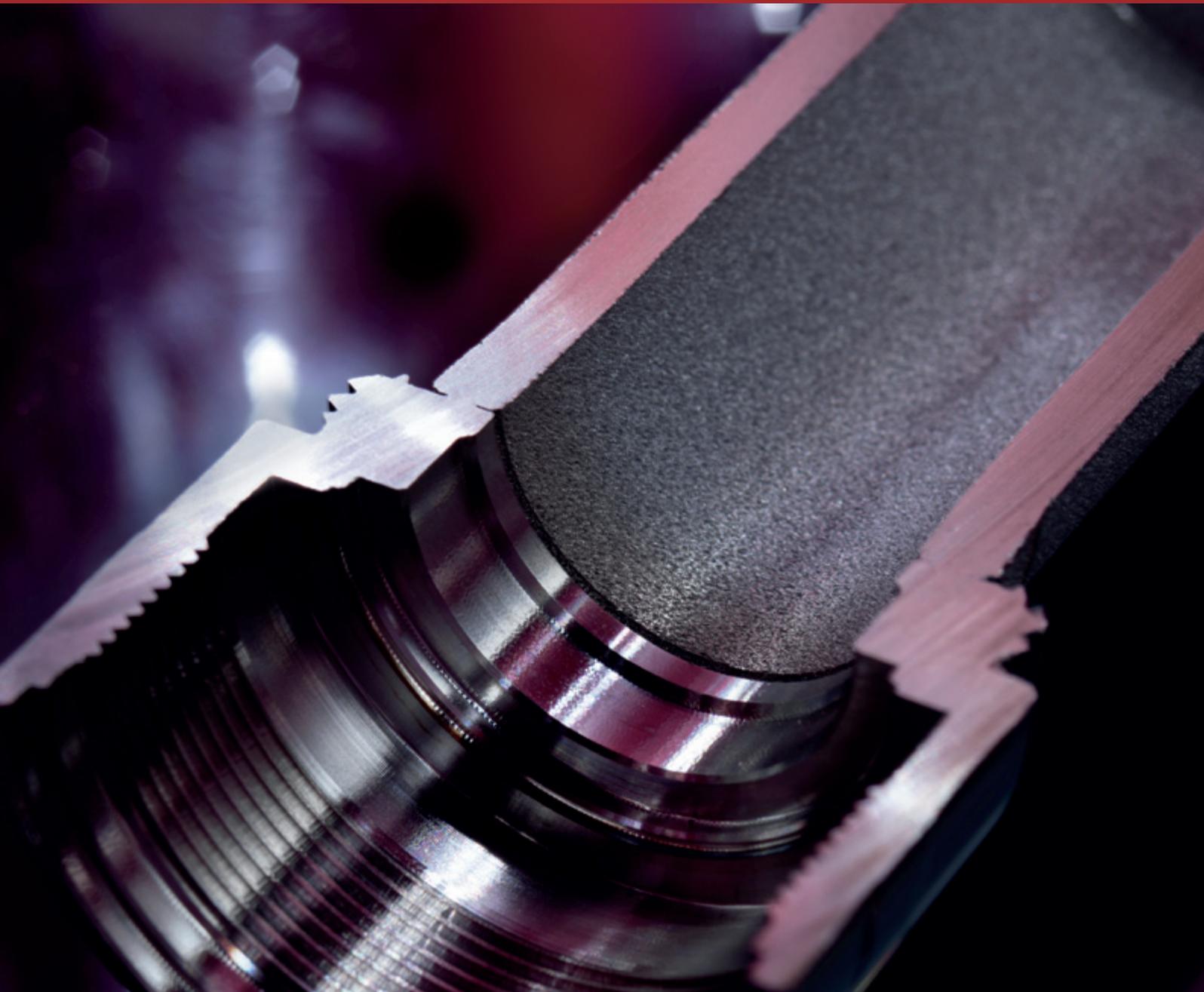


# **PULVERTECHNOLOGIE**

SICHER IN FORM UND FUNKTION



## INHALT

PULVERTECHNOLOGIE	3
MASSGESCHNEIDERTE EIGENSCHAFTEN	5
FUNKTION DURCH PULVERTECHNOLOGISCHE FORMGEBUNG	6
FUNKTIONALISIERUNG MIT PULVER – FUNKTIONSINTEGRATION	8
UNSER ANGEBOT	10

# WIR VERSTEHEN WERKSTOFFE

## DIE FRAUNHOFER-GESellschaft

Forschen und entwickeln 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 60 Institute mit über 17 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung.

## FORMGEBUNG UND FUNKTIONSWERKSTOFFE

Der Institutsteil Formgebung und Funktionswerkstoffe des Fraunhofer-Instituts für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM konzentriert sich an den Standorten Bremen und Dresden auf maßgeschneiderte Werkstofflösungen mit optimierten Fertigungsverfahren und Prozessen.

Das Spektrum der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten reicht vom Werkstoff über Formgebung bis hin zur Funktionalisierung von Bauteilen und Systemen. Wir erarbeiten kundenspezifische Lösungen, die von so unterschiedlichen Branchen wie der Automobilindustrie, der Medizintechnik, der Luft- und Raumfahrt, dem Maschinen- und Anlagenbau, der Umwelt- und Energietechnik oder der Elektronikindustrie nachgefragt werden.

Im Themenfeld **Formgebung** stehen Entwicklungen zur wirtschaftlichen und ressourcenschonenden Fertigung von immer komplexer werdenden, teilweise miniaturisierten, Präzisionsbauteilen im Fokus des Interesses. Mit modernsten pulver-

und gießtechnologischen Verfahren wird daran gearbeitet, die Funktionsdichte in Bauteilen zu steigern. Unser Angebot umfasst neben der Auslegung der Bauteile und der Simulation der Formgebungsprozesse die fertigungstechnische Umsetzung und die zugehörige Schulung des Personals der Unternehmen.

Im Themenfeld **Funktionswerkstoffe** stehen Entwicklungen zur Verbesserung bzw. Erweiterung von Materialeigenschaften und der Verarbeitung der Werkstoffe im Mittelpunkt. Die Funktionswerkstoffe können sowohl im Fertigungsprozess direkt in das Bauteil integriert als auch durch Druck- oder Sputterprozesse auf Oberflächen appliziert werden. Sie verleihen dem Bauteil zusätzliche oder ganz neue Eigenschaften, wie beispielsweise elektronische oder sensorische Funktionen. Auch die spezifischen Eigenschaften zellulärer Werkstoffe werden genutzt, um verschiedenste Funktionen in Anwendungen im Bereich der Energieabsorption, der Schallabsorption oder des Wärme- und Stofftransports zu realisieren. Einen weiteren Forschungsschwerpunkt bilden Biomaterialien aus Metall, Keramik oder Polymeren und deren biologische Wechselwirkung mit ihrer Umgebung.

Basierend auf diesen beiden Themenfeldern wird als neues Anwendungsfeld die Elektromobilität, insbesondere mit den Bereichen Energiespeicher und elektrische Antriebstechnik, bearbeitet. Prüfen, Testen, Bewerten und Optimieren des Gesamtsystems stehen im Fokus der Arbeiten.

© Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM  
Formgebung und Funktionswerkstoffe



# PULVERTECHNOLOGIE: GESTALTEN VON EIGENSCHAFTEN, FORMEN UND FUNKTIONEN

Pulvertechnische Lösungen haben sich seit langem im industriellen Einsatz bewährt. Eine stetige Weiterentwicklung in Richtung innovativer Produkte eröffnet neue Marktsegmente.

*Titel: Flamm Sperre aus Edelstahl.*

*Bild oben: Zugproben aus verschiedenen Metallen (Bronze, Edelstahl, 42CrMo4, 16MnCr5, NiAl, Titan, WNiFe).*

## Vom Pulver zum Bauteil

Die Pulvertechnologie ist ein bestens gerüstetes Instrument, innovative Produkte mit hoher Wertschöpfung zu fertigen, die sich in ihren Märkten durch Funktionserfüllung, Zuverlässigkeit und Mehrwert behaupten können. Über die gesamte Prozesskette bietet die Pulvertechnologie viele Möglichkeiten, die Eigenschaften von Werkstoffen, die Form und Funktionen des Bauteils und damit letztendlich des Produkts wesentlich zu gestalten.

Unsere Kernkompetenz umfasst das Prozessverständnis vom Pulver zum Bauteil mit den Fragen rund um Werkstoff, Formgebung und Toleranzen, Prozesssicherheit und spezifische Bauteilanforderungen, seien sie durch mechanische, physikalische oder einer Kombination von mehreren Eigenschaften geprägt. Für die Umsetzung dieser Ansprüche in die industrielle Fertigung stehen modernste Anlagen und Technologien am Fraunhofer IFAM zur Verfügung.

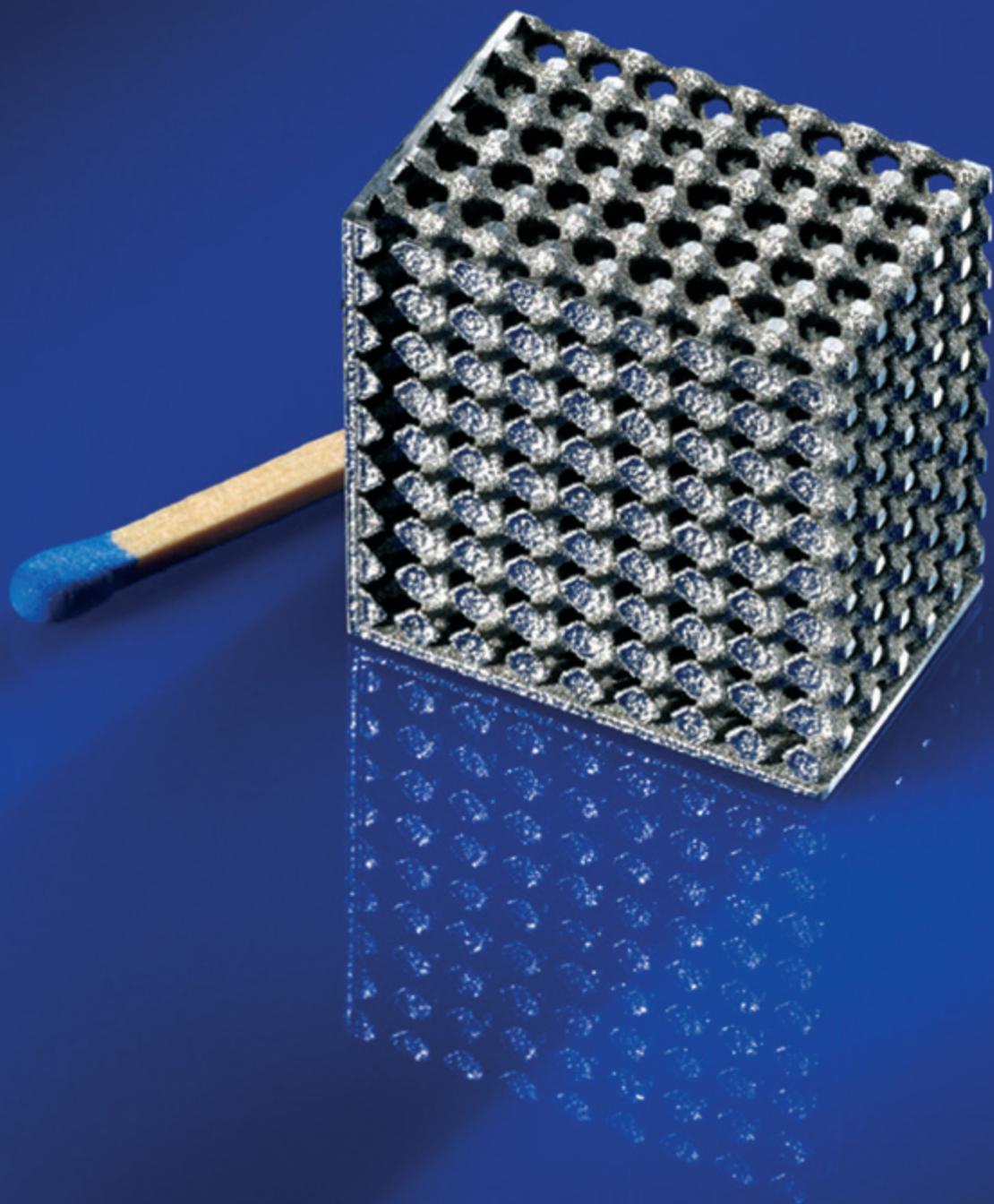
Wir freuen uns auf die Herausforderung, mit Ihnen gemeinsam die Grenzen des Machbaren durch Anwendung pulvertechnologischer Verfahren zu erweitern. Wir tun dies in direkter vertraulicher Kooperation mit Ihnen, wie auch in der Zusammenarbeit mit mehreren Partnern in öffentlich geförderten Projekten.

*Ansprechpartner:*

*Dr. -Ing. Frank Petzoldt*

*Telefon +49 421 2246-134*

*frank.petzoldt@ifam.fraunhofer.de*





# PULVERMETALLURGISCHE MATERIALIEN MIT MASSGESCHNEIDERTEN EIGENSCHAFTEN

Die pulvertechnologische Herstellung von Bauteilen ermöglicht die gezielte Einstellung von Materialeigenschaften wie kein zweiter Fertigungsprozess.

*Großes Bild: Lasergesinterte Struktur aus Edelstahl.*

## **Pulvertechnologie liefert funktionelle Materiallösungen**

Allein durch die Variation der Dichte zwischen durchgängiger Porosität bis zu vollständiger Dichte sind an einem Material Eigenschaften einstellbar, die völlig unterschiedliche Funktionen von der Filtration von Medien bis zur Übertragung von Lasten oder Energie erfüllen können.

*Bild 1: Schüttgesintertes Filterelement aus Bronze.*

*Bild 2: Aluminiumschaumelemente.*

Durch das Mischen von Pulvern lassen sich Legierungen, Verbundwerkstoffe, Werkstoffverbunde und Strukturwerkstoffe mit den erforderlichen Eigenschaftsprofilen herstellen. Die Kombination von Eigenschaften ist durch Pulververbunde unter Berücksichtigung der thermodynamischen Randbedingungen oft direkt ableitbar und realisierbar. So lassen sich Eigenschaften wie Härte, Zähigkeit, E-Modul, Verschleiß und Wärmedehnung an die Erfordernisse anpassen.

Die Formgebung und das Sintern sind der Kern der pulvertechnologischen Fertigung von Bauteilen. Während des Sinterns entsteht aus geformtem Pulver der Werkstoff mit seinen wesentlichen Eigenschaften. Deshalb wird diesem Prozessschritt am Fraunhofer IFAM besondere Bedeutung beigemessen. Umfassendes Sinter-Know-how, das auf der Erfahrung der pulvermetallurgischen Verarbeitung einer sehr breiten Palette an Werkstoffen und Formgebungsverfahren basiert, wird zur Lösung kundenspezifischer Aufgaben eingesetzt. Zur Umsetzung sind Öfen verschiedener Größe und Ausstattung vorhanden, die das Sintern aller gängigen Materialien ermöglichen.

*Ansprechpartner Metallschäume:  
Dipl. -Phys. Joachim Baumeister  
Telefon +49 421 2246-211  
joachim.baumeister@ifam.fraunhofer.de*

Materialien und Ofenatmosphären können zur Prozesskontrolle auf ihre Reinheit und Zusammensetzung analysiert werden. Die Phasenzusammensetzungen von Werkstoffen und Materialgemischen werden durch thermodynamische Berechnungen begleitet, welche die Basis für die Prozessentwicklung sind.

*Ansprechpartner Sintern:  
Dr.-Ing. Georg Veltl  
Telefon +49 421 2246-211  
georg.veltl@ifam.fraunhofer.de*



1



2

# FUNKTION DURCH PULVERTECHNOLOGISCHE FORMGEBUNG

*Bild 1: Warmkompaktierte Zahn-  
räder aus 0.3 C-Distaloy-Pulver.*

*Bild 2: Turbinenleitschaufel aus  
intermetallischer Phase NiAl, her-  
gestellt mittels MIM, nach Heißgas-  
korrosionstest.*

*Ansprechpartner Presstechnik:  
Dr. -Ing. Georg Veltl  
Telefon +49 421 2246-211  
georg.veltl@ifam.fraunhofer.de*

*Ansprechpartner MIM:  
Dr. -Ing. Thomas Hartwig  
Telefon +49 421 2246-211  
thomas.hartwig@ifam.fraunhofer.de*

*Ansprechpartner  
Anwenderzentrum MIM:  
Dipl. -Ing. Lutz Kramer  
Telefon +49 421 2246-211  
lutz.kramer@ifam.fraunhofer.de*

»Ob es der gravitatische Adler in seinem Flug oder die geöffnete Apfelblüte, das sich abplagende Arbeitspferd, die abzweigende Eiche, der sich schlängelnde Strom... die Form folgt immer der Funktion, und das ist das Gesetz«.

Louis H. Sullivan (1856-1924), Architekt

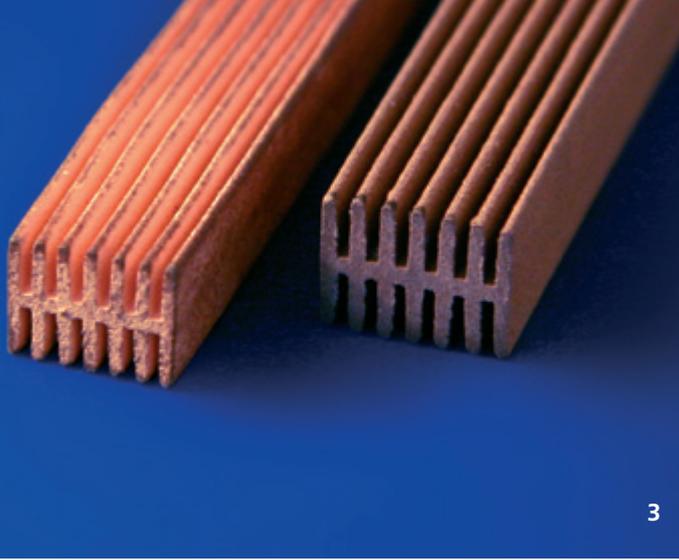
## Presstechnik

Am Fraunhofer IFAM wird die Pulverpresstechnik unter den Gesichtspunkten Charakterisierung der Verpressbarkeit von Pulvern, Pulveraufbereitung und Verfahrensentwicklung zur Kompaktierung metallischer Pulver betrieben. Zur Charakterisierung des Pressverhaltens von Pulvern besitzt das Fraunhofer IFAM ein so genanntes Powder-Test-Center, mit dem das Pressverhalten von Pulvern vom Füllverhalten bis zum Ausstoßen des Presslings untersucht werden kann. Für die Entwicklung und Erprobung pulvermetallurgischer Neuteile steht eine hydraulische 125 t-Dorst-Presse mit Warmkompaktiervorrichtung zur Verfügung.

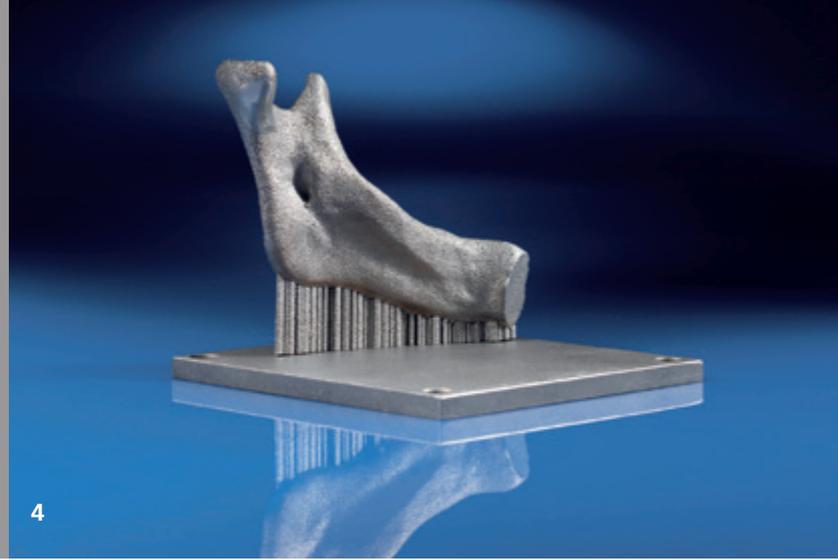
## Metallpulverspritzguss (MIM)

In unserem Technikum werden alle Fragen rund um die Prozesskette Metallpulverspritzguss (MIM) bearbeitet. Die Erweiterung der Materialpalette, die Qualitätsverbesserung durch besseres Prozessverständnis und Simulation sowie die Erweiterung der Bauteilkomplexität sind wichtige Themen, die wir mit und für unsere Kunden und Partner untersuchen und vorantreiben. Mit der vorhandenen Ausrüstung werden Material- und Verfahrensfragen für alle gängigen Pulver und Bindersysteme bearbeitet. Untersuchungen zur Eignung von Pulvern und dem Sintern von neuen Materialien werden ebenso durchgeführt wie die Pilotserienfertigung von neuen Bauteilen. Durch die komplette und moderne Ausrüstung können alle Prozessschritte von der Pulveraufbereitung über Feedstockherstellung und –homogenisierung bis hin zur Entbinderung und Sinterung im Labor- und Technikumsmaßstab durchgeführt werden. Begleitet wird dies durch die notwendige Analytik, die auch als reine Dienstleistung angeboten wird.

In unserem Anwenderzentrum Metallpulverspritzguss übernehmen wir auch die Fertigung von Pilot- und Testserien sowie die Schulung und Einweisung von Personal auf die entwickelten Prozesse.



3



4

## Extrusion

Die Herstellung metallischer Halbzeuge durch Extrusion basiert, wie der Metallpulverspritzguss, auf der Verarbeitung einer fließfähigen Mischung von Metallpulver und Binderkomponenten – dem so genannten Feedstock. Mittels Extrusion lassen sich, wie beim Extrudieren von Kunststoffen, quasi endlose Voll- und Hohlprofile mit komplexer Querschnittsgeometrie herstellen. Unmittelbar nach der Formgebung durch das Extrusionswerkzeug werden die Halbzeuge im Grünzustand gegebenenfalls kalibriert, abgelängt und anschließend entbindert und gesintert. Für Machbarkeitsstudien zur Erzeugung kleinerer Geometrien bei gleichzeitiger Entwicklung optimaler Feedstock- und Prozessparameter stehen Einschnecken-Extruder mit einer Reihe verschiedenster Testwerkzeuge sowie Ablagevorrichtungen für den Extrudatstrang zur Verfügung.

## Lasersintern (Laserschmelzen)

Durch den Einsatz des generativen Verfahrens »Direktes Metall Lasersintern (DMLS)« entstehen Bauteile werkzeuglos aus metallischen Pulvern in nahezu beliebigen und sehr komplexen Formen direkt aus 3D-CAD-Daten. Insbesondere dieses Alleinstellungsmerkmal ermöglicht die Herstellung von Geometrien wie beispielsweise komplexeste interne Kanäle, wie sie selbst im Feinguss nicht möglich sind. Die schichtweise gefertigten Bauteile erhalten ihre anwendungsspezifischen Material- und Oberflächeneigenschaften entweder sofort im Lasersinter- bzw. Laserschmelz-Prozess oder bei einer möglichen konventionellen Nachbehandlung oder Nachbearbeitung. Die Standard-Materialpalette reicht inzwischen von Edel- und Werkzeugstählen über CoCr-Basislegierungen bis hin zu Leichtmetallen wie Titan und Aluminium bzw. deren Legierungen.

Anwendung findet das Lasersintern inzwischen nicht mehr nur bei der Umsetzung der schnellen Produktentwicklung (Rapid Prototyping) und der Werkzeugherstellung (Rapid Tooling), sondern mittlerweile vermehrt auch bei der Fertigung kundenspezifischer Produkte für den Endanwender (Rapid Manufacturing). Die Prozessentwicklung am Fraunhofer IFAM umfasst die gesamte Kette von der Anpassung der Ausgangs-Pulvermaterialien, der Erzeugung und Kontrolle der Datenmodelle, über die generative Fertigung bis zur Endkontrolle.

*Bild 3: Extrudiertes Kammprofil aus Cu-Feedstock; gesintert (links) und Grünteil (rechts).*

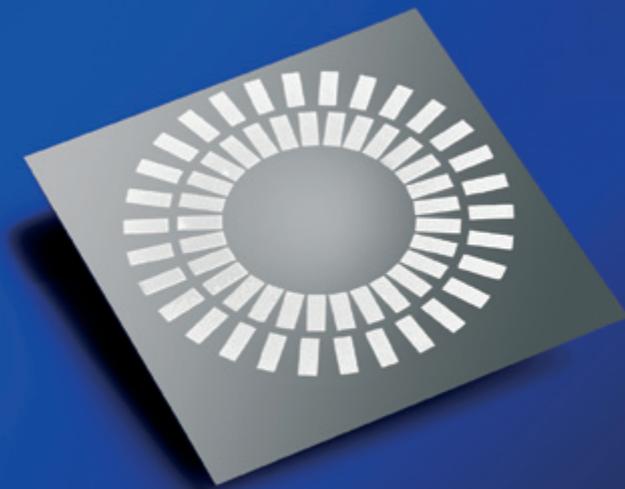
*Bild 4: Replikate eines menschlichen Kieferknochens (Studie für ein medizinisches Implantat, Ti6Al4V lasergesintert).*

*Ansprechpartner Extrusion  
und Lasersintern:*

*Dipl.-Ing. Claus Aumund-Kopp*

*Telefon +49 421 2246-211*

*claus.aumund-kopp@ifam.fraunhofer.de*



1



2

# FUNKTIONALISIERUNG MIT PULVER – FUNKTIONSINTEGRATION

*Bild 1: Magnetische Nonius-Struktur, hergestellt durch Aufsintern einer magnetischen Paste.*

*Bild 2: Zugprobe, hergestellt durch 2K-MIM; Materialkombination: magnetisch / unmagnetisch.*

Die Nachfrage nach Multifunktionsbauteilen erfordert neue Methoden zur wirtschaftlichen Realisierung eines höheren Grades an Funktionsintegration.

## Steigerung der Funktionsdichte

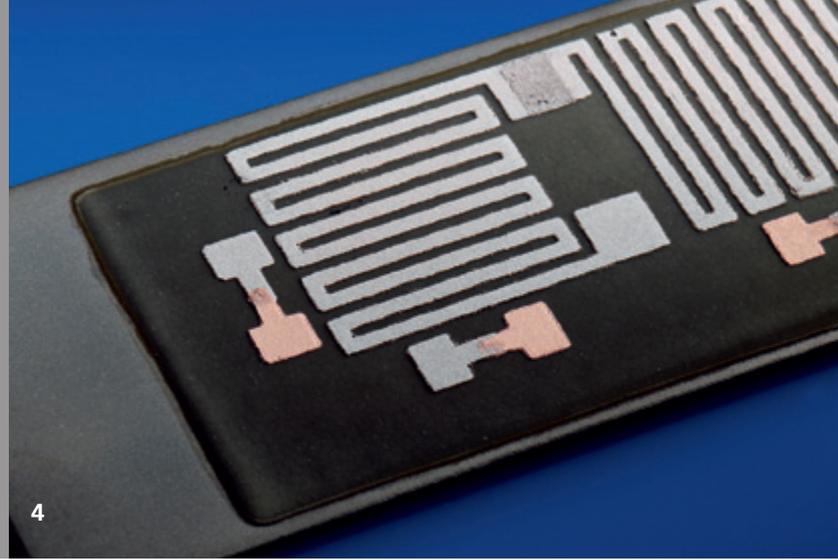
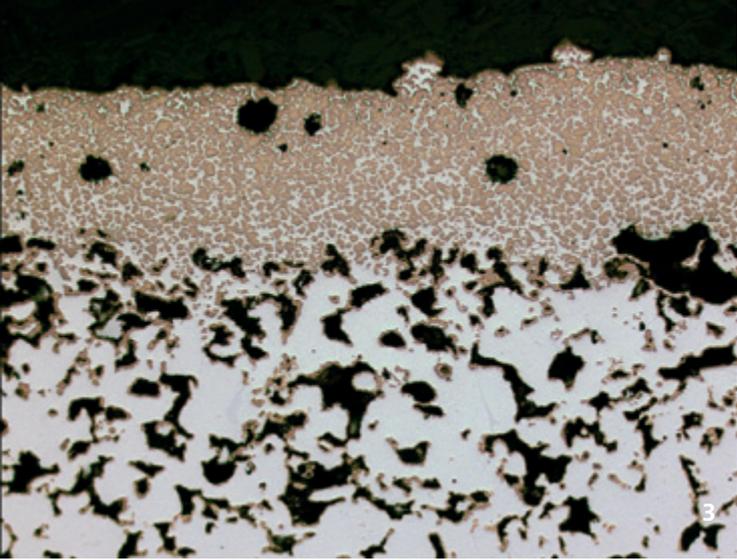
Am Fraunhofer IFAM wird mit verschiedenen Prozessen daran gearbeitet, die Funktionsdichte von Bauteilen zu steigern. Zweikomponentenspritzguss und Sinterfügen von Bauteilen ermöglichen neue Funktionalitäten bei reduziertem Fertigungsaufwand. Montagespritzguss, Ausschmelzkerne für definierte Hohlräume, poröse Bereiche kombiniert mit dichten Abschnitten sowie die Kombination von zwei verschiedenen Materialien im festen Verbund steigern die Funktionalität und damit die Marktposition pulvermetallurgisch hergestellter Bauteile. Beispiele für Materialkombinationen, die in einem gemeinsamen Sinterprozess verarbeitet werden können, sind:

- Magnetischer – nicht magnetischer Edelstahl
- Niedrig legierter Stahl – Schneidstoff
- Edelstahl – Zirkonoxid

Ein weiteres Mittel zur Funktionsintegration auf Bauteilen ist das Aufdrucken und anschließende Einsintern pulvergefüllter Pasten. Hierbei steht für die Beschichtung und Oberflächenstrukturierung der Bauteile wiederum die gesamte Palette pulvermetallurgischer Materialien zur Verfügung. Magnetische Signaturen (hart- und weichmagnetisch), harte Verschleißschutzschichten auf Edelstählen durch Reaktionssintern von Titan-Pasten, Thermoelemente und Überlastsensoren sowie Dehnungsmessstreifen können gefertigt werden. Schichtsysteme, die auch eine elektrische Isolation zum Grundmaterial beinhalten, werden realisiert. Sind auch die Bauteile pulvermetallurgischen Ursprungs, können Paste und Bauteil in nur einem Fertigungsschritt gemeinsam gesintert werden.

*Ansprechpartner:  
Dr.-Ing. Georg Veltl  
Telefon +49 421 2246-211  
georg.velt@ifam.fraunhofer.de*

Das gängigste Druckverfahren zum Aufbringen der Pasten ist der Siebdruck und der Schablonendruck. Wenn sehr feine, dünne Strukturen erforderlich sind, die jenseits der Möglichkeiten des Siebdrucks liegen, werden Druckverfahren mit nanopulverbasierten funktionellen Tinten wie Ink-Jet- oder Aerosol-Printing am Fraunhofer IFAM eingesetzt.



Die pulvertechnologische Herstellung funktionsintegrierter oder funktionalisierter Bauteile basiert auf der Verarbeitung von Pulvern durch bindergestützte Verfahren. Thermodynamische Berechnungen unterstützen die Auswahl der Werkstoffe und Pulver sowie die Entwicklung der Prozessführung. Sprechen Sie uns mit Ihren Wünschen zur Produktgestaltung und Funktionsintegration an. Dieser Aspekt der Pulvertechnologie bietet viele Ansätze zur Weiterentwicklung Ihrer Produkte mit höherer Wertschöpfung.

*Bild 3: TiN Schicht auf Edelstahl.*

*Bild 4: Mittels Siebdruckverfahren hergestellter Dehnungsmessstreifen mit Thermoelementpaaren zur Temperaturkompensation.*

### **Charakterisierung und Funktionalitätsprüfung**

Für die Charakterisierung von Materialien und Bauteilen sind in der Materialographie und Analytik des Fraunhofer IFAM zahlreiche Messmethoden vorhanden. Zudem können prozessrelevante Eigenschaften wie Viskosität von Spritzgussmassen, Wärmekapazität sowie Schmelz- und Erweichungspunkte von Materialien gemessen werden. Die Materialzusammensetzung kann durch EDX und Funkenspektroskopie analysiert und Phasenzusammensetzungen mittels Röntgenbeugungsmessungen bestimmt werden. Verunreinigungen wie C, O, N, S werden durch Heißgasextraktionsanalyse ermittelt.

Zur Prüfung der funktionsgebenden Eigenschaften von Bauteilen werden mechanische, thermische, elektrische und magnetische Messmethoden eingesetzt. Die Eigenschaften weich- und hartmagnetischer Werkstoffe können umfassend durch Hystereseschreiber bestimmt werden. Darüber hinaus können magnetische Feldstärken von verbauten magnetischen Komponenten durch Gaussmeter und Fluxmeter charakterisiert werden.



## UNSER ANGEBOT

### **Benötigen Sie eine spezielle Lösung?**

Besprechen Sie mit uns Ihre Wünsche zur Produktgestaltung und Funktionsintegration. Die Pulvertechnologie bietet zahlreiche innovative Ansätze und Lösungen, um Ihr Produkt weiter zu entwickeln und wirtschaftlich zu fertigen.

Wir sind ein interdisziplinär ausgerichtetes Team von Wissenschaftlern und Technikern, in denen Sie Ansprechpartner für die Lösung vieler Fragestellungen finden. Wir entwickeln Konzepte und Ideen für die Fertigung Ihrer Produkte und Komponenten – selbstverständlich auf vertraulicher Basis.

### **Das Angebot der Pulvertechnologie beinhaltet Kooperationen und Dienstleistungen:**

- Entwicklung neuer Bauteile und Produkte durch Pulvertechnologie
- Entwicklung von Bauteilen mit speziellen Kombinationen von Eigenschaften und Funktionen
- Prozesssimulation und thermodynamische Berechnungen
- Benchmarking pulvermetallurgischer Prozesse
- Technisch-ökonomische Bauteilstudien für neue Produkte
- Erarbeitung von Fertigungskonzepten
- Arbeiten zum Prozessverständnis und zur Erhöhung der Prozesssicherheit
- Pilotserien, Technologietransfer und Schulung von Personal für neu entwickelte Prozesse

*Ansprechpartner:*

*Dr. -Ing. Frank Petzoldt*

*Telefon +49 421 2246-134*

*frank.petzoldt@ifam.fraunhofer.de*

# KOMPETENZEN FORMGEBUNG UND FUNKTIONSWERKSTOFFE

WWW.IFAM.FRAUNHOFER.DE

## Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM

### Institutsleitung

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

### Biomaterial-Technologie

Prof. Dr.-Ing. Kurosch Rezwan, Dr.-Ing. Philipp Imgrund  
Telefon +49 421 2246-216  
philipp.imgrund@ifam.fraunhofer.de  
Verarbeitung und Charakterisierung von Biomaterialien;  
Spritzguss, Extrusion und Mikrostrukturierung von Metallen,  
Biokeramiken, Polymeren und Nanokompositen.

### Elektrische Systeme

Dr.-Ing. Gerald Rausch  
Telefon +49 421 2246-242  
gerald.rausch@ifam.fraunhofer.de  
Elektromobilität; Elektrofahrzeuge; E-Motoren-Prüfstand bis  
100 kW; Prüfstand für Batterien bis 50 kWh; Fahrzyklen-  
analyse; Reichweitenbestimmung; Systemprüfung elektro-  
motorischer Antriebsstrang.

### Funktionsstrukturen

Dr. rer. nat. Volker Zöllmer  
Telefon + 49 421 2246-114  
volker.zoellmer@ifam.fraunhofer.de  
Nanokomposite; Nanosuspensionen; nanoporöse Schichten;  
Funktionsintegration; INKtelligent printing®: Ink-Jet-Printing  
und Aerosol-Printing; Hybridmaterialien; Sonderanlagen.

### Gießertechnologie

Dipl.-Ing. Franz-Josef Wöstmann  
Telefon +49 421 2246-225  
franz-josef.woestmann@ifam.fraunhofer.de  
Zink-, Aluminium-, Magnesium-Druckguss; Gusseisen und  
Stahlguss; Funktionsintegrierte Gussteile (CAST<sup>TRONICS</sup>®);  
Lost Foam Verfahren; Simulation; Rapid Prototyping.

## Materialographie und Analytik

Dr.-Ing. Andrea Berg  
Telefon +49 421 2246-146  
andrea.berg@ifam.fraunhofer.de  
Schadensanalyse; metallografische Schliiffuntersuchung;  
Pulvermesstechnik; Rasterelektronenmikroskopie mit EDX-  
Analyse; Thermische Analyse; Dilatometrie; Spurenanalyse;  
Emissionsspektrometrie.

## Pulvertechnologie

Dr.-Ing. Frank Petzoldt  
Telefon +49 421 2246-134  
frank.petzoldt@ifam.fraunhofer.de  
Pulvermetallurgische Formgebung; Metallpulverspritzguss;  
Prozess- und Materialentwicklung; Rapid Manufacturing;  
Lasersintern; Siebdruck; Produktionsverfahren für Metall-  
schaumbauteile (FOAMINAL®); Simulation.

## STANDORT DRESDEN

### Pulvermetallurgie und Verbundwerkstoffe

Prof. Dr.-Ing. Bernd Kieback  
Telefon +49 351 2537-300  
Winterbergstraße 28 | 01277 Dresden  
www.ifam-dd.fraunhofer.de

### Zellulare metallische Werkstoffe

Dr.-Ing. Günter Stephani  
Telefon +49 351 2537-301  
guenter.stephani@ifam-dd.fraunhofer.de  
Fasermetallurgie; hochporöse Strukturen; metallische Hohlku-  
gelstrukturen; offenzellige PM-Schäume; Siebdruckstrukturen.

### Sinter- und Verbundwerkstoffe

Dr.-Ing. Thomas Weißgärber  
Telefon +49 351 2537-305  
thomas.weissgaerber@ifam-dd.fraunhofer.de  
Hochtemperaturwerkstoffe; nanokristalline Werkstoffe; Werk-  
stoffe für tribologische Beanspruchungen; Sputtertargets;  
Werkstoffe für die Wasserstoffspeicherung.

**WWW.IFAM.FRAUNHOFER.DE**

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

Wiener Straße 12  
28359 Bremen  
Telefon +49 421 2246-0  
Fax +49 421 2246-300

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

**Institutsleitung**

Prof. Dr. -Ing. Matthias Busse

**Pulvertechnologie**

Dr. -Ing. Frank Petzoldt  
Telefon + 49 421 2246-134  
[frank.petzoldt@ifam.fraunhofer.de](mailto:frank.petzoldt@ifam.fraunhofer.de)