



Fraunhofer
IFAM

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR FERTIGUNGSTECHNIK UND ANGEWANDTE MATERIALFORSCHUNG IFAM

BIOMATERIAL - TECHNOLOGIE

WERKSTOFFE ZUM LEBEN



INHALT

BIOMATERIAL - TECHNOLOGIE	3
WERKSTOFFE ZUM LEBEN	5
FORMGEBUNG AUS PULVERN	6
MIKROFORMGEBUNG	7
MEDIZINTECHNIK	8
BIOTECHNOLOGIE UND LIFE SCIENCES	9
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.

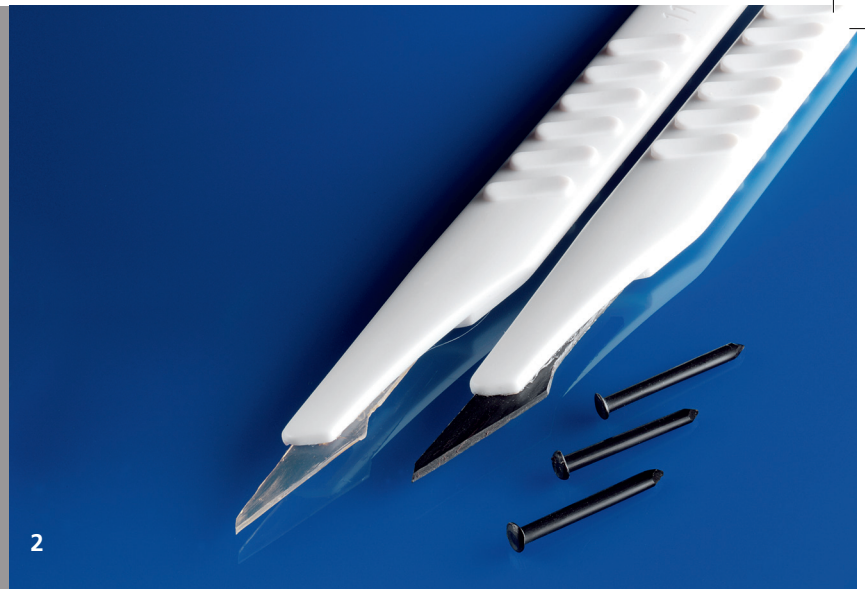
Im Themenfeld **Formgebung** stehen Entwicklungen zur wirtschaftlichen und ressourcenschonenden Fertigung von immer komplexer werdenden, teilweise miniaturisierten, Präzisionsbauteilen im Fokus des Interesses. Mit modernsten pulver-

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



BIOMATERIAL - TECHNOLOGIE

TECHNISCHE WERKSTOFFE UND BIOLOGISCHE SYSTEME

Von der Medizintechnik über die Mikrotechnik und Sensorik bis hin zur Energietechnik steht die biologische Wechselwirkung von Materialien mit ihrer Umgebung im Fokus.

Das Fraunhofer IFAM versteht Biomaterialien als technische Werkstoffe, die in Wechselwirkung mit biologischen Systemen stehen. Eine erfolgreiche Entwicklung in diesem Bereich erfordert die Betrachtung der gesamten Prozesskette, angefangen von maßgeschneiderten Werkstoffen und Werkstoffkombinationen über die Fertigungstechnik und Oberflächenfunktionalisierung bis hin zur vollständigen Charakterisierung des Produkts. Das Fraunhofer IFAM bietet seinen Kunden hierfür anwendungsspezifische, maßgeschneiderte Lösungen an.

Werkstoffe

Biomaterialien finden sich in nahezu allen Werkstoffklassen. Biokompatible Metalle wie Edelstahl und Titan werden für medizinische Instrumente und Implantate eingesetzt. Biokeramiken spielen eine wesentliche Rolle als bioaktive und bioresorbierbare Knochenersatzwerkstoffe. Im Bereich der Kunststoffe schließlich gewinnt die Entwicklung und Verarbeitung von Biopolymeren vor dem Hintergrund einer zunehmenden Verknappung erdölbasierter Rohstoffe an Bedeutung.

Formgebung

Bei der Verarbeitung von Biomaterialien werden am Fraunhofer IFAM überwiegend pulverbasierte Verfahren eingesetzt. Die Beherrschung pulverbasierter Fertigungsprozesse zur präzisen Formgebung metallischer und keramischer Komponenten zählt zu den Kernkompetenzen des Fraunhofer IFAM. Ein wesentlicher Vorteil dieser Verfahren ist die Erzielbarkeit von definierten Dichten, Porositäten und Oberflächeneigenschaften. Für die Herstellung von Kleinstkomponenten und mikrostrukturierten Oberflächen bildet die Entwicklung von Mikrospritzgussverfahren einen weiteren Schwerpunkt. Anwendungsgebiete sind zum Beispiel die minimalinvasive Chirurgie, Bioreaktoren und bioaktive Implantatoberflächen.

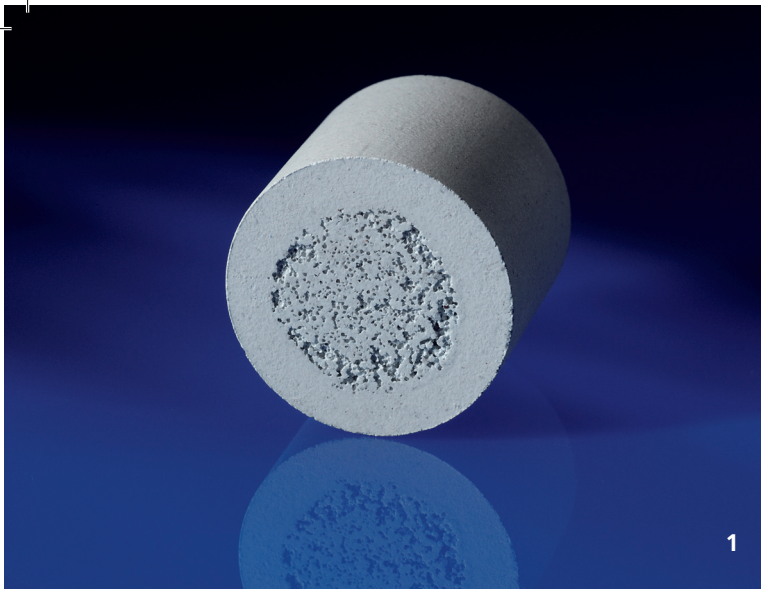
Bild 1: Durch Metallpulverspritzguss hergestellte Interferenzschrauben, die zur Befestigung abgerissener Kreuzbänder im Knie dienen.

Bild 2: Skalpelle und Nägel aus Biopolymeren, die durch Einlagerung von Metallionen gehärtet wurden. Die transparente Klinge besteht aus Chitosan. Die schwarze Klinge und die Nägel bestehen aus Celluloseacetat. Beide Materialien sind biologisch abbaubar.

Ansprechpartner:

*Dr. -Ing. Philipp Imgrund
Telefon +49 421 2246-216
philipp.imgrund@ifam.fraunhofer.de*





WERKSTOFFE ZUM LEBEN

Metalle

Metallische Werkstoffe sind für viele Anwendungen die Materialien der Wahl. Für medizinische Instrumente werden klassische Stähle bis hin zu hoch korrosionsbeständigen und vollständig unmagnetischen Edelstählen eingesetzt. Moderne Implantate können je nach Anwendung aus Titan- und Kobalt-Chrom-Legierungen, Tantal oder auch Platin bestehen. Ausschlaggebend für die Werkstoffauswahl ist die Biokompatibilität in Kombination mit der mechanischen Beständigkeit und Oberflächenfunktionalität der Komponenten.

Biokeramik

Biokeramische Werkstoffe, wie Aluminium- und Zirkonoxid, eignen sich durch ihre Härte für den Einsatz in Hüftgelenken, während Hydroxylapatit und Calciumphosphat hervorragend als Knochenersatzmaterialien eingesetzt werden können, da sie resorbierbar sind. Durch gezielte Einstellung von Porositäten, die der natürlichen Knochenstruktur nachempfunden sind, sowie durch geeignetes Design von Kompositen aus Keramiken und Biopolymeren, entstehen bioaktive und zugleich bioresorbierbare Komponenten für das Tissue Engineering.

Biopolymere

Im Zuge des steigenden Bedarfs an Alternativen zu erdölbasierten Kunststoffen spielen die auf nachwachsenden Rohstoffen basierenden Polymere eine immer interessantere Rolle. Ein neuer Schwerpunkt im Bereich Biomaterial-Technologie ist daher die Weiterentwicklung, Modifikation und Verarbeitung dieser Werkstoffklasse. Ein Beispiel ist die Härtung der Polysaccharide Chitosan und Celluloseacetat für biologisch abbaubare medizinische Instrumente. In einem biomimetischen Ansatz werden dabei – nach dem Vorbild der Kieferklauen von Vogelspinnen – Metallionen in die Polymermatrix eingelagert, was zu einer Härteerhöhung bis in den Bereich von reinem Aluminium führen kann.

Großes Bild: Replikate des Steigbügels, des kleinsten menschlichen Knochens, hier aus medizinischem Edelstahl im Spritzguss hergestellt.

Bild 1: Knochenreplikate, die die dichte und poröse Struktur des Knochens nachbilden. Es besteht aus einem resorbierbaren Hydroxylapatit-PLA-Gemisch und kann als Knochenersatzmaterial oder für resorbierbare Schrauben und Implantate genutzt werden.

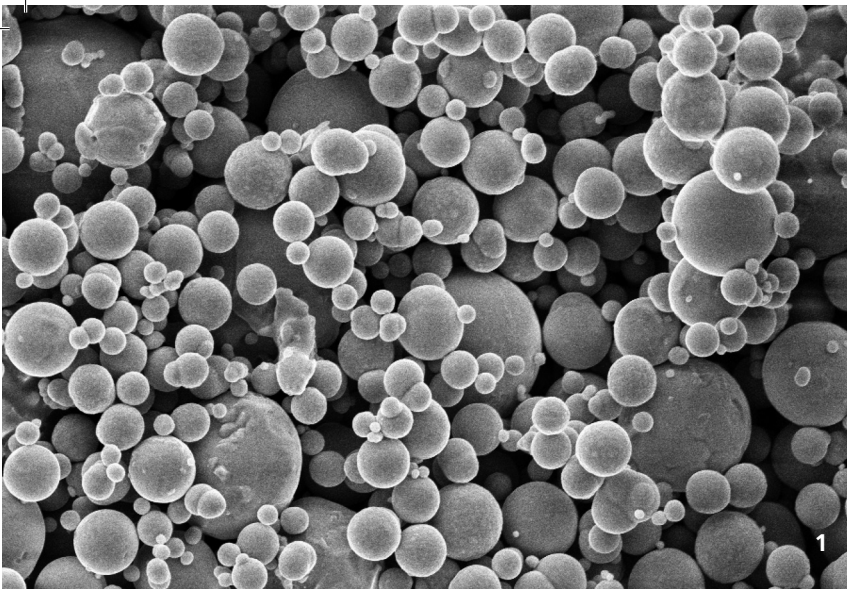
Bild 2: Herzklappenring, aus einer Titanlegierung im Spritzgussverfahren hergestellt.

Ansprechpartner:

Dr. rer. nat. Sebastian Hein

Telefon +49 421 2246-261

sebastian.boris.hein@ifam.fraunhofer.de



FORMGEBUNG AUS PULVERN

RESSOURCEN SCHONEN – FUNKTIONEN SCHAFFEN

Bild 1: Titanpulver für den Metallpulverspritzguss.

Bild 2: Flügelrad zur Durchflussmessung, durch Zweikomponentenspritzguss hergestellt. Nur ein Flügel ist magnetisch, so dass die Umdrehungsgeschwindigkeit berührungslos detektiert werden kann.

Produkte aus Biomaterialien müssen höchsten Ansprüchen an physikalische und mechanische Eigenschaften sowie an die Qualität und Beschaffenheit der Oberfläche genügen. Je nach Anwendung sind entweder vollständige Dichte und höchste Festigkeit oder definierte Porosität und Oberflächenrauigkeit gefordert. Diese teils gegenläufigen Eigenschaften können durch die pulvermetallurgische Formgebung in idealer Weise erreicht werden. Unsere moderne Anlagentechnik garantiert bestmögliche Materialausnutzung, präzise Fertigung und höchste Produktqualität.

Industrielle Fertigungstechnologien

Die Press- und Sintertechnik ermöglicht die Herstellung von Werkstoffen aus nahezu beliebigen Materialkombinationen. Das gezielte Einstellen von Porositäten kann durch Einbringen von Platzhaltern wie Salz oder höher schmelzenden Polymeren erfolgen, die im weiteren Prozessverlauf wieder entfernt werden.

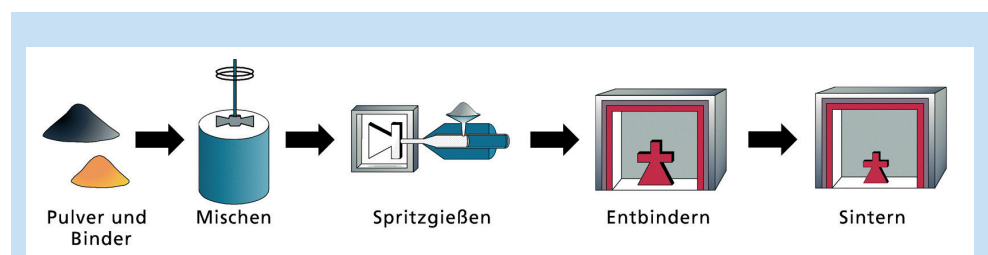
Das Pulverspritzgießen bietet die Möglichkeit der kostengünstigen Herstellung komplexer Komponenten in großer Stückzahl. Durch Mehrkomponententechnik lassen sich wie im Kunststoffspritzguss multifunktionale Bauteile mit Material- oder Porositätsgradienten realisieren. Mittels Extrusion werden Profile, Rohre und Zylinder gefertigt. In allen Fällen wird das metallische oder keramische Pulver mit einem fließfähigen Binder vermengt, so dass die entstehende Formmasse auf konventionellen Spritzgießmaschinen oder Extrudern verarbeitet werden kann. Nach der Formgebung wird der Binder in einem so genannten Entbinderungsschritt wieder entzogen. Im anschließenden Sinterprozess entsteht das gewünschte Bauteil.

Ansprechpartner:

Dr. -Ing. Philipp Imgrund

Telefon +49 421 2246-216

philipp.imgrund@ifam.fraunhofer.de



Schematische Darstellung des Pulverspritzgießens



1



2

MIKROFORMGEBUNG

KOMPLEXITÄT AUF KLEINSTEM RAUM

Eine der Kernkompetenzen des Fraunhofer IFAM ist die Herstellung von Mikrobauteilen und Mikrostrukturen durch das Mikrospritzgießen. Sämtliche Vorteile des konventionellen Spritzgussverfahrens, wie kostengünstige Serienfertigung, Design- und Materialfreiheit, treffen hierbei ebenso zu.

Mikrobauteile

Mit dem heutigen Stand der Technik lassen sich im Pulverspritzgießverfahren Mikrobauteile mit konstanter Qualität und engen Toleranzen in Serie abformen. Mit diesem Verfahren hergestellte Replika des kleinsten Knochens im menschlichen Körper (Steigbügel) haben beispielsweise einen Durchmesser von 1,4 mm und eine Wandstärke von 280 µm. Doch dies ist erst der Anfang der Möglichkeiten, die der Mikrospritzguss bietet. Die kleinsten am Fraunhofer IFAM hergestellten Geometrien besitzen Kantenlängen von unter 250 µm.

Mikrostrukturierung

Darüber hinaus können mittels Mikrospritzguss feinste Strukturen auf makroskopischen Bauteilen realisiert werden. Diese Mikrostrukturen können beispielsweise als mikrofluidische Kanäle auf Bauteilen für die Biotechnologie oder als funktionale Oberfläche für die Beeinflussung des Zellverhaltens in der Medizintechnik eingesetzt werden. In Abhängigkeit von dem verwendeten Material und der Kavität des Spritzgießwerkzeugs können Geometrien mit einem Durchmesser von wenigen Mikrometern formtreu hergestellt werden.

Bild 1: Replikate des kleinsten menschlichen Knochens, des Steigbügels, aus Aluminiumoxid.

Bild 2: Mikrofluidikmischer für die Biotechnologie, aus Nickelbasis-Superlegierung; Kanalbreite 500 µm.

Ansprechpartner:

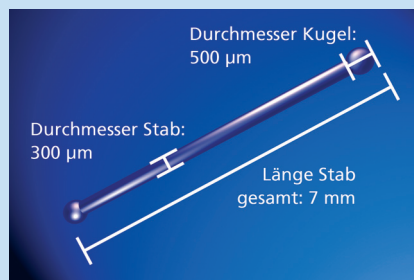
Dipl.-Ing. (FH) Janne Haack

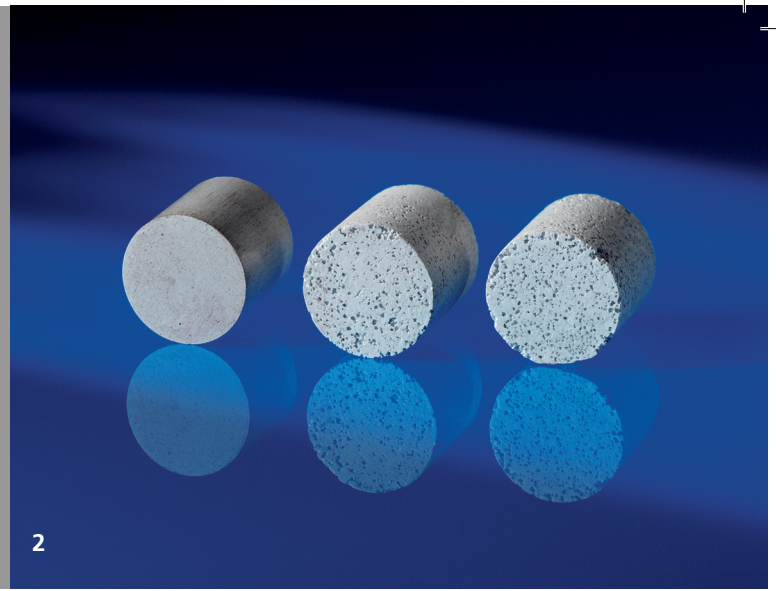
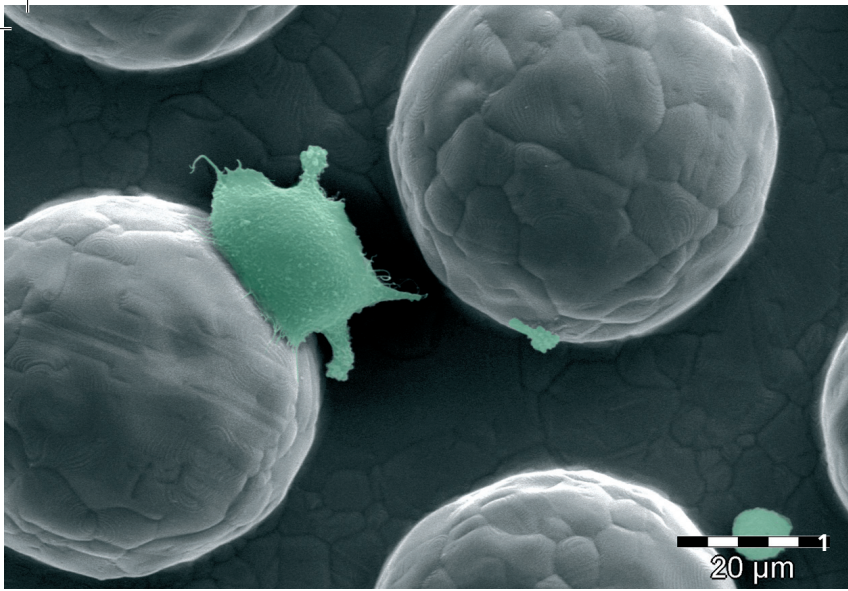
Telefon +49 421 2246-247

janne.haack@ifam.fraunhofer.de

Die Möglichkeiten

- Strukturgrößen $\geq 5 \mu\text{m}$
- Wandstärken $\geq 280 \mu\text{m}$
- Aspektverhältnisse bis 16:1
- Dichte $> 99\%$
- Toleranzen $< 1\%$ bei 2 mm Strukturgröße





MEDIZINTECHNIK

Bild 1: Knochenmarkstammzellen auf einer metallischen mikrostrukturierten Oberfläche; der Durchmesser der Hemisphären beträgt 50 μm.

Bild 2: Scaffolds mit unterschiedlichen Porositäten für die Knochenreparatur. Bei dem Material handelt es sich um ein spritzgießfähiges und resorbierbares PLA-Hydroxylapatit-Komposit.

*Ansprechpartner:
Dipl.-Ing. Vera Friederici
Telefon +49 421 2246-196
vera.friederici@ifam.fraunhofer.de*

Medizin – Lebensqualität durch Struktur

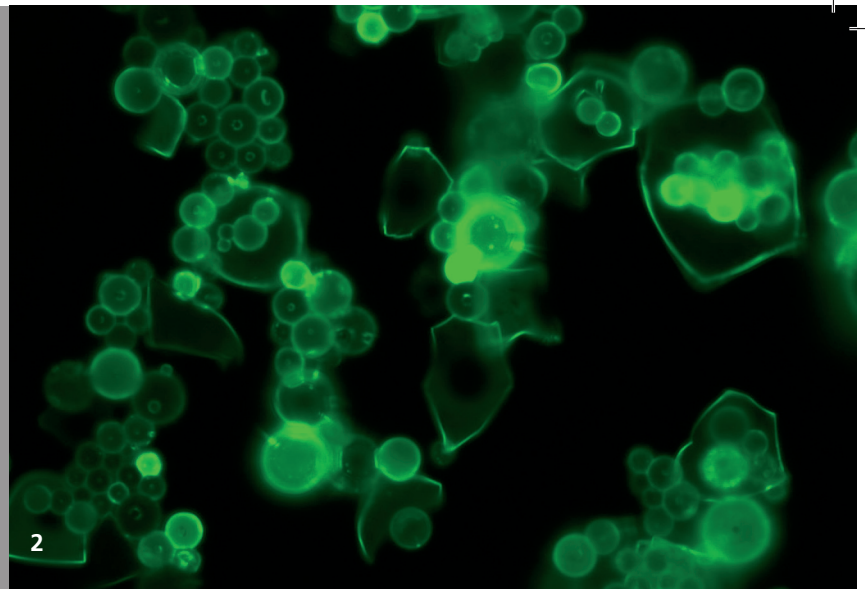
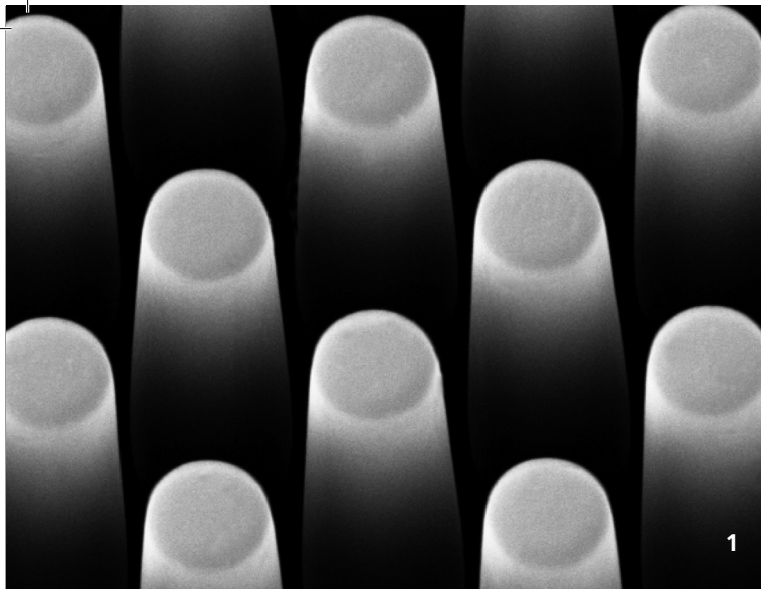
Biokompatibilität und Biointegration sind von großer Bedeutung für medizinische Produkte. Dabei bestimmt die Struktur der Oberflächen sehr stark das Anwachsverhalten von Zellen. Es zeigt sich beispielsweise, dass Knochenzellen auf Oberflächen mit regelmäßig angeordneten Halbschalenstrukturen besser wachsen als auf glatten Oberflächen desselben Materials. Durch eine geeignete Strukturierung eines Implantats kann also dessen Integration in den Knochen beschleunigt oder verlangsamt werden. Die am Fraunhofer IFAM genutzten Abformverfahren bieten den Vorteil, auf verschiedenen Materialien definierte Oberflächenstrukturierungen im Mikrometerbereich ohne mechanische Nachbearbeitung realisieren zu können.

Medizinische Schrauben

Die Ansprüche an Schrauben für den Einsatz in der Medizin sind hoch. Sollen sie als Permanentimplantat im Körper verbleiben, bestehen sie meist aus Titanlegierungen, denn sie müssen höchste Biokompatibilität, mechanische Belastbarkeit und Korrosionsbeständigkeit vereinen. In einigen Fällen sind jedoch resorbierbare Implantate erforderlich, die vom Organismus durch körpereigenes Gewebe ersetzt werden sollen. Sie bestehen in der Regel aus medizinischen Calciumphosphat-Materialien und ihren Kompositen. Am Fraunhofer IFAM stehen für beide Anwendungen verschiedene Fertigungstechniken, insbesondere der Pulverspritzguss, zur Verfügung. Auf der Titelseite dieser Broschüre sind Interferenzschrauben aus PLA, Hydroxylapatit und Edelstahl abgebildet.

Knochenreparatur – Bone Scaffolds

Oft müssen nach Unfällen und Verletzungen ganze Knochenteile ersetzt oder repariert werden. Hier ist es wichtig, den körpereigenen Zellen ein Gerüst für ein schnelles Wachstum zu bieten und gleichzeitig die Form des Gewebes zu erhalten. Insbesondere als Knochenersatzmaterial werden am Fraunhofer IFAM poröse Scaffolds und deren Formgebung entwickelt, welche die Struktur und Zusammensetzung des natürlichen Knochens nachbilden.



BIOTECHNOLOGIE UND LIFE SCIENCES

Die Biotechnologie und der Life Science-Bereich erfahren zurzeit weltweit große Entwicklungsschübe. So werden immer mehr diagnostische Systeme, Lab-on-Chip (LoC) Systeme und sensorische Elemente entwickelt, die das tägliche Leben erleichtern. Hierbei werden höchste Anforderungen an die Fertigungstechnologie und die verwendeten Materialien gestellt.

Neue Materialien für die Biotechnologie

Für diagnostische Systeme werden heutzutage hauptsächlich Standardmaterialien wie Polymere oder Glas genutzt, die für die Diagnostik jedoch nur eingeschränkt kovalent mit Proteinen oder Antikörpern bestückt werden können. Um eine gezielte und gerichtete Kopplung von biologischen Molekülen auf Oberflächen zu gewährleisten, wurde am Fraunhofer IFAM ein neues Material entwickelt. Dieses besteht aus einer thermoplastischen Polymermatrix mit integrierten Mikropartikeln zur gezielten Kopplung von Biomolekülen. Das neue Material lässt sich problemlos im Spritzgießverfahren verarbeiten und ist somit auch für die Serienfertigung geeignet.

Oberflächenfunktionalisierung

Gerade in der Biotechnologie und im Life Science Bereich spielt die Funktionalisierung von Oberflächen durch Mikrostrukturierung eine große Rolle. So werden am Fraunhofer IFAM unter anderem kleinste Säulenarrays aus Polyurethan hergestellt, die als Zellkraftsensor eingesetzt werden können. Solche Sensoren messen die auftretenden interzellulären Kräfte, wenn Zellen sich auf einem bestimmten Substrat ansiedeln.

Darüber hinaus können mikrofluidische Strukturen z. B. mit Sensorelementen versehen und damit zur Datenerfassung bei der Analyse von Substanzen eingesetzt werden. Durch die geeignete Kombination von Materialien können hydrophile und hydrophobe Barrieren in mikrofluidische Bauteile eingebracht werden.

All diese fertigungstechnischen und materialbasierten Aspekte ermöglichen es, innovative Ansätze in der Entwicklung funktionalisierter Systeme zu verfolgen und zur industriellen Anwendung zu bringen.

Bild 1: Säulentepich aus Polyurethan für die Anwendung als Zellkraftsensor in der Biotechnologie. Der Säulendurchmesser beträgt 5 µm und die Säulenhöhe 25 µm.

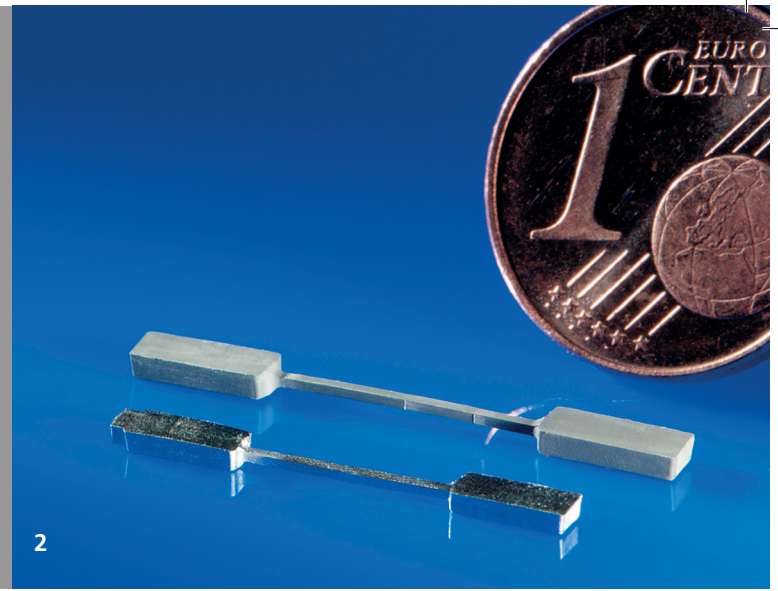
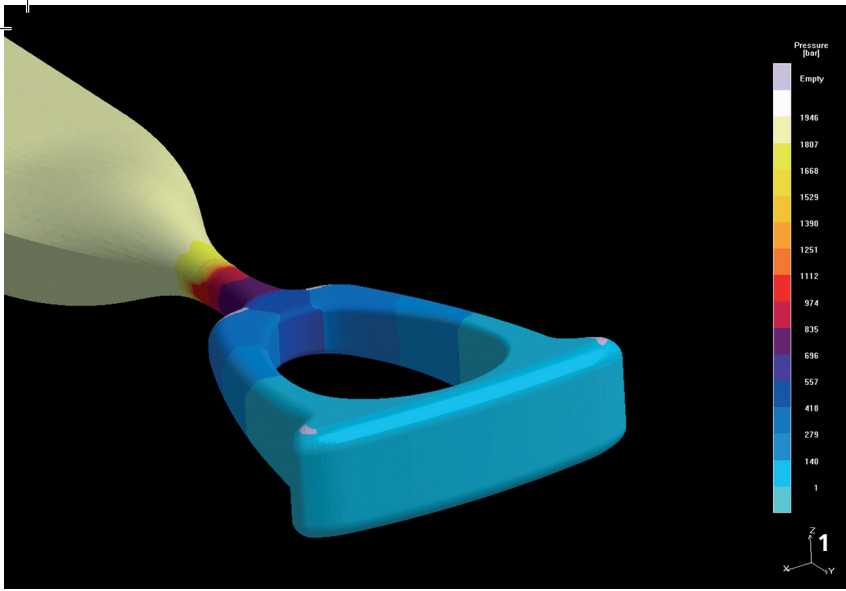
Bild 2: Glaspartikel in einer Polyethylen-Matrix. Diese grün fluoreszierenden Partikel wurden gezielt mit einem Fluoreszenzfarbstoff bestückt.

Ansprechpartner:

Dr. rer. nat. Natalie Salk

Telefon +49 421 2246-175

natalie.salk@ifam.fraunhofer.de



UNSER ANGEBOT | AUSSTATTUNG

Bild 1: Simulation der Druckverteilung im Werkzeug während des Spritzgießvorgangs am Beispiel des Steigbügels.

Bild 2: Mikrozugproben, Grün- und Sinterteil.

Das Fraunhofer IFAM verfolgt das Ziel, innovative Entwicklungen im Bereich der Biomaterialien in wirtschaftlich interessante, nachhaltige Fertigungsverfahren und Anwendungen umzusetzen. Wir sind ein interdisziplinär ausgerichtetes Team von Wissenschaftlern und Technikern, bei dem Sie Ansprechpartner für die Lösung vieler Fragestellungen finden. Für die Fertigung Ihrer Produkte entwickeln wir Konzepte und Ideen – selbstverständlich auf vertraulicher Basis.

Dienstleistungen

- Marktstudien, Wirtschaftlichkeitsanalysen
- Materialentwicklung und Beratung zur Werkstoffauswahl
- Simulation und Prozessentwicklung von der Machbarkeitsstudie bis zur Pilotserienfertigung
- Qualitätssicherung für Werkstoff, Prozess und Bauteil
- Technologietransfer und Schulung Ihrer Mitarbeiter

Ausstattung und Kompetenzen

- Werkstoffentwicklung:
Einstellung metallischer Legierungen, Biopolymere, Nanokomposite
- Materialaufbereitung:
Formmassen auf Basis metallischer und keramischer Pulver, Doppelschaufelkneter, Schnellmischer, Scherwalzenextruder
- Formgebung: Presstechnik, Pulverspritzguss, Mikrospritzguss, Spritzprägen, Extrusion, Mikroextrusion, Sintertechnologie
- Materialcharakterisierung und Probenanalyse:
Pulvercharakterisierung, Rheologie, Thermoanalytik, Metallographie inklusive Oberflächen- und Phasenanalytik (LM, REM, TEM, AFM), mechanische Prüfung, Untersuchungen zur Biokompatibilität und Bioaktivität

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Philipp Imgrund

Telefon +49 421 2246-216

philipp.imgrund@ifam.fraunhofer.de

KOMPETENZEN FORMGEBUNG UND FUNKTIONSWERKSTOFFE

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,
Biomaterialien, 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^{TRONICS}®);
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

Institutsleitung

Prof. Dr.-Ing. Matthias Busse

Biomaterial-Technologie

Prof. Dr.-Ing. Kurosch Rezwan
Dr.-Ing. Philipp Imgrund
Telefon +49 421 2246-216
philipp.imgrund@ifam.fraunhofer.de

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