

1 Teilreplikate eines menschlichen Kieferknochens – lasergesintert (mit Supportstruktur auf Bauplattform).

2 Teilreplikate eines menschlichen Kieferknochens mit komplexer Innenstruktur – lasergesintert (mit Supportstruktur auf Bauplattform).

## GENERATIVE FERTIGUNG MITTELS LASERSCHMELZEN (LASERSINTERN)

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

Das Laserschmelzen oder Lasersintern, wie der Prozess teilweise noch genannt wird, ist mittlerweile kein Sinterprozess mehr. Während der Fertigung wird der Werkstoff unter der Lasereinwirkung zu 100 % aufgeschmolzen und erstarrt unmittelbar. Ohne nachträglichen Sintervorgang werden Bauteile mit annähernd 100 % Dichte entnommen. Laserschmelzen daher ist der treffendere Begriff.

Im heutigen Markt ist das Laserschmelzen der am weitesten verbreitete Prozess zur generativen Metallpulver-Verarbeitung. Bekannt sind folgende Prozesse bzw. Systeme verschiedener Hersteller:

- »Direct Metal Laser Sintering (DMLS)« der EOS GmbH, Krailing
- »Selective Laser Melting (SLM)« der SLM Solutions GmbH, Lübeck bzw. der MTT Technologies Ltd., Stone, UK und der Realizer GmbH, Borchten
- »Laser Cusing« der CONCEPT Laser GmbH, Lichtenfels

wobei alle oben genannten Prozesse Verfahrensvarianten des Laserschmelzens darstellen.

Anwendung findet das Lasersintern in der schnellen Produktentwicklung in der Prototypen-, Einzel- und Kleinserienfertigung

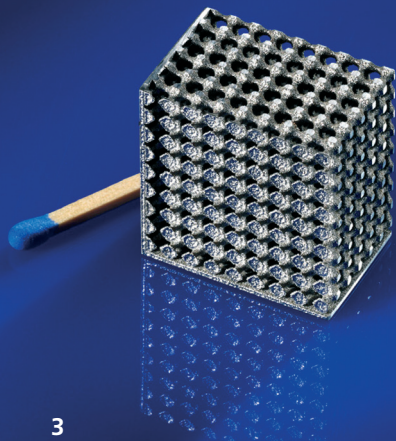
**Fraunhofer-Institut für  
Fertigungstechnik und  
Angewandte Materialforschung IFAM**  
Formgebung und Funktionswerkstoffe

Prof. Dr.-Ing. Matthias Busse  
Wiener Straße 12  
28359 Bremen

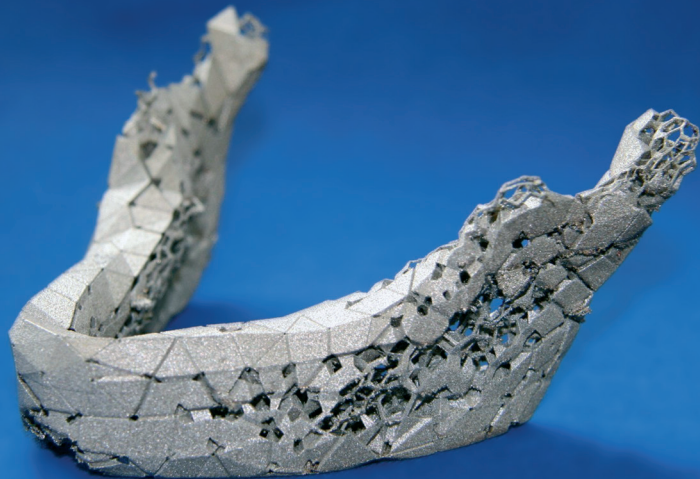
Kontakt:  
Dipl.-Ing. Claus Aumund-Kopp

Telefon +49 421 2246-226  
Telefax +49 421 2246-300  
claus.aumund-kopp@ifam.fraunhofer.de

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



3



4

sowie der schnellen Werkzeugherstellung für Kunststoffspritzguss- und Druckgusswerkzeugeinsätze. Auch die Fertigung kundenindividueller Produkte für den Endanwender (Rapid Manufacturing) ist mittlerweile wirtschaftlich darstellbar.

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.

Die Prozessentwicklung umfasst die gesamte Kette von der Erzeugung der 3D-Datenmodelle, über die generative Fertigung bis zur physikalischen und geometrischen Endkontrolle der Bauteile.

### Beispiel: Implantat-Studie

Die abgebildeten Teilreplikat eines menschlichen Kieferknochens (Bilder 1 u. 2) wurden mittels einer am Fraunhofer IFAM vorhandenen EOS-Laserschmelz-Anlage gefertigt.

Das aus der Titan-basierten Leichtmetalllegierung Ti6Al4V generierte Bauteil steht exemplarisch für Produkte mit komplexen inneren Strukturen. In der abgebildeten Implantat-Studie dient die innere Geometrie zum einen der Gewichtsersparnis bei gleichzeitigem Erhalt der mechanischen Festigkeit. Zum anderen ist auch die Einbringung interner Geometrien, die den

menschlichen Knochenaufbau nachbilden, oder die Anlage von Reservoiren für eine Langzeitmedikation denkbar.

### Komplexe innere Strukturen

Die fast uneingeschränkte geometrische Freiheit bei Konstruktion und Fertigung, als einzigartiges Potenzial der generativen Fertigungsverfahren, ermöglicht in Verbindung mit neuen Konstruktionsphilosophien und Simulationstechniken weitere Ansätze für neue Produkte.

Die Herstellung von Bauteilen mit konturnahen Temperierkanälen wie beispielsweise Spritzgießwerkzeugen, aber auch mit wabenähnlichen Strukturen zur Strömungsführung ist ebenfalls möglich. Interne, sich wiederholende Geometrien (Bild 3) zur Vergrößerung der inneren Oberfläche - zum Beispiel für einen besseren Energie- und Stoffaustausch in Apparaten zur Wärmerückgewinnung oder Filtration - sind außerdem mit diesem Verfahren realisierbar.

Einen Eindruck der Möglichkeiten, insbesondere so genannte topologieoptimierte Strukturen nicht nur berechnen, sondern auch fertigen zu können, gibt Bild 4.

Topologieoptimierung meint hier die Konstruktion, Simulation und Fertigung gradierter zellulärer Strukturen für mechanisch belastete Bauteile mit hoher Steifigkeit und geringem Gewicht. Die Verfahren basieren auf optimierten Verteilungen unterschiedlicher Werkstoffeigenschaften im Bauteil.

### Maschinendaten

Die am Fraunhofer IFAM verwendete Metall-Lasersinter-Anlage (Hersteller EOS) verarbeitet bei einem Bauvolumen von 250 x 250 x 215 mm eine breite Palette an Standard-Pulverwerkstoffen. Diese reicht vom stahlbasierten Pulver für Serien-Spritzgusswerkzeuge über Leichtmetalle wie Aluminium und Titan bis zu Edelstählen - insbesondere auf CoCr-Basis - für Funktionsprototypen und Serienteile in Maschinenbau und Medizintechnik. Mit der Anlage wird zukünftig die Neu- bzw. Weiterentwicklung von Werkstoffen, Prozessen und Produkten erfolgen.

### Unser Angebot

- Materialentwicklung für das Laserschmelzen bei gleichzeitiger Prozessanpassung – Materialpalette von Leichtmetallen wie Aluminium und Titan bis zu Hartmetallen und hoch schmelzenden Legierungen
- Umfassende Prozessentwicklung für das Rapid Manufacturing - von der Erzeugung der 3D-Datenmodelle, über die generative Fertigung bis zur physikalischen und geometrischen Endkontrolle der Bauteile
- Unterstützung bei der Prozessintegration – Durchführung von Technologiestudien, Marktanalysen, Workshops

3 Komplexe lasergesinterte Strukturen.

4 Studie einer »topologieoptimierten Kieferstruktur«.