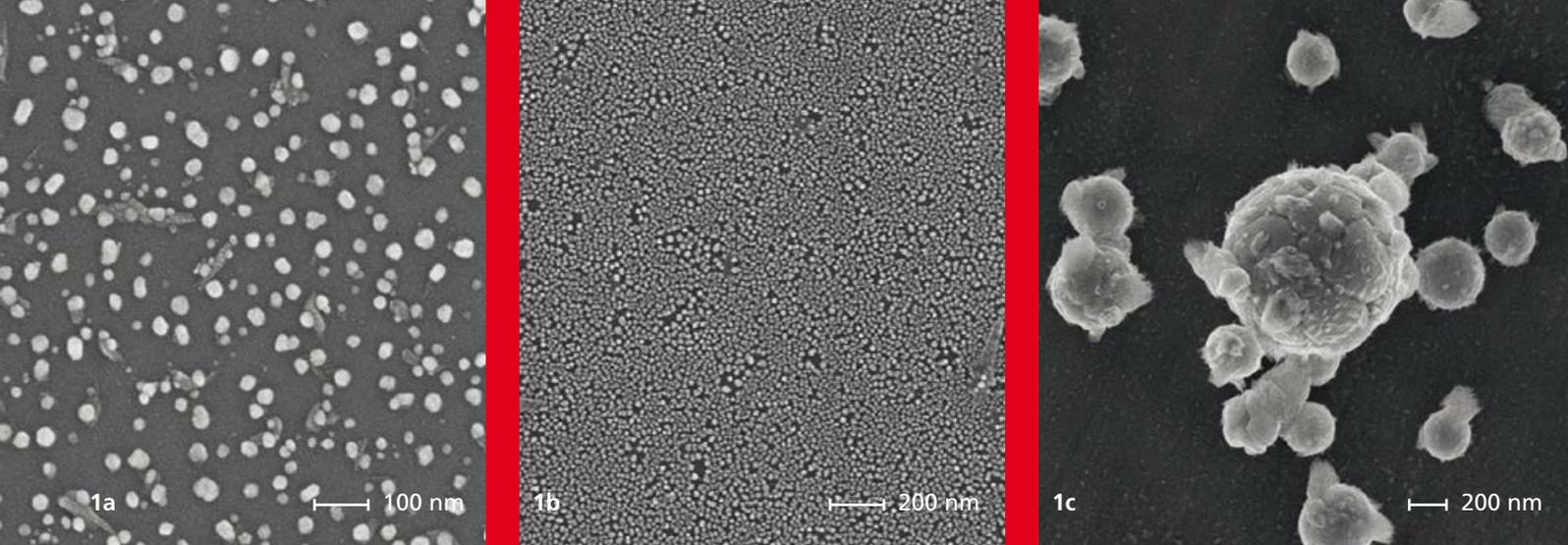
Die Abteilung Plasmatechnik und Oberflächen PLATO des Fraunhofer-Instituts für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM hat einen neuen, innovativen Ansatz zur Erzeugung und Funktionalisierung metallischer Nanopartikel sowie zur Herstellung dünner, funktioneller Nano-Komposit-Schichten mittels Atmosphärendruck-Plasma (AD-Plasma) erforscht. Zusammen mit der Firma Plasmatrete GmbH arbeitet PLATO seit Mitte 2011 an diesem Thema im Rahmen eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Verbundprojekts.

Trotz ihrer geringen Größe spielen Nanopartikel in unserer heutigen Welt eine zunehmend wichtige Rolle. Neben Anwendungen im Bereich der Lack- und Polymertechnik gewinnen sie auch im Kosmetik- und Medizinsektor stets an Bedeutung. Zusätzlich zum Einsatz der Nanopartikel als diverse Additive können sie auch in eine polymere Matrix eingebunden und in Form von Nano-Komposit-Schichten abgeschieden werden. Dadurch können verschiedene Werkstoffoberflächen mit prinzipiell neuen funktionellen Eigenschaften, wie z. B. antibakterielle oder Anti-Fouling-Wirkung, ausgestattet werden.

Jedoch stellen die Herstellung, Verarbeitung und Veredelung von Nanopartikeln aktuell besondere Herausforderungen dar. Im Bereich der metallischen Partikel werden häufig nasschemische Prozesse eingesetzt, bei denen die Nanopartikel z. B. durch chemische Fällungsreaktionen gebildet werden. Diese Verfahren bestehen aber in der Regel aus mehreren Prozessschritten und sind mit einem hohen Verbrauch sowie einer aufwendigen Entsorgung der umweltbedenklichen Medien verbunden. Des Weiteren stehen zur Herstellung von metallischen Nanopartikeln unterschiedliche Niederdruckplasma-Prozesse zur Verfügung. Bei diesen Verfahren werden die Partikel durch physikalische (Physical Vapour Deposition, PVD) oder chemische (Chemical Vapour Deposition, CVD)

Dampfphasen-Prozesse erzeugt und ggf. als Dünnschichten abgeschieden. Da diese Verfahren aber bei niedrigen Prozessdrücken arbeiten, verursachen sie relativ hohe Kosten für die Bereitstellung des Vakuums in der Prozesskammer und sind mit relativ langen Taktzeiten in der Produktion verbunden. Außerdem bestehen signifikante Begrenzungen hinsichtlich der möglichen Bauteilgeometrien und -größen. Dies schränkt die Verwendbarkeit dieser Verfahren stark ein.

In diesem Zusammenhang hat das Verbundprojekt »Erforschung der Atmosphärendruck-Plasmatechnik zur Abscheidung funktioneller Nano-Komposit-Schichten – APASI« es sich zur Aufgabe gemacht, die gepulsten, lichtbogenähnlichen Entladungen im Atmosphärendruck (Openair®-Plasmasysteme) auf ihre Eignung zur Erzeugung metallischer Nanopartikel, deren gleichzeitigen Beschichtung in der Gasphase und ggf. zur Abscheidung von dünnen plasmapolymerten Metall-Nano-Komposit-Schichten zu erforschen. Hierfür wurde ein Düsenkopfsystem zur kontrollierten Zufuhr unterschiedlicher Drahtelektroden (z. B. aus Silber, Gold oder Kupfer) direkt ins Plasmavolumen konzipiert und realisiert, in dem die im Plasma induzierten gepulsten bogenähnlichen Entladungskanäle direkt an die Elektrodenoberfläche gezogen werden und partikelbildende Sputterprozesse auslösen. Dadurch ist es dem



Projektteam gelungen, nahezu sphärische metallische Partikel mit Durchmessern von einigen 10 nm und deutlich kleiner zu erzeugen (Abb. 1a + b). Es hat sich herausgestellt, dass die Größe der gebildeten Partikel stark von der Leistungsdichte der gepulsten Entladungskanäle an der Metallelektrode abhängt. So konnten durch eine gezielte Variation der Prozessparameter auch Partikel im Submikrometerbereich erzielt werden (Abb. 1c).

Durch die Einspeisung eines schichtbildenden Precursors ins Plasma wurde eine Funktionalisierung der Nanopartikel direkt nach der Erzeugung ermöglicht. Darauf basierend wurde ein Beschichtungsverfahren entwickelt, in dem die erzeugten Metallpartikel in eine siliziumorganische, plasmapolymer Matrix eingebunden werden konnten, sodass die im Projekt angestrebte flächige Abscheidung von Nano-Komposit-Schichten erfolgreich realisiert wurde.

Die resultierenden Schichten wurden auf ihre Zusammensetzung, Morphologie sowie funktionellen Eigenschaften umfassend erforscht. So konnte z. B. eine induktive Erwärmungsfähigkeit der Schichten gezeigt werden, indem die eingebundenen Metallpartikel die Energie einer elektromagnetischen Mikrowellenstrahlung absorbiert und zu einer Aufwärmung der Substratoberfläche geführt haben.

Des Weiteren wurden die Nano-Komposit-Schichten auf ihre antibakterielle Wirkung untersucht. Dabei konnte eine sehr gute Wirksamkeit nicht nur gegen Escherichia-coli-Bakterien erzielt werden, welche typischerweise für solche Prüfungen eingesetzt werden, sondern auch gegen andere, deutlich resistere Bakterienstämme, wie Methylobacterium extorquens und Pseudomonas fluorescens. Dies macht die entwickelten Nano-Komposit-Schichten für die Anwendungen im Bereich der Wärmetauscher, Lüftungs- und Klimaanlage besonders interessant.

## Fazit

Das entwickelte, innovative Verfahren bietet eine kostengünstige und technisch einfache Alternative zu bestehenden nasschemischen oder vakuumgestützten (CVD-/PVD-)Prozessen. Dabei eröffnen die üblichen Vorteile der Atmosphärendruck-Plasmatechnik, wie ein geringer Platzbedarf, niedrige Prozesskosten, eine leichte Integrierbarkeit in bestehende Prozessketten, Inline-Fähigkeit und die Möglichkeit einer lokalen, bedarfsgerechten Beschichtung, vielfältige technische Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der Oberflächenfunktionalisierung.

## Auftraggeber

Die vorgestellten Arbeiten wurden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Verbundprojekts »Erforschung der Atmosphärendruck-Plasmatechnik zur Abscheidung funktioneller Nano-Komposit-Schichten – APASI« (Förderprogramm »KMU-innovativ: Nanotechnologie« (NanoChance), Laufzeit: 01.04.2011 bis 31.07.2013) gefördert.

## Projektpartner

Plasmatreat GmbH, Dr. Alexander Knospe

## Industriepaten

MAHLE Behr GmbH & Co. KG, Dr. Oliver Mamber  
Siemens AG, Dr. Florian Eder

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

**1a–c** Rasterelektronenmikroskopische (REM)-Aufnahmen der mittels Atmosphärendruck-Plasma erzeugten Nanopartikel: (a), (c) – Silber, (b) – Gold.

FASERVERBUNDWERKSTOFFE



# KERNKOMPETENZ FASERVERBUNDWERKSTOFFE

Als Faserverbundwerkstoff werden Verbundwerkstoffe bezeichnet, die aus einem Matrixwerkstoff mit eingebetteten Fasern bestehen; als Matrixwerkstoffe werden am Fraunhofer IFAM duromere Kunststoffe verwendet. Vorteile solcher Verbundwerkstoffe sind die hohe Steifigkeit in Faserrichtung in Verbindung mit der Möglichkeit der Formgebung durch die Matrix. Dadurch sowie aufgrund des niedrigen spezifischen Gewichts sind Faserverbundwerkstoffe prädestiniert für Leichtbauanwendungen, etwa dem Flugzeug- und Automobilbau.

In allen Bereichen der Transportmittelindustrie – Automobil, Schienenfahrzeug, Schiff und Flugzeug – spielen neue Materialien und Leichtbau eine tragende Rolle, wenn es um die Senkung des Treibstoffverbrauchs und des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes und damit um ressourcen- sowie umweltschonende Mobilität geht. Im Bereich der regenerativen Energien, insbesondere der Windenergie, gestatten sie energieeffiziente Bauweisen und erhöhen so die Wirtschaftlichkeit der Anlagen. Leichtbau – das bedeutet beim Fraunhofer IFAM insbesondere die Verwendung faserverstärkter Kunststoffe, wobei verschiedenste Fasertypen wie Glas- und Kohlenstofffasern sowie Naturfasern zum Einsatz kommen. Das Kompetenzspektrum reicht dabei von der Harzentwicklung über Design und Herstellung von Bauteilen und deren Oberflächenmodifikation bis zu automatisierten Montage- und Füge-technologien.

Ausgangspunkt ist die Auswahl bzw. Entwicklung geeigneter Harzsysteme, um spezielle Anforderungen im Verarbeitungsprozess wie etwa einem geringen Härtungsschrumpf und der Schnellhärtung gerecht zu werden. Zudem werden Herausforderungen wie elektrische Leitfähigkeit, Blitzschutz und die Schlagzäh-Modifizierung adressiert. Erst durch ein optimales Einstellen der Grenzflächeneigenschaften zwischen Fasern und Matrixharz können die Werkstoffcharakteristika optimal genutzt werden. Dies gelingt nicht zuletzt durch den

Einsatz verschiedenster Oberflächentechniken, beispielsweise der Plasmabehandlung an Faseroberflächen. Aber auch bei der Herstellung und Weiterverarbeitung von Bauteilen spielen Oberflächenmodifikationen eine zentrale Rolle. An dieser Stelle seien das Reinigen und Aktivieren, das Lackieren sowie das Aufbringen von Funktionsschichten genannt.

Der zunehmende industrielle Einsatz von Faserverbundwerkstoffen bedingt eine verstärkte Automatisierung der Montage- und Füge-technologien; dies ist ein weiteres Kompetenzfeld des Fraunhofer IFAM. Mithilfe optischer Vermessungstechniken können Form- und Lagekorrekturen auch an großen Bauteilen durchgeführt werden, um Präzisionsbearbeitungen durch Roboter zu ermöglichen.

Ein übergreifender Kompetenzbaustein ist die Qualitätssicherung – bei der Herstellung, der Montage sowie bei der Reparatur von Faserverbundbauteilen. Dies wird durch ein umfassendes Schulungsangebot flankierend 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 *Entwicklungsplattform CFK-AFMO.*



# VERSTÄRKT IN DIE ZUKUNFT – WEITERENTWICKELTES FVK- PERSONALQUALIFIZIERUNGSANGEBOT AM NEUEN STANDORT

## Neue Räumlichkeiten bieten viele Vorteile

Größer, zentraler und moderner präsentiert sich mit neuen Schulungsräumen das Kunststoff-Kompetenzzentrum des Fraunhofer IFAM, das seit 2007 zertifizierte Weiterbildungen auf dem Gebiet der faserverstärkten Kunststoffe für technisches Personal durchführt. Nachdem das Zentrum sechs Jahre in Bremen-Nord aktiv war, wurde im Frühjahr 2013 der Sitz in die direkte Nähe des Bremer Technologieparks und somit des Fraunhofer IFAM verlagert. Anlässlich der Einweihungsfeier am 17. Juni 2013 konnten sich interessierte Anwenderinnen und Anwender der Faserverbundtechnologie verschiedenster Branchen von der Qualität der neuen Räumlichkeiten und dem Potenzial des Weiterbildungsangebots überzeugen.

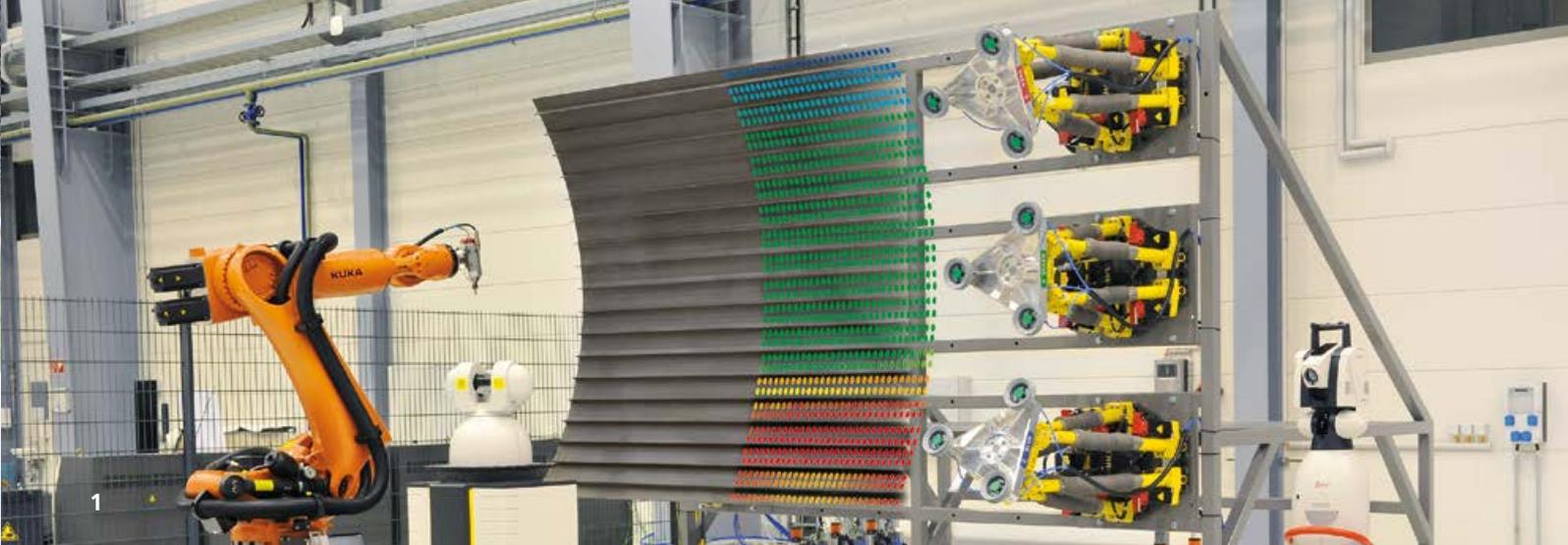
Mit über 900 Quadratmetern Fläche für Lehrwerkstatt, Schulungsräume und Büros bietet das Zentrum viel Raum für die Personalqualifizierung rund um die Faserverbundtechnologie. Die Schulungs- und Werkstatträume sind technologisch auf dem neuesten Stand und bereits heute dafür ausgelegt, Weiterbildungskurse für bis zu 24 Teilnehmer anzubieten. Eine maßgeschneiderte Raumaufteilung sowie die hochwertige Ausstattung des gesamten Gebäudes runden den neuen Schulungsort ab. In der näheren Umgebung befinden sich Gastronomie sowie Hotels unterschiedlicher Preiskategorien, die für jeden Teilnehmer das passende Angebot bereithalten.

## Erweitertes Lehrgangsangebot

Nicht nur der Standort des Kunststoff-Kompetenzzentrums hat sich verändert, auch das Lehrgangsangebot wurde erweitert. Die Lehrgänge orientieren sich zukünftig in Dauer und Themenschwerpunkt noch gezielter als bislang an den Bedürfnissen der Teilnehmer und den Anforderungen des Leichtbaus. Faserverbundwerkstoffe erlangen im Rahmen des Leichtbaus eine immer größere Bedeutung, und dabei ist das »Gewusst-wie« im praktischen Umgang mit ihnen von besonderer Relevanz. Nur mit geschultem Personal lässt sich das Potenzial der faserverstärkten Kunststoffe ausschöpfen. Der Fokus des Qualifizierungsprogramms ist sowohl auf die fachgerechte Herstellung von Faserverbundkunststoffen als auch auf die Instandsetzung gerichtet. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer lernen den Einfluss der Materialien auf die späteren Bauteileigenschaften ebenso kennen wie die entsprechenden Herstellungsverfahren und die nötigen Randbedingungen im Fertigungsprozess. In den unterschiedlichen Lehrgangsangeboten werden Kenntnisse über Laminataufbau und Bauteilgeometrie vermittelt und die Besonderheiten des Werkstoffs hervorgehoben. Jeder Lehrgang umfasst darüber hinaus umfangreiche praktische Anteile zur Vertiefung des vermittelten Wissens. So wird ein Bewusstsein für den Werkstoff entwickelt, und Fehlerquellen lassen sich nicht nur frühzeitig erkennen, sondern insbesondere im Vorfeld vermeiden.

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

1 *Herstellung eines FVK-Bauteils durch Handlaminieren.*



## ERFOLGREICHE EVALUIERUNG DER FRAUNHOFER-PROJEKTGRUPPE FFM

Am 29. August 2013, ca. fünf Jahre nach ihrer Gründung, wurde die Fraunhofer-Projektgruppe Fügen und Montieren FFM in Stade von Vertretern des Fraunhofer-Vorstands unter Beteiligung von Partnern aus Industrie und Wissenschaft sowie Repräsentanten des Landes Niedersachsen evaluiert. Ziel war es, auf Basis der Ergebnisse seit Bestehen der Fraunhofer-Projektgruppe sowie der strategischen Perspektive, eine Entscheidung über die Fortführung des Engagements in Stade zu treffen.

Vorsitzender der Evaluierungskommission war Dr. Georg Rosenfeld, Leiter der Hauptabteilung Forschung P2 der Fraunhofer-Gesellschaft, die Schriftführung übernahm der Institutsbetreuer des Fraunhofer IFAM, Dr. Helmut Schmidt. Die Industrie vertraten Jens Graf, Verantwortlicher R&T Overall Physical Design bei der Airbus Operations GmbH, Dr. Stefan Kienzle, Director Group Research & Sustainability der Daimler AG, Norbert Schulz, Leiter Qualitätsmanagement im Mercedes Werk Bremen, und Ludwig Schleicher, Inhaber Ludwig Schleicher Anlagenbau GmbH & Co. KG. Prof. Gerhard Ziegmann vom Institut für Polymerwerkstoffe und Kunststofftechnik der TU Clausthal brachte die wissenschaftliche Sicht mit ein. Für das Land Niedersachsen als größten Fördermittelgeber begleiteten Thomas Kroemer, Leiter Stabsstelle Koordinator Maritime Wirtschaft, Luft- und Raumfahrtindustrie im Niedersächsischen Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, und Dr. Hans Schröder, Referatsleiter Wissenschaft und Wirtschaft im Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur, die Evaluierung.

Am Ende des mit Präsentationen, Diskussionen und einer Besichtigung der Anlagen vor Ort gefüllten Tages fiel das Fazit der Kommission einstimmig aus: dem Fraunhofer-Vorstand wurde empfohlen, die Projektgruppe Fügen und Montieren FFM zum 1. Januar 2014 als Abteilung des Fraunhofer IFAM am Standort

Stade in die gemeinsame Förderung durch Bund und Länder zu überführen.

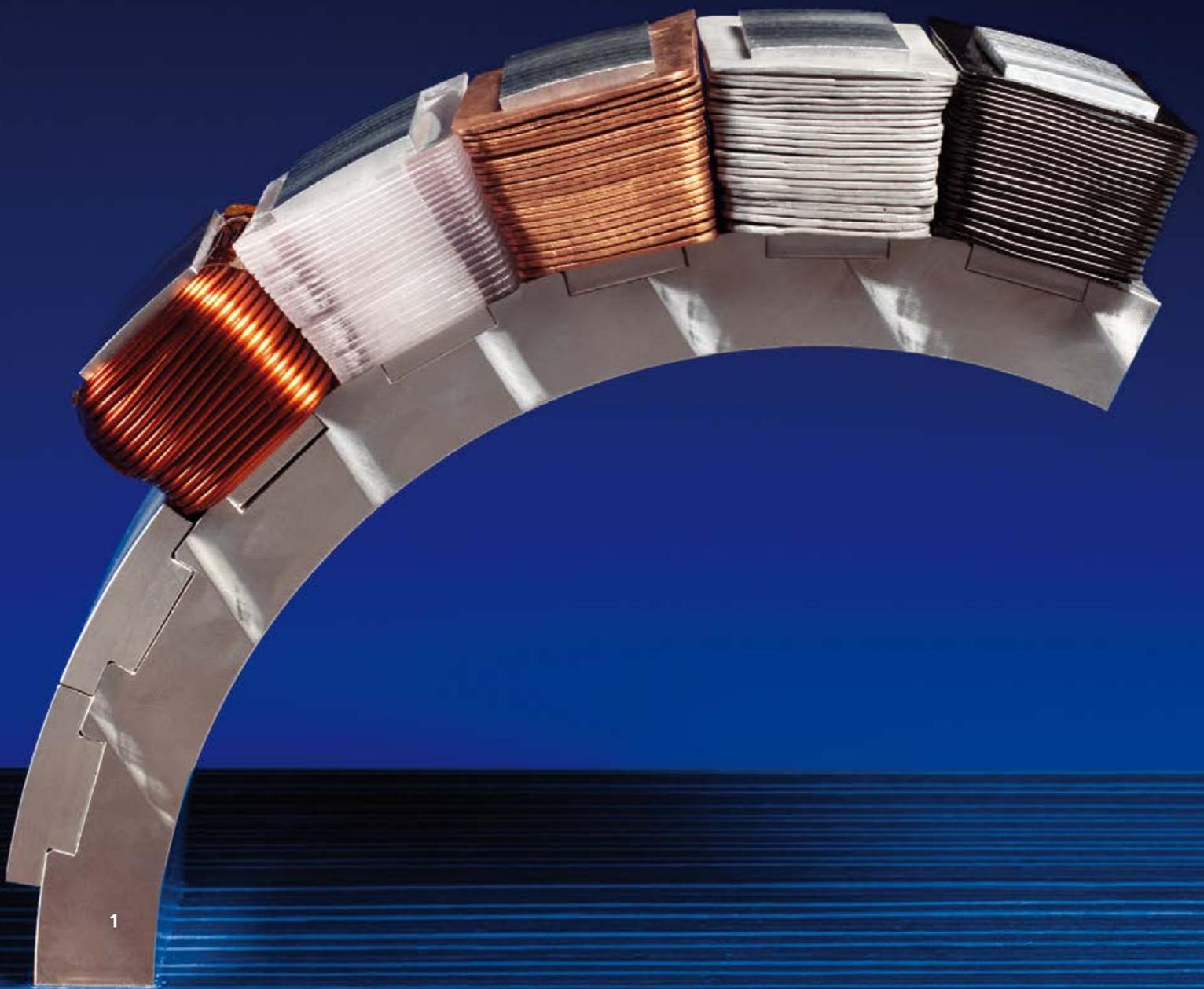
Positiv wurde hervorgehoben, dass die Gruppe die Montageprozesskette vollständig anbietet und sich durch dieses Alleinstellungsmerkmal gegenüber Konkurrenten abhebt. Die Kompetenz setzt sich aus Füge-, Bearbeitungs- und Automatisierungstechnik zusammen, woraus sich für Kunden umfassende Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen ableiten, die vom Prozess über die Produktionsanlage bis zur Software reichen. Eine besondere Stärke der FFM ist die enge Kooperation mit dem Fraunhofer IFAM, Bremen, und der TU Hamburg-Harburg. Ähnlich wie bei der gemeinsamen Verwertung innovativer Klebprozesse mit dem IFAM bringen Prof. Wolfgang Hintze vom Institut für Produktionsmanagement und -technik IPMT bei der Bearbeitungstechnik und Dr. habil. Jörg Wollnack bei der Robotik und optischen Messtechnik ihr Know-how in gemeinsame Projekte ein. Diese Kombination hat wesentlich dazu beigetragen, bereits in der Anlaufphase Großprojekte erfolgreich abzuschließen und sich aus eigenen Erträgen zu finanzieren.

Die Evaluatoren bestärkten die Projektgruppe, den schon eingeschlagenen Weg weiterzuerfolgen, einen gemeinsamen technologischen Bedarf zwischen Luftfahrt und Automobilindustrie zu identifizieren und übergreifend nutzbare Lösungen zu entwickeln.

Aufgrund der Empfehlung der Evaluierungskommission hat der Fraunhofer-Vorstand am 29. November 2013 die Fortführung der Projektgruppe FFM als Abteilung Automatisierung und Produktionstechnik des Fraunhofer IFAM, Standort Stade, beschlossen.

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

1 Plattform CFK-AFMO.



# KERNKOMPETENZ ELEKTRISCHE KOMPONENTEN UND SYSTEME

Die Kernkompetenz Elektrische Komponenten und Systeme ist am Fraunhofer IFAM noch vergleichsweise jung. In den letzten Jahren hat hier ein signifikanter Aus- und Aufbau von Kompetenzen stattgefunden. Wesentliches Merkmal ist dabei die starke Vernetzung mit anderen Kompetenzbereichen des Instituts.

Das Fraunhofer IFAM verfolgt in dieser Kernkompetenz einen Systemforschungsansatz, bei dem einzelne Technologien und Komponenten immer im Zusammenwirken im Gesamtsystem wie z. B. einem Elektrofahrzeug betrachtet und abgestimmt entwickelt werden.

Auf Komponentenebene beschäftigen sich die Wissenschaftler mit der Entwicklung neuartiger Metall-Luft-Batterien, bei der insbesondere die Synthese und Verarbeitung neuer Aktivmaterialien im Vordergrund steht. Darüber hinaus werden thermochemische Energiespeicher entwickelt, die auf neuartigen hydrierbaren Metalllegierungen beruhen. Die elektrische Antriebstechnik fokussiert auf die Entwicklung, Regelung, Aufbau und Erprobung von elektrischen Maschinen insbesondere für Antriebsanwendungen. Klebtechnik, Oberflächentechnik und Beschichtungen erweitern die Kernkompetenz um Aspekte wie das Verbinden, Kontaktieren, Isolieren und Schützen von elektrisch leitfähigen Materialien.

Da viele elektrische Komponenten für den Einsatz in Fahrzeugen entwickelt werden, ist ein Systemverständnis für Elektrofahrzeuge und Elektromobilität unumgänglich. Das fahrzeugtechnische Know-how umfasst die Konzipierung, sichere Steuerung, Aufbau und Erprobung von Fahrzeugen und Fahrzeugkonzepten sowie von deren Komponenten, insbesondere mit Elektro- und Hybridantrieb. Um die Zuverlässigkeit im Betrieb zu steigern, werden einzelne Komponenten wie z. B. der elektrische Antriebsstrang mit »Hardware in the Loop«-

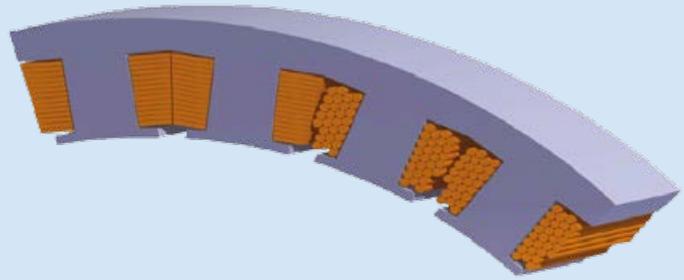
Simulationen des Betriebsverhaltens auf einem Prüfstand qualifiziert. Hier fließen insbesondere die Erfahrungen aus dem Flottenbetrieb von Elektrofahrzeugen in der »Modellregion Elektromobilität Bremen/Oldenburg« ein. Abgerundet wird die Kernkompetenz durch die Technische Weiterbildung Elektromobilität. Hier stehen Konzeption und Aufbau eines spezifischen Weiterbildungsangebots mit den primären Zielmärkten Deutschland und China im Fokus.

Ein Beispiel für das integrative Zusammenwirken mehrerer Kompetenzen ist die gegossene Spule. Dieser originär am Fraunhofer IFAM entwickelte, innovative Ansatz vereint durch gemeinschaftliche Weiterentwicklung Aspekte der Gießertechnologie und der elektrischen Antriebstechnik mit der Entwicklung spezieller Isolationsbeschichtungen.

Mit der Integration des früheren Bremer Energie Instituts als neue Abteilung Energiesystemanalyse hat das Fraunhofer IFAM die Kernkompetenz Elektrische Komponenten und Systeme konsequent weiter ausgebaut. Das Thema Ladeinfrastruktur für Elektromobilität zeigt exemplarisch, wie sehr neben eher technisch geprägten Herausforderungen auch ökonomische und regulatorische Rahmenbedingungen zu berücksichtigen sind.

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

1 *Demonstrator zum Vergleich einer gewickelten Spule, eines Rapid-Prototyping-Modells sowie dreier gegossener Spulen.*



# LUFTGEKÜHLTER RADNABENMOTOR MIT HOHER DREHMOMENTDICHTE IST EIN ENTWICKLUNGSZIEL IN DER FRAUNHOFER SYSTEMFORSCHUNG ELEKTROMOBILITÄT II

Seit Beginn des Jahres 2013 arbeiten unter der Koordination des Fraunhofer IFAM 16 Fraunhofer-Institute in der »Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität II – FSEM II« zu innovativen Forschungsthemen der Elektromobilität eng zusammen. Die seit 2009 im Rahmen der FSEM I aufgebauten Kompetenzen und Netzwerke der Fraunhofer-Institute auf dem Gebiet der Elektromobilität können so fortgeführt und weiter ausgebaut werden.

Ein Ziel in der Systemforschung liegt in der Entwicklung innovativer Technologien und Komponenten für Hybrid- und Elektrofahrzeuge. Im Fokus stehen dabei drei Projektcluster: »Antriebsstrang und Fahrwerk«, »Batterie und Range Extender« sowie »Bauweisen und Infrastruktur«.

Das Projekt »Antrieb und Fahrwerk« beinhaltet die Entwicklung, Fertigung und Erprobung eines robusten luftgekühlten Radnabenmotors mit hoher Drehmomentdichte, der als Direktantrieb an allen vier Rädern eines leichten Stadtfahrzeugs als Demonstrator zum Einsatz kommt.

---

## Herausforderung luftgekühlter Direktantrieb

---

Radnabenmotoren bieten die Möglichkeit, Kosten und Energieverbrauch von Elektrofahrzeugen durch den Wegfall von Komponenten des klassischen mechanischen Antriebsstranges

zu senken. Zugleich vergrößern diese das Platzangebot im Fahrzeug und ermöglichen die Realisierung aktiver Fahrsicherheitskonzepte durch unabhängige Drehmomenteinstellung an jedem angetriebenen Rad.

Das Fraunhofer IFAM entwickelt daher einen luftgekühlten Radnabenmotor, der die Potenziale innovativer Fertigungstechnik und alternativer elektrischer Topologien aufzeigt, um sowohl die notwendigen hohen Antriebsmomente als auch optimale funktionale Sicherheit zu gewährleisten.

Im Falle eines luftgekühlten Systems stellt dabei die Gewährleistung der durch Werkstoffe und Fügeverbindungen vorgegebenen Maximaltemperaturen eine ganz besondere Herausforderung dar. Thermische Widerstände im Verlauf des gesamten Transportweges zwischen Wärmequelle und Kontaktfläche zur Kühlluft müssen minimiert werden. Dies erfolgt mittels instationärer 3D-Simulationen der lokalen Temperaturverteilungen flankiert von der experimentellen Bestimmung ausgewählter thermischer Stoff- und Transportgrößen.



3



4

### Gegossene Wicklung

Durch Verwendung gießtechnisch hergestellter Spulen lässt sich der Leiterquerschnitt exakt an den zur Verfügung stehenden Bauraum anpassen, sodass dieser maximiert und eine optimale thermische Anbindung der Leiter an den Kühlpfad erreicht werden. Dies bewirkt eine erheblich verbesserte Entwärmung der Wicklung gegenüber konventionellen Drahtwicklungen. Trotz des geringfügig höheren spezifischen Widerstands des verwendeten Leiterwerkstoffs Aluminium gegenüber Kupfer lassen sich so in der luftgekühlten elektrischen Maschine Stromdichten auf dem Niveau konventioneller wassergekühlter Maschinen erzielen. Insgesamt wird daher eine Senkung von Gewicht und Kosten bei gleichzeitiger Steigerung der Drehmoment- und Leistungsdaten erreicht.

Dabei stellt sich als Herausforderung die Entwicklung der Isolationsbeschichtung. Am Fraunhofer IFAM werden daher Beschichtungen entwickelt, die auch unter erhöhten Betriebstemperaturen die elektrische Isolation sicherstellen. Gleichzeitig muss die Schichtdicke möglichst gering und einheitlich sein. Hierbei kommen nasschemische Verfahren, Niederdruck-Plasmaverfahren und die Light<sup>PLAS</sup>-Technologie zum Einsatz.

### Sicherheit im Gesamtsystem

Durch eine innovative elektrische Topologie des Antriebs mit einem aus H-Brücken aufgebauten Antriebsumrichter werden die Auswirkungen von Fehlern durch Bauteilausfälle oder Kurzschlüsse minimiert. Damit wird im Zusammenspiel mit dem Motorsteuergerät unter Berücksichtigung der Anforderungen der funktionalen Sicherheit ein im Fehlerfall rekonfigurierbares Antriebssystem zur Verfügung gestellt,

sodass durch diese Redundanz bei einem Defekt auftretende Bremsmomente kompensiert werden und damit die Weiterfahrt z. B. zur Werkstatt ermöglicht wird.

#### Technische Daten des Einzelmotors

Max. Drehmoment	500 Nm
Max. Leistung	20 kW
Außenradius	220 mm
Blechkpaketlänge	40 mm
Masse Aktivteil	14,5 kg

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

- 1 Luftgekühlter Radnabenmotor mit Fahrwerk und Felge in Schnittdarstellung.
- 2 Gusspulen im Vergleich mit gewickelten Spulen.
- 3 Fahrzeugkonzept mit vier Radnabenmotoren.
- 4 Gegossene Spule mit Isolationsbeschichtung.

## 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.

### Automotive

Automotive umfasst Hersteller von Straßenfahrzeugen sowie deren Zulieferindustrie. Neben starkem Kostendruck und dem Zwang zur klaren Produktdifferenzierung steht die Automobilindustrie vor allem vor der Herausforderung, die Umweltverträglichkeit ihrer Produkte permanent zu verbessern. Produktion und Betrieb von Automobilen stellen hohe Ansprüche an Energie- und Ressourceneffizienz. Leichtbau und Mischbauweisen mit neuen Materialien sind Lösungsansätze dazu. Robuste, schnelle und umweltgerechte Prozesse sind unverzichtbar. Seit einigen Jahren ist zudem die Elektrifizierung bzw. Hybridisierung des Antriebsstrangs ein wichtiges Thema.

### Luftfahrt

Luftfahrt adressiert Hersteller von Flugzeugen und Hubschraubern sowie die dazugehörige Zulieferkette und ihre Dienstleister vor allem im europäischen Raum. Auch die Luftfahrtindustrie sieht sich vor der Herausforderung, Treibstoffverbrauch, Schadstoff- und Lärmemissionen immer weiter zu reduzieren. Effizientere Triebwerke, Leichtbautechnologien und neue Materialien sind einige der Antworten darauf. Anhaltender Kostendruck lässt die Hersteller zudem nach Lösungen suchen, die eigenen Fertigungsprozesse stärker zu automatisieren.

### Energie und Umwelt

Energie und Umwelt adressiert Energieversorger sowie Hersteller von Umwelttechnik (wie beispielsweise Solar- oder Windkraftanlagen) oder deren Komponenten. Die zukünftige Gewinnung von Energie wie auch deren Speicherung und Transport stellen große Herausforderungen dar. Mit zunehmender Urbanisierung stellt sich die Frage nach zentraler vs. dezentraler Energieversorgung. Steigerung der Effizienz bzw. von Wirkungsgraden als Ausgleich zu steigenden Energiekosten geht einher mit der Notwendigkeit zur Reduzierung von Emissionen, insbesondere durch vermehrten Einsatz regenerativer Energiequellen. Mit der Energieversorgung für (Elektro-)Mobilität entsteht ein weiteres großes Thema.

### Medizintechnik und Life Sciences

Im Bereich der Medizintechnik wendet sich das Fraunhofer IFAM vor allem an Hersteller von Implantaten, Instrumenten, medizintechnischen und medizinischen Klebstoffen und von Wundauflagen sowie an Beschichtungsdienstleister. In den Life Sciences stehen biologische Oberflächenfunktionalisierung und Biosensoren im Mittelpunkt. Reinigungsmöglichkeit, Langzeitstabilität und Zuverlässigkeit sowie mechanische Eigenschaften der Produkte unterliegen zumeist strengen Qualitätsanforderungen; starke Normierung und Standardisierung, Zulassungsbeschränkungen und Kostendruck kommen hinzu. Immer stärker sind zudem Biokompatibilität und -integration von Bedeutung.

# MENSCHEN UND MOMENTE





## DR.-ING. FRANK PETZOLDT WIRD ZUM HONORARPROFESSOR AN DER HOCHSCHULE BREMERHAVEN ERNANNT

Die Hochschule in Bremerhaven hat Dr.-Ing. Frank Petzoldt am 21. März 2013 den Professorentitel verliehen. Der stellvertretende Institutsleiter des Fraunhofer IFAM und Leiter der Abteilung Pulvertechnologie vertritt das Lehrgebiet »Produktionsorientierte medizinische Prozessketten« im Studiengang Medizintechnik.

Bereits vor der Ernennung zum Honorarprofessor hat sich Frank Petzoldt bei der Gestaltung und Weiterentwicklung des Studiengangs Medizintechnik aktiv eingebracht. Mit der Ernennung würdigt die Hochschule seine fachlichen und didaktischen Kompetenzen sowie seine langjährigen Verdienste in Wissenschaft und Lehre.

Über seine bisherige Lehrtätigkeit zur Werkstofftechnik hinaus wird Frank Petzoldt nun die Ausbildung durch vertiefende praktische und theoretische Module im Masterstudiengang Medizintechnik in enger Kooperation mit dem Fraunhofer IFAM ausbauen. Für den Medizintechnikstudiengang der Hochschule Bremerhaven eröffnet sich dadurch die Möglichkeit, die Themen Generative Fertigung und Metallpulverspritzguss in den Kontext der medizinischen Anwendung zu stellen.

Die Studierenden der Hochschule Bremerhaven profitieren insbesondere von der starken Praxisbezogenheit und der Integration aktueller Entwicklungen und neuer Technologien in die Lehre. Sie lernen, dass Produkte für die Medizintechnik höchsten Ansprüchen an physikalische und mechanische Eigenschaften sowie an die Beschaffenheit der Oberfläche genügen müssen. Die Lehrtätigkeit von Frank Petzoldt kommt aber nicht nur den Studierenden zugute, sondern auch dem Fraunhofer IFAM. Denn so wird bei den jungen Talenten das

Interesse an der Materialforschung und der Fertigungstechnik schon frühzeitig geweckt. Das sichert auch die Gewinnung von wissenschaftlichem Nachwuchs am Fraunhofer IFAM.

**1** Prof. Dr. Josef Stockemer überreicht Dr.-Ing. Frank Petzoldt die Urkunde zum Honorarprofessor.



## BUNDESBILDUNGS MINISTERIN WANKA UND BUNDESTAGSKANDIDAT GRUNDMANN INFORMIEREN SICH ÜBER F&E IM CFK NORD IN STADE

Am 12. September 2013 besuchte die Bundesministerin für Bildung und Forschung Prof. Dr. Johanna Wanka zusammen mit dem Stader Bundestagskandidaten Oliver Grundmann das Großforschungszentrum CFK NORD. Dr. Dirk Niermann, Leiter der Fraunhofer-Projektgruppe Fügen und Montieren FFM, informierte seine Gäste nicht nur über die bereits abgeschlossenen sowie aktuellen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, sondern gab auch einen Ausblick auf die zukünftigen Leichtbau-Forschungsvorhaben rund um CFK-Großstrukturen.

In zunächst drei großen Vorhaben entwickelten die Wissenschaftler die notwendigen Verfahren sowie Komponenten und führten für die Anwendung in der industriellen Produktion erste Qualifizierungen durch: Im Projektverbund ParAMont/One Step Assembly wurde eine Großanlage zur automatisierten Ausrüstung von Schalen für CFK-Flugzeugrümpfe entwickelt und aufgebaut. Eine Forschungsanlage für das hochpräzise Fräsen und Bohren von CFK-Großbauteilen bis 13 m Länge unter Einsatz von drei Industrierobotern unterschiedlicher Hersteller ist im Projekt ProsihP entstanden. Ergebnis des Projekts CFK-AFMO ist eine flexible Aufnahme für biegeschlaffe CFK-Großbauteile, die sich an unterschiedliche Geometrien anpasst und die Teile mittels Lasermesstechnik hochpräzise, kraftkontrolliert sowie in optimaler Form und Lage für automatisierte Montageprozesse bereitstellt. Diese Projekte wurden vom Land Niedersachsen gefördert, das Projekt One Step Assembly außerdem durch das Luftfahrtforschungsprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie.

In Stade wird derzeit vorrangig für den Einsatz der entwickelten Technologien in der Flugzeugindustrie gearbeitet – nun gilt es, diese Ergebnisse auch auf andere Branchen zu übertragen,

in denen Großstrukturen aus Faserverbundkunststoffen ein Thema sind. Zukünftig werden im Flugzeugbau Gewicht- und Ressourceneinsparungen zur Schonung der Umwelt die F&E-Arbeiten des CFK NORD und damit auch der Fraunhofer-Projektgruppe FFM bestimmen: Für die Luftfahrtindustrie erarbeiten die FFM-Experten sowohl grundlegende Montage- und Bearbeitungsverfahren als auch beispielhafte Großanlagen, die bei der automatisierten Serienfertigung von XXL-Strukturen aus FVK erforderlich sind.

**1** *Bundesbildungsministerin Prof. Dr. Johanna Wanka und Bundestagskandidat Oliver Grundmann mit Dr. Gregor Graßl, Fraunhofer-Projektgruppe FFM, Prof. Dr. Axel Herrmann, Vorsitzender des CFK-Valley Stade e. V., und Dr. Dirk Niermann, Leiter der Fraunhofer-Projektgruppe FFM, (von links).*



## FARBE UND LACK-PREIS 2013 FÜR UV-LACK MIT MULTIFUNKTIONALER OBERFLÄCHE AN ANDREAS STAKE

Andreas Stake wurde mit dem FARBE UND LACK-Preis für seinen Fachbeitrag »Kratzfester UV-Lack mit intelligenter Oberfläche« ausgezeichnet. Dr. Michael Hilt, Vorsitzender der Fachgruppe Lackchemie in der Gesellschaft Deutscher Chemiker e. V. (GDCh) und Dr. Sonja Schulte, Chefredakteurin Wissenschaft und Technik der FARBE UND LACK-Redaktion, überreichten am 7. November 2013 den Preis auf der Jahrestagung des Verbandes der Ingenieure des Lack- und Farbenfaches e. V. (VILF) in Neu-Isenburg. Der Preis zeichnet veröffentlichte Fachartikel aus den vergangenen zwölf Monaten aus, die von Autoren verfasst wurden, die jünger als 40 Jahre sind. Über die Vergabe des Preises hatte eine Jury von acht Experten aus Forschung und Industrie gemeinsam mit der Leserschaft der Fachzeitschrift entschieden.

Gemeinsam mit Forschern sowohl aus dem Bereich Lacktechnik als auch Plasmatechnik und Oberflächen PLATO sowie des Leibniz-Instituts für Polymerforschung Dresden e. V. ist es Andreas Stake gelungen, einen multifunktionalen, kratzfesten UV-härtenden Lack zu entwickeln, der sich durch die Integration mehrerer, teilweise gegensätzlicher Funktionen in ein einziges Schichtsystem auszeichnet. Die Entwicklung solcher hochleistungsfähiger Beschichtungstoffe ist eine Voraussetzung für Umsatzerhöhungen nicht nur von Rohstoffen- und Lackherstellern, sondern auch von Spezialchemikalienherstellern sowie Anlagenbauern etc. durch die Erschließung neuer Anwendungsfelder, und erfolgte innerhalb des IGF-Vorhaben (350 ZGB) »Neue Funktionsoberflächen für industrielle Anwendungen durch Kombination von schaltbaren Polymerbürsten und kratzfesten Klarlacken«.

Ziel des Projekts war es, schaltbare Beschichtungen für technische Oberflächen herzustellen, die unter anderem eine Schaltbarkeit gegensätzlicher Oberflächeneigenschaften, wie z. B. zwischen wasserabweisend bzw. ölabweisend (hydrophob bzw. oleophob) und wasseranziehend (hydrophil), aufweisen und sich somit an verändernde Umgebungsbedingungen anpassen können.

Diese intelligenten Beschichtungen auf Basis von adaptiver, funktioneller Polymerbürstensysteme bzw. Fluortenside vereinen die Vorzüge von Stabilität und Schaltbarkeit. Die Polymerbürsten sind für die Einstellung und Schaltung der Benetzbarkeit der Oberfläche verantwortlich, der Klarlack sorgt für die Stabilität der Polymerbürsten, die an Nanopartikel gekoppelt sind.

**1** Andreas Stake (Mitte) erhält den FARBE UND LACK-Preis 2013 von Dr. Michael Hilt, Vorsitzender der Fachgruppe Lackchemie in der GDCh, und Dr. Sonja Schulte, Chefredakteurin der Rubrik Wissenschaft & Technik der Zeitschrift FARBE UND LACK.



## DR.-ING. GREGOR GRASSL UND DR. MATTHIAS OTT MIT COMPOSITE INNOVATIONS AWARD GEEHRT

Die beiden Fraunhofer-Wissenschaftler Dr.-Ing. Gregor Graßl – Fraunhofer-Projektgruppe Fügen und Montieren FFM – und Dr. Matthias Ott – Plasmatechnik und Oberflächen PLATO – erhielten im Rahmen der CFK-Valley Convention am 11. Juni 2013 in Stade den Composite Innovations Award für eine innovative tiefziehfähige Trennfolie, die eine sichere trennmittelfreie Bauteilentformung ermöglicht. Gestiftet wurde der Preis vom CFK-Valley e. V., der Hansestadt Stade sowie der Privaten Hochschule Göttingen.

Die am Fraunhofer IFAM entwickelte Polymerfolie Flex<sup>PLAS</sup>® zur trennmittelfreien Herstellung von Faserverbundbauteilen weist zahlreiche Vorteile auf. Die Folie ist leicht dehnbar und hält selbst einer Dehnung von bis zu 300 Prozent stand – ohne Funktionsbeeinträchtigung. Insbesondere gekrümmte oder strukturierte XXL-Bauteile aus Faserverbundkunststoffen lassen sich so problemlos trennmittelfrei fertigen. Die Industriebranchen begrüßen diese Technologie, denn der Formprozess war bislang sehr aufwendig, da bei der Nutzung herkömmlicher Trennmittel sowohl auf dem Bauteil als auch auf dem Werkzeug Reste zurückblieben. Bei der Reinigung der Bauteiloberflächen wurden Bauteilschädigungen riskiert, die teure Verzögerungen im Herstellungsprozess verursachen konnten. Der Einsatz der Flex<sup>PLAS</sup>®-Trennfolie kann leicht in den Fertigungsprozess integriert werden, somit wird die Herstellung der FVK-Bauteile sehr viel schneller und kostengünstiger. Der wirtschaftlichen Serienfertigung von Großbauteilen wird durch Flex<sup>PLAS</sup>® der Weg gebnet.

Im Anschluss an die Fertigung können die Bauteile ohne weitere aufwendige Vorbehandlung sofort lackiert werden. Alternativ ermöglicht die neue Technologie ein Inmould-Coating von Faserverbundbauteilen: Dabei wird auch hier mit vergleichsweise geringem Aufwand in der Form ein Gelcoat-Lack

auf die Flex<sup>PLAS</sup>®-Trennfolie aufgebracht. Anschließend erfolgt die Fertigung des Faserverbundkunststoffes auf dem Lack, wobei der Inmould-Lack gemeinsam mit dem FVK-Bauteil ausgehärtet wird. Das fertig lackierte Bauteil kann mit der Trennfolie aus der Form entnommen werden.



## DR. MARCUS TEGEL UND DR. LARS RÖNTZSCH BELEGEN 1. PLATZ IM WETTBEWERB »INNOVATIONSPREIS BRENNSTOFFZELLE 2013«

Am 7. Oktober 2013 wurden Dr. Marcus Tegel und Dr. Lars Röntzsch vom Fraunhofer IFAM in Dresden im Rahmen des f-cell Brennstoffzellenforums in Stuttgart mit dem 1. Preis in der Kategorie Science des Wettbewerbs »Innovationspreis Brennstoffzelle 2013« geehrt.

Die Forscher konnten die Jury mit ihrem Beitrag »Hydrolyse-basierte Höchstenergiespeichermaterialien« überzeugen. Sie adressieren damit ein aktuelles gesellschaftliches Problem: Mit unserer zunehmenden Mobilität und der entsprechend steigenden Verwendung von energiehungrigen Mobilgeräten wie Smartphones, Kameras oder GPS wachsen gleichzeitig Erwartung und Notwendigkeit, in möglichst jeder Situation den erforderlichen Energiebedarf stillen zu können. Während aber der Zugang zu Elektrizität keineswegs überall selbstverständlich ist, ist eine Versorgung mit Wasser fast immer möglich.

Die Dresdner Forscher haben herausgefunden, dass Energiespeicher auf Basis bestimmter Metallhydride besonders geeignet sind, um den mobilen Energiebedarf zu decken. Kommen diese Metallhydride in Kontakt mit Wasser, erfolgt eine sogenannte Hydrolysereaktion, durch die direkt gasförmiger Wasserstoff erzeugt wird. Dieser wird dann mittels einer Brennstoffzelle in Elektrizität umgewandelt.

Die besonderen Vorteile der neuartigen Speichermaterialien sind deren schnelle Energiefreisetzung, ihre gefahrlose Handhabbarkeit sowie das geringe Gewicht. In Verbindung mit einem einfachen Reaktionsbehältnis, einer Brennstoffzelle sowie Wasser aus einer beliebigen natürlichen Quelle lassen

sich mit diesen Materialien Systeme realisieren, die wesentlich mehr Energie speichern können als konventionelle Alkali-Mangan-Batterien oder aktuelle Hochleistungsbatterien aus Lithium-Thionylchlorid. Dabei haben sie zusätzlich keinerlei Selbstentladung und kosten nur einen Bruchteil solcher Spezialbatterien.

Der vielversprechende Ansatz aus dem Fraunhofer IFAM in Dresden eignet sich für eine Vielzahl von mobilen Anwendungen, beispielsweise für Notstromversorgungen, tragbare elektronische Geräte, Ladegeräte, Camping- und Outdoorausrüstung oder auch Bojen.

**1** Preisträger Dr. Marcus Tegel (r.) mit Holger Haas von der Wirtschaftsförderung Region Stuttgart (Quelle: © Peter Sauber Agentur).



# STEFAN ZIMMERMANN ERHÄLT FRIEDRICH-WILHELM-PREIS 2013

Während einer Feierstunde an der RWTH Aachen wurde am 29. November 2013 Stefan Zimmermann mit dem Friedrich-Wilhelm-Preis geehrt. Die Auszeichnung wird alljährlich an Studierende und Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler der RWTH vergeben, die aufgrund ihrer herausragenden Leistungen ausgewählt wurden.

Stefan Zimmermann erhielt den Preis für seine Masterarbeit zum Thema »Entwicklung einer Prüfmethode zur Evaluierung der Gießeigenschaften und geometrischen Gestaltungslimits von near-net-shape TiAl-Turbinenschaufeln im Schleuderguss«.

Die Friedrich-Wilhelm-Preise werden von der gleichnamigen Stiftung verliehen. Das zentrale Anliegen ist die Förderung von Forschung und Lehre an der RWTH Aachen sowie die Unterstützung von Studierenden, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern.

Der Name der Stiftung geht auf den preußischen Kronprinzen und späteren Kaiser Friedrich Wilhelm III. zurück. 1858 erhielt dieser von der Aachener und Münchener Feuerversicherungsgesellschaft eine Spende in Höhe von 5000 Talern, um ein Polytechnisches Institut in der Rheinprovinz zu gründen. Diese Spende bildete den Grundstock für die später gegründete Friedrich-Wilhelm-Stiftung, die wiederum die Basis für die RWTH Aachen legte.

In diesem Jahr wurden aus den Fakultäten der Hochschule zehn Diplom- beziehungsweise Masterarbeiten, 13 Dissertationen und vier Habilitationen ausgezeichnet.

# 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 2013 und im Wintersemester 2013/2014 mit mehr als vierzig Lehrveranstaltungen an der Universität Bremen, der Technischen Universität Dresden, der Hochschule Bremen, der Hochschule Bremerhaven und der International University Dresden aktiv.

### Wissenschaftliche Veröffentlichungen und Vorträge

Mit etwa 100 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 2013 wieder intensiv beteiligt an Konferenzen, Messen und Tagungen. Der Schwerpunkt der beinahe 200 aktiven Beiträge (in Form von Vorträgen oder

Postern) lag dabei in Deutschland. Die starke internationale Vernetzung des Instituts zeigt sich darüber hinaus darin, dass mehr als jeder vierte Beitrag bei Veranstaltungen im europäischen Ausland, in Asien, Nord- oder Südamerika gehalten wurde. Neben der aktiven Teilnahme an von anderer Seite organisierten wissenschaftlichen Fachveranstaltungen tritt das Institut auch regelmäßig selbst als Veranstalter auf: So fanden 2013 insgesamt mehr als 30 vom Fraunhofer IFAM oder mit Beteiligung desselben organisierte Konferenzen, Tagungen und Workshops statt.

### Patente

Patente dokumentieren die Innovationsfähigkeit einer Organisation. Mit der Erteilung von vierzehn Patenten im Jahr 2013 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)

# IMPRESSUM

---

## Institutsleitung

---

Prof. Dr.-Ing. 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 2246-419  
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

---

Karsten Hülsemann  
Cornelia Müller  
Martina Ohle  
Stephanie Uhlich

---

## Externe Dienstleister

---

### Foto

PR Fotodesign: Britta Pohl, Jochen Röder;  
Ulrich Budde; GfG Bremen: Thomas Kleiner

### Satz und Layout

Gerhard Bergmann, SOLLER Werbestudios GmbH

### Druck und Verarbeitung

BerlinDruck GmbH + Co KG

---

## Bildquellen

---

© Fraunhofer IFAM oder Quellenangaben

**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)**