



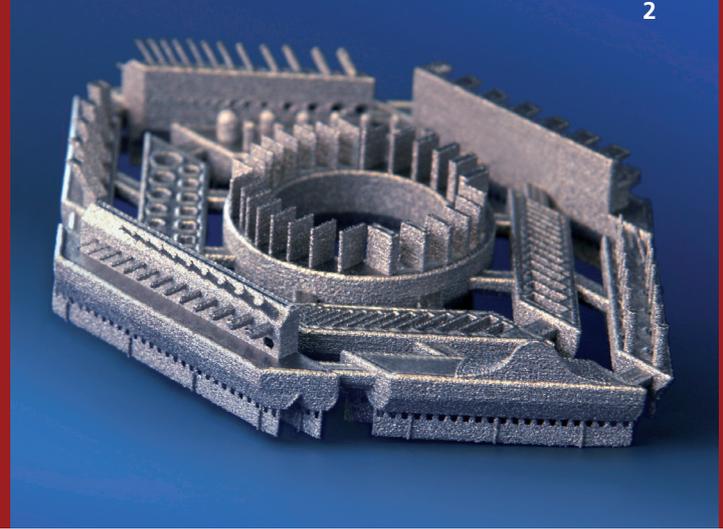
Fraunhofer

IFAM

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR FERTIGUNGSTECHNIK UND ANGEWANDTE MATERIALFORSCHUNG IFAM

ADDITIVE MANUFACTURING





Laser Beam Melting (LBM)

Laser Beam Melting gehört nach VDI Richtlinie 3404 zum »Strahlschmelzen« und ist – abhängig vom Anlagenhersteller – auch bekannt unter den Bezeichnungen »Laser Forming«, »Selective Laser Melting« (SLM), »Laser Cusing« oder »Direktes Metall-Laser-Sintern« (DMLS). LBM ist heute der am weitesten verbreitete Prozess zur additiven Metallpulver-Verarbeitung.

Während der Fertigung wird der Werkstoff unter der Lasereinwirkung vollständig aufgeschmolzen und erstarrt unmittelbar. Anhand der anschließenden Wärmebehandlung lassen sich die Bauteileigenschaften weiter anpassen und mittels konventioneller Folgebearbeitungen einsatzfertige Bauteile herstellen.

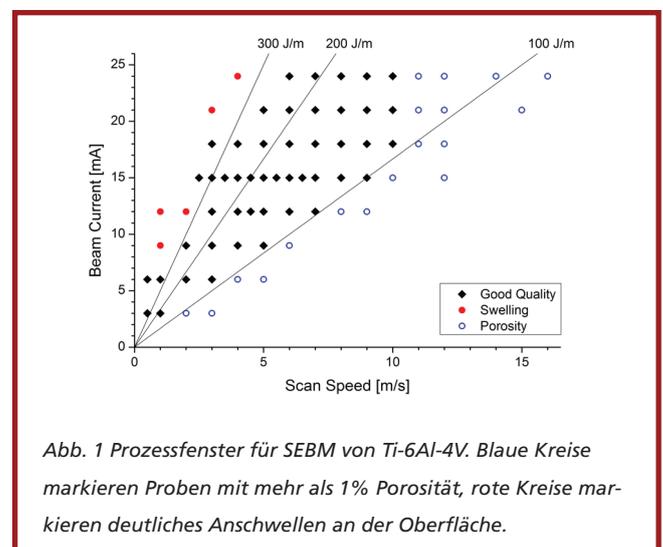
Durch den Einsatz des generativen Verfahrens Laser Beam Melting können Bauteile aus metallischen Pulvern in nahezu beliebigen und sehr komplexen Formen direkt aus 3D-CAD-Daten entstehen. Dabei erhalten die gefertigten Bauteile ihre Eideigenschaften direkt im Prozess. Allen marktgängigen Verfahrensvarianten gemeinsam ist dabei das Prinzip des werkzeuglosen, schichtweisen Aufbaus des Werkstücks auf Basis des dreidimensionalen CAD-Modells.

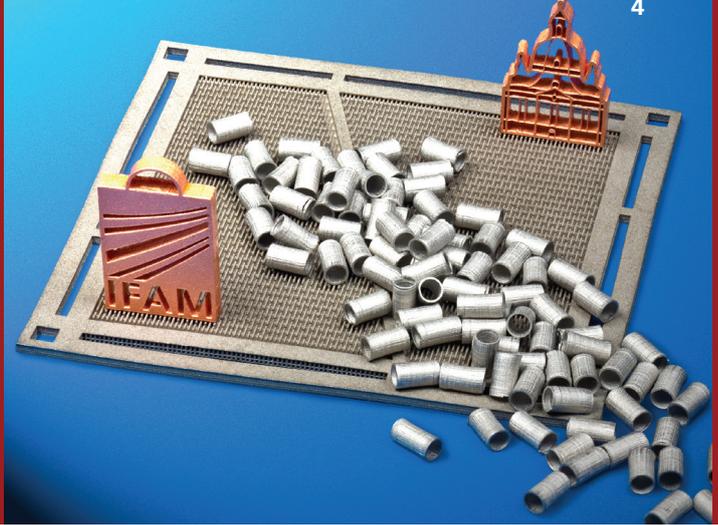
Kundenorientierte und anwendungsgerechte Material- und Prozessentwicklungen für das Laserschmelzen stehen im Mittelpunkt der Entwicklungsprojekte des Fraunhofer IFAM. Die Materialpalette reicht dabei von Leichtmetallen wie Aluminium und Titan bis zu Hartmetallen und hoch schmelzenden Legierungen.

Selective Electron Beam Melting (SEBM)

Selective Electron Beam Melting (SEBM) ist ein pulverbettbasiertes Strahlschmelzverfahren für die additive Fertigung formkomplexer metallischer Bauteile. Das Pulver wird schichtweise selektiv durch den Elektronenstrahl aufgeschmolzen. Das Verfahren ist durch folgende Eigenschaften von Pulver und Prozess gekennzeichnet:

- SEBM ist ein »heißer« Prozess, d.h. jede Pulverschicht wird vor dem eigentlichen Schmelzen mittels des Elektronenstrahls vorgeheizt. Die werkstoffabhängigen Temperaturen bewegen sich für derzeitige verarbeitbare Werkstoffe zwischen ca. 700 °C (Ti-6Al-4V) und > 1000 °C (Titanaluminide). Dies ist insbesondere für die Verarbeitung rissanfälliger Werkstoffe vorteilhaft.
- SEBM nutzt Hochvakuum als Prozessatmosphäre. Dadurch können speziell Werkstoffe mit sehr reaktiven Elementen (z.B. Ti, Al) gut verarbeitet und Feuchte aus dem Pulver während des Evakuierungsschrittes entfernt werden.





3D-Printing (Binder Jetting)

3D-Printing ist ein schichtweiser Bauprozess, bei dem durch Auftragen von Binder mittels Düsen – ähnlich dem Tintenstrahldrucken – das Metallpulver zuerst verklebt wird und somit zunächst Grünteile entstehen. Um zum dichten Bauteil zu gelangen gibt es zwei Varianten:

Variante A

Entbinderung des Grünteils und Infiltration mit niedriger schmelzendem Material, z. B. Bronze. Dies erfolgt ohne Schrumpfung des Bauteils und erzeugt ein Mischmaterial.

Variante B

Entbinderung des Grünteils und Dichtsintern im Ausgangsmaterial. Dies erfolgt mit Sinterschrumpf des Bauteils.

Weitere Unterschiede gegenüber den Strahlverfahren LBM und SEBM sind:

- keine Entfernung von Stützstrukturen notwendig – da durch Pulverbett gestützt
- auch nicht-schweißbare Materialien verarbeitbar

Durch anschließende konventionelle Folgebearbeitungen lassen sich einsatzfertige Bauteile herstellen.

Die Entwicklungsschwerpunkte des Fraunhofer IFAM beim 3D-Printing liegen in der Material- und Prozessoptimierung. Die Materialpalette erstreckt sich dabei über alle festphasensinterfähigen und als Pulver darstellbaren Legierungen.

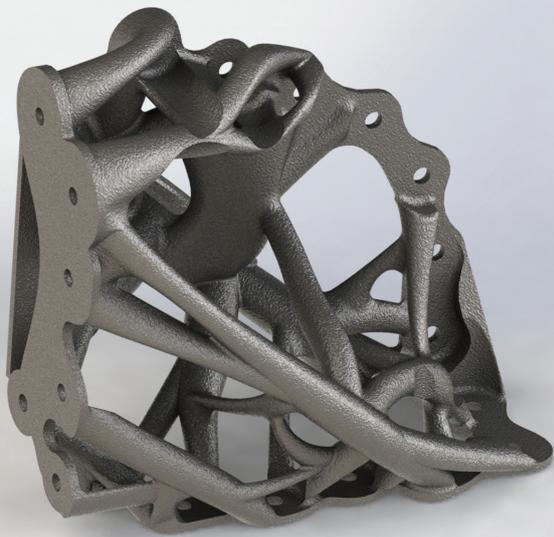
3D Materials Printing (3D-Siebdruck)

Als massentaugliches additives Verfahren besitzt der dreidimensionale Siebdruck eine Alleinstellung unter den additiven Verfahren. Beim 3D-Siebdruck wird eine Pulverpaste lagenweise durch ein Sieb gedruckt, sodass ein sinterbares Grünteil entsteht. Durch optionalen Siebwechsel kann die gewünschte Formenvielfalt erzielt werden. Die geometrische Auflösung liegt bei etwa 100 µm. Im anschließenden Sinterschritt werden dann die gewünschten Werkstoffeigenschaften eingestellt.

Da der dreidimensionale Siebdruck als semikontinuierlicher Prozess gefahren werden kann, sind bauteilabhängig sehr hohe Losgrößen bis zu einer Stückzahl von mehreren Millionen Bauteilen jährlich möglich. Der dreidimensionale Siebdruck stößt dabei in Dimensionen vor, die bisher Verfahren wie dem Spritzguss vorbehalten waren.

Die Verwendung von Pastensystemen erlaubt den Einsatz nahezu beliebiger Metalle und deren Legierungen sowie von Keramiken. Beispielhaft sind hier Werkstoffe auf der Basis von Stählen, Kupfer, Titan, Wolfram, Molybdän, Nickel, Kobalt, Aluminium, Seltene Erden, Carbide sowie Oxidkeramiken aufgeführt. Des Weiteren ist verfahrensbedingt die Nutzung verschiedener Pulver im selben Bauteil für Multimaterialbauteile möglich.

Das Fraunhofer IFAM ist weltweiter Marktführer in der Entwicklung des dreidimensionalen Siebdrucks. Mit unseren Partnern bedienen wir die komplette Prozesskette vom Werkstoff über Druckpasten, einzigartige Anlagentechnik und Druckentwicklung. Das Angebot wird ergänzt durch die Wärmebehandlung des fertigen Bauteils und dessen Charakterisierung.



F&E-Kompetenz

- Werkstoffentwicklung
- Beratung bei Werkstoffauswahl und Anpassung
- Pastenentwicklung und Charakterisierung
- Pulveranalytik
- Bauteildesign und -herstellung
- Bauteiltest
- Wärmebehandlung
- Herstellung von Prototypen und Kleinserien
- Unterstützung bei der Umsetzung in die Serie
- Prozesseffizienz (abhängig von Material und Bauteil)
- Prozesskettenintegration
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

Das Fraunhofer IFAM in Bremen verfügt in seinem umfassend ausgestatteten Additive-Manufacturing-Technikum über die kompletten Prozessketten des LBM und 3D-Printing (Binder Jetting).

Am Fraunhofer IFAM Dresden wird ein Anwenderzentrum für Selective Electron Beam Melting aufgebaut, in dem zukünftig die oben genannten und weitere spezielle F&E-Fragestellungen adressiert werden.

Durch eine weitreichende Vernetzung und aktive Mitarbeit in nationalen und internationalen Gremien ist das Fraunhofer IFAM unmittelbar in die zukünftige Ausgestaltung der technologischen Entwicklung im Bereich Additive Manufacturing involviert – zum Nutzen seiner Kunden.

Unser Angebot

- Alles aus einer Hand – Abdeckung der kompletten Wertschöpfungskette für die am Fraunhofer IFAM vorhandenen additiven Verfahren – von der Erzeugung der 3D-Datenmodelle über die Fertigung bis zur Endbearbeitung und -kontrolle der Bauteile.
- Technologische Benchmarks von Werkstoff bis Bauteil an den am Fraunhofer IFAM vorhandenen Verfahren – sowohl im Vergleich zu konventioneller Fertigung als auch zwischen den additiven Verfahren.
- Werkstoffentwicklung für alle genannten Verfahren bei gleichzeitiger Prozessanpassung – Materialpalette von Leichtmetallen wie Aluminium und Titan bis zu Hartmetallen und hoch schmelzenden Legierungen.
- Unterstützung bei der Prozessintegration – Durchführung von Technologiestudien und Marktanalysen.
- Umfassende Analytik vom Pulver bis zum Bauteil zur Sicherstellung robuster Prozessabläufe.
- Durchführung kundenspezifischer Schulungen und Workshops.

KONTAKT

Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM

Wiener Straße 12 | 28359 Bremen
+49 421 2246 0

Institutsteil Dresden

Winterbergstraße 28 | 01277 Dresden
+49 351 2537 300

<http://www.ifam.fraunhofer.de>

Laser Beam Melting & Binder Jetting

Dipl.-Ing. Claus Aumund-Kopp
claus.aumund-kopp@ifam.fraunhofer.de | +49 421 2246 226

Selective Electron Beam Melting

Dr. rer. nat. Burghardt Klöden
burghardt.kloeden@ifam-dd.fraunhofer.de | +49 351 2537 384

3D Materials Printing

Dr.-Ing. Thomas Studnitzky
thomas.studnitzky@ifam-dd.fraunhofer.de | +49 351 2537 339