

# x-technik ADDITIVE FERTIGUNG

3D Printing • Cladding • EBM • FDM • SLA • SLM • SLS ...

Das Fachmagazin für Rapid Prototyping, - Tooling, - Manufacturing



## Materialexpertise

Heinz Gaub, Geschäftsführer Technik bei Arburg, über die Verarbeitung von Standardkunststoffen in der Additiven Fertigung.

46



## Sondermaschinenbau

Neben Standardmaschinen liefern Sondermaschinenbauer auch Anlagen nach Kundenanforderung. Additive Fertigung nach Maß.

64



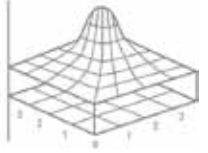
## Materialüberblick Metalle

Materialkennndaten generativ gefertigter Teile unterscheiden sich häufig vom Ausgangsmaterial. Ein Überblick über die wichtigsten Metalle.

44

Mit Standard-Kunststoffgranulat zum Funktionsbauteil:

# Freiheit in Form und Design



# Die Multi-Laser Technologie von SLM®

Besuchen Sie uns auf der  
formnext in Frankfurt  
17. – 20. November 2015  
Halle 3.1, Stand G50



**SLM® 500<sup>HL</sup>**

## Ihr entscheidender Geschwindigkeitsvorsprung im 3D-Metalldruck

**SLM® 500<sup>HL</sup> / Quad-Laser**

105 ccm/h\*

**Twin-Laser**

45 ccm/h\*

**Single-Laser**

25 ccm/h\*

Bauraum (x/y/z): 500 x 280 x 325 mm

Laserleistung: 4x 400 W oder 2x (400 W und 1000 W) Yb-Faser-Laser

\*Baugeschwindigkeiten abhängig von Material und Geometrie

Mehr auf [www.slm-solutions.com](http://www.slm-solutions.com)



## Ihr Ansprechpartner für SLM® - Lösungen in Österreich

MostTech - Technologie Agentur  
Michael Hofer  
A-3383 Hürm 121  
Tel. +43 (0) 664 / 14 92 444  
Mail: [info@mosttech.at](mailto:info@mosttech.at)  
[www.mosttech.at](http://www.mosttech.at)

- ✓ Beratung und Vertrieb von SLM® Solutions Technologien
- ✓ Technologie & Prozessberatung rund um den Entwicklungs- & Fertigungsprozess
- ✓ Lösungsorientierte Technologiesuche & Vermittlung



**mosttech**  
Die meiste Technik

## Grundlagen sind besonders wichtig



**Georg Schöpf**

Chefredakteur  
georg.schoepf@x-technik.com

Die Reaktionen auf die Erstausgabe des Fachmagazins „Additive Fertigung“ waren überwältigend. Dafür zunächst einmal ein herzliches Dankeschön. Besonders gut angekommen ist unser Verfahrensüberblick. Das hat gezeigt, dass der Ansatz, zunächst einmal Grundlegendes über das Thema Additive Fertigung und ihre Methoden und Verfahren zu berichten, richtig war.

Zudem hat mich die durchwegs positive Resonanz aus unserer Leserschaft bestärkt, auch in den weiteren Ausgaben immer wieder Basisthemen aufzugreifen. Seien es die Werkstoffe für generative Verfahren, Datenaufbereitung oder auch Entwicklungs- und Konstruktionsmethoden. In allen Bereichen besteht die Notwendigkeit, allgemeingültiges Grundlagenmaterial zu schaffen und bereitzustellen.

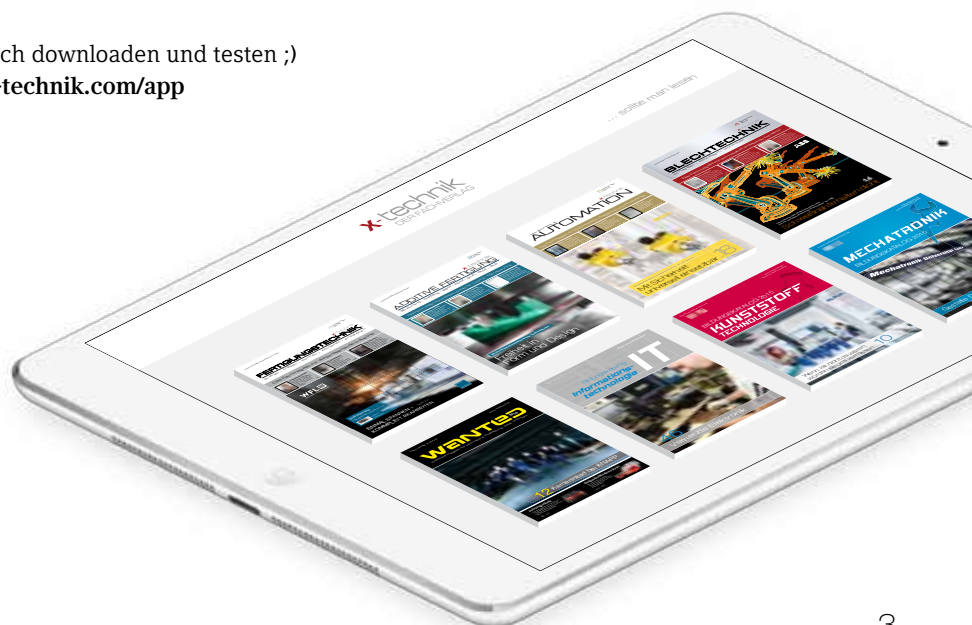
In der vorliegenden Ausgabe haben wir besonderen Wert auf die praktischen Aspekte der Branche gelegt. So berichten wir einerseits ab Seite 24 über Anwendungsbeispiele, in denen die industrielle Anwendung der Additiven Fertigung ersichtlich wird, andererseits stellen wir aber auch Dienstleister der Branche vor (ab Seite 14), die sich teilweise seit den Pioniertagen der Additiven Fertigung mit dem Thema beschäftigen.

Ebenso geben wir in dieser Ausgabe einen Überblick über die Materialien, die im praktischen Einsatz verwendet werden. Diese finden sie auf Seite 44 beginnend mit dem Überblick über Metalle. Dass diese Übersicht nie vollständig sein kann ist allein der Tatsache geschuldet, dass im Werkstoffbereich derzeit die schnellsten und umfangreichsten Entwicklungen zu verzeichnen sind. Dennoch kann sie vielleicht erste Anhaltspunkte für eine mögliche Nutzung der Technologie liefern.

Auch die neuesten Entwicklungen auf dem Bereich der Maschinen und Lösungen finden ihren Platz. Zu den Anbietern standardisierter Lösungen gesellen sich vermehrt Anbieter individueller Anlagen aus dem klassischen Maschinenbau. Ein weiteres Indiz dafür, dass die Additive Fertigung endgültig in der Industrie angekommen sein dürfte.

PS: Zukunftsfähig zu sein, ist auch für unseren Verlag ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Mit der x-technik-App (für iOS und Android, Smartphones und Tablets) stellen wir alle unsere Ausgaben zusätzlich in digitaler Form zur Verfügung. Kostenlos versteht sich – mit zusätzlichen, interaktiven Inhalten wie Videos, Bildergalerien, Links zu Produkten, Herstellern und Anwendern etc.

→ Einfach downloaden und testen ;)  
[www.x-technik.com/app](http://www.x-technik.com/app)







Additive Auftragsfertigung

## Neue Ära des Digital Manufacturing 14



Vorreiter

## Pionier der Additiven Fertigung 18



Optimierung

## Ventilblock im Leichtbau 24



Carbonteilefertigung

## 3D-Druck für kürzere Durchlaufzeiten 28

### AKTUELLES 6 – 13

- 8 **Add-on zur automatischen Supportgenerierung**  
*Softwareevolution.* Das neue netfabb-Add-on zur Generierung von Supportstrukturen unterstützt die Vorbereitung für den Fertigungsprozess.
- 12 **Add+it 2015**  
*Fachsymposium.* Organisiert von der Profactor GmbH und dem Institute for Polymer Product Engineering IPPE der JKU trafen sich im September Teilnehmer aus Industrie und Forschung, um über aktuelle Trends zu konferieren.

### DIENTSLEISTER 14 – 23

- 14 **Neue Ära des Digital Manufacturing**  
*Additive Lohnfertigung.* Proto Labs bietet nun auch Additive Fertigungsverfahren im deutschsprachigen Raum an.
- 18 **Pionier der Additiven Fertigung**  
*Zukunftsweisend.* Stephan Kegelmann war einer der ersten in Europa, der den Schritt in die Additive Fertigung wagte und seit 26 Jahren Bauteile für den Modell- und Formenbau herstellt.
- 22 **Werkzeugelemente in Perfektion**  
*Spezialdienstleistung.* Die Jell Group bietet optimierte Werkzeugelemente für den Kunststoffspritzguss und kann das gesamte Spektrum von der Entwicklung bis zum fertigen Teil abdecken.

### AUS DER PRAXIS 24 – 41

- 24 **Ventilblock im Leichtbau**  
*Optimierungserfolg.* Bei VTT in Finnland wird eine SLM® 125 HL von SLM-Solutions genutzt, um Entwicklungen Realität werden zu lassen.
- 28 **3D-Druck für kürzere Durchlaufzeiten**  
*Prozessoptimierung.* Zusätzliche Nutzungsmöglichkeiten eines ProJet 860 Colorjet Printers von 3D Systems führen bei Hintsteiner zu kürzeren Konzeptionierungsphasen.
- 34 **Funktionsintegration als Mehrwert**  
*Komplettlösungen.* Bei robomotion kommen von der VisioTech GmbH additiv gefertigte Greifer und Greiferkomponenten zum Einsatz.
- 38 **Kleiner Brenner, große Vielfalt**  
*Effizienzsprung.* Durch den Einsatz einer EOS M290 Maschine gelingen bei Euro-K neue Formgebungen, die ungeahnte Steigerungen in Sachen Effizienz bei Gasbrennern ermöglichen.
- 40 **Leistungsfähigkeit von Bauteilen steigern**  
*Produktverbesserung.* voxeljet verdeutlicht anhand eines optimierten Radträgers wie sich die Leistungsfähigkeit von Bauteilen bei gleichem Gewicht um ein Vielfaches steigern lässt.

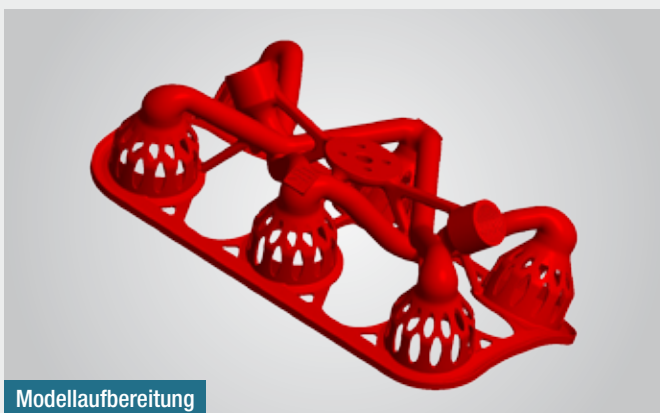
**STANDARDS:** 3 Editorial, 6 Aktuelles, 75 Firmenverzeichnis | Impressum | Vorschau.





Fertigungsprüfung

## Qualitätssicherung mit QMmeltpool 3D 54



Modellaufbereitung

## Datendrehscheibe für 3D-Druck 58



Individuallösungen

## Sondermaschinenbau trifft Additive Fertigung 64



Komponentenexperten

## Diodenlaser sorgt für homogene Strahlqualität 68

## MATERIALIEN 42 – 47

### 42 Materialien in der Additiven Fertigung

**Werkstoffvielfalt.** Bauteile, die aus dem gleichen Ausgangsstoff bestehen, jedoch durch unterschiedliche Verfahren entstehen, weisen oft völlig unterschiedlich Eigenschaften auf.

### 44 Metalle im Überblick

**Übersicht.** Materialeigenschaften geordnet nach Materialgruppen mit Hinweis auf mögliche Verarbeitung und Anwendungsbereiche.

## SOFTWARE 48 – 63

### 48 Die Lösung ist hybrid-additiv

**Softwareanpassung.** Das Softwarepaket NX von Siemens PLM Software bietet eine Palette an CAD- und CAM-Werkzeugen für die kombinierte Programmierung.

### 54 Qualitätssicherung mit QMmeltpool 3D

**Fehlerreduktion.** Mit dem In-situ-Prozessüberwachungssystemen von Concept Laser ist es möglich, Hinweise auf Defekte während des Bauteilaufbaus zu erhalten.

### 58 SpaceClaim – Datendrehscheibe für 3D-Druck

**Datenaufbereitung.** Formrise nutzt das 3D CAD-System SpaceClaim für die Produktion von Kleinserien mithilfe des Lasersinterns.

## MASCHINEN UND LÖSUNGEN 64 – 74

### 64 Sondermaschinenbau trifft Additive Fertigung

**Sonderlösungen.** Hage tritt mit dem neu formierten Fachbereich HAGE3D sowie Maschinen auf Industrieniveau in die Additive Fertigung ein.

### 68 Diodenlaser sorgt für homogene Strahlqualität

**Ideale Strahlquellen.** Die Rofin Gruppe bietet mit Diodenlasern hoher Leistung, welche bei Dilas produziert werden, kundenindividuelle Lösungen für jeden Anwendungsfall.

### 70 LaserCUSING wird 15

**Jubiläum.** Die im Jahr 2000 gegründete Concept Laser hat sich rasant entwickelt und eroberte unterschiedlichste industrielle Bereiche der Additiven Fertigung.

## NACHGEFRAGT

### 46 Standard-Kunststoffgranulate für die Additive Fertigung?

**Interview.** Bei Arburg kommen auch in der Additiven Fertigung Standard-Kunststoffgranulate zum Einsatz. Ob dieses Werkstoffkonzept auf andere Verfahren übertragbar ist, haben wir bei Heinz Gaub, Geschäftsführer Technik bei Arburg, in Erfahrung gebracht.





Claudia M. Palumbiny untersucht eine Folie mit transparenten Dünnschichtelektroden aus leitfähigen Polymeren.

Optimiertes Druckverfahren ermöglicht maßgeschneiderte Organische Elektronik:

## Designer-Elektronik aus dem Drucker

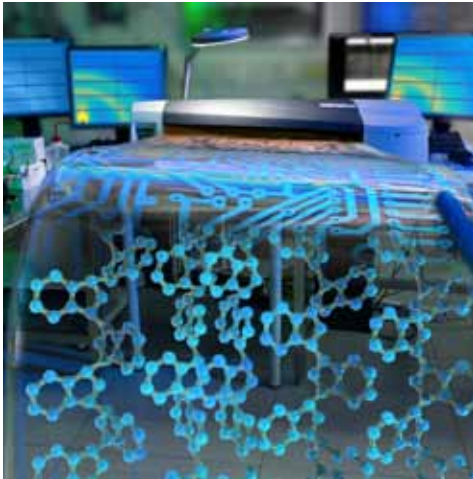
Sie sind dünn, leicht, flexibel, lassen sich kostengünstig und ohne großen Energieaufwand herstellen: gedruckte Mikroelektronik-Bauteile aus Kunststoff. Im Rahmen eines internationalen Kooperationsprojekts gelang es Physikern der TU München erstmals, die Entstehung der hauchdünnen polymeren Elektroden während des Druckprozesses live zu beobachten und die elektrischen Eigenschaften der gedruckten Filme zu verbessern.

Solarzellen aus dem Drucker? Das schien vor wenigen Jahren noch undenkbar. Es gab kaum Alternativen zur klassischen Siliziumtechnik. Mittlerweile können Touchscreens, Sensoren und Solarzellen aus elektrisch leitfähigem Kunststoff gefertigt werden. In Entwicklung sind flexible Monitore und Leuchttapeten, die aus organischen Leuchtdioden – kurz OLEDs – bestehen. Die Organische Elektronik gilt als vielversprechender Zukunftsmarkt.

Die Technologie hat jedoch ihre Tücken: Um die gewünschten Bauteile industriell herzustellen, muss man leitende, halbleitende

oder isolierende Schichten – jede von ihnen tausendmal dünner als ein Haar – in einer bestimmten Abfolge auf eine Trägerfolie aufdrucken. „Dies ist ein hochkomplexer Vorgang, dessen Details vollständig verstanden werden müssen, um maßgeschneiderte Anwendungen zu ermöglichen“, erklärt Prof. Peter Müller-Buschbaum vom Lehrstuhl für Funktionelle Materialien der TU München (TUM).

Eine weitere Herausforderung ist die Kontaktierung der flexiblen, leitfähigen Schichten. Bisher werden dafür häufig elektrische Kontakte aus kristallinem Indium-Zinn-Oxid genommen.



Die Organische Elektronik, basierend auf elektrisch leitfähigen Polymeren, gilt als vielversprechender Zukunftsmarkt.

Dieser Aufbau hat jedoch mehrere Nachteile: Das Oxid ist spröder als die darüber liegenden Polymere, was die Flexibilität der Zellen einschränkt.

### Polymere im Röntgenlicht

Vor wenigen Monaten gelang es Forschern vom Lawrence Berkeley National Laboratory in Kalifornien erstmals, die Vernetzung der Polymermoleküle in der aktiven Schicht einer organischen Solarzelle während des Druckens zu verfolgen. Zusammen mit den Kollegen aus Kalifornien nutzte nun Müller-Buschbaums Team diese Technik, um die Eigenschaften der Polymer-Elektronik zu verbessern.

Für ihre Untersuchung verwendeten die Forscher Röntgenstrahlung, die am Synchrotron in Berkeley erzeugt wird. Das Röntgenlicht wird auf die frisch gedruckte Kunststoffschicht geleitet und dort gestreut. Die Veränderung des Streumusters ermöglicht die Bestimmung der Anordnung und Orientierung der Moleküle beim Aushärten der gedruckten Filme.

„Dank der hochintensiven Röntgenstrahlung lässt sich eine sehr hohe Zeitauflösung erzielen“, sagt Claudia M. Palumbiny. Die TUM-Physikerin untersuchte in Berkeley die „Blockierschicht“, die in der organischen Elektronik die Ladungsträger sortiert und selektiv transportiert. Das Ergebnis veröffentlicht das Forscherteam der TUM jetzt zusammen mit den US-Kollegen in der Fachzeitschrift Advanced Materials.

■ [www.functmat.ph.tum.de](http://www.functmat.ph.tum.de)



## Konferenz Additive Fertigung in der Automobilindustrie

Am 20. und 21. Oktober 2015 dreht sich in Augsburg bei der Fachkonferenz der SVV GmbH (Süddeutscher Verlag Veranstaltungen GmbH) alles um den 3D-Druck. So lauten einige der Top-Themen „3D-Druck: Business oder Hype?“ bzw. „Vom Rapid Prototyping zur Kleinserienfertigung“ oder auch „Kunststoffe vs. metallische Bauteile“. Die Konferenzleitung unterliegt Herrn Guido Follert, Abteilungsleiter Maschinen und Anlagen, Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML.

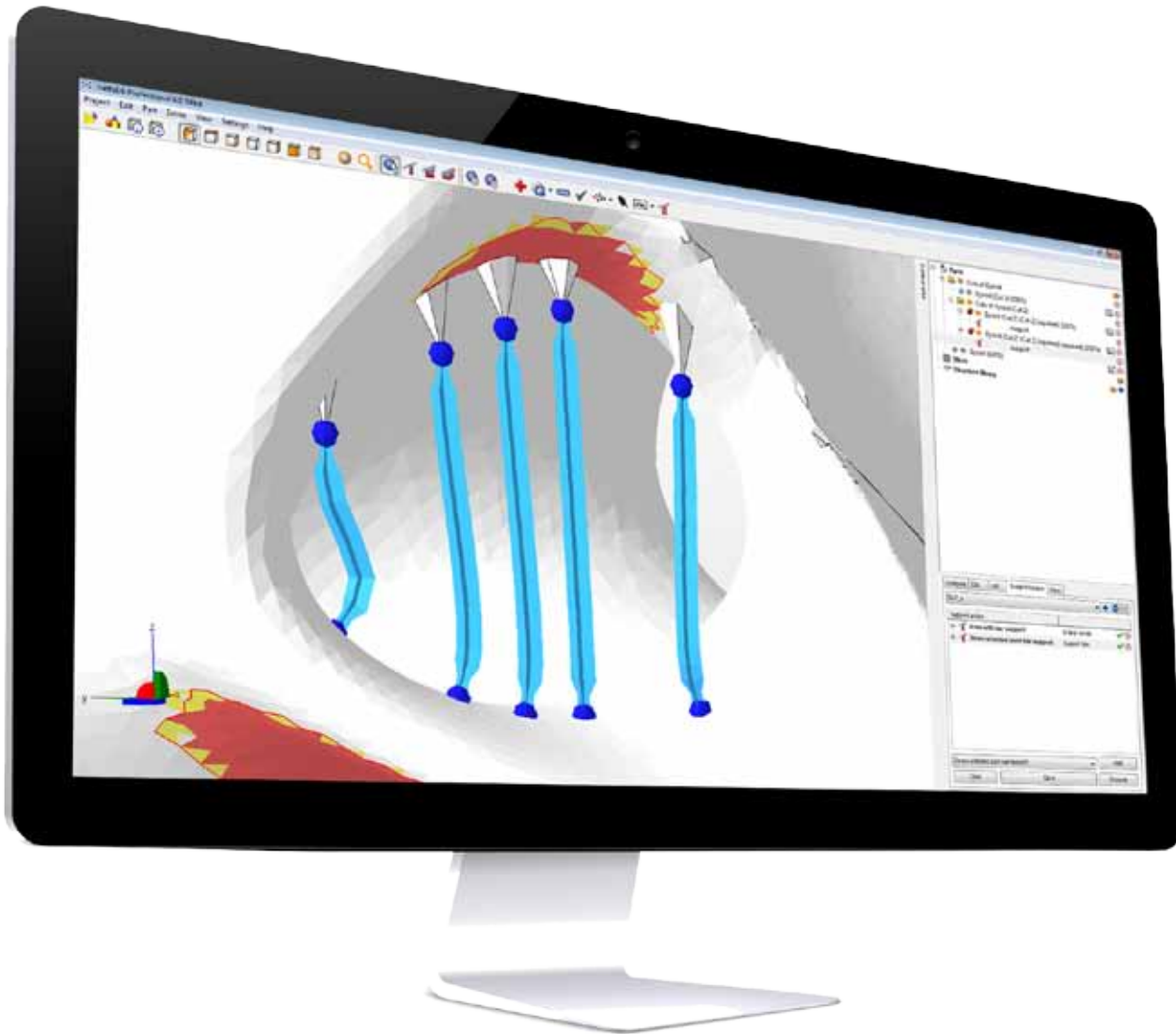
Namhafte Referenten – u. a. von voxeljet, SLM Solutions, VW, Audi, Siemens oder von der TU München präsentieren zum Thema Additive Fertigung in der Automobilindustrie interessante Beiträge. So steht nach der Konferenzeröffnung durch Andras Hetenyi, Projektleiter Automobil & Industrietechnik, SVV – Süddeutscher Verlag Veranstaltungen GmbH und Guido Follert, Abteilungsleiter Maschinen und Anlagen, Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML schon am ersten Tag die Frage im Raum: Ist der 3D-Druck erfolgversprechendes Business oder nur vorübergehender Hype?

Der metallische 3D-Druck mit seinen Potenzialen in der Automobilindustrie und seinen modernen Einsatzkonzepten steht hauptsächlich am ersten Tag im Fokus – und am zweiten Tag die Additive Fertigung von Kunststoffbauteilen.

Umfangreiche Fragerunden und Diskussionen sind jedenfalls zu den Themen „Moderne Einsatzkonzepte für den 3D-Druck“ – sowohl bei Metallen als auch bei Kunststoffen – wie auch zu den „Rechtlichen Chancen und Herausforderungen im 3D-Druck“ zu erwarten.

Termin	20. und 21. Oktober 2015
Ort	Augsburg
Link	<a href="http://www.sv-veranstaltungen.de">www.sv-veranstaltungen.de</a>





# Add-on zur automatischen Supportgenerierung

netfabb hat das neue Add-on zur Generierung von Stützstrukturen als Ergänzung zur Programm-Suite netfabb 6 – der Spezialsoftware für 3D-Druck und Additive Fertigung – entwickelt. Das Add-on zur Supportgenerierung ist insbesondere für die metallaufbauenden, additiven Technologien des SLM sowie für SLA und DLP einsetzbar.

Die neue Software-Generation netfabb 6 ist entsprechend dem neuen Industriestandard mit dem Dateiformat 3MF aufgebaut – und jetzt gibt es dafür auch ein eigenes Add-on für die einfache und professionelle Generierung von Supportstrukturen.

Mit dem neuen Zusatzprogramm können in netfabb Professional 6 schnell und einfach Stützstrukturen zwischen Bauteil und Plattform erzeugt werden, die für den additiven Aufbau komplizierter Teile benötigt werden. Vom fertigen Bauteil müssen sie aber auch möglichst einfach und kostengünstig wieder entfernbar sein. Es gibt zwei Varianten des Add-ons: Die kleinere Version netfabb DLP Support Structures konzentriert sich auf Digital-Light-Processing-

Maschinen (DLP), während die umfassende Version netfabb Enhanced Support Structures auch für Selective Laser Melting (SLM), Stereolithographie (SLA) und FDM (Fused Deposition Modeling) eingesetzt werden kann.

## Flexible Erstellung der Stützstrukturen

Drei Arten von Stützstrukturen sind je nach Geometrie des Modells wählbar: Bar Support, Polyline Support und Full Volume Support. Zusätzlich hat der Konstrukteur der 3D-Modelle eine reiche Auswahl an Funktionen und Optionen, die ihm viel Flexibilität bei der Erstellung der Stützstrukturen gestatten. So können beispielsweise



## 3D-Drucksysteme

- Industrietaugliche 3D-Drucksysteme
- Effektiver Dauereinsatz durch robuste, hochwertige Komponenten
- Großformatige Bauräume bis 8 m<sup>3</sup>
- Druck von Formen mit komplexen Geometrien und Hinterschnitten



## Dienstleistungs-Center Sandguss-Kerne und Formen

- Bauteilabmessungen bis zu 4 x 2 x 1 m
- geeignet für den Guss aller gängigen Leichtmetall-, Eisen- und Stahllegierungen
- Seriennahe Abgusseigenschaften



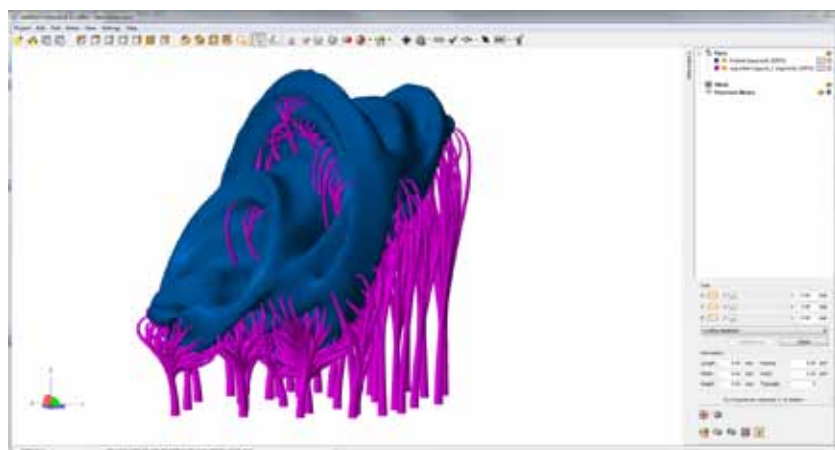
## Feinguss-Modelle

- Modelle bis 1.060 x 600 x 500 mm
- Ideal für Feinguss dank optimalem Ausbrennverhalten
- werkzeuglose Herstellung der Ausschmelzmodelle

### voxeljet AG

Paul-Lenz-Straße 1a 86316 Friedberg  
Germany

info@voxeljet.com www.voxeljet.com



**links** Das Add-on zur automatischen Supportgenerierung gestattet nicht nur dicke oder dünne, sondern auch strukturierte Stützwände. Kontaktstellen und Winkel sind dabei flexibel wählbar.

**rechts** Der Konstrukteur von 3D-Modellen hat viele Funktionen und Optionen bei der Erstellung der Stützstrukturen. So können beispielsweise in einem Modell mehrere Stützarten kombiniert werden. Sogar gekrümmte und verzweigte Stützen sind möglich. Vom fertigen Bauteil müssen sie aber auch wieder leicht entfernbar sein.

se in einem Modell mehrere Stützarten kombiniert werden.

Der Polyline Support gestattet nicht nur dicke oder dünne, sondern auch strukturierte Stützwände. Im Full Volume Support wird der Polyline Support durch eine weitere Dimension ergänzt – einen Eindruck von der Leistungsfähigkeit des Tools erhält man angesichts der 37 verschiedenen Einstellungen, die hier möglich sind. Einmal festgelegt, lässt sich jede beliebige Kombination von Stützstrukturen speichern und mit einem einzigen Knopfdruck als Vorlage auf weitere Bauteile übertragen.

Weitere praktische Funktionen, wie die transparente Bauteilansicht und ein Überblick über alle verwendeten Stützstrukturen, erleichtern Konstrukteuren und 3D-Designern die Arbeit. Sehr nützlich ist auch die automatische Analyse der Datenmodelle, die anzeigt, wo Stützstrukturen unbedingt notwendig sind.

### Hohes Interesse der produzierenden Industrie

Gegenwärtig findet in der produzierenden Industrie ein grundlegender

Paradigmenwechsel statt. Viele Unternehmen untersuchen die Möglichkeiten der Additiven Fertigung für ihr Geschäftsmodell – für viele ist deren etappenweise Einführung klar der Schritt in die Produktion der Zukunft.

„Inmitten dieses technologischen Umbruchs hat netfabb Professional 6 das Potenzial, die additive Serienfertigung auf ein nie da gewesenes Niveau zu heben“, erklärt Ulf Lindhe, Director of Business Development bei netfabb. „Risikominimierung, einfache Handhabung, Prozessstabilität und wirklich viel eingesparte Zeit sind die Schlagworte, die den ökonomischen Nutzen von netfabb wiedergeben.“

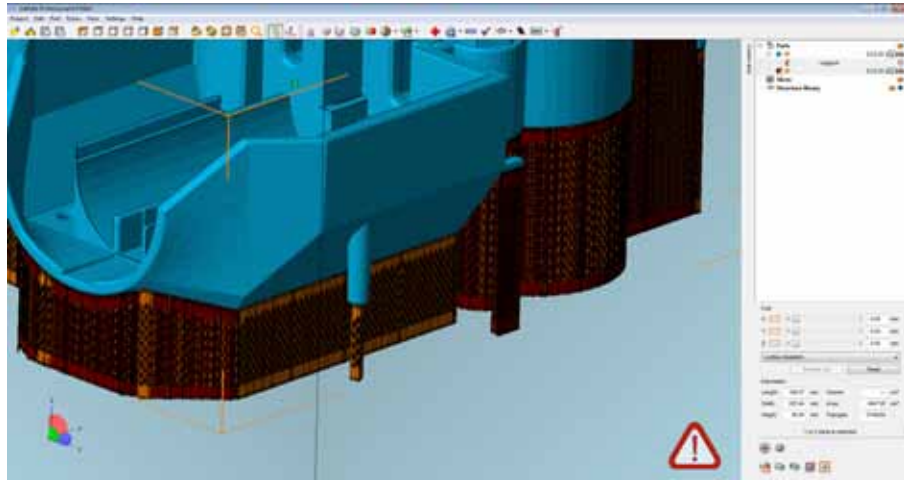
Über das Add-on der Selective Space Structures (3S) können innovative und höchst komplizierte Datenmodelle für völlig neue Produkteigenschaften geschaffen werden. Eine weitere Neuerung für den Einsatz im großen Stil ist die Einführung der Konzernlösung netfabb Enterprise mit ihrem kostensparenden Serverlizenzierungsmodell.

■ [www.netfabb.com](http://www.netfabb.com)

## Neue Strategie in der Additiven Fertigung

Autodesk hat sich mit der FIT Technology Group geeinigt, die in Lupburg (D) ansässige Tochter netfabb zu übernehmen. netfabb entwickelt industrielle Softwarelösungen für Additive Fertigung und Design. Darüber hinaus wird Autodesk strategisch in das netfabb-Mutterunternehmen FIT investieren, das ebenfalls als Anbieter von Software und Services im Bereich der Additiven Fertigung agiert.

Beide Unternehmen werden zukünftig bei der Entwicklung neuer Technologien für diese zukunftsweisende Fertigungsmethode zusammenarbeiten. Der Abschluss der Transaktion wird für das vierte Quartal im Geschäftsjahr 2016 erwartet. Einzelheiten des Abschlusses wurden nicht veröffentlicht.



Die Technologien von netfabb werden künftig in Autodesk-Lösungen für die Bereiche Produktdesign/Produktentwicklung und Additive Fertigung integriert. (Bild: netfabb)

„FIT hat Autodesk mit seinen leistungsfähigen Lösungen für die Additive Fertigung beeindruckt und zusammen werden wir den Weg zu neuen Entwicklungs- und Produktionsmethoden beschleunigen können“, erklärt Samir Hanna, Vice President und General Manager Consumer & 3D-Printing bei Autodesk. „Wir begrüßen netfabb in der Autodesk-Familie und freuen uns auf die Zusammenarbeit. Gemeinsam können wir Entwickler und Hersteller auf der ganzen Welt dabei unterstützen, 3D-Druck in jeder Größenordnung so

zuverlässig zu machen, dass man diese Technologien auch in der Produktion nutzen kann, nicht nur bei der Herstellung von Prototypen auf Basis von Kunststoffen.“

„Autodesk und FIT verfolgen die gleichen Ziele: der Industrie eine qualitativ hochwertige Additive Fertigung zu ermöglichen. Wir freuen uns auf die Zusammenarbeit mit unserem neuesten Investor Autodesk und sind sicher, dass netfabb sich in Zukunft auch als Teil von Autodesk weiterentwickeln und wach-

sen wird“, sagt dazu Carl Fruth, CEO der FIT AG, Mutterfirma der FIT Technology Group. Die Lösungen von netfabb werden aktuell von mehr als 80.000 Designern, Künstlern, Forschern und Entwicklern zur Herstellung von 3D-Objekten genutzt. Dieser Kundenstamm wird auch nach der Übernahme wie gewohnt unterstützt: Autodesk wird die Software von netfabb weiterentwickeln und vertreiben sowie auch den künftigen Support garantieren.

■ [www.autodesk.de](http://www.autodesk.de)

## Proto Labs übernimmt die Alphaform AG

Proto Labs, Inc. übernimmt große Teile der insolventen Alphaform AG. Eine entsprechende Vereinbarung hat das Unternehmen mit dem Insolvenzverwalter getroffen. Der endgültige Abschluss der Transaktion unterliegt noch weiteren Bedingungen und wird für Anfang Oktober erwartet.

Alphaform mit Sitz in Feldkirchen bei München ist ein innovativer Entwicklungs- und Fertigungspartner mit einem breiten Technologie-Portfolio speziell für die Fertigung kleiner Stückzahlen und Nischenprodukte. Die geplante Akquisition umfasst die Unternehmensbestandteile der Alphaform an

den Standorten in Deutschland, Finnland und England.

Mit der Übernahme stärkt Proto Labs seine Kapazitäten in der Additiven Fertigung in Europa in den Bereichen des Selektiven Lasersintern (SLS), Direkten Metall Lasersintern (DMLS) und der Stereolithographie (SLA). Die Übernahme umfasst auch die Spritzguss-Dienstleistungen der Alphaform Claho in Eschenlohe. MediMet Precision Casting and Implants Technology GmbH, eine 100%ige Tochter der Alphaform AG, ist nicht Bestandteil der Transaktion.

„Wir freuen uns über dieses Ergebnis und die strategische Akquisition, welche unser Wachstum im Bereich der Additiven Fertigung in Europa beschleunigt und die Fertigung im Spritzguss und der CNC-Bearbeitung vervollständigt“ so Vicki Holt, CEO bei Proto Labs. „Mit diesen drei Angeboten sind wir sehr gut positioniert, um Designer und Ingenieure dabei zu unterstützen, alle Schritte von der ersten Idee über den Prototyp bis zur Serienfertigung zu realisieren.“

■ [www.protolabs.de](http://www.protolabs.de)





## Erfahrungsaustausch zu Additive Manufacturing in Frankfurt

Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft und Interessierte werden über Aspekte der industriellen Fertigung mit Schichtbauverfahren diskutieren. Impulsvorträge aus Forschung und Industrie geben einen Überblick über die Vielfalt der industriellen 3D-Druck-Verfahren und deren Anwendungsgebiete.

Hinweis: Auch die Arbeitskreise Automatisierung und Maschinenabnahme treffen sich am 2. Dezember 2015 in Frankfurt.

Termin	2. Dezember 2015
Ort	Frankfurt
Link	<a href="http://www.vdma.org">www.vdma.org</a>

## 20. Anwenderforum Rapid Product Development

Zum 20. Mal veranstaltet das Fraunhofer IPA am 25. November 2015 sein jährliches Anwenderforum Rapid Product Development für Fach- und Führungskräfte aus Forschung und Entwicklung sowie Qualitätsmanagement.

Das Anwenderforum Rapid Product Development ist eines der wichtigsten und innovativsten Foren im süddeutschen Raum zum Thema Rapid Product Development und 3D-Druck. Die Verknüpfung von Fachmesse, Vortragsprogramm in zwei parallelen Sessions und Get-together der Branchenexperten ermöglicht den Teilnehmern, aktuellen Trends, Entwicklungen und Forschungsergebnissen auf den Puls zu fühlen.

Auf der Ausstellung kommunizieren die Teilnehmer direkt mit führenden Herstellern und Entwicklern wie bei-

spielsweise robomotion. Die Vorträge beinhalten primär anwendungsorientierte Fallbeispiele. Ziel der Veranstalter ist es, den direkten Dialog zwischen den Ausstellern, Besuchern und Referenten zu fördern und neue Kontakte zwischen den Experten der Branche zu generieren.

■ [www.robomotion.de](http://www.robomotion.de)

Weitere Infos  
zur Veranstaltung



Termin	25. November 2015
Ort	Fraunhofer-Institut Stuttgart
Link	<a href="http://www.rpd.fraunhofer.de">www.rpd.fraunhofer.de</a>

## Connected Prototyping



CAD-Konstruktion

GFK/CFK/RTM

Modellbau

RIMFLEX®-Formen

PU-RIM

Werkzeugbau

Spritzguss

LSR

## Additive Manufacturing



Kegelmann Technik GmbH  
Gutenbergstraße 15  
63110 Rodgau-Jügesheim  
[www.ktechnik.de](http://www.ktechnik.de)



Einige der hochkarätigen Referenten des Add+it Symposiums. V.l.n.r.: Dr. Mangirdas Malinauskas, Laser Research Center of Vilnius University (LT), Prof. Dr. Zoltan Major, Johannes Kepler Universität Linz, IPPE (A), Prof. Dr. Jürgen Stampfl, TU Wien (A), Dr. Eynat Matzner, Stratasys (USA), Prof. Dr. Thomas Klar, Johannes Kepler Universität Linz (A), Ass. Prof. Dr. Jessica Schiffman, University of Massachusetts Amherst (USA), Prof. Dr. Elsa Reichmanis, Georgia Institute of Technology (USA), Dr. Christian Hadeyer, RA Hintermayr.

Symposium on Additive Manufacturing and Innovative Technologies:

# Add+it 2015

Am 10. und 11. September fand das Symposium für Additive Fertigung und Innovative Technologien im Science-Park der Johannes Kepler Universität Linz statt. Organisiert von der Profactor GmbH und dem Institute for Polymer Product Engineering IPPE der JKU trafen sich Teilnehmer aus Industrie und Forschung, um über aktuelle Trends und Entwicklungen zu konferieren.

*Autor: Georg Schöpf / x-technik*

Internationale Experten aus über zehn Ländern trafen sich am 10. und 11. September 2015 im Science Park der Johannes Kepler Universität im oberösterreichischen Linz. Gastgeber waren das Institut für Polymerproduktentwicklung IPPE der JKU, vertreten durch Prof. Dr. Zoltan Major und die Profactor GmbH aus Steyr, bei der Dr. Klaus Bretterbauer für die Veranstaltung verantwortlich zeichnete.

## Abwechslungsreiches Programm

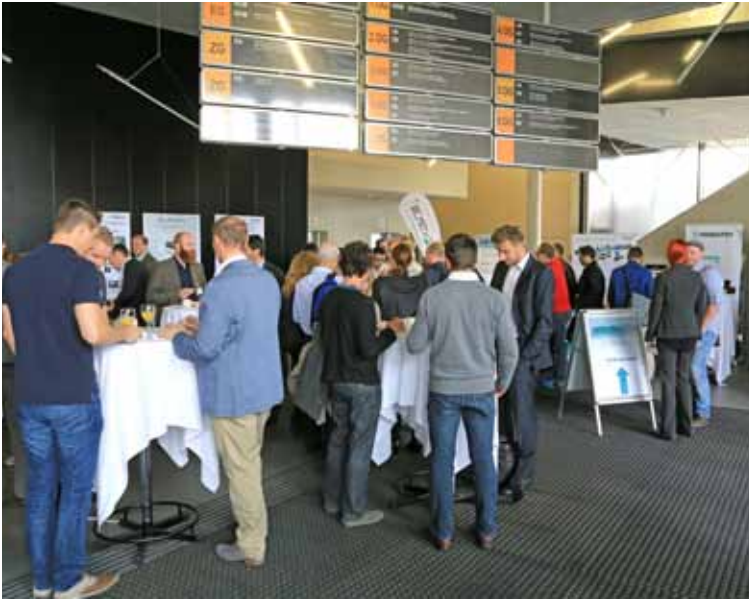
Mit dem abwechslungsreichen Programm aus elf Plenarvorträgen, sechs Workshops und einer Fachausstellung konnten sich die TeilnehmerInnen

nicht nur über den State-of-the-Art in Themen wie Materialentwicklung oder Component Design informieren, sondern auch über außergewöhnliche Ideen aus anderen Gebieten. Prof. Dr. Thomas Klar eröffnete das Symposium mit einem faszinierenden Vortrag über Optical Sub-100 nm Lithography, also 3D-Druck in der kleinsten Dimension. Dr. Thomas I. Madura von NASAs Goddard Space Flight Center and Universities Space Research Association (USRA) teilte sein Wissen, wie man mit 3D-Druck Ergebnisse aus der Astrophysik anschaulich präsentieren und somit einem großen Publikum besser zugänglich machen kann. Von einem anderen Blickwinkel beleuchtete Herr Dr. jur.

Christian Hadeyer von Prof. Hintermayr & Partner die Additive Fertigung, als er über die rechtlichen Aspekte und Probleme in diesem Zusammenhang referierte.

## Grundlagenforschung nötig

Auch im Rahmen dieser zweitägigen Veranstaltung wurde klar: Im Bereich der Additiven Fertigung ist noch viel Grundlagenforschung nötig. Die Entwicklung, Erprobung und Beschreibung geeigneter Materialien ist dabei ebenso wichtiger Bestandteil, wie eine rasche Standardisierung von Verfahrensparametern und Richtlinien für die Bauteilentwicklung mithilfe generativer



Neben regem Erfahrungsaustausch gab es für die Teilnehmer auch die Möglichkeit, sich in der begleitenden Ausstellung bei Herstellern und Dienstleistern aus der Additiven Fertigung zu informieren.



Die Referenten standen nach den Vorträgen dem Auditorium für Fachgespräche und Diskussionen zur Verfügung. (Bildmitte) Dr. Thomas I. Madura, NASA Goddard Space Flight Center and Universities Space Research Association (USRA).

Verfahren. Der rege Austausch über die aktuellen Entwicklungen und Entwicklungstendenzen hat gezeigt, dass sowohl in der Forschung als auch in der Industrie ein regelrechter Informationsdurst hinsichtlich innovativer Verfahren besteht. Die 90 Teilnehmer äußern sich dabei fast unisono, dass die größten Entwicklungen in der nahen Zukunft wohl im Bereich der Materialien stattfinden werden. Beachtlich ist jedoch auch, dass verstärkt die Kombination generativer Verfahren mit herkömmli-

chen Technologien in den Blickpunkt der Betrachtung rücken.

### Kurzweiliges und informatives Begleitprogramm

Neben den informativen und anregenden Vorträgen und Workshops boten die Veranstalter ihren internationalen Gästen aber auch ein Rahmenprogramm, das mit einem Symposiumsdinner am Linzer Pöstlingberg begann – der einen imposanten Überblick über

die Gastgeberstadt bietet – sowie durch musikalische Untermalung mit live Jazzmusik für Kurzweil sorgte.

Mitgetragen wurde die Veranstaltung von zahlreichen Sponsoren, die ihre Produkte und Leistungen in einer begleitenden Fachaussstellung präsentieren konnten und deren ausgestellte Exponate auf reges Interesse stießen. Abgerundet wurde die Veranstaltung schließlich mit einer Besichtigung der institutseigenen Labore des IPPE, an denen die aktuellen Forschungsgebiete und Themen rund um die verschiedenen Aspekte des virtuellen und realen Prototypings sowie die Überprüfung der strukturellen Integrität von Komponenten aus verschiedenen Polymerwerkstoffen vorgestellt und erklärt wurden.

Schon jetzt haben die Veranstalter eine Weiterführung der Veranstaltung im kommenden Jahr in Aussicht gestellt und möchten damit eine regelmäßige Plattform schaffen, auf der ein internationaler Austausch zwischen Forschung und Industrie stattfinden kann.



■ [www.profactor.at](http://www.profactor.at)  
■ [www.jku.at/ippe](http://www.jku.at/ippe)



# Neue Ära des Digital Manufacturing

Was in den USA längst schon geboten wird, ist nun auch im deutschsprachigen Raum zu haben: Proto Labs bietet additive Fertigungsverfahren an. Begonnen wird mit Stereolithografie, doch lassen sich bald auch selektives Lasersintern und direktes Metall-Lasersintern zur Herstellung von Prototypen und Endprodukten nutzen. Geändert hat sich dabei eines nicht: Das Preis-Leistungs-Verhältnis ist nach wie vor sehr attraktiv.

Die Welt der Produktion wird um immer mehr Verfahren bereichert. Additive Fertigungsverfahren sind hierzu ein schönes Beispiel.

Proto Labs ermöglicht es diesbezüglich, aus einigen Klassen von Fertigungsverfahren auszuwählen: Stereolithografie (Additive Fertigung), CNC-Bearbeitung, Kunststoffspritzguss und Spritzgießen mit Flüssigsilikon. Neu ist der Dienst „Additive Fertigung“ mit dem Stereolithografie-(SL-)Verfahren.

Hierbei wird mit einem ultravioletten Laser flüssiger Duroplast-Kunststoff punktgenau belichtet, der bei Lichtkontakt aushärtet. Auf diese Weise werden auf die Oberfläche des flüssigen Kunststoffs hauchdünne, zweidimensionale Querschnitte „gezeichnet“. Das wird Schicht für Schicht wiederholt, bis das 3D-Modell fertiggestellt ist.

Zu Beginn der SL-Bauvorbereitungsphase werden die Teile virtuell auf der Bauplattform positioniert und die erforderlichen strategischen Stützgeometrien erzeugt. Zuerst werden automatisierte Stützen positioniert – gefolgt von zusätzlichen, manuell positionierten Stützen. Sie sind erforderlich, um zu verhindern, dass die auf die Oberfläche des flüssigen Ausgangsstoffes aufgetragenen Schichten „wegschwimmen“ bzw. einbrechen.

Dann führen die Bauvorbereitungstechniker von Proto Labs eine Überprüfung aller Schichten durch, um sicherzustellen, dass der Bauteilaufbau auch tatsächlich gelingt. Bei einer Bauteilhöhe von 25 bis 50 mm sind 500 bis 1.000 Schichten notwendig. Die Toleranzen betragen in der Regel  $\pm 0,05$  mm bis  $\pm 0,1$  mm. Übrigens laufen bereits die Vorbereitungen für die beiden weiteren



Proto Labs ist nun auch in der Additiven Fertigung tätig – mit CNC-Bearbeitung, Spritzguss und Stereolithografie.

Verfahren „selektives Lasersintern“ und „direktes Metall-Lasersintern“, um von Proto Labs zeitnah angeboten werden zu können.

Hierzu ein bemerkenswertes Beispiel: Es steht die Entscheidung an, eine Kleinserie von Gehäusen zu fertigen, wobei man sich noch nicht endgültig auf das Fertigungsverfahren festgelegt hat und das CAD-Modell in dieser Hinsicht folglich noch nicht optimiert ist. Warum also nicht über die Homepage von Proto Labs das CAD-Modell hochladen, um sich per SL-Verfahren ein Handmuster erstellen zu lassen und dieses in Hinsicht auf die Funktionstüchtigkeit zu begutachten? Im Anschluss daran steht die Entscheidung für die Fertigung von ca. 250 Stück an. Hier kommt dann das automatisierte, interaktive Angebotssystem von Proto Labs mit seinem umfangreichen Regelwerk zum tragen.



### Schneller geht's nicht

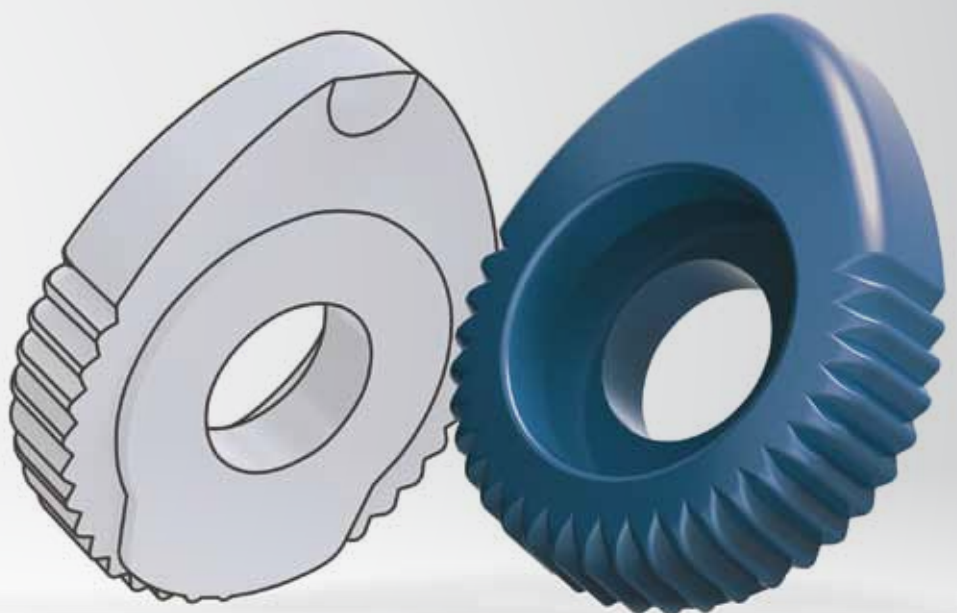
Proto Labs kann deshalb derart schnell auf Anfragen reagieren, weil es webbasierte Tools nutzt und auf ein Computer Cluster mit sage und schreibe 20,5 Teraflops Rechenleistung zugreift. Die Angebotssoftware z. B. antwortet auf das Hochladen eines 3D-Modells nicht nur mit Preis- und Lieferoptionen – wenn

notwendig wird auch gleich am kommenden Tag geliefert – sondern präsentiert gleichzeitig Optimierungsvorschläge für den eingereichten 3D-Entwurf. Dieser Prozess kann von ein paar Minuten bis zu einigen Stunden dauern – in jedem Fall viel weniger als die Tage oder gar Wochen, die der Anwender an Zeit für den Entscheidungsprozess mit einem traditionellen Formenbauer oder Gießer →

**links** Bei Proto Labs kann man aus verschiedenen Fertigungsverfahren auswählen: wie hier die Stereolithografie (Additive Fertigung) ...

**Mitte** ... oder die CNC-Bearbeitung ...

**rechts** ... bzw. Spritzgießen mit Flüssigsilikon.





**links** Proto Labs nutzt ein Computer Cluster mit 20,5 Teraflops Rechenleistung, um blitzschnell auf Anfragen reagieren zu können.

**rechts** Fachmann für das Spritzgießen bei Proto Labs in der Fertigung im britischen Telford.

benötigt. Proto Labs verwendet den Cluster für seine im Haus entwickelte CAM-Software zur Generierung der optimierten Werkzeugwege oder der Route des Lasers. Aktuell widmen sich mehr als 50 Mitarbeiter der ständigen Verbesserung der Software, die es möglich macht, dass auch über 10.000 Teile in nur wenigen Tagen geliefert werden.

### Es geht voran, auch im deutschsprachigen Markt

Proto Labs Inc. (in Europa: Proto Labs Ltd.) hat seinen Hauptsitz in Maple Plain im US Bundesstaat Minnesota. 1999 wurde das Unternehmen von Larry Lukis als „Protomold Company, Inc.“ gegründet. Zunächst wurde nur der Spritzgussdienst angeboten – und Lukis steckte als Chief Technology Officer tief im operativen Geschäft.

Brad Cleveland übernahm 2001 den Posten als Chief Executive Officer (CEO) und entlastete damit Lukis beim Daily Business. 2005 wurde die erste Fabrik im britischen Telford eröffnet, da-

mit wurden die Aktivitäten auf Europa ausgedehnt. Zwei Jahre später wurde der Schnellfräsdienst eingeführt, und seit 2009 firmiert man unter „Proto Labs Inc.“, um deutlich zu machen, dass eben zwei unterschiedliche Dienstleistungen angeboten werden. Das Angebot rund um die CNC-Bearbeitung wurde um die Materialien ABS, Nylon und Peek erweitert. Im Februar 2012 fühlte man sich erfolgreich genug, um an der Börse zu reüssieren. 2013 konnten bereits Erlöse in Höhe von USD 150 Mio. erzielt werden – ein Jahr später waren es immerhin schon 200 Mio.

Im vergangenen Jahr ging man auf Einkaufstour und übernahm den 3D-Druckdienstleister FineLine Prototyping, mit dem das Angebot in Richtung additive Fertigungsverfahren ausgeweitet wurde – vermutlich eine weitere clevere Entscheidung zur Beschleunigung des eigenen Wachstums. Proto Labs bedient neben den USA die Regionen Northern Europe, Central Europe und Southern Europe mit Niederlassungen in England, Frankreich und Deutschland. Japan bildet den Abschluss für



In ihren Fertigungszentren bietet Proto Labs ein umfangreiches Spektrum an Methoden und Verfahren.



Auch konventionelle Fertigungsverfahren wie CNC-Fräsen haben ihren festen Platz im Leistungsangebot.





die internationalen Produktionsstätten. Was lässt sich über diese Märkte berichten? Natürlich nur Gutes. Diese Geschäfte werden vom Standort Mosbach aus geführt. „Proto Labs verbindet deutsche Ingenieurskunst mit einem patentierten Onlinesystem, um Kunden hochwertige und einsatzfähige Teile innerhalb kürzester Zeit zu liefern. Als Folge der steigenden Nachfrage und des stetigen Erfolgs plant Proto Labs, sein Geschäft entscheidend auszubauen und bis Ende des Jahres die Mitarbeiterzahl um weitere 30 Prozent zu erhöhen“, lässt sich hierzu einer aktuellen Unternehmensmitteilung entnehmen. Mit anderen Worten: Es geht auch hierzulande gut voran.

Im vergangenen Jahr verzeichnete Proto Labs ein weltweites geschäftliches Gesamtwachstum von stattlichen 30 Prozent, was ein deutlicher Wink dafür ist, wie richtig das Management mit seinem Geschäftsmodell liegt. Proto Labs hat sich längst aus der Nische des Lieferanten für Prototypen heraus in Richtung eines Industrie-4.0-Anbieters vom Schlage eines „Produce on Demand“ weiterentwickelt. Man ist sehr erfolgreich bei Produkten, die gerade auf den Markt kommen, die sich also an die sogenannten Early Adopters wenden. Interessanterweise zählen auch Firmen zum Kundenstamm, deren Produkte sich am Ende des Lebenszyklus befinden. Es han-

delt sich um Erzeugnisse, bei denen keine großen Innovationen mehr zu erwarten sind, die aber noch einmal angepasst werden müssen. Entscheidend ist dabei, dass die Stückzahlen beschränkt sind und die Investitionen nicht zu hoch sein dürfen. Ein anderes Themenfeld ist der Ersatz von Metall durch Kunststoff. Hierbei spielt der Leichtbau eine Rolle, aber auch Kostengründe sind zu nennen.

### Fazit

Proto Labs hat sich zu einem Full-Service-Fertigungsdienstleister für Unternehmen jeglicher Art entwickelt, ganz gleich, ob es sich um kleine oder große Stückzahlen, um einfache Bauteile oder solche mit anspruchsvoller Geometrie handelt. Das Unternehmen ist jetzt in der Lage, drei unterschiedliche Verfahren nahezu vollständig digital abzuwickeln: CNC-Bearbeitung, Additive Fertigung und den Kunststoffspritzguss. Vor der unternehmerischen Leistung kann man also wirklich nur den Hut ziehen. Da kann doch mit Industrie 4.0 kommen was will – Kunden von Proto Labs sind gut gerüstet.

Erstveröffentlichung: Economic Engineering, Dr. Bernhard Valnion

■ [www.protolabs.de](http://www.protolabs.de)  
Messe formnext: Halle 3.1,  
Stand F29



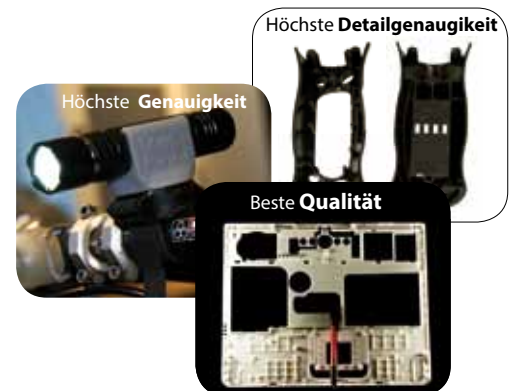
BDSYSTEMS

AUTHORIZED RESELLER

## Einfache Bedienung Genauigkeit SLA® Qualität



### ProJet® 6000 & ProJet® 7000 Professional 3D Drucker



- Höchste Genauigkeit von allen 3D Drucktechnologien
- Anspruchsvolle Fertigungsanwendungen
- Größte Bandbreite funktioneller Materialien
- Schnelle Materialwechsel ohne Materialverlust
- Schnell und günstig Funktionsteile fertigen
- Breitestes Anwendungsspektrum

MANUFACTURINGTHEFUTURE

**BIBUS®**  
SUPPORTING YOUR SUCCESS

[www.bibus.at](http://www.bibus.at)



26 Jahre Erfahrung bei Kegelmann Technik:

# Pionier der Additiven Fertigung

Zu einer Zeit, als auch im CAD-Umfeld die Industrie noch weitgehend zweidimensional dachte, wagte Stephan Kegelmann den Schritt in die Additive Fertigung. Er war damit einer der ersten in Europa überhaupt, der eine Stereolithografiemaschine verwendete und damit Bauteile für den Modell- und Formenbau herstellte.

*Autor: Georg Schöpf / x-technik*

„Man muss sich das erst mal trauen“, beginnt Stephan Kegelmann, Gründer und Geschäftsführer der Kegelmann Technik GmbH unser Gespräch. Als er vor 26 Jahren als Mitarbeiter einer CAD-Firma zum ersten Mal eine Stereolithografiemaschine sah, wusste er: „Das ist eine Technologie, die genau das liefert, was ich brauche“, und beschloss, sich damit selbständig zu machen.

Der gelernte Modell- und Formenbauer, der auf dem zweiten Bildungsweg noch zusätzlich Maschinenbau mit Schwerpunkt Kunststofftechnik studierte, war einer der ersten Anwender von Stereolithografie in Europa. „Gerade mal fünf Maschinen hat es in Europa damals gegeben“, erinnert er sich. Begonnen hat alles im Keller seines Wohnhauses in

Hanau, in dem er sich auf 63 m<sup>2</sup> in das Abenteuer Additive Fertigung stürzte.

Heute, nach gut 26 Jahren, zählt Kegelmann Technik zu einem der innovativsten und vielseitigsten Unternehmen für die Herstellung von Prototypen und Kleinserien in Metall und Kunststoff. Die Liste der eingesetzten Verfahren ist lang und liest sich wie ein Lexikon moderner Fertigungsverfahren.

## Innovative Methoden

Dabei sind im Laufe der Jahre im Unternehmen Methoden entwickelt worden, die weltweite Akzeptanz gefunden haben und Maßstäbe im Bereich moderner Teileherstellung setzen. Beispielsweise ermöglicht das RIMFLEX®-Verfahren



(Reaction Injection Moulding), bei dem zwei Komponenten gleichzeitig durch voneinander unabhängige Pumpen miteinander gemischt und in eine Form gespritzt werden, die Erstellung komplexer, großformatiger Teile aus Polyurethan. Das RIMFLEX®-Verfahren kommt vor allem dort zum Einsatz, wo das Vakuumgießen in Größen- oder Auflagenanforderungen an technologische Grenzen stößt.

### Prozesse definieren

Für die Leistungen, die Kegelmann-Technik anbietet, wurden schon früh im Hause konkrete Prozessabläufe definiert, die heute unter dem Begriff Rapid Prototyping eine ganze Dienstleistungssparte beschreiben. „Wir haben schnell festgestellt, dass den Kunden

die verwendete Technologie nicht wirklich interessiert, sondern die Lösung seiner Probleme“, erzählt Kegelmann. „Und weil es meistens eine Kombination verschiedener Methoden und Verfahren ist, die zum Ziel führen, und weil durch übergreifende Nutzung verschiedener Technologien neue Eigenschaften erzielt und manche Prozessschritte abgekürzt werden können, haben wir im Bereich der Prototypenherstellung den Begriff ‚Connected Prototyping‘ geprägt“, ergänzt er.

### Vom Prototypen bis zur Serie

Allerdings wollte sich Kegelmann nicht mit der Herstellung von Prototypen begnügen. Vielmehr liegt dem findigen Kunststoffexperten daran, seine Kunden von der Produktentwicklung bis zur Serienreife zu begleiten. „Nur wenn man den gesamten Weg bis zur Serie versteht, kann man die geeigneten Prototypen und Werkzeuge bereitstellen. Was nützt einem ein wunderschöner Prototyp, den man anschließend →

**oben** Seit 2011 werden auf Lasersintermaschinen hochwertige Einzel- und Serienteile aus Kunststoff (Hauptsächlich PA 11 und PA 12) gefertigt. Der umfangreiche Maschinenpark erlaubt Teilegrößen bis zu 500 x 500 x 730 mm.

**rechts** Stoßfänger für den High-End-Automotive-Bereich produziert Kegelmann Technik in Hybridbauweise aus additiv gefertigten Teilen und GFK.







nicht wirtschaftlich in größeren Stückzahlen produzieren kann“, insistiert Kegelmann.

### Anforderungen an Additive Fertigung

Als Nutzer generativer Verfahren mit 26 Jahren Erfahrung kann Kegelmann konkret beschreiben, welche Voraussetzungen zu erfüllen sind, um mit Additiver Fertigung auch im Seriengeschäft erfolgreich sein zu können. So sind seiner Ansicht nach seitens der Materiallieferanten im Wesentlichen die Punkte Materialverfügbarkeit und Pulverqualität zu verbessern. Für die produzierenden Unternehmen seien es hingegen Themen wie Reproduzierbarkeit, Finish (zu dem auch das Einfärben gehört) und nicht zuletzt eine konsequente Qualitätssicherung. „Wir haben all diese Punkte im Laufe der

Jahre im Bereich Prototyping für uns erarbeitet und perfektioniert, häufig getrieben durch eine klare Anforderung seitens unserer Kunden. Jetzt sind wir dadurch in der Lage, die Additive Fertigung auch im Serienumfeld prozesssicher zu nutzen. Im Bereich Designerbrillen produzieren wir beispielsweise für einen unserer Kunden jeden Monat ca. 2.500 Brillenfassungen. Da sehe ich noch großes Potenzial, aber wir werden auch im Bereich der Additiven Fertigung unser Kundenversprechen einhalten, Prototypen und Kleinserienfertiger für Kunststoff-Teile zu sein, der sich im Nutzen für den Kunden von niemandem in der Branche überbieten lässt“, bringt Kegelmann abschließend die Unternehmensphilosophie auf den Punkt.

■ [www.ktechnik.de](http://www.ktechnik.de)

**links** Vor 26 Jahren startete Kegelmann sein Unternehmen mit einer Stereolithografiemaschine. Eine Technologie, die heute noch zum Einsatz kommt.

**rechts** Kegelmann Technik ist einer der wenigen Anbieter echter additiver Serienfertigung.



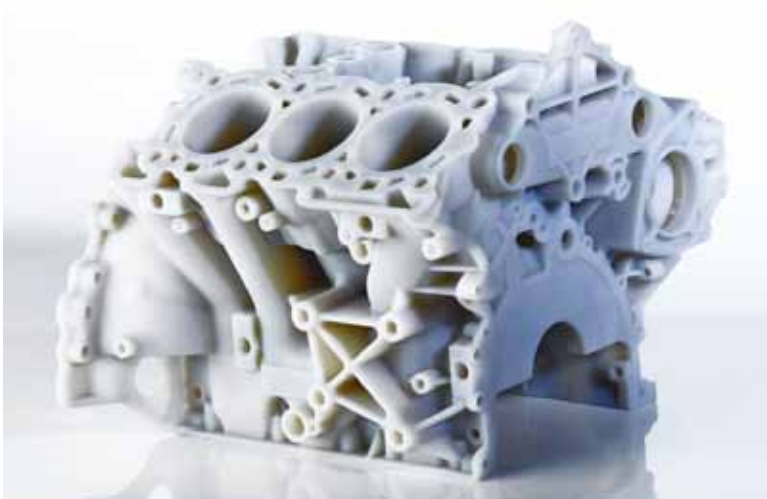
### Kurzporträt Kegelmann Technik GmbH

- Gegründet: 1989
- Anzahl Mitarbeiter: 95
- Produktionsfläche: 5.800 m²
- SLS-Maschinen: 7
- SLA-Maschinen: 3
- Leistungsangebot: Rapid Prototyping; Lasersintern, Rimflex Formen, Prototyping, Modellbau, Rapid Manufacturing, Feinguss, Prototypenwerkzeuge, Rapid Tooling, Vakuumgießen, Stereolithografie, Silikonform, PU-Teile, Kleinserienfertigung, FZ100, Funktionsmodellbau, Werkzeugbau, Spritzguss, LSR



“Es geht nicht um die Technologie, sondern um den Nutzen für den Kunden. Darum hören wir besonders gut hin, wenn uns unsere Kunden ihre Anforderungen nennen. Danach suchen wir das geeignetste Verfahren aus, um diese Anforderung bestmöglich umzusetzen.

**DI Stephan Kegelmann,**  
Geschäftsführer der Kegelmann Technik GmbH



**links** Modell eines Sechszylinder Motorblockes (Bild: Alphacam)

**rechts** Auch Vollfarbdruck ist mit den modernen Objekt-Maschinen von Stratasys problemlos möglich. (Bild: Stratasys)

# Lösung und Leistung aus einer Hand

Bereits seit 1994, der Markteinführung der FDM-Technologie im deutschsprachigen Raum, besteht die Vertriebskooperation zwischen Alphacam und Stratasys. 2012 gründete Alphacam die Tochtergesellschaft Alphacam Austria, um eine noch bessere Betreuung und Beratung der Kunden sowie ein eigenes Servicecenter für den österreichischen Markt zu bieten.

Alphacam Austria ist Ansprechpartner in allen Fragen rund um 3D-Drucker sowohl der FDM- als auch der PolyJet-Technologie. Auch wenn sich die Anwendungsbereiche der beiden Technologieplattformen in einigen Punkten überschneiden, zeichnen sich diese doch durch jeweils unterschiedliche Vorteile aus. Bei der Auswahl der für die jeweiligen Einsatzgebiete optimalen Technologie ist es wichtig, diese Unterschiede zu kennen. Weitere Kriterien bei der Auswahl des geeigneten 3D-Druckers sind u. a. die

Größe des Bauraumes, verwendbare Materialien und Stützmaterialien.

Der Wissensvorsprung von Alphacam sowie die kompetente Beratung basieren auf mehr als 20 Jahren Erfahrung bei der Implementierung von 3D-Druckern und Additive-Manufacturing-Anlagen in einer großen Anzahl innovativer Unternehmen. Das Wissen und Know-how, welches im Laufe der Jahre sowohl durch die Beratung als auch den eigenen Betrieb von 3D-Dru-

ckern gewonnen wurde, gibt Alphacam die Möglichkeit, unvoreingenommenes Expertenwissen zu bieten.

Als einer der führenden Anbieter von professionellen 3D-Druckersystemen im deutschsprachigen Raum ist Alphacam einziger Komplettanbieter, d. h., für alle 3D-Drucker wird der komplette Service in eigener Verantwortung (Beratung, Musterbearbeitung, Schulung, Verbrauchsmaterial, Wartungsverträgen und Reparatur) geboten. Als einer der wenigen weltweit wurde Alphacam von Stratasys in der höchsten Partnerkategorie ausgezeichnet.

## Was erwartet Sie bei Alphacam Austria?

### Präsentationscenter

- 3D-Druckerausstellung
- Demonstration 3D-Druckbetrieb
- Anwendungsbeispiele der umfangreichen Möglichkeiten der Additiven Fertigung



### Schulungcenter

- Praxisorientierte Schulung in modernsten Räumlichkeiten
- regelmäßige Infoveranstaltungen (nächste Termine am 12.11.2015 und 10.12.2015)

### Servicecenter

- Reparatur- und Wartungsservice für Stratasys 3D-Drucker
- FDM-Technologie
- PolyJet-Technologie

## 3D-Druck Dienstleistung

Ein weiterer Kompetenzbereich ist das Angebot von 3D-Druck Dienstleistung in der Teilefabrik. Für die Fertigung von 3D-Kunststoffbauteilen im FDM- oder PolyJet-Verfahren stehen 13 thermoplastische Kunststoffe sowie eine unglaubliche Vielzahl von photopolymeren Materialien in unzähligen Farbmischtonen und hunderte von Verbundstoffen zur Auswahl. Mit Europas größtem und modernstem Maschinenpark von Stratasys-Anlagen ist die Teilefabrik einzigartig in Europa.

■ [www.alphacam.at](http://www.alphacam.at)  
Messe formnext: Halle 3.1, Stand E61



# Werkzeugelemente in Perfektion

Als Dienstleister für Konstruktion, Simulation und Additiver Fertigung bietet die Jell Group aus Bernau am Chiemsee (D) optimierte Werkzeugelemente für den Kunststoffspritzguss. Für die Herstellung von Prototypen, Kleinserien und Funktionsteilen nutzt das Unternehmen Lasersintermaschinen sowie FDM-Geräte und kann damit das gesamte Spektrum von der Entwicklung bis zum fertigen Teil anbieten.

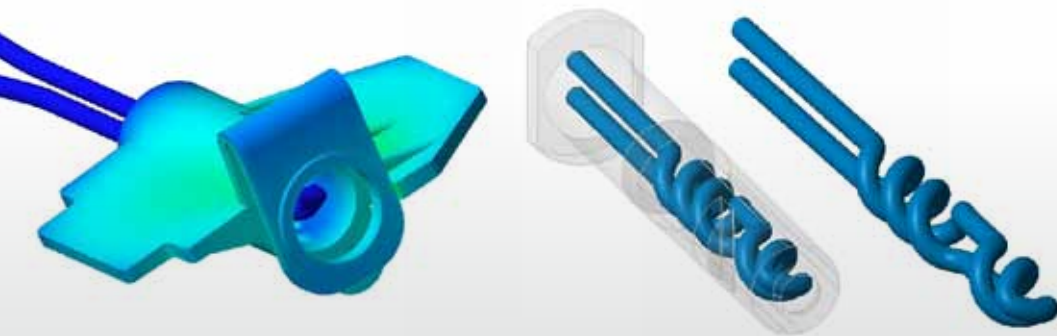
*Autor: Georg Schöpf / x-technik*

Die Jell Werkzeugelemente ist Teil der 1987 gegründeten Jell Group. Die Erfolgsgeschichte des in Bernau am Chiemsee ansässigen Unternehmens begann als Konstruktionsbüro für Werkzeuge für das Kunststoffspritzgießen. Im Laufe der Jahre wurde das Dienstleistungsspektrum um die Bereiche Simula-

tion und die Herstellung von Werkzeugelementen erweitert. Das Unternehmen, das seitdem kontinuierlich gewachsen ist, beschäftigt mittlerweile zwölf Mitarbeiter auf ca. 350 m<sup>2</sup> Betriebsfläche.

Nach wie vor besteht die Kernkompetenz in der Entwicklung und Konst-

ruktion von Werkzeugen für das Spritzgießen, die durch den Einsatz von Simulationstools optimiert werden. Aber auch bei Design und Entwicklung von kleinen Baugruppen bis zu kompletten Geräten betreut Jell seine Kunden aufgrund der langjährigen Erfahrung kompetent.



**oben** Komplexe Innenstrukturen und integrierte Funktionalitäten wie bei diesen Mischereinsätzen sind durch das Lasersintern technisch umsetzbar.

**links** Bei der Entwicklung von Werkzeugkomponenten werden mithilfe von Simulationstools beispielsweise Kühlkanäle optimiert.





**1** Auch Einzelstücke oder Kleinserien von Funktionsteilen fertigt Jell schnell und flexibel.

**2, 3** Werkzeugelemente mit Geometrien, die konventionell nicht herstellbar sind, zählen zu den Spezialitäten der Jell Group.

ist. Das ist eine Kompetenz, die von Kunden in ganz Europa sehr geschätzt wird. Zusätzlich dazu bedienen wir Kunden bis nach Ostasien mit unseren Leistungen im Bereich Mold-controlling“, betont der Geschäftsleiter die internationale Ausrichtung der Unternehmensgruppe.

## Dienstleistungsbereich Werkzeugelemente

Bereits im Jahre 2009 wurde in die erste Maschine für Metall-Lasersintern der Firma Concept-Laser investiert. Damit wurde es möglich, hochspezialisierte Komponenten für Spritzgusswerkzeuge nicht nur zu entwickeln, sondern auch direkt herzustellen. „Unser Bestreben war es immer, unseren Kunden das bestmögliche Konzept für ihre Werkzeuge zu präsentieren. Damit war es für uns eine logische Folge, Werkzeugelemente, die sich konventionell schwer oder gar nicht fertigen lassen, mit anzubieten“, so Gregor Jell, Geschäftsleiter Werkzeugelemente in der Jell Group. Der Einsatz generativer Verfahren bot dem Unternehmen die Möglichkeit, in der Optimierung von Werkzeugen ganz neue Wege zu gehen. Nicht mehr länger an die Beschränkungen konventioneller Fertigungsverfahren gebunden, entstanden so Werkzeugelemente mit hochkomplexen Geometrien und integrierten Funktionalitäten. „Auch im Bereich der Prototypenwerkzeuge und der Bemusterung hat sich die Kombination aus Konstruktion und Additiver Fertigung bewährt“, schildert Jell und ergänzt: „Das hat auch dazu geführt, dass wir unseren Maschinenpark um eine weitere Lasersintermaschine und FDM-Geräte ergänzt haben.“

## Alternativen bieten

Das Leistungsspektrum hat sich durch den Einsatz generativer Verfahren aber noch zusätzlich erweitert. „Mit unserer Ausstattung und unserem Know-how sind wir in der Lage, unsere Kunden nicht nur bei der Werkzeugentwicklung zu unterstützen. Bei Kleinserien macht es beispielsweise manchmal Sinn, das Bauteil direkt additiv zu fertigen. Darauf können wir mit unserer Ausstattung flexibel und zeitnah reagieren“, so Jell weiter.

„Zu unseren Spezialitäten zählt auch das Nullmaßlasern, bei dem die Teile so gefertigt werden, dass nur noch wenig oder gar keine Nacharbeit mehr erforderlich

## Auf Expansionskurs

Dass das angebotene Konzept die Anforderungen im Markt trifft, zeigt sich schon allein darin, dass die Chiemgauer Werkzeugspezialisten ihren Maschinenpark noch dieses Jahr um eine weitere Lasersinteranlage erweitern. „Mit unserem Leistungsangebot treffen wir genau die Wünsche unserer Kunden. Die Kombination aus Design, Konstruktion, Simulation und Additiver Fertigung ermöglicht optimierte Komponenten und Werkzeuge. Der Komplexität der Konstruktion sind dabei keine Grenzen mehr gesetzt“, fasst Jell abschließend zusammen.

■ [www.jell-werkzeugelemente.de](http://www.jell-werkzeugelemente.de)



“Egal was wir machen, wir stellen immer die Frage: Kann man es noch irgendwie besser oder effizienter machen. Sei es in technischer oder kaufmännischer Hinsicht.

**Gregor Jell, Geschäftsleiter  
Werkzeugelemente bei der Jell Group**

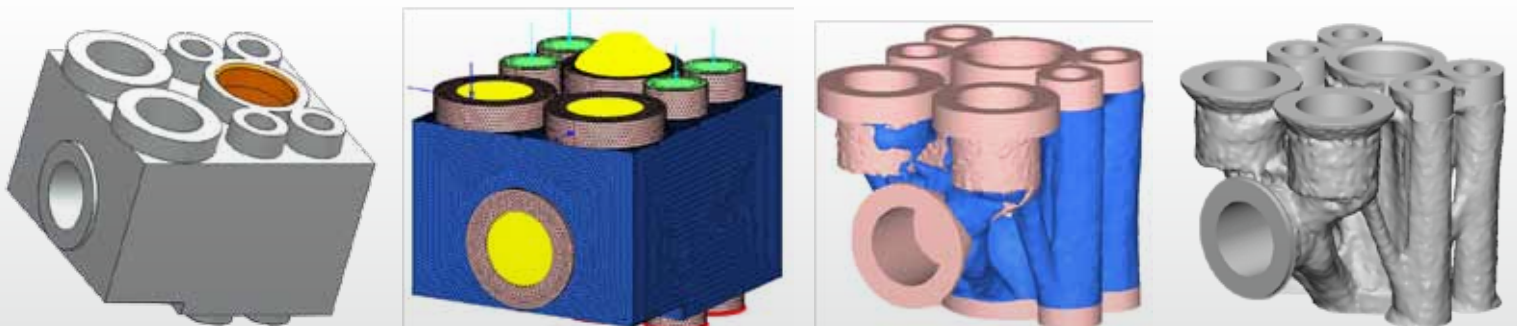


Durch die Optimierung des Ventilblocks und additiver Herstellung mit einer SLM® 125 HL von SLM-Solutions konnte das Gewicht eines Ventilblocks aus H 13 um 74 % gegenüber dem Originalteil reduziert werden. Das fertig optimierte Teil wiegt nur mehr 600 g.

# Ventilblock im Leichtbau

Auch im hohen Norden wird eifrig daran gearbeitet, Bauteile zu optimieren und dafür auch die Möglichkeiten der Additiven Fertigung in der Herstellung zu nutzen. Das VTT-Technical Research Center of Finland Ltd. nutzt eine SLM® 125 HL von SLM-Solutions, um Entwicklungen Realität werden zu lassen.

*Autor: Georg Schöpf / x-technik*



## SLM® 125 HL

### Anlagenparameter

- Bauraum (x/y/z):  
125 x 125 x 75 (125) mm
- Laserleistung: 400 W,  
Yb-Faser-Laser
- Baugeschwindigkeit: 25 ccm/h
- Praktische Schichtdicke:  
20 µm – 75 µm
- Min. Spurbreite / Wandstärke:  
140 – 160 µm
- Operativer Strahlfocus frei wählbar: 60/70 – 90 µm
- Belichtungsgeschwindigkeit: 10 m/s

Das wirtschaftliche System mit den kompakten Abmaßen ist für schnelle Ergebnisse im F+E-Bereich sowie für die Produktion kleinerer Bauteile ausgelegt. Zusätzlich bietet die SLM® 125 HL eine Bauraumreduzierung auf 50 x 50 x 50 mm. Damit können kleinere Teile mit nur 20 % der Pulvermenge erstellt werden. Die patentierte, bidirektionale Beschichtungssteuerung gewährleistet eine hohe Baurate.



**A**usgangssituation war ein Ventilblock aus H 13 (1.2344) Werkzeugstahl, wie sie von der Firma Nurmi Cylinders vor allem für Kräne zur Ansteuerung von Hydraulikzylindern eingesetzt werden. Das Bauteil hatte vor der Optimierung ein Gewicht von 2,5 kg. In der konventionellen Herstellung waren zusätzliche Hilfsbohrungen erforderlich, die im Anschluss teilweise wieder mit Stopfen abgedichtet werden mussten und dadurch immer die Gefahr von Leckagen bargen.

„Ziel war es, den Ventilblock möglichst leicht zu machen, ohne an Festigkeit

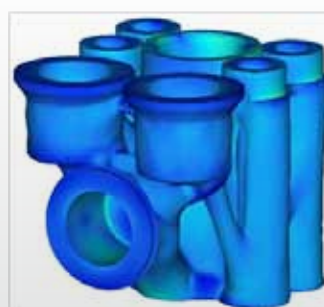
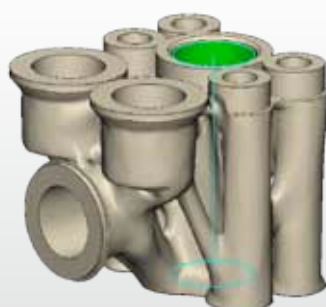
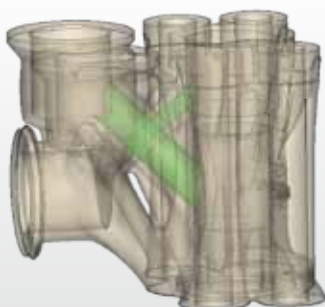


zu verlieren. Rahmenbedingung für die Optimierung war ein Arbeitsdruck von 300 bar an Hydraulikflüssigkeit, dem das Ventil unter maritimen Bedingungen standhalten muss“, beschreibt Pasi

“ Mit der SLM 125 HL, die wir jetzt seit gut einem Jahr einsetzen, können wir optimierte Bauteile schnell und in hervorragender Qualität herstellen. Eine Nachbearbeitung ist oftmals überhaupt nicht mehr nötig.

**Pasi Puukko, Research Team Leader bei VTT**

Puukko, Research Team Leader bei VTT, die Aufgabenstellung. „Da wir durch unsere Lasersintermaschine in der Produktion auf die Möglichkeiten der Additiven Fertigung zurückgreifen →



Der Optimierungsprozess von der Ursprungsgeometrie bis zur Simulation des fertig optimierten Bauteils.



können, hatten wir bei der Optimierung volle Designfreiheit“, so Puukko weiter. VTT setzt in der Additiven Fertigung von Komponenten auf Laserschmelzsysteme der deutschen SLM-Solutions Group AG, die in Österreich von der MostTech Technologie Agentur vertreten wird.

### Mehrere Durchgänge erforderlich

Um zu einem tragfähigen Ergebnis zu kommen, wurde für die Optimierung auf die Simulationssoftware OptiStruct von Altair zurückgegriffen. Dazu wurde ein 3D-Modell des ursprünglichen Ventilblockes in die Software eingelesen. Danach wurden sämtliche Rahmenbedingungen definiert. Diese enthielten neben Vorgaben für den Bauraum auch Informationen über die anliegenden Drücke, etwaige mechanische Belastungen (Anm: Lasten von Verschraubungen, Auflagenlasten etc.), Materialbedingungen sowie Sicherheitsfaktoren.

„Die Software generiert ein Berechnungsnetz, das als Grundlage für die Optimierung fungiert. In einem ersten Durchgang wurden die Außengeometrien reduziert. Eine anschließende Glättung der Geometrien verringerte die Flächenzahlen. Hierfür wurde, als Zwischenschritt für das remeshing, 3-maticSTL von Materialise verwendet. Diese Software bietet auch gleichzeitig die Möglichkeit, das Modell auf Flä-

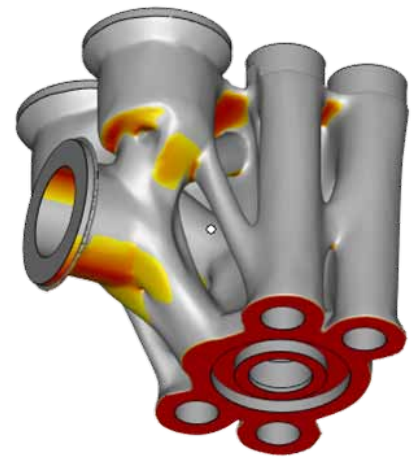
chenintegrität zu überprüfen, was für den späteren Bauprozess sehr wichtig ist. In weiteren Design-Durchgängen wurden die Ventilkanäle auf der Basis definierter Vorgaben hinsichtlich Winkel und Querschnitt angepasst“, beschreibt der Teamleiter den Gesamtvorgang detailliert.

### Fertigungsvorbereitung

Um den vorgegebenen Drücken standhalten zu können, sind bei dem vorliegenden Ventilblock die Anschlüsse entsprechend massiv ausgeführt. Dadurch entsteht im Bauprozess im SLM-Verfahren die Gefahr, dass diese im Pulverbett absinken, oder das Modell im Pulverbett kippt. Deshalb war das Anbringen von Supportgeometrien notwendig. Die Definition der Stützgeometrien wurde schließlich in einem letzten Durchgang mithilfe von Magics RP von Materialise vorgenommen.

### Beachtliches Ergebnis

„Durch die Optimierung des Ventilblocks konnte dessen Gewicht um 74 % gegenüber dem Originalteil reduziert werden. Das fertig optimierte Teil wiegt nur mehr 600 g. Durch die Verwendung eines alternativen Materials könnte sogar noch eine zusätzliche Gewichtsreduktion erzielt werden. Außerdem gelang es durch geringfügige Anpassungen der internen

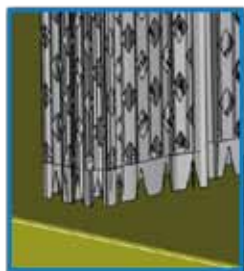


Die Magics RP Software ermittelt die Bereiche, für die Supportstrukturen erforderlich sind.

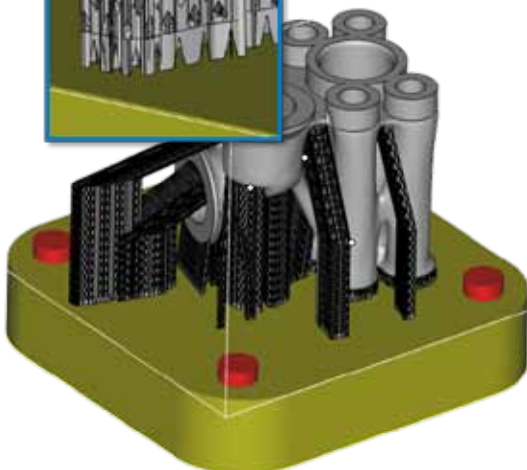
Kanäle, das Fließverhalten im Ventilblock zu verbessern. Das fertige Teil beinhaltet bereits sämtliche Hydraulikkanäle und Befestigungslöcher. Zusätzliche Bohrungen sind jetzt nicht mehr erforderlich. In der Nachbearbeitung des Ventilblocks mussten nur noch die Flanschflächen überarbeitet werden“, fasst Puukko den Projekterfolg abschließend zusammen.

■ [www.slm-solutions.com](http://www.slm-solutions.com)

Messe formnext: Halle 3.1, Stand G50



Die Supports und deren Ansatzpunkte werden so ausgeführt, dass sie leicht entfernt werden können.



### Anwender

Die VTT Technical Research Center of Finland Ltd. ist ein Forschungs- und Technologieunternehmen mit Sitz in Espoo in Südfinnland. Seit 73 Jahren entwickelt das Unternehmen neue und innovative Technologien und Lösungen für Kunden und Partner im privaten und öffentlichen Sektor. Dabei baut der staatsnahe Betrieb auf enge nationale und internationale Netzwerke und die intensive Zusammenarbeit mit Kooperationspartnern aus der Industrie.

**VTT Technical Research Center of Finland Ltd.**

Vuorimiehentie 3  
FI-02044 Espoo  
Tel. +358 20-722-111  
[www.vtt.fi](http://www.vtt.fi)

# Wir haben große Neuigkeiten



maximal minimiert.

## Proto Labs erweitert Serviceangebot um Additive Fertigung

Unsere fortschrittliche 3D-Technologie definiert mit einer besonders feinen Auflösung von 50 Mikrometer einen neuen Standard.

Mit dieser besonders feinen Auflösung fertigen wir Details in komplexen Geometrien und allen Größen nach Ihren Anforderungen.

Mit unserem besonders schnellen Stereolithographie-Service (SL) liefern wir Ihre Teile aus unterschiedlichen Materialien bereits ab einem Tag. Ideal für Prototypen oder Kleinserien.

**Unverbindliches,  
interaktives  
Angebot unter  
[protolabs.de](https://protolabs.de)  
anfordern.**



**Fragen  
beantworten wir  
gerne persönlich:  
+49 (0) 6261 6436947**

Die **schnellste** digitale Quelle für die Fertigung

ADDITIVE FERTIGUNG  
CNC-BEARBEITUNG  
SPRITZGUSS

**proto labs®**  
Real Parts. Really Fast.™





# 3D-Druck für kürzere Durchlaufzeiten

Für die Herstellung von Ansichtsteilen, Werkzeugen und Urmodellen für die Fertigung hochwertiger Kunststoff- und Faserverbundteile setzt die Hintsteiner Group GmbH auf einen ProJet 860 Colorjet Printer von 3D Systems und wurde bei der Einführung durch die Bibus Austria GmbH begleitet. Zusätzliche Nutzungsmöglichkeiten führen seither zu kürzeren Konzeptionierungsphasen und damit zu schnelleren Durchlaufzeiten.

*Autor: Georg Schöpf / x-technik*

Seit 1981 beschäftigt man sich bei der Hintsteiner Group GmbH im steirischen Mürzhofen mit der Herstellung von Prototypen und Kleinserien aus Kunststoff

und Metall, wobei der Schwerpunkt klar im Kunststoffbereich liegt. Der Einsatz unterschiedlichster Technologien ermöglicht die Entwicklung und

Produktion von qualitativ hochwertigen Kunststoffbauteilen für weltweite Nischenmärkte wie beispielsweise im Rennsport, für Luxusautomobile und der Luftfahrtindustrie. Im Jahre 2002 entstand innerhalb des Unternehmens der Sonderbereich Carbon Solutions, der sich ausschließlich mit der Herstellung von Leichtbauteilen aus Aramaid, Vectran, Basalt, Carbon und Texalium beschäftigt. In Mürzhofen beschäftigt das Unternehmen insgesamt 35 Mitarbeiter.

Mit der Kernkompetenz im Kunststoffbereich ist man bei Hintsteiner auch in der Lage, Spritzgusswerkzeuge, Werkzeuge



“ Das System wird bei uns nicht auftragsbezogen eingesetzt, sondern dann, wenn es nötig ist. Es ergänzt unsere Fertigungsmöglichkeiten, erweitert das Spektrum unseres Angebots und ermöglicht es uns, effizienter und schneller zum Ergebnis zu kommen.

**Martin Hintsteiner,**  
Geschäftsführer der Hintsteiner Group GmbH





für Vakuumgießen und Formen für die Herstellung von Faserverbundwerkstoffen herzustellen.

### Konzentration auf das Kerngeschäft

„Bei uns dreht sich alles um Kunststoffteile. Wir decken das gesamte Themenspektrum von der Werkzeugentwicklung bis zur Kleinserie in diesem Bereich ab“, so Martin Hintsteiner, in zweiter Generation Geschäftsführer der Hintsteiner Group GmbH. „Wir konzentrieren uns auf unser Kerngeschäft, versuchen aber immer neueste Technologien und Verfahren einzusetzen, um unseren Kunden bestmögliche Qualität liefern zu können“ so Hintsteiner weiter.

„Wir haben schon vor gut zehn Jahren angefangen, uns mit dem Thema Additive Fertigung zu beschäftigen. Allerdings

waren aus unserer Sicht zu diesem Zeitpunkt die Maschinen noch nicht in der Lage, unsere Anforderungen zu erfüllen“, erzählt Markus Reitbauer, Projektleiter bei Hintsteiner. „Unser Ansinnen war es ursprünglich, die Additive Fertigung für die Erstellung von Urmodellen und Spritzgusswerkzeugen sowie für die Konzeptentwicklung von Werkzeugen einzusetzen“, erinnert sich Hintsteiner.

### Auf die Bauraumgröße kommt es an

Dass es dann doch bis letztes Jahr gedauert hat, bis eine Maschine gekauft wurde, lag nach Aussage der Kunststoffexperten im Wesentlichen in der Beschränkung der Bauraumgröße. „Als uns Herr Tröster von Bibus dann den ProJet 860 von 3D Systems vorgestellt hat, haben wir unsere Anforderungen voll erfüllt gefunden. Es ist für uns wichtig, dass wir die erforderlichen Teile möglichst aus einem Stück fertigen können. Das spart Zeit und vermeidet

**links** Die Losgrößen bewegen sich vom Einzelstück bis zu kleinen Serien.

**Mitte** Hochwertige Teile aus Carbon und anderen Faserverbundwerkstoffen zählen zur Kernkompetenz der Hintsteiner Group GmbH.

**rechts** Trotz des großen Bauraums benötigt der ProJet 860 nur eine geringe Stellfläche und überzeugt durch leichte Zugänglichkeit und einfache Bedienung.

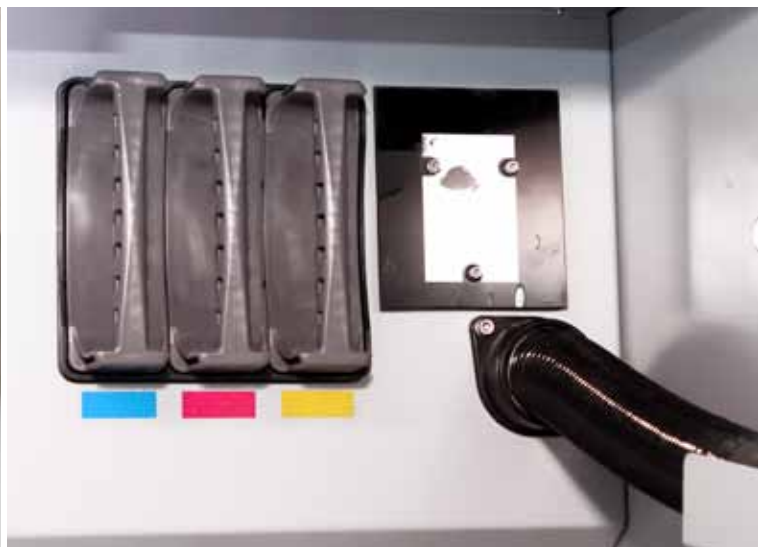
Fehler beim Zusammensetzen“, erzählt Reitbauer.

Da die Maschine, die im Februar dieses Jahres in Betrieb genommen wurde, auch für die Erstellung von Anschauungsobjekten gedacht war, stellte →



“ Der ProJet 860 ist mit seinem großzügig dimensionierten Bauraum bestens für den produktiven Einsatz auch größerer Teile geeignet. Wer einen Maschinenbauhintergrund hat, kommt mit der Maschine gut zurecht. Mit dem umfassenden Angebot an Maschinen und den zahlreichen unterschiedlichen Technologien von 3D Systems können wir praktisch jede gestellte Aufgabe erfüllen.

**Daniel Kopp, Produktmanager der Bibus Austria GmbH**



die Möglichkeit mehrfarbige Teile anfertigen zu können ein wesentliches Entscheidungskriterium dar. Mit 508 x 381 x 229 mm (X/Y/Z) an Nettobauraum ist der 860 der derzeit größte Vertreter der ProJet Serie. Mit einer Auflösung von 600 x 540 dpi und einer Schichtstärke von 0,1 mm bietet er eine minimale Detailwiedergabegenauigkeit von 0,1 mm. Als CMYK Vollfarbdrucker lässt auch die Farbtreue kaum Wünsche offen.

### Abgestimmte Pulver-Binderkombination

„Auch wenn die Auflösung des ProJet 860 relativ hoch ist, muss man sich darüber im Klaren sein, dass extrem dünnwandige Bauteile mit einem Colorjettingverfahren (Anm.: eine Variante der Binderjettingverfahren) nur bedingt möglich sind. Das VisiJet® PXL System besteht aus dem VisiJet® Core Pulver sowie den fünf Binderflüssigkeiten Farblös, Schwarz, Gelb, Cyan und Magenta, ganz ähnlich wie bei einem Tintenstrahldrucker. Die abgestimmte Kombination aus Pulver und Binder schafft eine recht stabile Grundstruktur, der man im Nach-

hinein durch Infiltration unterschiedliche Materialeigenschaften geben kann“, geht Daniel Kopp, Produktmanager der Bibus Austria GmbH, ins Detail.

Trotz der großen Grundfläche der Bauplattform bietet der ProJet 860 mit 10 bis 15 mm pro Stunde (Z-Achse) eine ordentliche Baugeschwindigkeit. Dank der guten Pulver-Binderkombination kann häufig auf eine Nachbehandlung der Oberfläche verzichtet werden. Lediglich bei der Herstellung von Formbauteilen muss die Abformfläche geschliffen werden.

### Breiter Einsatzbereich

„Wir konnten die Maschine schon nach einer Einschulung von nur zwei Tagen in Betrieb nehmen“, freut sich Reitbauer. „Allerdings ist es wichtig zu verstehen, wo die Beschränkungen sind und diese dann auch in der Konstruktion umzusetzen. Außerdem haben wir schnell festgestellt, dass es für uns weitere Einsatzmöglichkeiten gibt, die wir am Anfang noch gar nicht gesehen haben“, ergänzt er. Gemeint ist

damit eine Verwendung im Bereich des Vorrichtungsbaus. So werden bei Hintsteiner mit dem 3D-Drucker nicht nur Ansichtsmodelle und Formteile hergestellt, sondern auch Schablonen für das Beschneiden zuvor gefertigter Prepreg-Teile (Anm.: Unter Prepreg versteht man mit Reaktionsharz vorimprägniertes technisches Gewebe), oder auch Halterungen und Lehren für die Weiterverarbeitung von Bauteilen.

„Der Drucker erweitert unsere Möglichkeiten enorm. Auch ist es damit möglich, in der Konzeptionsphase für neue Teile die Durchlaufzeiten signifikant zu verringern“, erklärt Hintsteiner und ergänzt: „Die Maschine ersetzt sicher nicht die bewährten, konventionellen Technologien, aber sie bietet eine wertvolle Ergänzung, die uns hilft, effizienter zu arbeiten.“

### Integrierte Software

Das mitgelieferte Softwarepaket beinhaltet sowohl die 3DPrint-Steuerungssoftware, als auch das Programm 3D-Edit Pro 2.0. Mit der 3DPrint Software ist man in der Lage, Modelle in verschiedenen Dateiformaten einzulesen und für die Ausgabe auf dem 3D-Drucker aufzubereiten. Neben den Standardformaten .stl, .wrl, .ply und .zpr, die von unterschiedlichen 3D-CAD-Paketen ausgegeben werden können, verarbeitet die Software noch das .3ds und .fbx Format, wie sie in Autodesk Lösungen zum Einsatz kommen. Das proprietäre Format .zbd bildet das systemeigene Format der Software ab. Zusätzlich kann auch



“ Durch die guten Farbwiedergabeeigenschaften des ProJet 860 können wir Ansichtsmodelle herstellen, die schon ganz nah am Realbauteil sind. Das ist in der Konzeptphase ein großer Vorteil.

**Markus Reitbauer, Projektleiter  
bei Carbon Solutions Hintsteiner GmbH**

**links** Die VisiJet PXL Binderpatronen in Farblos, Schwarz, Gelb, Magenta und Cyan erlauben in Verbindung mit dem weißen VisiJet Core Pulver eine naturgetreue Farbwiedergabe. Die Kanister können schnell und einfach getauscht werden.

**rechts** Das Herauslösen der Teile aus dem Pulverkuchen kann über die integrierte Absaugung des Restpulvers durch die Bodenplatte erfolgen, oder aber über einen separaten Saugschlauch.

**unten** Die mitgelieferte 3DPrint Software ermöglicht eine einfache Druckvorbereitung aus unterschiedlichen Dateiformaten heraus.



das .bld-Format der ZPrint Software verarbeitet werden, was auch die Verwendung älterer Build-Files der Vorläufermodelle der ProJet-Serie erlaubt.

Mit der 3DPrint Software kann eine Anpassung des Ausgabegerätes an die Parameter des Baumaterials erfolgen. Ebenso ist man damit in der Lage, die Baulage zu definieren, Skalierungen (Anm.: auch anisotrope Skalierung ist möglich), das Spiegeln sowie das Vervielfältigen von Bauteilen vorzunehmen. Auch die Anordnung der Teile im Baupraum ist mit der Software problemlos möglich. „Die mitgelieferte Software bietet einige Hilfsmittel, die das Arbeiten enorm erleichtern und wesentlich dazu beitragen, dass schnell produktiv gearbeitet werden kann“, so Tröster. „Mit der 3DEdit Pro Software stehen zusätzlich noch Werkzeuge zur Verfügung um 3D-Daten aufzubereiten, Modelle zu reparieren und sogar Änderungen

vorzunehmen. Speziell für die Ausgabe feiner Strukturen und dünner Geometrien sind diese Tools sehr hilfreich“, ergänzt er.

### Beratung ist wichtig

„Für uns ist die Zusammenarbeit mit Bibus ein Glücksgriff. Es gibt doch einiges zu berücksichtigen, wenn man in die additiven Fertigungsverfahren einsteigen möchte. Da waren die Hilfestellungen und die kompetente Beratung, die wir bekommen haben sehr wichtig“, meint Reitbauer und fasst abschließend zusammen: „Der ProJet 860 ist bei uns innerhalb kürzester Zeit zu einer wichtigen Ergänzung in unserem Fertigungsportfolio geworden. Die einfache Bedienung und die zusätzlichen Möglichkeiten, die uns die Maschine eröffnet, helfen dabei, effizienter zu arbeiten. Und mit den niedrigen Wartungs- und Betriebskosten können wir auch die

Stückkosten niedrig halten. Alles in allem ein wirklicher Vorteil für uns“.

■ [www.bibus.at](http://www.bibus.at)

■ [www.3dsystems.com](http://www.3dsystems.com)

Messe formnext: Halle 3.1, Stand F78

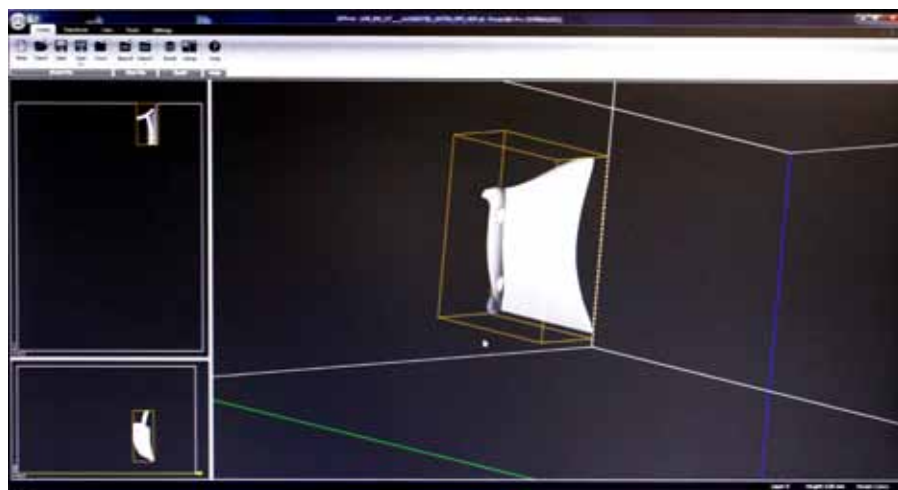


### Anwender

Die Hintsteiner Group GmbH ist ein global tätiges Familienunternehmen mit Hauptsitz im österreichischen Mürzhofen. Seit seiner Gründung im Jahr 1981 entwickelt und fertigt das Unternehmen Kunststoffbauteile für Nischenbereiche wie Rennsport, Luxusautomobile und Luftfahrt. Der Bereich Carbon Solutions ist auf Hightech-Faserverbundwerkstoffe spezialisiert. Das Leistungsangebot erstreckt sich dabei vom Prototypenbau bis zur Kleinserie durch Methoden der Additiven Fertigung, Vakuumguss, Schnellspritzguss, konventioneller Zerspaltung und vieles mehr.

#### Hintsteiner Group GmbH

Kirchengasse 1  
A-8644 Mürzhofen  
Tel. +43 3864-2336  
[www.hintsteiner.at](http://www.hintsteiner.at)







Auch Rumpfteile und Strukturbauteile für Experimentalflugzeuge werden mittels Lasersintern hergestellt.

# Additive Ausbildung

Auch im Hochschulbereich hat die Additive Fertigung Einzug gehalten. Das Institut für Fahrzeugtechnik und Luftfahrt der Hochschule München baut Prototypen und Bauteile für Experimentalfluggeräte auf Basis des Kunststofflasersinterns.

*Autor: Georg Schöpf / x-technik*

Dass an Universitäten das Thema Additive Fertigung mittlerweile fester Bestandteil des Lehrplans ist, wird seitens der Industrie sehr begrüßt. Neben konstruktivem Umdenken, das diese Verfahren erfordern, haben Studierende dadurch auch die Möglichkeit schon während des Studiums den Umgang mit Maschinen und Geräten zu erproben und kennenzulernen. Doch neben dem Lehransatz werden additive Verfahren auch für ganz konkrete Projekte in anderen Disziplinen eingesetzt.

Das Labor für Systemtechnik, Luft- und Raumfahrttechnik an der Fakultät für Maschinenbau, Fahrzeugtechnik und Flugzeugtechnik (Fakultät 03) der Hochschule München beispielsweise nutzt die in der

Hochschule, unter Federführung von Prof. Dr.-Ing. Carsten Tille, betriebene EOS Formiga 100 Lasersinteranlage zur Herstellung von Komponenten für Experimentalflugzeuge aus PA 2221. „Seit mittlerweile

sechs Jahren nutzen wir die Maschine für die Fertigung von Prototypen und Funktionsbauteilen“, erzählt Sebastian Donner, Laboringenieur am Institut. „Früher mussten wir die Teile immer aus Alumi-



“Die Studierenden sollen bei uns schon früh die Möglichkeiten der Additiven Fertigung kennenlernen. Uns ist wichtig, dass sie dabei aber auch die Grenzen erfahren und sich eine differenzierte Herangehensweise in der Bauteilentwicklung und Konstruktion erarbeiten.

**Dr. Sebastian Donner, Laboringenieur an der Fakultät für Maschinenbau, Fahrzeugtechnik und Flugzeugtechnik der Hochschule München**



Selbst die Herstellung flexibler und bionischer Strukturen ist mit Lasersintern in Kombination mit den geeigneten Werkstoffen möglich.

um oder Kunststoff fräsen lassen. Das hat meist lange gedauert und wir hatten auch nicht die Designfreiheit, die wir mit dem Lasersintern haben“, so Donner weiter.

### Erfahrungswerte unerlässlich

„Für uns ist wichtig, dass die Studierenden den Umgang mit der Technologie erlernen und erste Erfahrungen damit sammeln können“, so der Laboringenieur. So bekommen die Studierenden laut seiner Aussage zunächst eine Einweisung auf der Maschine und können dann das theoretisch Erlernte anhand erster Beispiele praktisch erproben. „Die meisten finden sehr schnell heraus, was an der Vorbereitung der Modelle falsch war. Durch diese Vorgehensweise, die eigene Erfahrungen fördert, entsteht das Verständnis für die Möglichkeiten und Grenzen der Technologie“, meint Donner und spielt dabei insbesondere auf die Themen Wandstärken, Toleranzen und Oberflächenbeschaffenheit an. Mittlerweile wird die von der Fakultät 03 gekaufte und mit der Unterstützung von EOS betriebene Maschine zu gleichen Teilen auch von den Bereichen Design,

Architektur und Micro-Feinwerktechnik genutzt. „Wir haben häufig Komponenten, die wir innerhalb kurzer Zykluszeiten erstellen müssen und die dann auch schnell zum Testen zur Verfügung stehen sollen. Da ist die Additive Fertigung genau das richtige Hilfsmittel für uns. Wir erreichen damit Durchlaufzeiten von unter 24 Stunden für neue, funktionale Prototypen. Uns freut sehr, dass die Materialeigenschaften durch den stabilen Prozess mit den Angaben des Herstellers übereinstimmen. Das gibt uns die Möglichkeit, im Vorfeld über FEM-Methoden gute Aussagen über die mechanischen Eigenschaften der Modelle zu treffen“, so Donner, gibt aber zu bedenken: „Allerdings sind Erfahrungswerte unerlässlich, um die berechneten Ergebnisse richtig umzusetzen. Im Einzelfall ist es erforderlich, durch Ändern der Baulage und spezielle Bearbeitungsparameter sowohl Festigkeit als auch Formtoleranz weiter zu verbessern.“

### Konstruktionsrichtlinien erforderlich

Aber auch im universitären Bereich ist bereits klar, dass es neue Konstrukti-

onsrichtlinien geben muss, um mit den Verfahren der Additiven Fertigung im betrieblichen Umfeld richtig umgehen zu können. In der Fakultät werden hierzu Richtlinien erarbeitet und eingeführt, die darauf abzielen, auch im Bereich von Passungen möglichst auf Nachbearbeitung verzichten zu können.

„Unser Ziel ist es, den Studierenden zu vermitteln, welchen Nutzen sie aus den Methoden der Additiven Fertigung ziehen können und bei der Entwicklung von Bauteilen und Lösungen diese Methoden von vornherein zu berücksichtigen. Des Weiteren soll aber auch das Bewusstsein dafür geschärft werden, wo die Grenzen der Verfahren liegen und welche zusätzlichen Überlegungen beim Einsatz additiver Verfahren erforderlich werden. Speziell die Transferierbarkeit der Prototypen in klassische Fertigungsverfahren wird aufgrund der nahezu grenzenlosen Designfreiheit der generativen Verfahren gerne übersehen.“ fasst Donner zusammen.

■ [www.hm.edu](http://www.hm.edu)



**links** Ein Kameraträger aus PA 221 für die Befestigung unterschiedlicher Kameras an einer Flugdrohne.

**rechts** Komplexe Strukturen und mehrteilige Funktionsmodelle werden an der Hochschule von den Studierenden evaluiert und über additive Verfahren umgesetzt.

Das Video zum Bericht



Design: Stephan Henrich für VisioTech.

Als Hersteller maßgeschneiderter Komplettlösungen für die Verpackungs- und Produktionslogistik verwendet die robomotion GmbH additiv gefertigte Greifer und Greiferkomponenten. Unterstützt werden sie dabei durch die VisioTech GmbH, die dafür komplexe Funktionalitäten in PA 11 und PA 12 Lasersintererteile integriert.

Autor: Georg Schöpf / x-technik

Greifer und Greiferkomponenten aus PA 11 und PA 12 mit Zusatzfunktionalitäten:

# Funktionsintegration als Mehrwert

Wenn immer gleiche Bewegungsabläufe ausgeführt werden müssen, kommen immer häufiger Roboter zum Einsatz. Mit der Programmierung solcher Roboter für die Lebensmittelindustrie begann 2003 die Erfolgsgeschichte der robomotion GmbH aus dem süddeutschen Leinfelden-Echterdingen, nahe Stuttgart. Schnell wurde klar, dass das Erfolgsrezept darin liegt, maßgeschneiderte Automatisierungslösungen aus

einer Hand anzubieten. So wurde aus robomotion ein Gesamtlösungsanbieter mit Spezialisierung auf die Entwicklung, die Konstruktion und den Bau kompletter Roboteranlagen. Mittlerweile sind mehr als 20 Mitarbeiter darauf bedacht, die Anforderungen der Kunden in möglichst einfachen und effizienten Komplettlösungen für die Lebensmittel- und Kunststoffindustrie sowie der Pharma- und Verpackungsbranche umzusetzen.

## Je einfacher desto besser

„Im Bereich der Produktions- und Verpackungslogistik geht es vor allem darum, einen zuverlässigen Materialfluss zu gewährleisten. Je einfacher die Lösung, umso sicherer läuft so eine Anlage im Dauerbetrieb“, so Dr.-Ing. Andreas Wolf, Geschäftsführer und Mitgründer der robomotion GmbH. „Uns wurde schnell klar, dass der Schlüssel für funktionierende





Die Logistiklösungen von robomotion beinhalten oft komplexe Pick-and-Place-Anlagen mit ausgefeilten Greiferkomponenten.

Handlingsysteme vor allem in der Greifertechnologie liegt“, ergänzt er. Bei den Robotern setzen die Automatisierungsexperten im Wesentlichen Standardroboter von Kuka und ABB ein, können jedoch nach Aussage des Geschäftsführers jeden beliebigen vorhandenen Roboter integrieren. „Bei den Greifersystemen wird es mit Standardteilen jedoch sehr schwierig. Wir gehen bei unseren Lösungen immer von einem Gesamtpaket aus. Dieses besteht aus Greifer, Greifsystem, Sensorik, Roboter und Programmierung. Im Vordergrund steht jedoch immer das Produkt unseres Kunden, das bewegt werden soll. Danach richtet sich alles“, geht Wolf ins Detail. Dabei seien die Vorgaben oft vielfälti-

ger Natur, wie minimales Platzangebot, hochempfindliche Oberflächen, extreme Gewichtsbedingungen oder Beschleunigungswerte, ergänzt er.

### Herkömmliche Technologien stoßen an Grenzen

„Besonders bei den Greifern und Greifsystemen kommt man mit herkömmlichen Technologien schnell an die Grenzen des Machbaren. Darum haben wir uns schon sehr früh nach Alternativen umgesehen und haben bereits vor zehn Jahren die Möglichkeiten der Additiven Fertigung evaluiert“, erzählt der Geschäftsführer. Zum damaligen Zeitpunkt ließ das Unter-

nehmen Greiferteile mithilfe der Stereolithografie herstellen, die sich aufgrund zu geringer Stabilität jedoch nicht für den Dauereinsatz eigneten. Jedoch war damit der erste Schritt in Richtung Additive Fertigung getan. Außerdem musste man sich zu diesem Zeitpunkt noch auf starre Komponenten beschränken.

„Erst mit der Verfügbarkeit von Lasersinterparten aus PA 12 wurden Produktivteile möglich, die unseren Anforderungen entsprachen. Auf einmal wurden integrierte Funktionen und kompaktere Bauformen möglich, die auch flexible Bereiche beinhalten haben. Jedoch stellten diese Teile auch ganz neue Anforderungen an die Konstruktion. Damals wurde uns auch klar, dass wir für diese Aufgabe einen Partner brauchen, der dieses Thema beherrscht und mit dem man auf Augenhöhe technische Themen diskutieren kann“, erinnert sich Wolf.

### Komplexe Zusatzfunktionen

Damit begann im Jahre 2010 die Zusammenarbeit mit der VisioTech GmbH. „Was uns von Anfang an fasziniert hat, sind die komplexen Anforderungen von robomotion. Es geht da nicht einfach um →



„Durch die Kooperation mit VisioTech gelingt es uns, bei unseren Projekten zusätzliche Funktionen in die Handling-Komponenten zu integrieren. Das verringert den Montageaufwand und spart zusätzlich Platz und Gewicht. Dadurch werden unsere Lösungen nicht nur eleganter und kleiner, sondern auch deutlich zuverlässiger und effizienter.“

**Dr.-Ing. Andreas Wolf, Geschäftsführer der robomotion GmbH**



Die eingesetzten Greifer werden mit zusätzlichen, integrierten Funktionalitäten ausgestattet.

das Abarbeiten eines additiven Baujobs. Bei robomotion können wir unser ganzes Know-how im Engineering einbringen“, so Mike Fischer-Arens, Geschäftsführer der VisioTech GmbH. Dieser bietet seinen Kunden neben Leistungen im Bereich der Additiven Fertigung auch Technologien wie Vakuumguss, Fräsen und Spritzguss sowie Engineeringdienstleistungen und das Finish für die gefertigten Teile an. Die Spezialität des Dienstleisters, der seinen Firmensitz in Gerlingen bei Stuttgart und

damit ganz in der Nähe von robomotion hat, liegt in der Integration von Zusatzfunktionalitäten im Bauteil. So werden beispielsweise Federelemente, komplexe Umlenkmechanismen oder auch Luftführungen für Sauger oder Pneumatikanwendungen direkt in das Bauteil eingebettet.

#### Unterstützung ab der Konzeptphase

„Das Besondere an VisioTech ist, dass wir bereits in der Konzeptionsphase Unter-

stützung bekommen. Wir mussten nicht erst Konstruktions-Know-how aufbauen, das die Möglichkeiten der Additiven Fertigung berücksichtigt. Wir können darauf vertrauen, einen fertigen Greifer oder ein ganzes Greifersystem zu bekommen, das wir sofort einsetzen können“, lobt Wolf seinen Lieferanten.

„Für die gestellten Anforderungen kommen im Falle von robomotion im Wesentlichen die Werkstoffe PA 11 und PA 12 zum Einsatz, die wir mit unseren Lasersintermaschinen zu sehr widerstandsfähigen Bauteilen verarbeiten.

Der wesentliche Vorteil liegt darin, dass wir viele Funktionselemente und Medienführungen sowie flexible Greiferelemente aus einem Stück herstellen können“, so Fischer-Arens. „Das wirkt sich in der Regel sehr positiv auf Platzbedarf und Gewicht aus, was in unserem Fall immer ein Thema ist“, ergänzt Wolf.



“ Die Anforderungen an die Komponenten bei robomotion sind ziemlich hoch. Das erstreckt sich von den mechanischen Eigenschaften bis hin zu lebensmittelechten Beschichtungen. Da können wir unser Leistungsspektrum voll zur Geltung bringen.

**Mike Fischer-Arens, Geschäftsführer der VisioTech GmbH**



## Anwender

Die 1993 gegründete robomotion GmbH mit Sitz in Leinfelden-Echterdingen bei Stuttgart ist ein Komplettanbieter für Lösungen der Produktions- und Verpackungslogistik. Mit über 20 Mitarbeitern entwickelt und baut das Unternehmen Handling-Lösungen für Kunden aus der Lebensmittel- und Kunststoffindustrie sowie der Pharma- und Verpackungsbranche. Das Leistungsspektrum reicht dabei von der Konzeptionierung bis zur Implementierung der fertigen Lösung.

**robomotion GmbH**  
Maybachstraße 11  
D-70771 Leinfelden-Echterdingen  
Tel. +49 711-945426-700  
[www.robomotion.de](http://www.robomotion.de)

Der Nutzung additiver Verfahren in diesem Zusammenhang kommt zusätzlich entgegen, dass bei den Greifersystemen meist nur geringe Stückzahlen erforderlich sind und damit ein Spritzgusswerkzeug unrentabel wäre. Außerdem sind manche Geometrien schlicht nicht herstellbar.

## Auf den richtigen Partner kommt es an

Dass robomotion nicht selbst eine Maschine für Additive Fertigung im Einsatz hat, begründet Wolf damit, dass immer wieder unterschiedliche Dimensionen für die Teile gefordert sind, die benötigten Stückzahlen sehr unterschiedlich sind und das Gesamtaufkommen zu gering ist, um selbst in Equipment und Know-how-Aufbau zu investieren. „Die Additive Fertigung ist einfach eine eigene Disziplin, die erstaunliche Möglichkeiten eröffnet, aber auch spezielles Know-how erfordert. Wir sind froh, mit VisioTech einen Partner an der Hand zu haben, der uns von der Konzeptionierung bis zum fertigen Greifer kompetent begleitet“, fasst Wolf die Zusammenarbeit mit VisioTech zusammen.

■ [www.visiotech-gmbh.de](http://www.visiotech-gmbh.de)

# METAV/2016

Düsseldorf, 23. – 27. Februar **POWERYOURBUSINESS**



## 19. Internationale Messe für Technologien der Metallbearbeitung

### METAV 2016 - Wir sind dabei.

„Additive Verfahren erweitern die Produktionstechnik und schaffen neue Möglichkeiten für Leichtbau und komplexe Strukturen. Die **Additive Manufacturing Area** zeigt die Potentiale für Kunststoff- und Metallanwendungen auf. Mit den Anwendungsbereichen Moulding und Medical werden zudem wichtige Kundensegmente angesprochen.“

**POWER YOUR BUSINESS!**



[www.metav.de](http://www.metav.de)

Eine Messe des  
A Fair by **VDW**

**TM**  
Messe  
Düsseldorf





Euro-K entwirft und baut Mikrobrenner mit EOS-Technologie:

## Kleiner Brenner, große Vielfalt

Über Jahrhunderte hinweg galt ein schlanker Bug als die einzig sinnvolle Form für das Vorderteil eines Bootsrumpfs. Bis David Watson Taylor den sogenannten Wulstbug erfand: Diese nasenförmige Gestaltung lässt das Wasser nahezu ohne Bugwellen optimal um das Schiff strömen. Eine neue Formgebung ermöglichte damit einen ungeahnten Effizienzsprung. Ähnliches hat das Unternehmen Euro-K durch den Bau einer optimierten Brennergeometrie für Gase und Flüssigkeiten erreicht – durch Einsatz der Additiven Fertigung von EOS.

Bei der Verbrennung von gasförmigen und flüssigen Kraftstoffen kommen unterschiedliche Methoden zur Kraftstoffaufbereitung und Bildung eines Kraftstoff-Luft-Gemisches zum Einsatz. Während die Gemischbildung bei gasförmigen Kraftstoffen durch relativ einfache Mechanismen zu bewerkstelligen ist, stellt sie bei flüssigen Kraftstoffen immer eine Herausforderung dar: Flüssigkraftstoffe müssen in einer geeigneten Art und Weise mit der Verbrennungsluft vermischt werden. Bevor dies möglich ist, muss die Oberfläche des

Flüssigkraftstoffs stark vergrößert werden. In der Regel geschieht dies durch Zerstäubung in ein sehr feines Spray mittels Pneumatik, Mechanik oder nach dem Prinzip der Druckdifferenz.

Somit ist die Verfügbarkeit von Brennern, die sowohl gasförmige als auch flüssige Kraftstoffe verschiedenster Zusammensetzung verwertbar machen, stark begrenzt. Diesen Zustand wollte die Euro-K nicht hinnehmen und machte sich daran, eine optimierte Brennergeometrie zu entwi-

ckeln. Sie sollte in der Lage sein, die genannten Kraftstoffarten bzw. -formen ohne den Tausch des Brenners verwertbar zu machen. Weiterhin wurde das Volumen des Brenners auf ein Minimum reduziert. Hier waren also Flexibilität, minimierte Baugröße und integrale Funktionalität gefordert.

### Additive Manufacturing als Lösung

Die passende Fertigungstechnologie war schnell gefunden: Additive Manufactu-



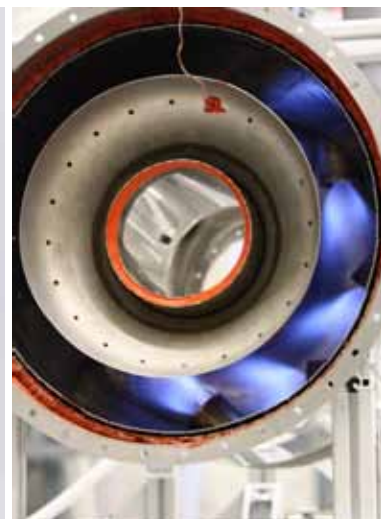
“ Die EOS-Technologie hat uns die Möglichkeit gegeben, für unseren Kunden mit einer spezifischen Herausforderung zielgenau die richtige Lösung anzubieten. Durch unsere jahrelange Branchenerfahrung sowie unser Know-how rund um die Additive Fertigung ist es uns gelungen, messbaren Mehrwert für den Anwender zu erzeugen.

**Sebastian Kießling, geschäftsführender Gesellschafter Euro-K GmbH**

**links** Freie Kraftstoffwahl: Dank seiner komplexen Kanäle erzeugt der Brenner ein Kraftstoff-Luft-Gemisch und kann sowohl gasförmige als auch flüssige Kraftstoffe verbrennen. (Bild: EOS GmbH)

**Mitte** Einzigartiges Leistungsportfolio: Euro-K bietet Erfahrung im Brennerdesign, Know-how für die Additive Fertigung und kann auf Prüfstandtechnologie zugreifen. (Bild: Lehrstuhl Verbrennungskraftmaschinen und Flugantriebe, Prof. Dr.-Ing. H. P. Berg, BTU Cottbus - Senftenberg)

**rechts** Mit einem Bauvolumen von 250 mm x 250 mm x 325 mm ermöglicht die EOS M 290 eine schnelle, flexible und wirtschaftliche Herstellung von Metallbauteilen direkt aus CAD-Daten.



ring. Hierbei baut ein Laser das Werkstück Schicht für Schicht aus einem feinen Metallpulver auf. Die Euro-K profitierte von der damit realisierbaren Designfreiheit. Im Gegensatz zu herkömmlichen Fertigungsverfahren, wie z. B. der Zerspanung oder durch die Flussfähigkeit erkaltender Gießmaterialien, sind der Herstellbarkeit kaum Grenzen gesetzt. Des Weiteren bietet die EOS-Technologie die Möglichkeit, auch kleine Losgrößen wirtschaftlich herzustellen. Die Baugruppenkosten können so um 20 % reduziert werden. Außerdem ist die Euro-K mit der innovativen Technologie mehr als vertraut, hat die Firma doch bereits in der Vergangenheit im Zuge vieler Projekte eine große Expertise aufgebaut.

„Wir haben nicht nur eine erfolgreiche Historie beim Design effizienter Brenner für verschiedenste Kraftstoffe, sondern verfügen auch über großes Fachwissen bei der Additiven Fertigung. Für unseren Kunden haben wir einen Brenner entworfen, der die Verwertung von Kraftstoffen unterschiedlicher Aggregatzustände ermöglicht und dazu noch ein geringes Bauteilvolumen aufweist“, erläutert geschäftsführender Gesellschafter Sebastian Kießling. Neben Erfahrung und Ausrüstung – das Projektteam setzte auf eine EOS M 290 von Technologielieferant EOS – konnte Euro-K dabei auf eine weitere, wertvolle Ressource zurückgreifen: eigene Prüfstands- und Simulationstechnologie. Damit war es möglich, bereits mit einem hohen Reifegrad in die Entwicklung einzusteigen. Für die eigentlichen Konstruktionsarbeiten kam eine CAD-Software zum Einsatz, deren Daten sich – nach Festlegung auf die

endgültige Form und Größe des Brenners – schnell und einfach auf das EOS-System übertragen ließen. Als Material setzte das Projektteam auf EOS NickelAlloy IN718, eine hitze- und korrosionsbeständige Nickellegierung, die sich durch sehr gute Zug-, Dauer-, Kriech- und Bruchfestigkeit bei Temperaturen bis zu 700° C auszeichnet. Mit diesem Werkstoff und dieser Fertigungstechnologie kreierten die Ingenieure einen optimalen Brenner für den Einsatz in den Mikrogasturbinen eines Berliner Anlagenbauers.

### Flexibel durch neues Brennerdesign

Der neue Brenner ist in der Lage, gasförmige und flüssige Kraftstoffe gleichermaßen zu verwerten. Zudem ist dank der neuen optimierten Geometrie auch die Nutzung von als schwierig zu verbrennen eingestuftem Flüssigkraftstoffen wie Fuselölen, die bei der Destillation von Alkohol anfallen, möglich. Ein weiterer positiver Effekt ist, dass durch das innovative Design des Brenners die Größe der Brennkammer um 20 % verringert werden konnte.

Für den Endanwender ergibt sich noch ein weiterer Vorteil: Bisher mussten sich Anlagenbetreiber für eine Art und Form des Kraftstoffs entscheiden. Auf schwankende Marktpreise für die unterschiedlichen Kraftstoffe konnte daher nicht eingegangen werden, da ein Wechsel zu anderen Kraftstoffen in der Regel gar nicht oder nur durch entsprechende kosten- und zeitintensive Umbaumaßnahmen der Mikrogasturbinen möglich war. Mit dem neuen Brennerdesign wird der Anwender deut-

lich flexibler. „Die eigentliche Verbrennung ist optimiert, wir können unseren Kunden die Freiheit der Kraftstoffwahl gewähren, auch ein Umschwenken auf andere Kraftstoffe nach dem Anlagenkauf ist einfach umsetzbar“, bestätigt Frieder Neumann, stellvertretender Leiter der Mikrogasturbinenentwicklung bei Bilfinger in Berlin, die Vorteile. „Zudem kann Euro-K die Technologie zu einem attraktiven Preis anbieten. Wir sind sehr glücklich über die Kompetenz unseres Partners bei Design und Fertigung – und ebenso über die EOS-Technologie, die das möglich macht.“ So zeigt sich einmal mehr, dass es sich lohnen kann, Althergebrachtes zu überdenken und neue Wege zu beschreiten – nicht nur im Schiffsbau.

■ [www.eos.info](http://www.eos.info)

Messe formnext: Halle 3.1, Stand F70

### Anwender

Die Euro-K GmbH bietet erstklassige Entwicklungsleistungen auf dem Gebiet kleiner Energiewandler. Das Spektrum umfasst Beratung bei energietechnischen Fragestellungen inklusive Prozessanalyse und -optimierung, Projektplanung, Simulation und Prüfung sowie Fertigung.

#### Euro-K GmbH

Wolfener Str. 32 – 34  
D-12681 Berlin  
Tel. +49 30-120-596-40  
[www.euro-k.de](http://www.euro-k.de)



# Leistungsfähigkeit von Bauteilen steigern

Gegenüberstellung des ursprünglichen Radträgers und des mithilfe des 3D-Drucks optimierten Bauteils.

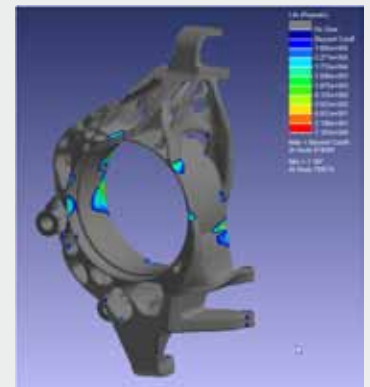
Am Beispiel eines optimierten Radträgers zeigt voxeljet, wie sich die Leistungsfähigkeit von Bauteilen bei gleichem Gewicht um ein Vielfaches steigern lässt. Das Unternehmen ist ein führender Hersteller von großformatigen 3D-Drucksystemen und betreibt Dienstleistungszentren für die „On-Demand-Fertigung“ von Formen und Modellen für Kunden aus der Industrie.

„Durch Kombination von Simulation und 3D-Druck kann der gesamte Optimierungsprozess stark verkürzt werden. Aufwendige und kostenintensive Materialtests werden durch Simulation ersetzt und der Prototyp kann schnell und kostengünstig mithilfe innovativer 3D-Drucktechnologie hergestellt werden“, schickt Dr. Ingo Ederer, Vorstand der voxeljet AG, voraus. Und stellt das Projekt vor: „Ein Radträger ist unter Last Verformungen ausgesetzt, was die Spurstabilität des kompletten Fahrwerks beeinflussen kann. Daher ist die Steifigkeit dieses Bauteils besonders wichtig. Die Herausforderung war es, das Design des bestehenden Radträgers so zu opti-

mieren, dass der Radträger bei gleichem Gewicht um ein Vielfaches steifer ist und im Anschluss die Formelemente für die Fertigung herzustellen“.

## Topologieoptimierung

Um die Geometrie optimieren zu können, wurde zunächst mit einem Konzeptdesign- und Optimierungstool der Bauraum festgelegt. Dann wurden an dem Modell die wichtigsten Lastfälle simuliert, wie z. B. starkes Bremsen, extreme Kurvenfahrten und Hindernisüberfahren. Nach der Optimierung, in der auch die Herstellbarkeit berücksichtigt wurde, entstand ein Bauteil mit völlig neuem





Design, bei gleichem Material (Aluguss). Dabei wurde das Material so verteilt, dass die Steifigkeit des Bauteils um das Dreis- bis Fünffache (je nach Lastfall) erhöht wurde und das Bauteil trotzdem deutlich leichter wurde. Zur Topologieoptimierung wurde solidThinking INSPiRE verwendet, das auf Altairs Optimierungssolver OptiStruct beruht. Die aus INSPiRE resultierenden Strukturen entsprechen bionischen Prinzipien, sie verdeutlichen Lastpfade und optimale Materialverteilungen. Anschließend werden die auf den Bauraum wirkenden Lasten, Lagerungen und Fertigungsrestriktionen definiert.

### Lebensdaueranalyse

Da das Ermüdungsversagen eines Bauteils durch die komplette Lasthistorie verursacht wird und nicht nur durch eine Maximallast, wurde für den Radträger ein Lastzyklus von 35 Stunden ermittelt, in dem die Lasten aus fünf verschiedenen Straßenzuständen berücksichtigt wurden. Zusätzlich wurden Spannungshistorien für alle Positionen auf dem Radträger ermittelt. Zusammen mit den Materialeigenschaften kann so das Ermüdungsversagen vorhergesagt werden. Das Werkzeug hierfür war Designlife von HBM nCode.

### Gusssimulation

Auch eine Gusssimulation kam bei dem Projekt zum Einsatz. Dafür wurde sowohl am Anfang des Projekts als auch am Schluss eine Gusssimulation erstellt, die es den Ingenieuren ermöglicht hat, schon früh die Herstellbarkeit des Bauteil-



“Durch das Zusammenwirken aller Projektpartner konnte eine signifikante Verbesserung der Bauteileigenschaften bei gleichzeitiger Reduktion des Gesamtgewichts erzielt werden.

**Dr. Ingo Ederer, Vorstand der voxeljet AG**

signs zu überprüfen und zu optimieren, um so innere Schäden zu vermeiden und kritische Bereiche analysieren zu können. Gleichzeitig konnten die Iterationen zwischen Design- und Entwicklungsabteilung reduziert werden. Am Ende der Designphase wurde dann noch einmal der Füllprozess und der Erstarrungsvorgang simuliert.

### In Form gebracht

„Anschließend kam der optimierte Radträger für den 3D-Druck der Gussformen zu uns. Anhand der CAD-Daten haben wir Kunststoffmodelle hergestellt. Derartige Modelle kommen in der Regel beim Feinguss zur Anwendung. Wir verwenden als Partikelmateriale für den schichtweisen Aufbau PMMA (Polymethylmethacrylat), das mit einem Binder selektiv verklebt wird. Durch die Verwendung dieses organischen Materials ergibt sich ein sehr niedriger Restaschegehalt bei feinkörniger Oberflächenstruktur. Die Modelle dehnen sich nicht aus und weisen ideale Ausbrenneigenschaften auf. Zudem können die gedruckten Teile wie konventionell hergestellte Wachslinge gehandhabt werden“, geht Ederer ins

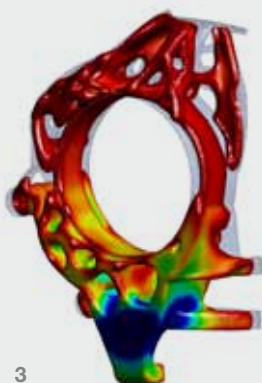
Detail. Die entstehenden Kunststoffmodelle werden für die Gussformherstellung in einen Keramikschlicker getaucht und anschließend mit Formsand stabilisiert. Durch Ausbrennen erhält man so eine detaillierte Form, mit der auch feine Strukturen abgebildet werden können. Neben Zeit- und Kostenersparnis sind mithilfe der 3D-Drucktechnologie auch komplexe Geometrien realisierbar, die mit konventionellen Herstellungsverfahren nicht herstellbar sind, woraus sich der entscheidende Vorteil für die Bauteiloptimierung ergibt.

### Gemeinschaftsleistung

Der oben beschriebene Radträger wurde in Zusammenarbeit von Altair, Click2Cast, HBM nCode und voxeljet optimiert. Freiheiten der Bauteilgestaltung konnten dank des 3D-Drucks und des simulationsgetriebenen Designs voll ausgeschöpft werden. Für die Simulationen wurde unterschiedliche Software eingesetzt und für die Gusssimulationen kam die Software Click2Cast zum Einsatz.

■ [www.voxeljet.de](http://www.voxeljet.de)

**Messe formnext: Halle 3.1, Stand D80**



**Schritt 1:**  
Topologieoptimierung mittels einer Simulationssoftware.

**Schritt 2:**  
Lebensdaueranalyse zum Vorhersagen des Ermüdungsversagens.

**Schritt 3:** Gusssimulation.

**Schritt 4:** Die von voxeljet gedruckte Gussform.

# Materialien in der Additiven Fertigung

Bauteileigenschaften hängen immer vom verwendeten Material ab. Das ist auch in der Additiven Fertigung nicht anders. Ist man von den konventionellen Herstellungsmethoden jedoch gewohnt, klare Informationen über die Materialeigenschaften zu haben, so sieht das im Bereich der generativen Verfahren leider nicht ganz so einfach aus. Abhängig vom Verfahren und den jeweiligen Verfahrensparametern bekommen Bauteile, die eigentlich aus dem gleichen Ausgangsstoff bestehen, völlig unterschiedliche mechanische Eigenschaften. Ein Blick hinter die Kulissen der Materialien für die Additive Fertigung zeigt, weshalb.

*Autor: Georg Schöpf / x-technik*

Sei es nun Kunststoff, Metall, Keramik oder Schokolade, jedes Material, das im Bereich der Additiven Fertigung verwendet wird, kommt nicht im gleichen Zustand aus der Maschine, wie es hinein gekommen ist. Dabei hängen die entstehenden Materialeigenschaften im Wesentlichen davon ab, welches Verarbeitungsverfahren zum Einsatz kommt.

Grundsätzlich ist dabei schon einmal zu unterscheiden, ob es sich um ein einstufiges oder ein mehrstufiges Verfahren handelt. Als einstufige Verfahren bezeichnet man all jene, bei denen das Ausgangsmaterial durch einen einzigen Verfahrensschritt in den Zustand des fertigen Teiles versetzt wird. Mehrstufige Verfahren basieren darauf, dass im ersten Schritt in der Regel die grundsätzliche Formgebung erfolgt und das Teil in einem zweiten oder gar dritten Arbeitsschritt seine schlussendlichen Materialeigenschaften erhält. Dies kann entweder durch ein Nachsintern eines zuvor entstandenen Grünlings, oder durch das Infiltrieren mit einem zusätzlichen Werkstoff erfolgen. Auch Kombinationen daraus sind möglich.

## Werkstoffunterteilung

Die Unterteilung der Werkstoffe in Metalle, Kunststoffe und Keramiken ist auch in der Additiven Fertigung naheliegend, kann jedoch nicht immer aufrecht erhalten werden, da auch übergreifende Werk-

stoffkombinationen entstehen können. Für eine grobe Einteilung sollte es jedoch genügen, da auch eine Einteilung in Materialgruppen auf der Basis des Aggregatzustandes oder des Auslieferungszustandes (pulverförmig, drahtförmig etc.) nur bedingt geeignet ist.

## Metalle

Da bei den Metallen eigentlich nur die Varianten Pulver oder Draht zum Tragen kommen und seitens der Materiallieferanten nahezu jedes Metall in diese Lieferform gebracht werden kann, darf wohl auf die gängigen Materialkategorisierungen, wie sie in der ASTM oder DIN/EN festgelegt sind, zurückgegriffen werden. Grob kann also in Stähle, Nichteisen-Schwermetalle und Nichteisen-Leichtmetalle unterschieden werden.

Allerdings werden durch den jeweiligen Bauprozess die Materialeigenschaften meist verändert, so dass die Kategorisierung nach den gängigen Normierungsbezeichnungen nur bedingt zulässig ist. Allenfalls bei Verfahren, die ein komplettes Aufschmelzen des Materials zur Folge haben und auch bei der Schichtung ein Schmelzbad entsteht, das ein homogenes Materialgefüge nach sich zieht, entsteht ein Material, das dem Ausgangsmaterial nahezu gleich kommt. Umso mehr trifft dies bei Materialien zu, die nach dem eigentlichen Bauprozess nachgesintert und/

oder mit einem anderen Metall infiltriert werden. Dort unterscheiden sich die entstehenden Materialeigenschaften oft signifikant von denen des Ausgangsmaterials, so dass eine Zuordnung aufgrund bestehender Normen nicht mehr möglich ist. Beispielfähig seien hier Stahlteile genannt, die mithilfe eines Binderjettingverfahrens aus entsprechendem Stahlpulver entstehen und in einem Folgeprozess mit Bronze infiltriert werden.

## Kunststoffe

Bei Kunststoffen lässt sich eine Unterteilung anwenden, die die Ausgangsstoffe nach Lieferform kategorisiert. Ausgangsmaterialien liegen hier in der Regel pulverförmig, drahtförmig (Filamente) oder flüssig (SLA, PJ, MJM) vor und werden aufgeschmolzen, um nach der Verarbeitung wieder zu erstarren oder während des Verarbeitungsprozesses verfestigt zu werden.

Jedoch trifft auf Kunststoffe gleichsam wie bei Metallen zu, dass die physikalischen und mechanischen Eigenschaften des fertigen Teils sehr davon abhängen, welches Verfahren zur Anwendung kommt.

Gleiches gilt auch bei Keramiken. Diese liegen jedoch in der Regel als Feinpulver vor, das je nach Verfahren mit einem Thermoplast oder Photopolymer als Matrixmaterial versetzt und so in Form

gebracht wird. Die eigentliche mechanische Belastbarkeit entsteht immer erst durch einen nachfolgenden Sinterprozess.

### Herausforderung Anisotropie

Durch den Schichtaufbau in der Additiven Fertigung entstehen, je nach Verfahren, unterschiedlich starke Variationen im Materialgefüge. Pulverbettverfahren und Verfahren, die auf einer Variante der Stereolithografie beruhen sowie beim Laserauftragsschweißen ist am ehesten mit einem einigermaßen homogenen Materialgefüge zu rechnen. Schichtverfahren, die jedoch auf dem Aufschmelzen/Extrudieren eines Materials und dem Aufbringen auf einer bereits abgekühlten Vorschicht basieren, bei dem ein Abbinden nur durch die Eigenwärme des aufgetragenen Materials zustande kommt (Anm.: Wie beispielsweise bei FDM-Verfahren o. ä.), muss davon ausgegangen werden, dass die mechanische Belastbarkeit in Z-Richtung stark von den Werten in X/Y-Richtung abweicht. Zusätzlich führen Fehler im Bauprozess zu zusätzlichen Unregelmäßigkeiten im fertigen Bauteil. Diese können beispielsweise durch ungleichmäßigen Energieeintrag beim Lasersintern oder Unregelmäßigkeiten im Abkühlprozess bei Extrusionsverfahren entstehen.

Ebenso bestimmen die Baurichtung, die Baugeschwindigkeit sowie die Verarbeitungsparameter, wie beispielsweise Energieeintrag, Temperatur oder Schmelzpunktgröße, welche mechanischen Eigenschaften das fertig gestellte Teil erhält. Die großen Herausforderungen für die Maschinenhersteller liegen dabei wohl darin, für die jeweiligen Materialien klare Prozessparameter zu definieren, um ein zuverlässiges Ergebnis zu gewährleisten. Daraus ergibt sich auch der verständliche Wunsch mancher Hersteller, ihre Kunden an bestimmte, zertifizierte Materialien oder Materiallieferanten zu binden.

### Immer in Kombination zu sehen

Egal, welches Material zum Einsatz kommt, die Materialeigenschaften des

fertigen Bauteils entstehen immer aus einer Kombination von Ausgangsmaterial und Verarbeitungsparametern. Denn selbst wenn das gleiche Ausgangsmaterial zugrunde gelegt wird, variieren die Eigenschaften des Bauteils je nach Verfahren oft doch erheblich. Von den Abweichungen im Vergleich zu einem konventionell gefertigten Teil ganz zu schweigen. Ebenso ist, wie bereits erwähnt, eine starke Abhängigkeit von den jeweiligen Prozessparametern gegeben. Das bedeutet, dass allein eine geringfügige Veränderung der Baubedingungen gravierende Auswirkungen auf die Eigenschaften des fertigen Teils haben kann. Beispielhaft sei hier erwähnt, dass beim SLS-Verfahren eine geringfügige Veränderung der Laserleistung, und damit der Schmelztemperatur im Pulverbett, eine Veränderung in der Dichte des fertigen Bauteils zur Folge hat. Ebenso wirkt sich die Ablenkungsgeschwindigkeit des Laserstrahls, die Gesamtverarbeitungsdauer und vieles mehr auf das Gesamtergebnis aus.

Daraus lässt sich leicht ableiten, dass dadurch eine schier unendliche Anzahl an Materialqualitäten und -parameter entstehen kann, die im Detail nicht mehr beschreibbar ist.

### Standardisierung erforderlich

Dass die Entwicklungen in der Additiven Fertigung in den letzten Jahren so rasant voranschritten, ist zwar einerseits erfreulich, bringt aber auch Nachteile mit sich. So hat jeder Gerätehersteller seine eigene Bezeichnung für oft ähnliche Verfahren. Abläufe variieren und die Verarbeitungsbedingungen für die verwendeten Materialien unterliegen starken Schwankungen. Ein und dieselbe Materialbezeichnung beinhaltet, je nach Hersteller, möglicherweise eine sehr stark unterschiedliche Rezeptur. Neu ist das nicht, denn auch im Bereich der konventionellen Fertigungsmethoden haben Werkstoffe oft unterschiedliche Rezepturen. Jedoch lassen sich die mechanischen Eigenschaften eines Festkörpers durch einen normierten Prüfkörper leicht bestimmen und die Ergebnisse auf das Werk-

stück übertragen. Begrüßenswert sind in diesem Zusammenhang die Bestrebungen der internationalen Normungsinstitutionen, hierfür Richtlinien zu schaffen, die eine eindeutige Definition der erforderlichen Rahmenbedingungen ermöglichen. Als Grundlage dienen hierzu sowohl die ISO/TC 261 als auch das amerikanische Pendant ASTM F42. Beide Initiativen beinhalten die Bestrebung neben einer eindeutigen Materialklassifizierung auch klare Definitionen für die Elemente Prozesse, Design, Begriffsbestimmungen und vieles mehr einzubeziehen.

Verschiedene Forschungseinrichtungen, wie das Fraunhofer Institut (dort gibt es mehrere Bereiche, die sich mit den Materialien in der Additiven Fertigung beschäftigen), fotec, diverse Universitäten und gewerbliche Einrichtungen sowie Fachverbände wie der VDMA u. ä. sind schon heute bemüht, Richtlinien zu definieren, die die Arbeit im Bereich der Additiven Fertigung vereinheitlichen sollen und die Grundlage für Normierungen und Standardisierungen bilden können.

### Zusammenfassung

Benötigt man zuverlässige Aussagen über die Materialeigenschaften des fertigen Bauteils und verwendet man nicht die vom Hersteller der Anlage zertifizierten Materialien und/oder Verfahrensparameter, dann ist es empfehlenswert, diese Materialeigenschaften zunächst zu ermitteln, indem ein Prüfkörper unter denselben Bedingungen wie das eigentliche Bauteil hergestellt und anschließend geprüft wird. Andernfalls ist mit entsprechenden Sicherheitszuschlägen zu arbeiten.

Zusammengefasst bedeutet das: Plant man den Einsatz generativer Verfahren oder gar die Anschaffung einer Maschine zur Additiven Fertigung, ist es entscheidend, zunächst zu eruieren, welche Bauteileigenschaften am Ende ausschlaggebend sind, um daraus ermitteln zu können, welches Material mit welchem Verfahren bei welchen Prozessbedingungen verarbeitet werden soll. ■



# Metalle im Überblick

	Handelsbezeichnung	Obergruppe	Verarbeitetes Material entspricht	Lieferform	Verfahren	Dichte	E-Modul (Zug) wie gebaut	Fließ- od. Streckgrenze wie gebaut	Zugfestigkeit wie gebaut	Härte Rockwell HR(B,C)/Brinell HBW/ Vickers HV	Schmelzpunkt/-bereich
Stahl	Maraging Steel MS1	Martensit-aushärtender Stahl	1.2709	Pulver	SLS, SLM, Cladding*	8,0-8,1 g/cm³	160 +/- 25 GPa (XY), 150 +/- 20 GPa (Z)	1.050 +/- MPa (XYZ), 1.990 +/- MPa (XYZ), wenn 490 °C für 6 h nachgehärtet	1.100 +/- 100 MPa (XYZ); 2.050 +/- 100 MPa (XYZ), wenn 490 °C für 6 h nachgehärtet	50 HRC, wenn 490 °C für 6 h nachgehärtet	1.413 °C
	Stainless Steel 316L	Edelstahl-Legierung 316	1.4441/ 1.4404	Pulver	SLS, SLM, Cladding*	7,9 g/cm³	k.A.	530 +/- 60 MPa (XY), 470 +/- 90 MPa (Z)	640 +/- 50 MPa (XY), 540 +/- 55 MPa (Z)	85 HRB	1.500 °C
	Stainless Steel PH1	vorlegierter Edelstahl	1.4540	Pulver	SLS, SLM, Cladding*	7,7 g/cm³	k.A.	1.025 +/- 75 MPa (XY), 940 +/- 75 MPa (Z)	1.200 +/- 50 MPa	40 HRC nach H900 Wärmebehandlung	1.440 °C
	Stainless Steel GP1	vorlegierter Edelstahl	1.4542	Pulver	SLS, Cladding*	7,8 g/cm³	170 +/- 30 GPa	530-630 +/- 50 MPa	k.A.	230 +/- 20 HV	1.400 °C - 1.450 °C
	Stainless Steel 17-4 PH	Martensit-aushärtender Stahl (Cr-Ni-Cu)	1.4542/ 1.4548	Pulver	Cladding	7,8 g/cm³	k.A.	1.170 MPa, nach Lösungsglühen bei 480° C	max. 1.310 MPa, nach Lösungsglühen bei 480° C	max. 388 HV, nach Lösungsglühen bei 480 °C	1.400 °C - 1.450 °C
	420 Edelstahl mit Bronze infiltriert	Edelstahl-Legierung 420, Bronze: 90 % Cu/10 % Sn	k.A.	Pulver	Binder Jetting	7,86 g/cm³	k.A.	455 MPa	682 MPa	97 HRB	k.A.
	316 Edelstahl mit Bronze infiltriert	Edelstahl: Legierung 316, Bronze: 90 % Cu/10 % Sn	k.A.	Pulver	Binder Jetting	7,86 g/cm³	k.A.	234 MPa	407 MPa	60 HRB	k.A.
Nichteisen — Schwermetalle	ASTM F75 CoCr	Cobalt/ Chrom-Legierung	2.4723	Pulver	EBM, Cladding*	8,3 g/cm³	k.A.	560 MPa mit Nachbeh.: 1.200 °C, 240 min	960 MPa mit Nachbeh.: 1.200 °C, 240 min	47 HRC	k.A.
	ASTM F75 CoCr	Cobalt/ Chrom-Legierung	2.4723	Pulver	SLM, Cladding*	8,5 g/cm³	258 GPa	k.A.	1.050 +/- 20 MPa (SLM)	345 HV	k.A.
	Nickel-Legierung HX	Nickel-Legierung	2.4665	Pulver	SLS, Cladding*	8,2 g/cm³	195 +/- 20 GPa (XY), 175 +/- 20 GPa (Z)	675+/-50 MPa (XY), 570+/-50 MPa (Z)	850+/-40 MPa (XY), 720+/-40 MPa (Z)	175 HBW	1.355 °C
	Nickel-Legierung IN625	Nickel-Legierung	2.4856	Pulver	SLS, SLM, Cladding*	8,4 g/cm³	170 +/- 20 GPa (XY), 140 +/- 20 GPa (Z)	725 +/- 50 MPa (XY), 615 +/- 50 MPa (Z)	990 +/- 50 MPa (XY), 900 +/- 50 MPa (Z)	ca. 30 HRC, ca. 287 HB, 285 HV	1.350 °C
	Nickel-Legierung IN625	Nickel-Legierung	2.4856	Pulver	Binder Jetting	8,35 g/cm³	k.A.	k.A.	676 MPa (XY), 669 MPa (Z)	84 HRB	1.350 °C
	Nickel-Legierung IN718	Nickel-Legierung	2.4668	Pulver	SLS, SLM, Cladding*	8,15 g/cm³	160 +/- 20 GPa	780 +/- 50 MPa (XY), 634 +/- 50 MPa (Z)	1.060 +/- 50 MPa (XY), 980 +/- 50 MPa (Z)	ca. 30 HRC, ca. 287 HB, 285 HV	k.A.
	Stellite	Cobalt-Chrom-Basis Legierung, hier Stellite 6 Alloy (Co/Cr/W/C/+)	k.A.	Pulver, Stab, Draht	Cladding	8,44 g/cm³	237 GPa	750 MPa	1.265 MPa	36 — 45 HRC, 380 — 490 HV	1.286 °C - 1.410 °C
	Deloro	Nickel-Basis Legierung, hier Deloro alloy 15 (Ni,+)	k.A.	Pulver, Stab, Draht	Cladding	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	180 — 230 HRC	1.005 °C - 1.080 °C
	Tribaloy	Kobalt-Nickel-Basis Legierung, hier Tribaloy T-800 (Co,Mo,Cr,+)	k.A.	Pulver, Stab, Draht	Cladding	8,6 g/cm³	241 GPa	k.A.	k.A.	50 — 58 HRC	1.288 °C
	Nistelle	Nickel-Basis Legierung, hier Nistelle alloy C	k.A.	Pulver, Stab, Draht	Cladding	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	17 — 27 HRC	k.A.
	Kupfer	Verschiedene Varianten möglich	k.A.	Pulver	Cladding (CGS)	8,95 g/mm³	100 — 130 Gpa	k.A.	200 — 360 Mpa	k.A.	1.084 °C
Nichteisen — Leichtmetalle	AlSi10Mg	Aluminium-Legierung	EN 1706 AC 43000	Pulver	SLS, SLM	2,67 g/cm³	75 +/- 10 GPa (XY), 70 +/- 10 GPa (Z)	270 +/- 10 MPA (XY), 240 +/- 10 MPA (Z)	460 +/- 20 MPa	119 +/- 5 HBW	390 °C
	Ti6Al4V	Titan-Legierung	3.7165	Pulver	EBM, SLM, Cladding*	4,41 g/cm³	120 GPa	950 MPa	1.020 MPa	33 HRC	1.668 °C
	Grade 2 Titan	Titan-Legierung	3.7035	Pulver	EBM, Cladding*	4,51 g/cm³	k.A.	540 MPa	570 MPa	160 — 200 HV	1.660 °C

\*Materialeigenschaften bei Cladding entsprechen massivem Werkstoff.  
Die Tabelle dient als Überblick über den Einsatz der verschiedenen Metalllegierungen — Druckfehler und Irrtum vorbehalten.

Materialeigenschaften in der Additiven Fertigung entstehen immer aus einer Kombination von Ausgangsmaterial und Verfahrensparametern. Geringfügige Änderungen in den Rahmenbedingungen können zu massiven Änderungen in den Ergebnissen führen. Für belastbare Materialeigenschaften ist eine genaue Abstimmung mit Maschinen- und Materiallieferanten unbedingt erforderlich. Material- und Werkstoffnummern in dieser Tabelle sind lediglich als Anhaltswert zu verstehen.

Nachbehandlung	Eigenschaften	Branche/Anwendung
Einfache thermische Nachbehandlung erzeugt ausgezeichnete Festigkeit und Härte; ca. 0,08 % Schwund beim Nachhärten.	Gute mechanische Eigenschaften, kann maschinell bearbeitet, draht- und senkerodiert, geschweißt, mikrogestrahlt, poliert und beschichtet werden.	Serien- und Spritzgusswerkzeuge, Maschinenbauteile.
Lösungsglühen nicht notwendig, da die mechanischen Eigenschaften bereits im wie gebaut Zustand den Erwartungen entsprechen (ASTM A403).	Gute Korrosionsbeständigkeit, enthält keine laugungsfähigen Substanzen in zytotoxischen Konzentrationen, nicht geeignet für Temperaturbereich von 427 °C bis 816 °C, da es zur Ausscheidung von Chrom-Karbiden kommt.	Lifestyle/Consumer - Uhren, Schmuck, Brillengestelle, Fuktionsteile in der Elektronik, Automotive (nicht korrodierende Bauteile), Lebensmittel- und Chemieanlagen, Luft- und Raumfahrt, Kraftwerk und Turbinen-industrie (Einstiegsmaterial für die Laser Sinter Technologie, Befestigungsteile, Brackets, Wärmetauscher).
k.A.	Hohe Härte, Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit, kann maschinell bearbeitet, draht- und senkerodiert, geschweißt, mikrogestrahlt, poliert und beschichtet werden.	Weit verbreitet in der Medizin, Luft- und Raumfahrt und anderen Industrieanwendungen: Funktionsteile, Kleinserien, individualisierte Produkte und Ersatzteile.
k.A.	Hohe Korrosionsbeständigkeit, gute mechanische Eigenschaften, hervorragende Duktilität ohne weitere Nachbehandlung, kann maschinell bearbeitet, draht- und senkerodiert, geschweißt, mikrogestrahlt, poliert und beschichtet werden.	Weite Verbreitung in der Industrieandwendung: Teilebau, Anwendungen wie Funktionsteile, Kleinserien, Unikate oder Ersatzteile.
Unterschiedlichste Wärmebehandlungen.	Hohe Festigkeit und Zähigkeit.	Luft- und Raumfahrt, Raketenbau, Maschinenbau, Energietechnik, Meß- und Regeltechnik.
Teile werden in einem Ofen gehärtet, im Anschluss bei mehr als 1.100 °C gesintert und mit Bronze infiltriert. Der Abkühlprozess kann variiert werden, um die Eigenschaften und die Dichte des Materials zu beeinflussen.	Gute mechanische Eigenschaften, sowohl gegläht als auch nicht gegläht verfügbar, kann geschweißt, poliert und gelötet werden, ausgezeichneter Verschleißwiderstand.	Teile, die in besonders abrasiven Bereichen eingesetzt werden, wie Pumpenkomponenten, Tiefbohrsysteme, Bergbaugeräte, auch Gießformen, Werkzeuge, Kunstobjekte und dekorative Hardware.
	Gute mechanische Eigenschaften, kann geschweißt, poliert und gelötet werden, hohe Verschleißfestigkeit.	Durch geringe magnetische Eigenschaften, Einsatz in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie möglich, die Kupferlegierung (in Bronze enthalten) wirkt als natürliche antibakterielle Barriere, die das Reinigen der gedruckten Teile erleichtert, geeignet für Haushaltsgeräte, Sanitärbereich und für Prototypen- und Kleinserienfertigung.
HIP: 1.200 °C, 1.000 bar Argon, 240 min HOM: 1.220 °C, 0,7 — 0,9 mbar Argon, 240 min	Ausgezeichnete mechanische Eigenschaften (Festigkeit und Härte), korrosions- und temperaturbeständig, hohe Biokompatibilität.	Luftfahrt (Turbinenschaufel, Pumpenrad), Automotive (Turboladerrad), Medizintechnik (Implantate, Prothesen), wirtschaftliche Produktion von Prototypen und/oder Kleinserien.
k.A.		
Lösungsglühen homogenisiert die Mikrostruktur, löst interne Materilaverspannungen und verbessert die Dehnung bei geingfügiger Minderung der Festigkeit.	Hohe Festigkeit und gute Dehnungswerte, hohe Oxidationsbeständigkeit auch bei hohen Temperaturen (1.200 °C), kann maschinell bearbeitet, erodiert, geschweißt, mikrogestrahlt, poliert und beschichtet werden.	Raumfahrttechnik (Gasturbinen).
Z.B. Spannungsarmglühen: ausglühen bei 870 °C für 1 Stunde, schnelles Abkühlen.	Hohe Zug-, Kriech- und Bruchfestigkeit, gute Korrosionsbeständigkeit, kann maschinell bearbeitet, erodiert, geschweißt, mikrogestrahlt, poliert und beschichtet werden.	k.A.
Teile werden in einem Ofen gehärtet, im Anschluss gesintert, um eine höhere Dichte zu erreichen, je nach Weiterverwendung können die Teile auch mit anderen Materialien infiltriert werden.	Ausgezeichnete mechanische Eigenschaften, bei extrem hohen und niedrigen Temperaturen, bei Temperaturen bis zu 1.050 °C äußerst widerstandsfähig gegen Oxidation und Säuren, dadurch Konstruktion sehr dünner Strukturelemente mit hoher Wärmeübertragungsfähigkeit möglich.	Luft- und Raumfahrt (Gasturbinenschaufeln, -dichtungen, und -erhitzer, Turboladerrotoren und -dichtugnen), Tauchpumpen auf Bohrinseln, Hochtemperaturbefestigungen, Chemieanlagen- und Druckbehälterbau, Wärmeaustauschrohre, Dampfgeneratoren, Erdgasanlagen.
k.A.	Gute Zug-, Dauer-, Kriech- und Bruchfestigkeit bei Temperaturen bis zu 700 °C, hohes Potenzial für kältetechnische Anwendungen, kann maschinell bearbeitet, draht- und senkerodiert, geschweißt, mikrogestrahlt, poliert und beschichtet werden.	Ideal für viele Hochtemperaturandwendungen, wie Teile von Gasturbinen, Mess-, Energie- und Prozesstechnik.
k.A.	Hohe Beständigkeit gegen Abrieb und Korrosion, auch bei hohen Temperaturen, wodurch sie aber auch schwer zu bearbeiten sind.	Bauteile, die hohen Verschleißbelastungen ausgesetzt sind, z. B. Schneidwerkzeuge, Laufschiienenpanzerungen der Sägeschwerter von Motorsägen, Auskleidung von Waffenläufen, weiters Schweißzusatz und Beschichtungsmaterial für stark beanspruchte Oberflächen.
k.A.	Geringere Temperaturbeständigkeit als Stellite-Legierungen, Korrosionsbeständigkeit in Natronlaugen und ähnlichen Medien.	Idealer Verschleißschutzwerkstoff.
k.A.	Wurde speziell für extremen Verschleiß, hohe Temperaturen und korrosive Medien entwickelt. Der hohe Molybdängehalt begünstigt die Trockenlaufeigenschaften und die Anwendugen bei adhäsivem Verschleiß.	Auftragsschweißen an Triebwerk-Turbinenschaufeln.
k.A.	Wurde speziell für den Einsatz gegen aggressive Chemikalien und bei korrosiven Medien entwickelt, der hohe Chrom-und Molybdänanteil gewährleistet diese exzellenten Eigenschaften.	Maritime Umgebung, chemische Industrie.
k.A.	Hohe elektrische und Wärmeleitfähigkeit.	Elektrische Verbindungen, Elektroden, Laufsichten.
Spannungsarmglühen (2 h bei 300 °C) wird empfohlen.	Gute Festigkeit und Härte, hohe dynamische Belastbarkeit, gute thermische Eigenschaften und niedriges Gewicht, kann maschinell bearbeitet, geschweißt, mikrogestrahlt, poliert und beschichtet werden.	Dünnwandige Gussteile, Automotive, Luft- und Raumfahrt, Gebrauchsgüter.
HIP: 920 °C, 100 MPa, 120 min	Große Festigkeit bei kleiner Dichte, Korrosionsbeständigkeit, Biokompatibilität, geringe thermische Ausdehnung.	Luftfahrt (Turbinenschaufel, Pumpenrad), Automotive (Turboladerrad), Medizintechnik (Implantate, Prothesen), wirtschaftliche Produktion von Prototypen und/oder Kleinserien.
HIP: 920 °C, 100 MPa, 120 min		

# Standard-Kunststoffgranulate für die Additive Fertigung?



**Heinz Gaub**

Geschäftsführer Technik bei Arburg

**Herr Gaub, die Firma Arburg nimmt als klassischer Maschinenbauer eine gewisse Sonderstellung im Bereich der Additiven Fertigung von Kunststoff-Bauteilen ein. Was macht Ihr System so anders?**

Der Freeformer ist für die industrielle Additive Fertigung im prozessstabilen Dauerbetrieb konzipiert. Für die Plastifiziereinheit und den servoelektrisch angetriebenen Bauteilträger verwenden wir z. B. ähnliche Komponenten wie in unseren Allrounder-Spritzgießmaschinen. Ein Alleinstellungsmerkmal und großer Vorteil des Arburg Kunststoff-Freiformens ist, dass sich mit unserem offenen System qualifizierte Standard-Kunststoffgranulate zu Prototypen und Funktionsbauteilen aus Originalmaterial verarbeiten lassen. Der Kunststoff wird zunächst ähnlich wie beim Spritzgießen in einem Plastifizierzylinder aufgeschmolzen und einzelne Tropfen über die Düse der starren Aus-

Als Hersteller von Kunststoffspritzgießmaschinen verfügt Arburg über ein großes Maß an Erfahrung in der industriellen Kunststoffverarbeitung. Auch für den Arburg-Freeformer kommen Standard-Kunststoffgranulate zum Einsatz. Ob dieses Werkstoffkonzept auch bei anderen Herstellern von Maschinen für die Additiven Fertigung künftig eine Rolle spielen wird, bleibt zu beobachten. Wir haben Heinz Gaub, Geschäftsführer Technik bei Arburg, nach seiner Einschätzung gefragt.

*Das Interview führte Georg Schöpf / x-technik*

trageinheit mittels hochfrequenter Piezotechnik auf einen beweglichen Bauteilträger aufgetragen, sodass jeder Tropfen auf die vorher berechnete Stelle gesetzt wird. Mit dieser „spritzgießnahen“ Maschine können z. B. unsere bestehenden Kunden ihr Know-how und ihr Spektrum an Materialien in der Kunststoffverarbeitung einbringen und ausbauen und so die Wertschöpfung in ihrem Unternehmen erhöhen.

**Sie verwenden Standardgranulate in Ihren Maschinen. Ist das die Zukunft im Bereich der Extrusionsverfahren? Also auch für FDM?**

Auf qualifizierte Standardmaterialien im eigenen Betrieb zurückgreifen zu können, ist für unsere Kunden kostengünstig, bietet ihnen Flexibilität und Aufbau von Know-how. Entsprechend hoch ist die Nachfrage im Markt. Zudem ist die Möglichkeit interessant, funktionsfähige Bau- und Ersatzteile werkzeuglos sehr kurzfristig und schnell in kleinen Stückzahlen herzustellen oder – kombiniert mit Spritzgießen – Großserienteile zu individualisieren. Andere Anbieter werden darauf sicher früher oder später reagieren wollen und müssen, falls das mit ihren Verfahren überhaupt machbar ist. Und falls sie ihr Geschäftsmodell umstellen wollen – denn viele Mitbewerber verkaufen für ihre Maschinen auch das Verbrauchsmaterial und machen erst damit ihren Profit.

**Welche Kunststoffe sind für industrielle additive Fertigungsverfahren, wie AKF, Stand heute wirklich nutzbar?**

Jedes Standardmaterial wird zunächst von unseren Experten qualifiziert. Dazu gehört die Auswahl eines geeigneten Bauteilträgers, das detaillierte Anfertigen von Materialprofilen sowie gegebenenfalls eine Anpassung der Maschinenteknik. Das Ergebnis dieser Entwicklungsarbeit ist aktuell für die Standardkunststoffe ABS, PA 12, PC, TPU und ein speziell-



Arburg setzt für das Arburg Kunststoff Freiformen AKF Standard Kunststoffgranulate ein. (Alle Bilder: Arburg)



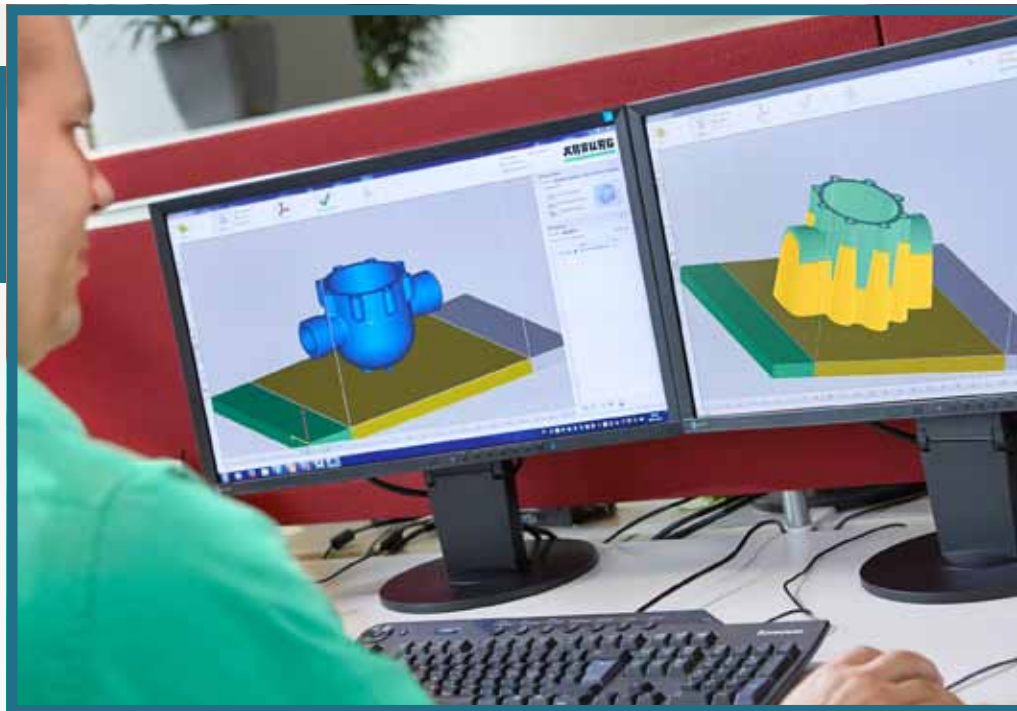
les Stützmaterial verfügbar. Angefragt werden vielfältige, spritzgießtypische Materialien, darunter Hochtemperaturkunststoffe, amorphe oder teilkristalline Werkstoffe wie z. B. PA 6. Daran arbeiten wir derzeit. Vergleichsweise einfach und schnell sind modifizierte Materialien einsatzbereit, z. B. ein PC mit bestimmtem Farbzusatz oder einem Flammenschutz. Dazu wird die Maßhaltigkeit der Bauteilgeometrie gemessen und Parameter wie Temperatur, Tropfenaustrag oder Schichthöhe exakt an die spezifischen Eigenschaften der Materialvariante angepasst. Einige unserer Kunden qualifizieren mit großem Erfolg ihre eigenen Materialien und behalten das Know-how bewusst im Unternehmen.

### **Welche Be- oder Einschränkungen gibt es – und wo kommen diese am stärksten zum Tragen?**

Die Verarbeitung von gefüllten Materialien und die Einbringung von Langfasern ist eine interessante Aufgabe. Hier ist derzeit die Bohrung in der Düse der begrenzende Faktor. Bei teilkristallinen Materialien gilt es vor allem, das Thema Verzug in den Griff zu bekommen, während für die Verarbeitung von Hochtemperaturwerkstoffen wie PEEK die Beheizung des Bauraums angepasst werden muss. Das sind alles Themen, mit denen wir uns beschäftigen. Das Potenzial des Freeformers ist Stand heute erst ansatzweise erschlossen.

### **Wird man in Zukunft ganz neue Kunststoffrezepturen benötigen, die für diese Verfahren geeignet sind?**

Im Vergleich zum Spritzgießen steckt die Additive Fertigung noch in den Kinderschuhen. Es ist durchaus möglich, dass Werkstoffe entwickelt werden, die sich z. B. hinsichtlich Kristallisations- oder Abkühlverhalten auf die Anforderungen in der Additiven Fertigung anpassen lassen. Denkbar ist auch, in Zukunft für solche



Seit Kurzem sind für den Freeformer zwei Software-Updates für Maschine und Datenaufbereitung verfügbar.

Aufgaben eigene Materialspezialisten bei Arburg zu beschäftigen. Im Moment ist das aber noch kein Thema für uns.

### **Ist die Verwendung von Sekundärkunststoffen denkbar – Stichwort: Recyclingkunststoff?**

Denkbar ist die Verwendung sehr wohl, aber – anders als beim Spritzgießen – wirtschaftlich betrachtet nicht relevant. Beim Spritzgießen fallen Angüsse und weiterer Ausschuss an, der Materialdurchsatz ist hoch, z. B. bei der Produktion von Verpackungsartikeln. Entsprechend groß ist das Potenzial zur Kostensenkung und das Interesse, sortenreines und unverschmutztes Material wiederzuverwenden.

In der Additiven Fertigung hingegen spielt das Thema Recycling wegen minimaler Stückzahlen und geringem Materialverbrauch eine eher untergeordnete Rolle. Interessanter sind Werkstoffe, die biologisch abbaubar sind – z. B. für Implantate, die sich mit der Zeit im Körper des Patienten auflösen.

### **Wie sind die Bestrebungen von Arburg hinsichtlich neuer, zusätzlicher Materialien?**

Das im Spritzgießbereich vorhandene Materialspektrum ist außerordentlich groß. Wir sind intensiv dabei, für den Freeformer weitere Kunststoffgranulate zu qualifizieren, damit die Prozesse mit möglichst vielen Materialien stabil und reproduzierbar laufen.

### **Was sind aus Ihrer Sicht die wesentlichen Herausforderungen an die Materiallieferanten?**

Weil wir auf Standardmaterialien zugreifen können, haben wir keine besonderen Anforderungen an Materiallieferanten. Um qualitativ hochwertige Bauteile zu produzieren, besteht die Herausforderung vor allem in der fertigungsgerechten Konstruktion, z. B. bezüglich des richtigen Schichtaufbaus. Seit Kurzem sind für den Freeformer zwei Software-Updates für Maschine und Datenaufbereitung verfügbar. Daraus resultieren zum einen eine verbesserte Funktionalität und Prozesssicherheit beim Freiformen – zum anderen lässt sich bei der Datenaufbereitung automatisch eine Stützstruktur erzeugen. Das Ergebnis kann im integrierten 3D-Viewer dargestellt werden.

■ [www.arburg.com](http://www.arburg.com)  
Messe formnext: Halle 3.1, Stand E30

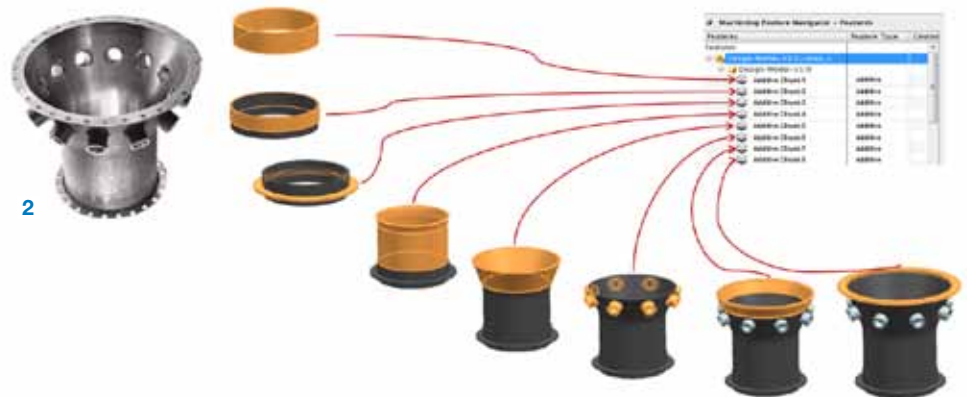


Transformation von Konstruktion und Produktion:

# Die Lösung ist hybrid-additiv

Durch heutige Methoden der Additiven Fertigung werden Materialzusammensetzung und -platzierung zu Gestaltungsvariablen, die Entwicklung von Teilen mit definierten Leistungsmerkmalen lässt sich dramatisch verbessern.

Besonders weitreichende Möglichkeiten ergeben sich durch die Anwendung von additiven Methoden und der Zerspanung innerhalb einer Werkzeugmaschine mit nur einer Aufspannung. Für diese hybriden Herstellungsmethoden bietet das Softwarepaket NX von Siemens PLM Software eine Palette an CAD- und CAM-Werkzeugen.



**1** NX von Siemens PLM Software bietet in CAD und CAM eine Palette an Werkzeugen für die hybride Produktion mittels additiver Methoden und Zerspanung.

**2** NX enthält Werkzeuge für die automatische und halbautomatische Zerlegung von Teilen in Merkmale für additive und subtraktive Verfahrensdefinitionen.

**3** Simulation und Maschinenunterstützung für hybrid-additive Bearbeitungsvorgänge in NX CAM nutzen ein angereichertes Werkstückmodell.

tallpulver ohne die Verwendung eines großen Pulverbetts, indem sie einen Pulverstrahl durch eine geregelte Düse direkt in einen angeschmolzenen Bereich in der Metalloberfläche spritzt.

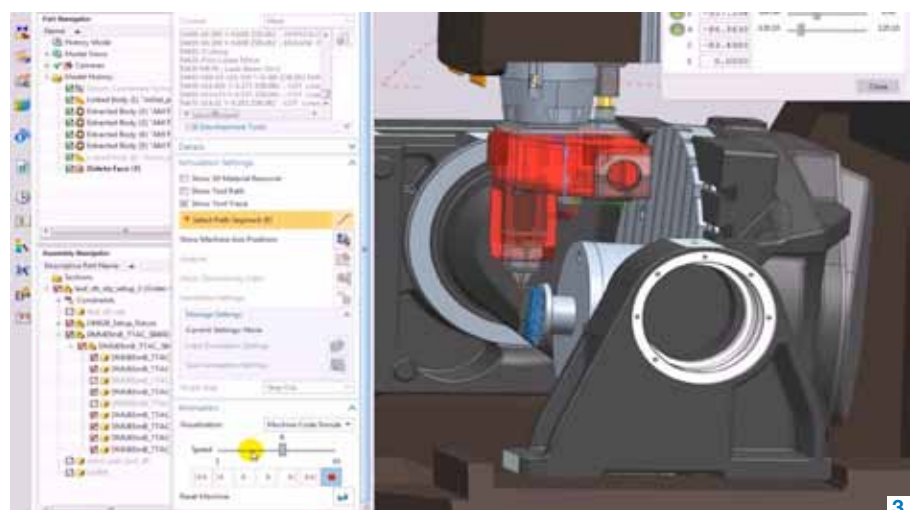
### Methodenwechsel im Materialauftrag

Dieser Schmelz-Sumpf wird durch einen in der Düse integrierten Laser erzeugt. Diese Prozessveränderung stellt einen wesentlichen Schritt in der Additiven Fertigung von Metallteilen dar, denn er eliminiert das große, schwere

Pulverbett und auch beim Schichtaufbau fallen viele Beschränkungen weg.

Dieser Pulver-Anlagerungsprozess ermöglicht das Platzieren des Materials mit dem gewünschten Aufbau exakt am gewünschten Ort (und sonst nirgends). Das erlaubt die Gestaltung von Strukturen, die mit anderen Methoden nicht zu realisieren sind, etwa Hohlräume, Stege, Waben und Gitterstrukturen, im Inneren eingebettete Komponenten oder Teile aus nicht-homogenem Material, etwa mit einem Dichteverlauf. →

Das Konzept des 3D-Drucks ist vielen bereits seit der Einführung der Stereolithographie für den Musterbau in den 1990er Jahren bekannt. In den damaligen Stereolithographie-Maschinen wurden flüssige, lichtempfindliche Polymere in einem Trog Schicht für Schicht mittels Laser ausgehärtet. Seitdem wurden mehrere unterschiedliche 3D-Druckmethoden entwickelt, einschließlich einer analogen Methode, bei der Metallpulver in einem großen, Pulverbett genannten Behälter Schicht für Schicht mittels Laser verfestigt wird. Die aktuelle Version dieser Technologie verfestigt Me-





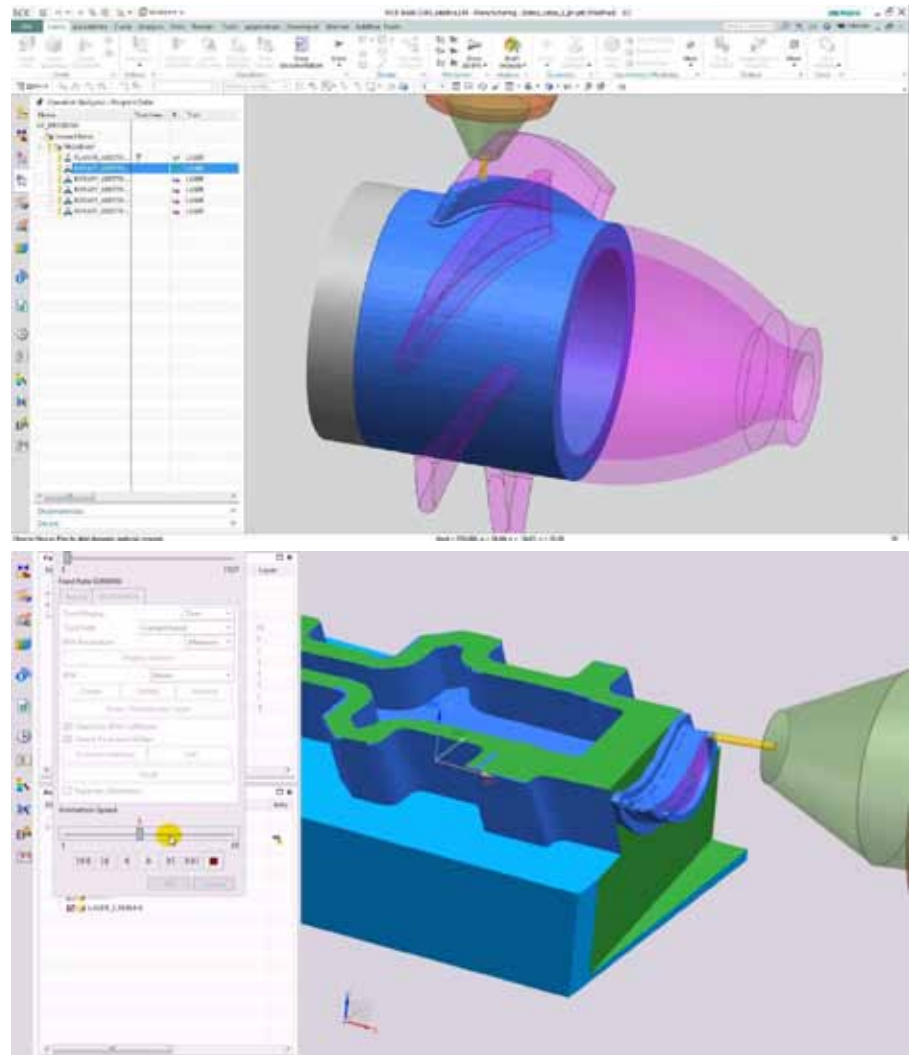
Dadurch werden Materialzusammensetzung und -platzierung zu Gestaltungsvariablen und die Entwicklung von Teilen mit definierten Leistungsmerkmalen lässt sich dramatisch verbessern. Es ist wohl nicht übertrieben zu sagen, dass diese Technologie ein Katalysator für die nächste industrielle Revolution sein wird.

## Hybride Fertigung

In einer neu entwickelten Klasse von Werkzeugmaschinen kombiniert DMG MORI die Möglichkeiten heutiger Bearbeitungszentren bezüglich Achsensteuerung und spanender Bearbeitung mit neuesten 3D-Druckmöglichkeiten im Düsen-Auftragsverfahren. Dadurch kann der Metallauftrag entlang verschiedener Achsen erfolgen und das im 3D-Druck entstandene Material kann in jeder Phase des Prozesses mit engen Toleranzen bearbeitet werden. Dabei kann die Maschine, wenn nötig, immer wieder zwischen Metallauftrag und spanender Bearbeitung wechseln. Für diese Kombination von additiver und subtraktiver Produktion wurde ein neuer Begriff geprägt: Hybrid-Additive Fertigung.

Solche Fertigungstechniken werden die Planungsverfahren für die Herstellung von Teilen revolutionieren. Durch die Möglichkeiten, komplexe Geometrien – eventuell auch mit Hohlräumen – zu schaffen und ohne umzuspannen gleich präzise zu bearbeiten, entstehen neue Teile-Klassen und mehrere Arbeitsschritte lassen sich in einen zusammenfassen.

Der Prototypenbau wird weiterhin eine Stärke additiver und hybrider Herstellungsverfahren bleiben. Durch die verbesserten Möglichkeiten neuer Laser-Sinterverfahren wird vor allem die Hybridtechnik mehr und mehr auch in der Teileproduktion Einzug halten. Zudem eröffnet die Möglichkeit, Metallauftrag und klassische Bearbeitung



**oben** Die Lösung für die Hybrid-Additive Fertigung in NX bietet eine ganze Reihe spezialisierter additiver Abläufe zum verfahrensoptimierten Aufbau unterschiedlichster Geometrien mittels planarem oder rundlaufendem Materialauftrag.

**unten** Fünffachs-Materialauftrag in NX CAM.

innerhalb einer Maschine zu kombinieren, besonders für Instandhaltung und Reparatur viele neue Möglichkeiten.

## NX Hybrid Additive Manufacturing

Unterstützung für hybrid-additive Fertigungstechnologien, bei denen additive und subtraktive Methoden im Rahmen einer klassischen Werkzeugmaschine kombiniert werden, bietet die Software NX™ von Siemens PLM Software.

Die Lösung ermöglicht mit einem quer über CAD und CAM reichenden Bündel einzigartiger Werkzeuge die Programm-entwicklung für die neuen Hybridmaschinen von DMG MORI. Sie sind in

einer speziellen Werkzeugleiste für additive Produktionsprozesse organisiert. Als Vorprozess zur Programmierung der Materialauftrags-Bahnen wird der Aufbaukörper nach möglichen Auftrags-Vektoren untersucht und aufgeteilt, um einen sequenziellen Auftrag mit so vielen Vektoren wie nötig zu erzeugen.

## Additiver Bearbeitungskatalog

NX CAM unterstützt beim virtuellen Werkstück in Bearbeitung nun sowohl additive als auch subtraktive Bearbeitungsschritte in beliebiger Reihenfolge.

■ [www.siemens.com/plm](http://www.siemens.com/plm)

## SUPPORT UND SERVICE



Wird vor Ort vollständig montiert, justiert und in Betrieb genommen (optional)



Druckberatungen und Service vor Ort (optional)

## VIELSEITIGE ANWENDUNGEN



Flexible Teilegrößen bis zu 620 x 400 x 290 mm



Vom Muster und Prototyp über Präsentationsobjekte bis hin zu funktionalen Teilen

## FLEXIBLE AUSDRUCKSWEISE



Vielzahl von verwendbaren Materialien und Werkstoffen

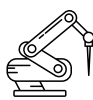


Minimale Betriebskosten durch flexible Auswahl der Materialien (keine Herstellerbindung)



72 l Druckraum (auf Wunsch auch in Sondergrößen)

## PRÄZISION SCHAFFT EINDRUCK



Hohe Druckqualität durch präzisen Maschinenbau - auch bei hohen Geschwindigkeiten



1000 Watt beheiztes Druckbett verringert den Ausschuss und erhöht die Druckqualität



Schichtstärke ab 0,05 mm, xy-Positioniergenauigkeit bis zu 0,1 mm



Industrielle Steuerung inkl. Fernwartung

## DER HAGE3D 72L ÜBERZEUGT BEREITS

Automotive, Aircraft, Architektur, Hochschulen, Lohnfertigung und Medizintechnik

## MEHR FREIRAUM FÜR BESCHLEUNIGTE PROZESSE

Die stabilen HAGE3D-Drucklösungen für hochdynamische FDM Rapid Prototyping Prozesse (Schmelzschichtverfahren), versprechen Detailgenauigkeit und höchste Präzision. Eine Spezialthermoplatte für Teile bis zu 620 x 400 mm Querschnittsfläche und einer Höhe von 290 mm, ein faires Preis-Leistungsverhältnis sowie über 30 Jahre Erfahrung im Maschinenbau, machen den HAGE3D 72L zu dem was er ist: höchst präzise und made in Austria.

HAGE Sondermaschinenbau GmbH & CoKG  
Hauptstraße 52e, 8742 Obdach, Austria  
fon +43(0) 3578 2209 0, fax +43(0) 3578 2209 16  
office@hage.at

[www.hage3d.com](http://www.hage3d.com)

HAGE

HAGE  
3D

# DIE NEUE DIMENSION HAGE3D 72L

3D





Der ProJet® 4500 von 3D Systems verbindet die Ausdruckstärke von leuchtenden Farben mit der Langlebigkeit von Kunststoff.

# Von der Idee bis zum fertigen Produkt

Die Coffee GmbH kann bereits auf eine lange Unternehmensgeschichte zurückblicken. 1996 wurde Daniel Held auf die CAD-Software von SolidWorks aufmerksam und entschied sich, die Weichen für den Verkauf der Lizenzen in Deutschland zu stellen. Damit gilt die Coffee GmbH als SolidWorks-Händler der ersten Stunde.

Seit der Firmengründung hat sich der Markt stetig verändert. In den 1990er-Jahren galt es noch, die Unternehmen von den Vorteilen von 3D-CAD-Software zu überzeugen – heute ist diese Standard. Mit den Kunden und deren Anforderungen haben sich auch die Ansprüche von Coffee verändert: Man wollte den Anwendern nicht mehr nur CAD-Software bieten, sondern eine leistungsstarke Lösung für die gesamte Prozesskette: von der Konzeption über Entwicklung, Simulation, Daten- und Dokumentenmanagement bis hin zur Fertigung. Aus diesem Grund hat sich Coffee vergrößert und den SolidWorks-Händler work@solution im Süden Deutschlands übernommen.

Außerdem wurden neue Fachkräfte und Spezialisten eingestellt, um die Lösungspalette und das Service-Angebot zu erweitern. 2013 wurde Coffee Vertriebspartner von SolidCAM und gab damit den Kunden nicht nur eine Lösung für die Konstruktion, sondern auch für die Fertigung an die Hand.

Im Zuge der Angebotserweiterung wurde auch den Kunden eine Stimme gegeben. In einer Umfrage hat man ermittelt, an welchen Produkten und Lösungen besonderes Interesse besteht. Bei der Auswertung hat sich ganz klar der Wunsch nach 3D-Druckern herauskristallisiert. Es ist mittlerweile deutlich, dass der 3D-

Druck aufgrund eines hohen Einsparpotenzials und völlig neuen Konstruktionsmöglichkeiten die industrielle Fertigung nachhaltig verändern wird. Daher ist man dem Wunsch gerne nachgekommen und hat sich mit 3D Systems einen Pionier der additiven Fertigungsverfahren ins Boot geholt.

## Ganzheitliche Lösung für Fertigung und Entwicklung

Als autorisierter Reseller hat Coffee eine neue Geschäftseinheit aufgebaut und vertreibt das gesamte Portfolio von 3D Systems. Dazu gehören Maschinen (3D-Drucker, 3D-Scanner), die





Der Mark One von MarkForged druckt Verbundwerkstoffe aus Endlofasern und erreicht damit ein besseres Festigkeits-Gewichts-Verhältnis als 6061-T6 Aluminium.



entsprechende Software sowie nötige Betriebsmittel (3D-Druckmaterial) und die entsprechenden Dienstleistungen im Serviceumfeld. Ziel der Kooperation ist es, SolidWorks-Bestandskunden und -Interessenten mit einem ganzheitlichen Ansatz anzusprechen. Die All-in-One-Lösung im Product Lifecycle Management

deckt den gesamten Produktentstehungsprozess ab: von der Entwicklung und Konstruktion mit SolidWorks, über die schnelle und kostengünstige Prototypenerstellung als auch die Fertigung von Kleinserien mit 3D-Druckern von 3D Systems bis hin zur Produktion und Fertigung mit SolidCAM. Daniel Held

betont: „Das optimale Zusammenspiel der Software- und Hardware-Lösungen schafft ideale Voraussetzungen für die schnelle Markteinführung von innovativen Produkten.“

Dieser Ansatz wird konsequent weiterverfolgt, was sich auch in der 2015 geschlossenen Partnerschaft mit MarkForged widerspiegelt. Das amerikanische Unternehmen produziert den weltweit einzigen Kohlefaser-3D-Drucker, der Verbundwerkstoffe drucken kann und damit eine enorme Teilefestigkeit erreicht. Holger Arenz, ebenfalls Geschäftsführer der Coffee GmbH, unterstreicht: „Wir werden auch in Zukunft im Sinne unserer Kunden auf neue, innovative Produkte und Lösungen setzen. Gerade der Bereich der 3D-Druck-Technologien zeigt, dass sich der Markt und die Arbeitsweise stetig verändern. Diese Veränderungen wollen wir auch künftig gerne mittragen.“



Die beiden Geschäftsführer der Coffee GmbH: Daniel Held (li.) und Holger Arenz (re.).

■ [www.coffee.de](http://www.coffee.de)

Effekte durch Variation der Laserleistung am Beispiel des Kabinenhalter „Bracket“ des Airbus A350 XWB der Airbus Operations GmbH: Der Defekt ist optisch nicht erkennbar, wird aber durch die Prozessdaten von QMmeltpool 3D erschlossen (links das Bauteil mit Standard-Leistung, rechts das Bauteil mit geringer Laserleistung).

„3D-Landkarte“ von additiven Bauteilen bis auf den  $\mu\text{m}$ -Bereich genau in Echtzeit:

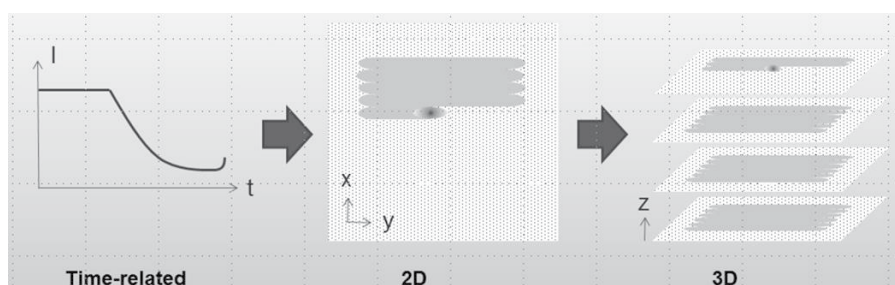
# Qualitätssicherung mit QMmeltpool 3D

Aktive Qualitätssicherung zählt zu den wichtigsten Forderungen von Anwendern Additiver Fertigung. Die Überwachung von Kenndaten einer Laserschmelzanlage hinsichtlich Sauerstoffgehalt, Temperatur, Laserleistung und Pulverqualität zählt heute zu den Standards. Allerdings ist eine umfassende Aussage über die Güte des Bauteils auf Grundlage dieser Anlagenparameter nicht zu treffen. Mit In-situ-Prozessüberwachungssystemen auf Basis eines On-axis-Systems ist es jedoch möglich, Hinweise auf Defekte während des Bauteilaufbaus zu erhalten. Concept Laser, Pionier des LaserCUSING, stellt nun ein Tool für die positionsbezogene Echtzeitüberwachung und dreidimensionale Visualisierung vor. Der nächste Qualitätslevel mit QMmeltpool 3D wird ab 2016 für die Anlagen M1 cusing und M2 cusing zur Verfügung stehen.

Die In-situ-Prozessüberwachung zählt zu den strategischen Technologiefeldern von Concept Laser, welche der

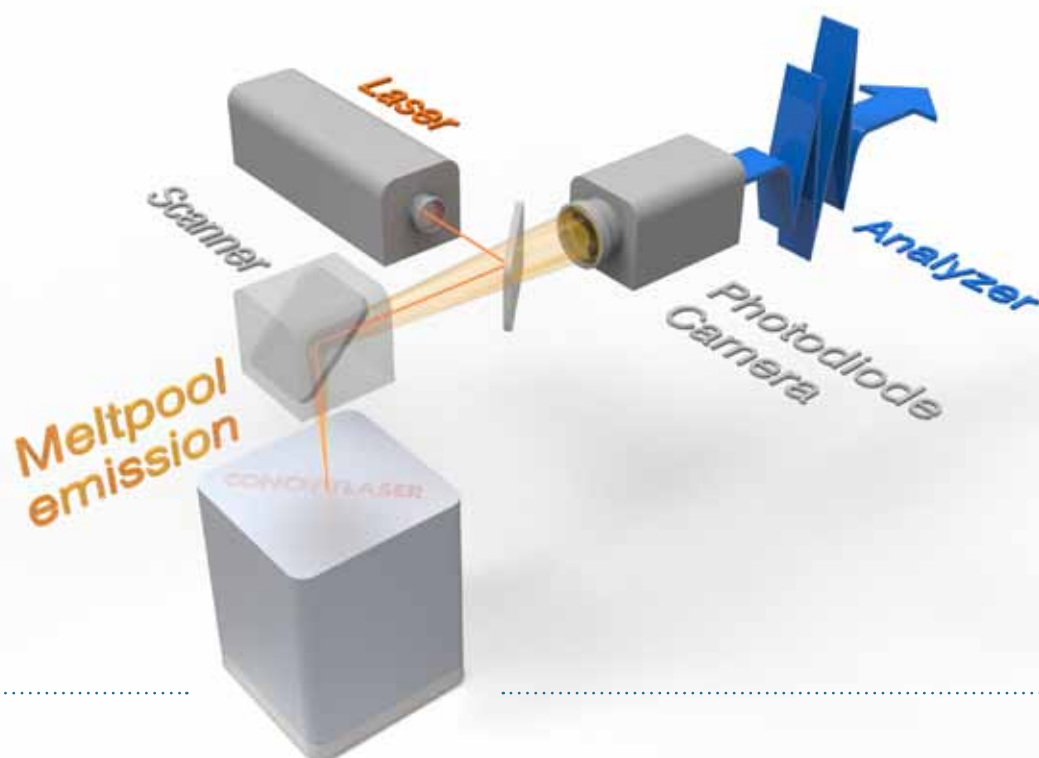
Anlagenbauer nun um das QMmeltpool 3D zur dreidimensionalen Echtzeitüberwachung erweitert. Das Laser-

CUSING-Verfahren ist aufgrund hoher Scan-Geschwindigkeiten und hoher Laserleistungen ein sehr dynamischer Prozess, welcher durch verschiedenste Prozessfaktoren beeinflusst wird. In anspruchsvollen Branchen, wie z. B. Medizintechnik, Automotive sowie Luft- und Raumfahrt, gelten strikte



Aus QMmeltpool wird QMmeltpool 3D: Positionsbezogene Analyse des Entstehungsprozesses jedes Bauteils – lokale Effekte werden beim Bauteilaufbau erkannt.

In-situ-Überwachung des Schmelzbades mit QMmeltpool 3D: Eine Photodiode und eine Kamera überwachen koaxial durch die Optik des Lasers positionsgenau das Schmelzbad hinsichtlich Fläche und Intensität.



Sicherheits- und hohe Qualitätsanforderungen. QMmeltpool 3D liefert in Echtzeit qualitätsrelevante Daten zur Prozessüberwachung und -dokumentation. Das System erfasst positionsbezogene Charakteristika des Schmelzbades während der Entstehung des Bauteils. Diese Daten können in einer dreidimensionalen Landkarte visualisiert und vom Anwender analysiert werden. Nach Auskunft des Herstellers ist das Analyse-Tool mit der HD-Auflösung der Computer-Tomografie (CT) vergleichbar.

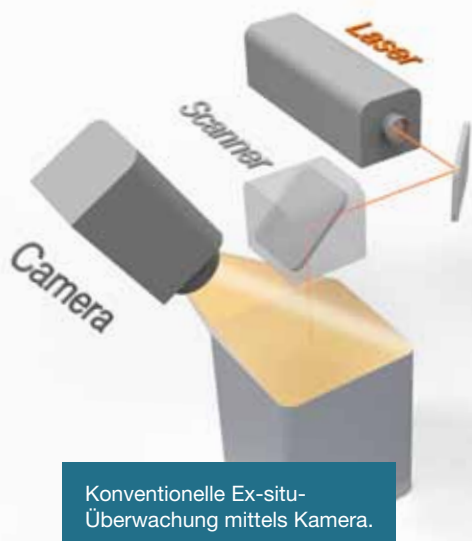
### Schmelzbadfläche und Schmelzbadintensität

Das QMmeltpool-System detektiert Schmelzbademissionen, welche während des Aufschmelzvorgangs in Form von Strahlung im infraroten Bereich entstehen, mit koaxialen Sensoren. Der koaxiale Aufbau ermöglicht die Beschränkung auf eine kleine „Region of Interest“ mit einer hohen lokalen Auflösung bei großen Abtaststraten (je nach Detektortyp bis zu 50 kHz). Diese Schmelzbadüberwachung ermittelt zwei Kenngrößen: die Schmelzbadfläche und die Schmelzbadintensität. Diese Kenngrößen können entsprechenden Prozessfehlern zugeordnet werden. Zum Beispiel kann eine geringe Schmelzbadintensität auf eine zu geringe Laserleistung oder eine zu hohe Scan-Geschwindigkeit, d. h. einen zu geringen Energieeintrag, hinweisen. Änderungen in der Fläche des Schmelzbades können außerdem ein Hinweis auf eine Variation des Sauerstoffgehaltes in der Prozesskammer sein. Da die Bauteilgeometrie ebenfalls Auswirkungen auf die thermischen Verhältnisse im Prozess hat, sind Referenzproben sowie ein hohes Maß an Prozessverständnis notwendig, um die Veränderung der Daten während des Prozesses richtig zu deuten und

zu analysieren. In einer 2D-Schmelzbadüberwachung werden die Signale als Mittelwerte pro Bauteil und pro Schicht geliefert. Diese 2D-Sichtweise ermöglicht eine eingeschränkte Interpretation lokaler Fehlerstellen.

### Aus QMmeltpool wird QMmeltpool 3D

Die bisherige, zeitbezogene 2D-Überwachung des Bauprozesses wird zur positionsbezogenen 3D-Landkarte. Statt ausschließlich zeitbezogener Daten liefert das System nun, der Computer-Tomografie (CT) vergleichbar, zusätzlich positionsbezogene Signale zur eindeutigen Zuordnung. Diese Signale ermöglichen die Generierung von 3D-Datensätzen des Bauteils bzw. dessen Aufbaus. Damit entsteht eine sehr genaue 3D-Landkarte des Bauteils. Im Detail bedeutet dies die Ermittlung charakteristischer Eigenschaften des Schmelzbades. Dazu zählt die Fläche und Intensität des Schmelzbades, welche mittels zweier Detektoren, Kamera und Photodiode, mit hoher örtlicher und zeitlicher Auflösung untersucht werden kann. Im Anschluss werden diese Signale mit den entsprechenden Positionsdaten des Lasers korreliert. Dieser Abgleich ist der eigentliche Clou von QMmeltpool 3D: Schmelzbad- ➔



Konventionelle Ex-situ-Überwachung mittels Kamera.



signale, wie Schmelzbadfläche und Schmelzbadintensität, können so direkt nach dem Abschluss des Bauprozesses dreidimensional visualisiert und ausgewertet werden. Der Anwender kann den Entstehungsprozess jedes Bauteils positionsbezogen nachvollziehen. Lokale Effekte beim Bauteilaufbau kann er nun besser erkennen und analysieren.

### Auf den Punkt genau mit dem On-axis-Ansatz

Der neue Ansatz basiert auf einer Erweiterung der 2D-Inspektion in den 3D-Raum, mit einer koordinatenbezogenen Datenerfassung der Schmelzbadwerte. Zur Beurteilung der neuen Methode von QMmeltpool 3D kann man sich die aktuellen QS-Ansätze am Markt anschauen. Klassische Off-axis-Inspektionen weisen eine geringere Auflösung und eine niedrigere Erfassungsrate auf. Zum Einsatz kommt beispielsweise eine infrarot-sensitive Kamera, welche außerhalb der Prozesskammer – also Ex-situ – positioniert ist. Vorteil dieser Ex-situ-Lösung ist die einfache Systemintegration von Anlage und Kamerasystem.

Ein Off-axis-Aufbau ermöglicht Aussagen über das gesamtheitliche Aufschmelz- und Abkühlverhalten. Eine detaillierte Aussage über das Schmelzbad ist jedoch nicht ableitbar. Der On-axis-/In-situ-Aufbau beruht auf einer koaxialen Anordnung der Detektoren. Als Detektoren kommen eine Kamera und eine Photodiode zum Einsatz, die dieselbe Optik nutzen, wie der Laser. Diese koaxiale Integration ermöglicht eine hohe koordinatenbezogene 3D-Auflösung von 35 µm. Die Erkennungsrate ergibt sich aus der Scan-Geschwindigkeit. Liegt diese bei 1.000 mm/s so ergibt sich 100 µm, also die Distanz, für die je eine Aufnahme erzeugt wird. Bei 2.000 mm/s liegt der Wert bei 200 µm. Die Abtastrate der Kamera gibt Concept Laser mit >10 kHz und 50 kHz für die Photodiode an. Die koaxiale Anordnung hat den Vor-



teil, dass die Schmelzbademissionen stets auf einen Punkt der Detektoren fokussiert, der Bildausschnitt verkleinert und somit auch die Abtastrate erhöht werden können. Eine detaillierte Analyse der Schmelzbadcharakteristika ist so möglich.

### Mögliche Fehlerquellen beim Laserschmelzen

Defekte, welche beim Laserschmelzen entstehen, sind auf verschiedene Einflussfaktoren zurückzuführen: Beispiele sind Scan-Geschwindigkeit oder Laserleistung. Prozessfehler können zum Beispiel durch zu geringe oder zu große Scan-Geschwindigkeiten entstehen, die einen zu großen oder zu geringen Energieeintrag auslösen. Ein zu geringer Energieeintrag im Pulverbett führt z. B. zu nicht aufgeschmolzenem Pulver in Form von unregelmäßig geformten Poren. Ist der Energieeintrag zu hoch, können Gasinkclusionen entstehen, welche regelmäßig runde geformte Poren in Schliffbildern aufweisen.

Auch der Prozessgasstrom, der Werkstoff und viele weitere Faktoren können Einfluss auf Prozess und Bauteilgüte nehmen. In-situ-Überwachungssysteme können, dank hoher Auflösung und Abtastraten (je nach Scan-Geschwindigkeit alle 0,1 mm), Prozesscharakteristika in Echtzeit detektieren. In-situ-

Überwachungssysteme liefern deshalb einen wichtigen Beitrag, um Prozessfehler frühzeitig zu erkennen und zukünftig zu vermeiden. Es ist für den Anwender ein Werkzeug zur Optimierung des Prozesses.

### Möglichkeiten und Grenzen

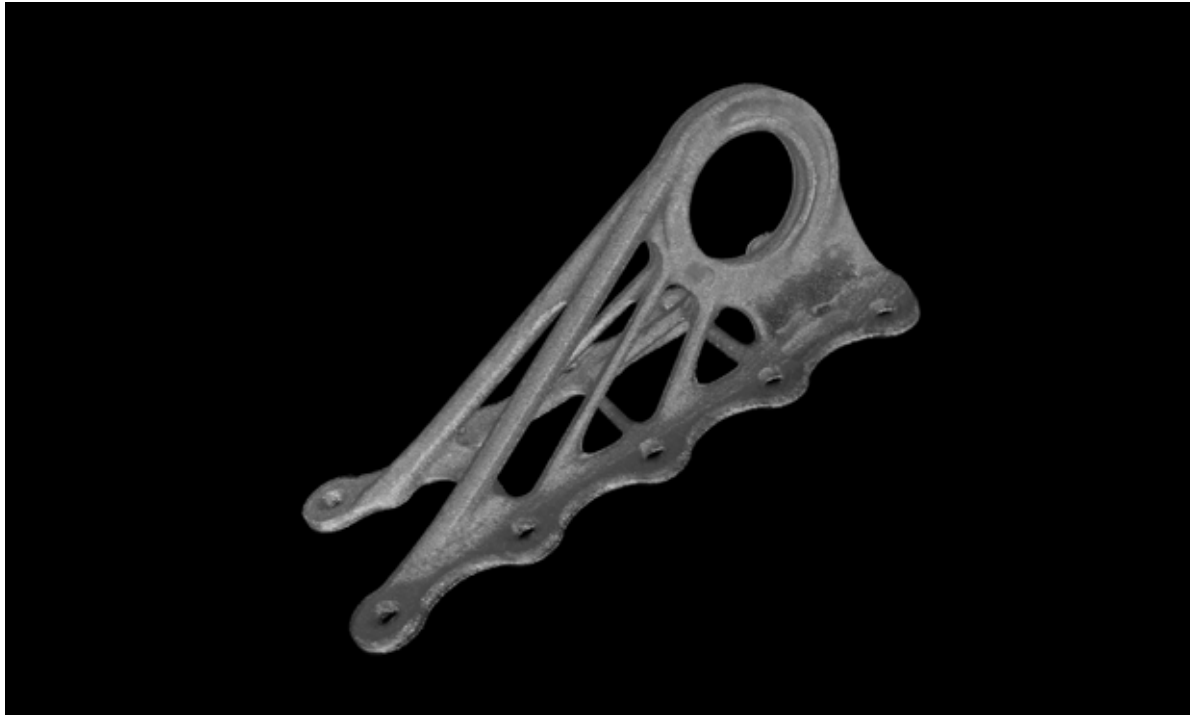
Den QS-Aufwand minimieren und Zeitvorteile nutzen, sind die Effekte von QMmeltpool 3D. QMmeltpool 3D kann lokale Hinweise auf fehlerhafte Stellen im Bauteil liefern. Nachgelagerte Prüfungen und Tests könnten somit minimiert werden. Zudem stehen die Daten unmittelbar nach Bauprozess zur Verfügung, sodass sich auch Einsparungen in zeitlicher Hinsicht ergeben. Eine Fehlerbehebung während des Bauprozesses ist durch QMmeltpool 3D nicht möglich. Aufgrund der Vielzahl der Einflussfaktoren, die Fehler im Bauprozess bzw. am Bauteil bedingen können und der hohen Dynamik des Prozesses, stellt die Entwicklung eines selbstkorrigierenden Regelkreises eine große Herausforderung dar.

### Ausblick

Der praktische Mehrwert der dreidimensionalen Visualisierung mit QMmeltpool 3D ist aber nicht nur ein originäres Mittel zur aktiven Qualitätssicherung. In Fertigung und Pro-

**links** Darstellung QMmeltpool 3D (Kabinenhalter „Bracket“ des Airbus A350 XWB der Airbus Operations GmbH mit Standard-Leistung).

**rechts** Darstellung QMmeltpool 3D (Kabinenhalter „Bracket“ des Airbus A350 XWB der Airbus Operations GmbH mit reduzierter Laserleistung).



zessentwicklung können Bauteiljobs durch iterative Variation der Parameter optimiert werden. Es können Supportstrukturen angepasst und vor allem die vorgelagerte Bauteilkonstruktion

fertigungsgerechter ausgelegt werden. Nicht zuletzt bieten sich neue Möglichkeiten in der Materialforschung und der Validierung von Werkstoffen. Im Jahr 2016 soll das Qualitätsmodul für

die Anlagen M1 cusing und M2 cusing zur Verfügung stehen.

■ [www.concept-laser.de](http://www.concept-laser.de)  
Messe formnext: Halle 3.1, Stand E40

# ADDITIVE MANUFACTURING RAPID PROTOTYPING GREIFSYSTEME ENGINEERING

## WE LOVE TO INNOVATE YOU.

Wandel ist Bewegung ist Zukunft. Und Innovationen sind der Motor, um im Wettbewerb bestehen zu können, der sich permanent kosten- und designdruckvoll auf die Modell- bzw. Produktpolitik auswirkt. Mit leistungsfähiger System- und Partnerkompetenz unterstützen wir Sie vom Erfolg der Gegenwart zum Erfolg der Zukunft.

[www.visiotech-gmbh.de](http://www.visiotech-gmbh.de)

Abbildung: Design – Stephan Henrich für VISIOTECH



Weiterführende  
Informationen



Beispielteile der additiven  
Fertigungstechnologie Lasersintern.



# SpaceClaim – Datendrehscheibe für 3D-Druck

Längst sind es nicht mehr nur Prototypen, die sich mit Additiver Fertigung schnell und detailgetreu herstellen lassen. Mit umfassendem Know-how über die neue Technologie des Lasersinterns produziert Formrise in Töging am Inn (D) als einer von wenigen Anbietern bereits Kleinserien technischer Teile für zahlreiche Branchen der Industrie. Das 3D-CAD-System SpaceClaim hat sich dabei als perfektes Werkzeug zur Übernahme, Aufbereitung, Konstruktion und Abänderung von 3D-Modellen für die Fertigung erwiesen.

*Autor: Dr. Thomas Tosse / Freier Redakteur*

Bei der additiven Fertigungstechnologie Lasersintern wird durch das Ablagern von Material auf Basis von digitalen 3D-Konstruktionsdaten schichtweise ein Werkstück aufgebaut. „Diese Art des „3D-Druckes“ liefert sehr genaue, mechanisch hoch belastbare und für den Serieneinsatz geeignete Bauteile“, erklärt Peter Spitzwieser, Inhaber und Geschäftsführer der Formrise GmbH.

Vierzehn Jahre lang hat er Industriekunden beraten, die mit Anlagen zum Lasersintern spezielle Fertigungsaufgaben wirtschaftlich lösen wollten. Selbst ohne das Geschäft mit schnellen Prototypen

gibt es dafür seiner Meinung nach ein großes Marktpotenzial. „Doch nur bei jedem zehnten möglichen Anwender fand ich genügend Substanz zur Auslastung eigener Produktionseinrichtungen“, berichtet der gelernte Werkzeugmacher. Heute kümmert er sich um die restlichen neuen Bedarfsfälle.

Seine 2014 mit dem Partner Robert Razavi gegründete Formrise GmbH unterstützt Unternehmen in allen Bereichen der Industrie mit Dienstleistungen rund um die neue Technologie 3D-Druck: Spezifische Bauteilentwicklung, Anwendungsberatung und Konstruktionswork-

shops für die verschiedenen Verfahren gehören dazu – doch im Zentrum steht die Serienfertigung von Kunststoffteilen im Lasersintern.

## Kleinserien für zahlreiche Branchen

In der Fertigungshalle arbeitet eine FORMIGA P 110, ein flexibles und hochproduktives System für eine wirtschaftliche Kleinserienproduktion von individualisierten Produkten mit komplexen Geometrien. Eine weitere, größere EOS P 396 erlaubt die hochproduktive Fertigung von Serienbauteilen in einem Bauraum von 300 x 300 x 600 mm.





Schnelle Möglichkeit zum 3D-Druck: Lasersintern an der EOS P110 Lasersinter-Maschine mit hoher Festigkeit und Qualität – größere Serien entstehen bei Formrise auf der neuen EOS P396 in höchster Präzision.

### Wissenswertes zu SpaceClaim

SpaceClaim entwickelt die leistungsfähige 3D-Direktmodellierungs-Software SpaceClaim Engineer für Maschinenbau und Fertigung. SpaceClaims mehrfach ausgezeichnete Software ist einfach zu erlernen und zu bedienen und komplett CAD-neutral. Sie ermöglicht Ingenieuren und anderen Maschinenbau-fachleuten, neue Konstruktionen rasch zu erstellen oder vorhandene 2D- und 3D-Geometrien zu ändern und zu bearbeiten – das gelingt ohne die Komplexität herkömmlicher CAD-Systeme.

[www.spaceclaim.com/de](http://www.spaceclaim.com/de)

Ebenso lassen sich Ersatzteile, Funktionsprototypen oder Modelle herstellen.

Im Produktionsverfahren wird eine dünne Schicht des Pulverwerkstoffs auf die Bauplattform aufgetragen. Ein Hochleistungslaser schmilzt das Pulver exakt an den Stellen auf, welche die computergenerierten Bauteil-Konstruktionsdaten vorgeben. Danach senkt sich die Fertigungsplattform um eine Schichtstärke zwischen 40 und 150 µm ab. Dann folgt der nächste Pulverauftrag. Der Werkstoff wird erneut aufgetragen und verbindet sich an den definierten Stellen mit der darunterliegenden Schicht. Dadurch lassen sich innenliegende Strukturen und Hinterschnidungen ebenso wie ineinander verschachtelte, unterschiedliche Bauteile in einem Arbeitsgang fertigen.

### Fremde 3D-Modelle als Ausgangsbasis

Die wirtschaftlichen Vorteile ergeben sich meist daraus, dass die Bauteile ohne Zwischenschritte und Werkzeuge direkt aus 3D-CAD-Modellen entstehen. „Dazu muss man wissen, wie man ein solches Bauteil aufbaut“, sagt Peter Spitzwieser. „Es gibt für diese junge Technologie noch keine Konstruktions- oder Fertigungsgrundlagen.“

Einerseits vermittelt Formrise den potenziellen Kunden dieses Wissen in Beratungen und Workshops. Andererseits können diese auch auf Dienstleistungen des Unternehmens zurückgreifen. „Größere Konstruktions- →

# JELL



[www.jell-werkzeugelemente.de](http://www.jell-werkzeugelemente.de) / Ansprechpartner: Gregor Jell

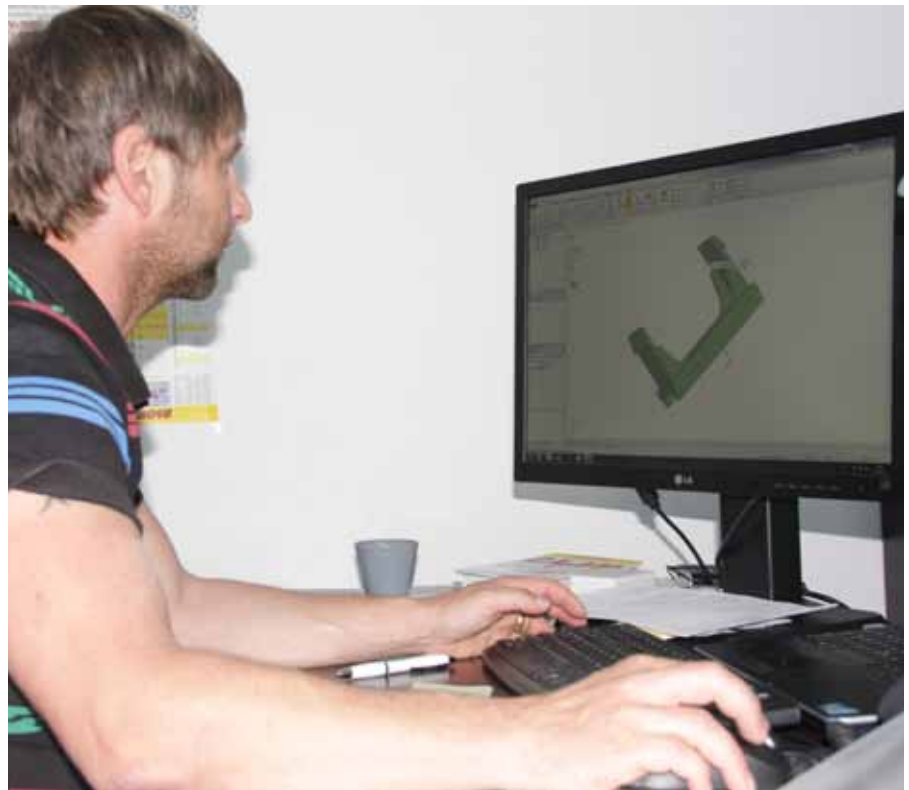
In wenigen Schritten wird eine Klammer in SpaceClaim modelliert – und anschließend vom Modell weg produziert.

arbeiten vergeben wir an freiberufliche Mitarbeiter“, so der Geschäftsführer und Formrise-Inhaber. „Kleinere Nachzeichnungen oder Entwicklungen erledigen wir selbst.“

Das ideale 3D-CAD-System für diese Aufgaben hat Peter Spitzwieser durch Zufall auf einer Messe entdeckt. Wolfgang Geist, Geschäftsführer des Vertriebspartners Conweb, hat ihm dort die Möglichkeiten der amerikanischen Software SpaceClaim vorgeführt. Das umfangreiche System ermöglicht direkte Beeinflussungen der Geometrie, ohne Rücksicht auf Strukturbaum oder Konstruktionshistorie. „Mit einfachem Modellieren kann ich meine technischen Vorstellungen sofort umsetzen“, sagt Spitzwieser. „Gegenüber klassischem CAD bedeutet dies einen großen Vorteil.“ Die Investition betrug nur etwa ein Drittel der veranschlagten Summe für einen CAD-Arbeitsplatz – und dazu gab es eine doppelte Lizenz: „Durch die Home-Lizenz von SpaceClaim kann ich auch zu Hause an meinen Projekten arbeiten, ohne jedes Mal den Software-Dongle abziehen zu müssen.“ Ohne CAD-spezifische Vorkenntnisse konnte sich der gelernte Werkzeugbauer anhand von Online-Tutorials selbst mit dem System vertraut machen.

### Einfaches Arbeiten – hohe Produktivität

In der Regel liefern die Kunden ihre Daten in IGES- oder STEP-Formaten an – doch auch Parasolid-Dateien lassen sich problemlos und vollständig importieren. Dann beginnt die Detailarbeit: Die Bauteile werden optimal platziert, Toleranzen und Oberflächen überprüft, Radien angepasst, Offsets angebracht. Die Modelle müssen eben auf das Lasersintern vorbereitet werden, damit das Ergebnis stimmt. Kleine Veränderungen können signifikante Verbesserungen hinsichtlich Festigkeit, Formtreue und Funktion mit sich bringen. „Für alle diese Änderungen finde ich in SpaceClaim die richtigen Werkzeuge, die ich sofort auf die Geometrie anwenden kann“, berichtet Peter Spitzwieser. Nur in Ausnahme-



fällen – etwa wenn Ersatzteile gefertigt werden müssen, für die es noch kein 3D-Modell gibt – erstellt er die Konstruktion. Dazu gibt es zahlreiche verschiedene Möglichkeiten, die schnell zu den gewünschten Ergebnissen führen. „Das Programm ist perfekt, wenn man nur etwas ändern möchte. Doch genauso einfach ist es, neue Modelle ohne Strukturbaum zu erstellen.“ Wenn die vorbereitenden Änderungen abgeschlossen sind, werden die Modelle in STL-Daten umgewandelt und abgespeichert. Damit werden die Schichten definiert, welche die Anlagen auftragen müssen. Auch für SLT-Dateien gibt es weitere Beeinflussungsmöglichkeiten wie Skalieren, Modellieren oder Schneiden.

### Solides Geschäftsmodell

Obwohl die üblichen Zeichnungsfunktionen nicht oft benötigt werden, bringt es Vorteile, ein umfangreiches und vollwertiges 2D/3D-System wie SpaceClaim im Haus zu haben. So lassen sich schnell einmal Bohrschablonen von einem Modell ableiten oder fertigungsbedingte Änderungen dokumentieren, während die Maschinen das Modell bereits herstellen. Diese arbeiten in Nachtschicht und am Wochenende – es spielt keine große Rolle, wann die Teile entnommen und von dem restlichen Material befreit

werden. Dies wird übrigens vollständig gesammelt und mit neuem Pulver vermischt bei der nächsten Produktion wiederverwendet. Peter Spitzwieser ist sicher: „Das macht Lasersintern zu einem wirtschaftlichen Fertigungsprozess. Der bietet konstruktive Freiheiten, die mit anderen Fertigungsverfahren nicht möglich sind. SpaceClaim ist das richtige System, um diese Freiheiten auszuschöpfen.“

■ [www.spaceclaim.com](http://www.spaceclaim.com)

### Anwender

Formrise liefert nach eigenen Angaben das perfekte technische Prototypenbauteil, Messemmodell oder Anschauungsobjekt mit allen erforderlichen Nachbearbeitungsschritten. Neben Lasersinterteilen können per 3D-Druck oder stereolithografisch hergestellte Bauteile angeboten werden.

**Formrise GmbH**  
Werkstraße 13  
D-84513 Töging am Inn  
Tel. +49 8631-394-420  
[www.formrise.com](http://www.formrise.com)

.aerospace

# CONCEPTLASER

## MASCHINENLÖSUNGEN FÜR DEN 3D-METALLDRUCK



DEUTSCHER ZUKUNFTSPREIS  
Preis des Bundespräsidenten  
für Technik und Innovation

2015 nominiert



Quelle: Airbus Operations GmbH  
Photos: finamedia.de  
Machine design: newkon.info  
Artwork: brandnew-design.de

[www.concept-laser.de](http://www.concept-laser.de)

**Concept Laser GmbH** An der Zeil 8 | D 96215 Lichtenfels  
T: +49(0)95 71.1679 200 | F: +49(0)95 71.1679 299 | [info@concept-laser.de](mailto:info@concept-laser.de)



Das Video zum Bericht



575 Teilnehmer zählte der Nafems World Congress in diesem Jahr.

## Über Nafems

Nafems ist eine internationale Non-Profit-Organisation mit dem Ziel, durch die Organisation von Kongressen, Seminaren und Kursen die Bereiche numerische Simulation und technische Berechnung zu fördern. Die Organisation wurde 1983 gegründet und setzt sich aus Firmenmitgliedern zusammen, die sich in Arbeitsgruppen, Regionalverbänden und Fachgruppen organisieren. Die Nafems bietet dazu den organisatorischen Überbau und ermöglicht ihren Mitgliedern Zugang zu umfangreicher Literatur, Fachseminaren und Foren.

■ [www.nafems.org](http://www.nafems.org)

# Numerische Simulation begegnet Additiver Fertigung

Auf dem Nafems World Congress 2015 (NWC) in San Diego (USA) trafen sich dieses Jahr 575 Berechnungsingenieure und Spezialisten, um sich über die aktuellen Entwicklungen im Bereich der numerischen Simulation auszutauschen. Die Additive Fertigung war auch in diesem Kreis ein wichtiges Thema.

*Autor: Georg Schöpf / x-technik*

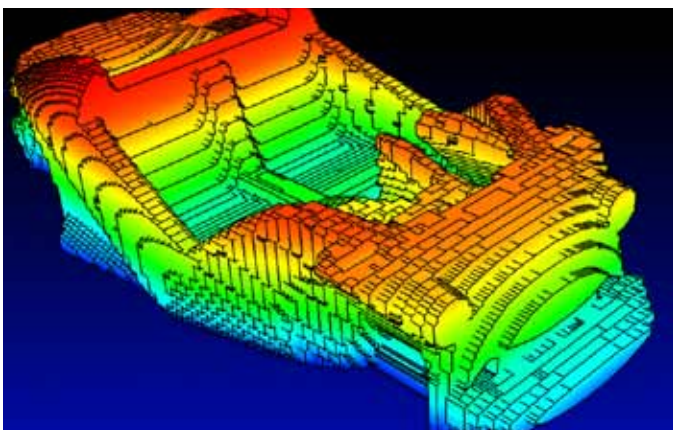
Vom 21. bis 24. Juni dieses Jahres fand der Nafems World Congress statt. Auf der Veranstaltung, die nur alle zwei Jahre abgehalten wird, treffen sich Berechnungsingenieure aus aller Welt, um sich über die neuesten Entwicklungen im Bereich der numerischen Simulation zu informieren. Geprägt von Vorträgen, Workshops und Fachgruppenmeetings ist es eine Plattform, auf der alle Disziplinen der technischen Simulation vertreten sind. Erstmals in diesem Jahr war auch das Thema Additive Fertigung durch eine Session-Reihe vertreten. Referenten aus unterschiedlichsten Firmen

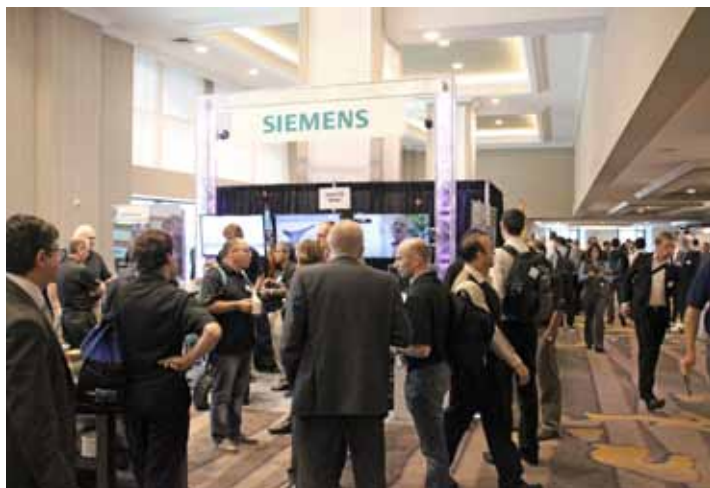
und Fachgebieten sprachen über ihre Erfahrungen mit additiv gefertigten Teilen, oder die durch diese Verfahren entstehenden Anforderungen. Schwerpunktbereiche, aus denen die Referenten zum Thema Additive Fertigung kamen, waren Luftfahrt, Automobilbau und Medizintechnik.

Konkrete Themen waren dabei zum Beispiel die „Strategie für die Validierung der mechanischen Belastbarkeit von additiv verarbeiteten High-Performance-Materialien“ oder „Varianz in den mechanischen Eigenschaften von ABS-Teilen, die im FDM-

Verfahren hergestellt wurden“, aber auch „Möglichkeiten und Herausforderungen im Design in der Additiven Fertigung“, um nur einige zu nennen. Das Spektrum der vorgestellten Themen erstreckte sich von der Simulation der Verarbeitung selbst, bis hin zur Berechnung und Optimierung additiv hergestellter Bauteile.

Im Rahmen des NWC wurden aber auch sämtliche anderen Bereiche der numerischen Simulation betrachtet. Angefangen von strukturmekanischen Themen, über hochspezialisierte Anwendungsbereiche





**links** In der begleitenden Ausstellung konnten sich die Teilnehmer über aktuelle Entwicklungen und Trends bei Hard- und Softwareherstellern informieren.

**rechts** Georg Schöpf im Gespräch mit Tim Morris (re.), CEO der Nafems Inc.

in der Themodynamik, Strömung, Crash, Fatigue u.v.m., bis hin zu elektromagnetischen Aufgabenstellungen und Mehrkörpersimulation fanden sämtliche Disziplinen der technischen Berechnung ihr Forum.

### Materialmodelle immens wichtig

Quintessenz aus den meisten Vorträgen zur Additiven Fertigung war das Thema Materialien und Materialmodelle. Einstimmig gaben die Berechnungsingenieure zu verstehen, dass valide und möglichst genaue Materialmodelle notwendig sind, um zuverlässige Aussagen über die mechanischen Eigenschaften additiv gefertigter Bauteile treffen zu können. „Die Schwierigkeit besteht darin, dass sich die Materialien je nach Verarbeitungsparameter unterschiedlich verhalten. Außerdem sind die Materialeigenschaften je nach Ausrichtung im Bauraum unterschiedlich“, erklärt beispielsweise Walter Schmidt, Senior Manager Modeling & Simulation von Stryker Orthopaedics (USA). Er arbeitet an der Entwicklung additiv gefertigter Hüftgelenksprothesen.

### Materialeigenschaften abhängig vom Bauprozess

„Wir lernen gerade erst zu verstehen, wie sich die Materialien abhängig von der Fertigungsmethode verhalten. Meist müssen wir den Bauprozess selbst zuerst simulieren, um zu einem einigermaßen zuverlässigen Ergebnis beim fertigen Bauteil zu kommen“, äußerte sich Vlastimil Kunc, PH.D., von der Materials Science and Technology Division am Oak Ridge National Laboratory (USA). Kunc, der mit seinen Kollegen und in Zusammenarbeit mit dem Maschinenbauer Cincinnati Inc. und dem Softwarehersteller Alphastar Corp. (USA) einen Shelby Cobra als Elektrofahrzeug gebaut hat, dessen Karosserie komplett additiv gefertigt wurde (siehe Videolink). Cincinnati baut die derzeit größten Anlagen für Additive Fertigung auf Basis von Kunststoffextrusion (vgl. FDM-Verfahren).

### Kommunikation gefordert

Angesichts der raschen Entwicklungen im Bereich der Additiven Fertigung ist klar,

dass auch in der technischen Berechnung vermehrt additiv gefertigte Teile zu berücksichtigen sind. Umso wichtiger erscheint neben der Entwicklung praxisrelevanter Werkstoffe und Werkstoffen mit Zusatznutzen (Stichwort: Füllstoffe und Verbundwerkstoffe) die Bereitstellung zuverlässiger Materialmodelle. Selbstverständlich wird ein wesentlicher Aspekt dabei sein, dass Verarbeitungsmethoden inklusive der zugehörigen Verarbeitungsparameter einer klaren Beschreibung und Definition bedürfen, um dieser Aufgabe gerecht werden zu können. Auch sind die Konstrukteure und Berechnungsingenieure in diesem Zusammenhang aufgefordert, ihren Bedarf klar zu formulieren und an die Maschinen- und Materialhersteller zu kommunizieren. Um angesichts der rasanten Entwicklung bedarfsgerechte Materialien in Verbindung mit den für die Berechnung und Simulation erforderlichen Materialdaten bereitzustellen, ist ein effizienter Austausch erforderlich. Eine Aufgabe, der sich keine Seite entziehen kann.

■ [www.nafems.org](http://www.nafems.org)



Das Konzeptfahrzeug STRATI der Firma Alphastar. Der Bauprozess der Karosserie wurde zunächst simuliert und diese dann komplett über ein Großraum-FDM-System aufgebaut. (Bilder: Alphastar)



# Sondermaschinenbau trifft Additive Fertigung

Als Hersteller von Sonderlösungen für unterschiedlichste Anwendungsbereiche hat sich die Hage Sondermaschinenbau GmbH einen festen Platz in der Industrie gesichert. Mit dem neu formierten Fachbereich HAGE3D steigt das Unternehmen in den Bereich der Additiven Fertigung ein. Auf Basis des klassischen Maschinenbaus entwickelt und produziert das Unternehmen Maschinen zur Additiven Fertigung auf Industrieniveau.

*Autor: Georg Schöpf / x-technik*



**links** Mit dem HAGE3D 72I gehen die Extrusionsmaschinen bereits in die zweite Generation. Mit einem Bauraum von 72 Litern und einer Grundfläche im A2 Format können auch größere Bauteile prozesssicher hergestellt werden.

**rechts** Sämtliche Komponenten der HAGE3D-Geräte werden bei Hage hergestellt. Auch in diesem Umfeld baut man auf eine hohe Eigenfertigungstiefe.

Die Geschichte der Hage Sondermaschinenbau GmbH & Co KG beginnt im Jahre 1982. Während andere Unternehmen in Garagen oder Kellern entstanden, startete die Erfolgsgeschichte des steirischen Unternehmens in Klassenzimmern der ehemaligen Volksschule in Obdach. Was zunächst als reiner Lohnfertigungsbetrieb begann, entwickelte sich im Laufe der Jahre zu einem Hightech-Unternehmen im Sondermaschinenbau.

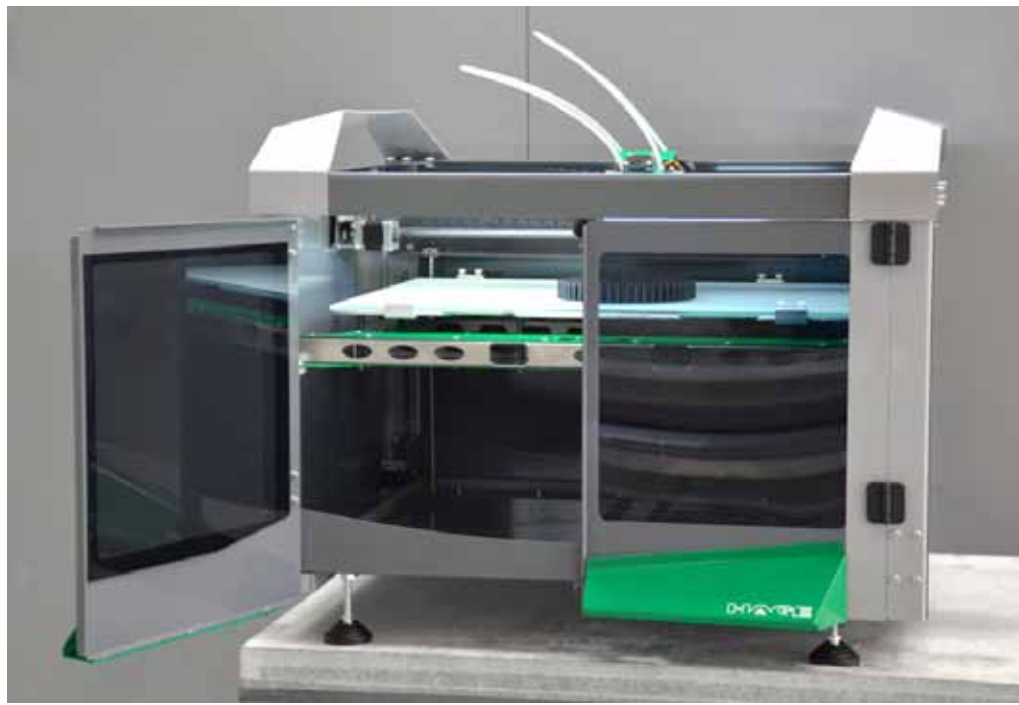
Bereits im Jahre 1987 wurden die Räumlichkeiten in der Volksschule für das stetig wachsende Unternehmen, das mittlerweile nahezu das gesamte Schulgebäude belegte, zu eng. Erklärtes Ziel und Vision des ambitionierten Gründers Gerfried Hampel war es, Sondermaschinen in kompletter Eigenproduktion herzustellen. Dafür benötigte er Platz. So wurden neue Betriebsflächen erschlossen, auf denen das Unternehmen bis zu seiner heutigen Größe von ca. 9.400 m<sup>2</sup> Produktionsfläche wachsen konnte. Kurz nach Fertigstellung der ersten beiden Produktionshallen verließen die ersten Hage-Maschinen das Werk.

### Umfangreiches Produktangebot

Mittlerweile erstreckt sich das Gesamtangebot der steirischen Sondermaschinen-

bauer auf mehrere Produktlinien. Unter HAGEMatic vereinen sich Maschinen für die mannlose Allseiten-Bearbeitung von Aluminium- und Stahlprofilen. Mit der Op-

tion HAGEMatic FSW (Anm.: FSW steht für Friction Stir Welding) stellt Hage als eines von wenigen Unternehmen am Markt eine Lösung für das Reibbrühschweißen von langen Profilen und Blechen zur Verfügung. Die Produktgruppe HAGEcut steht für individuelle Hightech-Sägeanlagen zum automatischen Sägen und Entgraten von unterschiedlichen Profilquerschnitten und Geometrien unter verschiedenen Schnittwinkeln. Mit den HAGEcut-Anlagen können auf Wunsch auch dem Sägeprozess nachgelagerte Produktionsschritte wie z. B. Stanzen, Bürstengraten oder Teilehandling ausgeführt werden. Die innovativen HAGEwood-Bearbeitungs- ➔



“Es gibt von uns eigentlich kein Standardprodukt. Jede unserer Lösung orientiert sich am Kundennutzen. Wir sind ein Sondermaschinenbauer, auch im Bereich der Additiven Fertigung. Darum verstehen wir unsere Anlagen als Maschinen und bieten dafür ein Service- und Supportkonzept, wie es die Industrie von uns gewohnt ist.

**Stefan Hampel, Geschäftsführer bei Hage**

zentren schließlich bringen Holz präzise in Form und werden somit den Anforderungen moderner Holzbauten gerecht.

### Nah am Kunden

„Unser Anspruch ist es, immer die bestmögliche Lösung für unsere Kunden bereitzustellen. Darum passen wir unsere Maschinen auch genau an deren Anforderungen an. Das geht bis hin zur Produktionslogistik rund um die Bearbeitungsma-

schine herum“, erklärt DI Stefan Hampel, der gemeinsam mit seinem Bruder Florian Hampel in zweiter Generation die Hage Sondermaschinen GmbH & Co KG leitet. Das Unternehmen betreibt einen eigenen Bereich für Forschung und Entwicklung. „Schon unser Vater hat stets Wert darauf gelegt, in der Entwicklung immer einen Schritt weiterzudenken. Bei uns hieß es seit jeher schon ‚Geht nicht, gibt’s nicht‘ und so halten wir es auch heute noch“, so Hampel weiter.

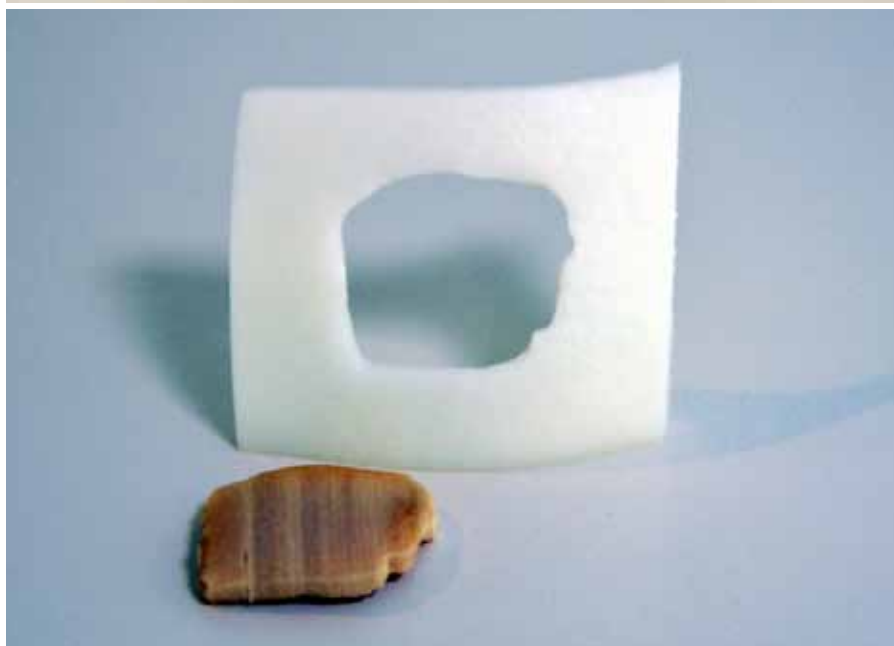
### Industriestandard bieten

So ist es auch nachvollziehbar, dass man vor etwa fünf Jahren begonnen hat, sich mit dem Thema Additive Fertigung zu beschäftigen. „Wir haben uns damals ein Gerät gekauft und eingehend begutachtet. Unser Fazit war: Das können wir besser“, erinnert sich der Geschäftsführer. Mit diesem Anspruch begann man bei Hage mit der Entwicklung einer Maschine zur Additiven Fertigung auf der Basis des FDM-Verfahrens. „Wir wollten von vornherein eine Maschine bauen, die den Qualitätsstandards entspricht, die auch bei unseren anderen Maschinen Anwendung finden“ beschreibt Mag. Thomas Janics, MBA, Business Unit Manager HAGE3D, die Herangehensweise. Zu diesem Zweck wurde schließlich im letzten Jahr der neue Geschäftsbereich HAGE3D ins Leben gerufen. Ziel war es, von der Herstellung der Maschinen über den Service, Produktsupport bis hin zum Ersatzteilwesen, eine industrietaugliche Produktqualität zur Verfügung zu stellen. Diese sollte auch die Grundlage bilden, auf bestehende Systeme des Unternehmens mit Optionen für die Additive Fertigung aufzubauen und dabei auch die Verwendung industrieller Kunststoffgranulate zu berücksichtigen.

### Nutzung komplexer Werkstoffe

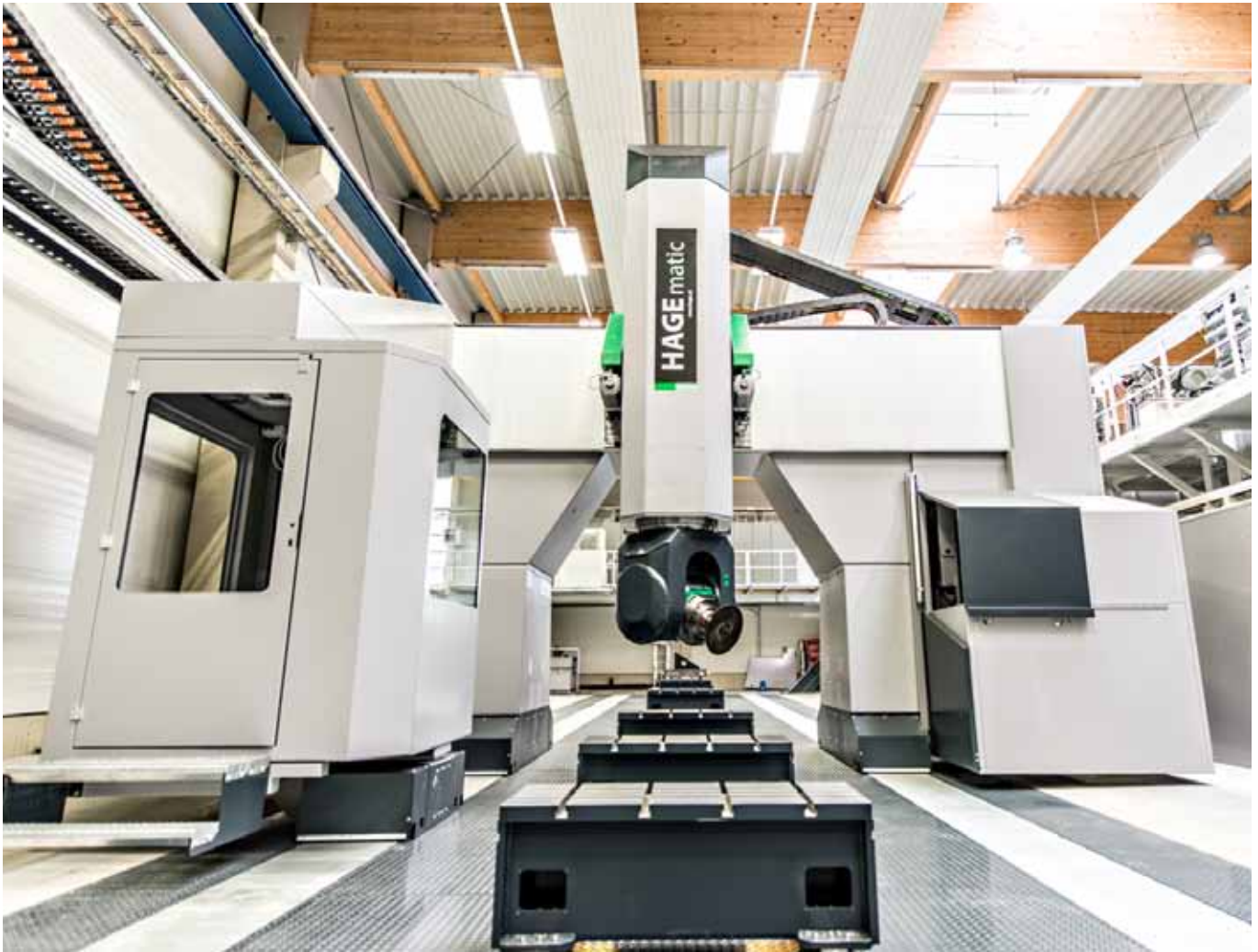
„Die bestehenden Maschinen zu adaptieren und bei der Entwicklung auch Materialien zu berücksichtigen, die nicht so einfach zu verarbeiten sind, sehen wir als besondere Herausforderung“, so Janics weiter. Er erwähnt in diesem Zusammenhang auch die zahlreichen Entwicklungsprojekte, bei denen das Unternehmen eng mit Universitäten und Fördergesellschaften auf nationaler und internationaler Ebene zusammenarbeitet.

„Dadurch ist es uns zum Beispiel bereits experimentell gelungen, die Werkstoffe PEEK und PPSU (Anm.: Polyetheretherketon und Polyphenylsulphon) – beides Hochleistungskunststoffe, die im elektrischen Gerätebau, im Flugzeugbau und in der Medizintechnik Anwendung finden – im FDM-Verfahren verarbeiten zu können. Eine Neuerung, die erstmals eine kostengünstige generative Herstel-



**oben** Hochwertige Maschinenbaukomponenten und solide Verarbeitung führen zu hochqualitativen Bauergebnissen mit hoher Oberflächengüte.

**unten** Mit der in Entwicklung befindlichen Maschine für medizinische Anwendungen lassen sich auch Kunststoffe wie PEEK oder PPSU (Schädelimplantat im Bild) verarbeiten, die besondere Anforderungen an Temperaturmanagement und Prozessparameter stellen.



Auch eine Adaption einer HAGEMatic Portalmaschine mit einem speziellen Kopf zur Additiven Fertigung steht auf dem Entwicklungsplan bei Hage.

lung von Bauteilen aus diesen Materialien erlaubt“, geht Hampel ins Detail und zeigt als Beispiel ein Schädelimplantat aus PPSU. „Ebenso arbeiten wir daran, Stahl- Magnet- und Keramikwerkstoffe aus gefüllten Filamenten über das FDM-Verfahren kostengünstig herzustellen, die nachgesintert ihre letztendlichen Werkstoffeigenschaften erhalten“, ergänzt er.

### Mehr Freiheit durch fünfschichtiges System

Die jüngsten Entwicklungsbestrebungen für die aktuellen Maschinen für die Additive Fertigung, die derzeit mit dem HAGE3D 72l bereits in die zweite Maschinengeneration geht, ist die Entwicklung einer fünfschichtigen Variante mit dreh- und schwenkbarer Bauplattform, um Bauteile ohne Stützgeometrien

herstellen zu können. Für die Steuerung ihrer Maschinen verwenden die Tüftler von Hage künftig CNC Steuerungen, wie sie auch bei den anderen Maschinen verwendet werden.

„Wir halten unsere Systeme bewusst offen, damit sie auch mit normalem ISO G-Code angesteuert werden können. Jeder unserer Kunden soll auf seine gewohnte Industrieumgebung aufsetzen können. Industriestandards zu verwenden, gehört für uns zum soliden Maschinenbau ebenso dazu, wie die Flexibilität, jedes System an die Kundenanforderung anzupassen und beliebige Werkstofflieferanten nutzen zu können.“ fasst Janics abschließend die Strategie des Unternehmens zusammen.

■ [www.hage.at](http://www.hage.at)  
**Messe formnext: Halle 3.1, Stand D11**



### Hage auf einen Blick

Gegründet : 1982  
 Mitarbeiter: 100  
 Produktionsfläche: 9.400 m²  
 Geschäftsbereiche:

- HAGEMatic  
 Profillbearbeitung
- HAGEcut Sägetechnik
- HAGEwood Holzbearbeitung
- HAGESpecial  
 Sondermaschinen
- HAGE3D Additive Fertigung
- Lohnfertigung





# Diodenlaser sorgt für homogene Strahlqualität

Für das Laserauftragsschweißen werden leistungsstarke Industrielaser benötigt. Die Rofin Gruppe hat in diesem Jahr ihr Produktprogramm um fasergekoppelte Diodenlaser hoher Leistung erweitert und bietet damit die idealen Strahlquellen für diesen Anwendungsbereich. Entwickelt und produziert wird die neue Baureihe bei Dilas, den Diodenlaserspezialisten im Unternehmensverbund.

*Autor: Georg Schöpf / x-technik*

Im Bereich der industriellen Diodenlasertechnologie zählt die Dilas Diodenlaser GmbH zu den Pionieren. Die Erfolgsgeschichte des Mainzer (D) Unternehmens begann im Jahre 1994. Mittlerweile beschäftigt Dilas über 340 Mitarbeiter am Headquarter in Mainz und zwei Auslandsniederlassungen in Tucson (Arizona, USA) und Shanghai (China). Seit 1997 gehört die Dilas Diodenlaser GmbH zur Rofin-Sinar Technologies, Inc., einem der weltweit größten Anbieter für Industrielaser.



“ Als Komplettanbieter von der Laserdiode bis zur Steuerung verfügen wir über eine extrem hohe Fertigungstiefe. Durch die modulare Bauweise unserer Diodenlaser können wir exakt auf die Kundenanforderung abgestimmte Lösungen anbieten.

**Jens Biesenbach, CTO der Dilas Diodenlaser GmbH**

Mit einem weltweiten Beratungs- und Servicenetzwerk sowie Applikationszentren in Europa, Amerika und Asien, bietet die Rofin-Gruppe ihren Kunden schnelle, kompetente und umfassende Unterstützung zur zuverlässigen Einbindung laserbasierter Fertigungsverfahren in Produk-

tionslinien. Zu typischen Einsatzgebieten für Hochleistungs-Diodenlaser zählen das Kunststoffschweißen in der Automobilzuliefer- und Medizingeräteindustrie, Lötanwendungen in der Elektronik- und Automobilindustrie sowie im Solarbereich bis hin zum Härten von Stahl, das Schwei-

ßen dünner Bleche oder Hartlöt- und Beschichtungsanwendungen.

## Angepasste Komplettlösung

Als Spezialist für Diodenlasereinheiten kann Dilas die Leistung und Dimensionierung

**links** Für das Pulverlaserauftragsschweißen bieten Diodenlaser den Vorteil einer homogenen Strahlverteilung. Das gewährleistet ein gleichmäßiges Gefüge mit teilweise über 90 % Materialausbeute. (Bild: Riwalas)

**rechts** Dilas Laser kommen beispielsweise bei der Instandsetzung von Hydraulikzylindern im Bergbaubereich zum Einsatz, um die Oberflächen mit verschleißfesten Schichten zu versehen, was zu einer dreifachen Lebensdauer führt. (Bild: Shandong)

**unten** Beim Überarbeiten von Zahnkränzen ist eine genaue Einstellbarkeit des Lasersystems wichtig für einen gleichmäßigen Materialauftrag. (Bild: Shandong)



der Laser exakt an die Anforderungen der Kundenanwendung anpassen. „Da sowohl die Strahlgenerierung über Diodenarrays, die Optik-Komponenten zur Strahlformung und Strahlweitergabe, als auch die Ansteuerung aus dem Hause Dilas kommen, erhält der Kunde von uns eine Turn-Key-Lösung, die für ihn minimalen Implementierungsaufwand und einfachsten Betrieb bedeuten. Unsere Systemgruppe Industrial Laser Systems (ILS) konfektioniert dazu sämtliche erforderlichen Komponenten und erzeugt daraus eine kundenindividuelle Lösung im Bereich von 30 W bis 6 kW. In Sonderlösungen auch darüber hinaus“, erklärt Jens Biesenbach, CTO von Dilas.

So scheint es auch kaum verwunderlich, dass die Laserspezialisten auch im Bereich der Additiven Fertigung über ein erstaunliches Maß an Erfahrung verfügen. „Wer glaubt, dass das Auftragen von Metallpulver mithilfe eines Laserstrahls neu ist, der mag sich einmal im Bereich der Beschichtungstechnologie etwas genauer umsehen. Selbstverständlich zeigen die Applikationen zum Aufbringen freier Geometrien ein erstaunliches Entwicklungstempo, die

grundlegende Technologie dahinter nutzen wir allerdings schon seit einigen Jahren“ so Biesenbach weiter.

### Leicht skalierbar

Dass sich Diodenlaser für Anwendungen wie Pulverlaserauftragsschweißen besonders gut eignen, liegt daran, dass der Laserstrahl durch aneinander gereihete Diodenelemente, sogenannte Arrays, gebildet wird. Die dadurch entstehende, etwas größere Strahlfläche bietet genau die Strahlqualität, die für einen Schweißprozess benötigt wird, und muss nicht durch eine Optik nachträglich aufgeweitet werden, was einen homogenen Strahl bedeutet. Außerdem können durch die spezielle Anordnung im Bedarfsfall einzelne Elemente leicht ausgetauscht werden. Den zusätzlichen Vorteil dieser Bauform erklärt Biesenbach so: „Durch das Aneinanderreihen der Laserelemente sind wir in der Lage, die Leistung über einen weiten Bereich zu skalieren und zu steuern. Das ermöglicht eine exakte Anpassung an die Anforderung auch im laufenden Betrieb. Außerdem sind dadurch recht kompakte Bauformen mög-

lich, die effizient, kostengünstig und nahezu wartungsfrei sind.“

### Einsatz in Werkzeugmaschinen

„In einem konkreten Fall haben wir eine Drehmaschine, in der Hydraulikzylinder überarbeitet werden, mit einem fasergekoppelten 3 kW Laser ausgestattet. In dieser Anwendung tragen wir bis zu 2 kg Material pro Stunde auf. Dabei wurde das Laserarray in einen Stack geformt, um eine homogenisierte Linie für einen gleichmäßigeren Materialauftrag zu erzielen. Durch die angepasste Strahlformung erreichen wir eine porenfreie Schichtung, die vom Gefüge her einer Gussanwendung entspricht“, schildert Biesenbach eine Anwendung für Bergbaukomponenten in China. Bei dieser Anwendung werden abgenutzte Hydraulikzylinder, die für die Abstützung von Schächten verwendet werden, überarbeitet sowie abgenutzte Zahnkränze wieder aufbereitet. Dabei wird als Aufbauwerkstoff ein wesentlich widerstandsfähigeres Material verwendet als der Grundwerkstoff. „Natürlich ist diese Anwendung genau auf den Kundenbedarf abgestimmt, weil mehrere Tausend Zylinder pro Jahr überarbeitet werden müssen. Es lässt sich aber selbstverständlich auch für wechselnde Anwendungsfälle adaptieren. Wir freuen uns auf jede neue Anforderung, gerne auch in Kooperation mit Werkzeugmaschinenherstellern“, bemerkt Biesenbach abschließend.



■ [www.rofin.de](http://www.rofin.de)  
■ [www.dilas.de](http://www.dilas.de)



**links** X line 2000R, eine Anlage, die den größten Bauraum weltweit (800 x 400 x 500 mm) mit der stärksten Laserleistung (2 x 1.000 W) kombiniert.

**Mitte** Keimzelle im „Westentaschenformat“ – Ur-LaserCUSING-Anlage.

**rechts** Die M3 linear, die erste industrielle Anlage von Concept Laser, vorgestellt erstmalig auf der Euromold 2001.

# LaserCUSING® wird 15

Das im Jahre 2000 gegründete Unternehmen erlebte in 15 Jahren eine steile Entwicklung. Anfangs in einer Exotenrolle, eroberte die generative Fertigungsstrategie mittels 3D-Metalldruck in diesen 15 Jahren verschiedenste industrielle Felder. „Inzwischen“, so Frank Herzog, Gründer und geschäftsführender Gesellschafter von Concept Laser, „hat sich das Blatt gewendet: Eben noch war das Additive Manufacturing eine Prototypendomäne. Jetzt sind wir in einer Phase, in der bestimmte Branchen in die massive industrielle Adaptation eintreten, während die Luft- und Raumfahrt einen kompletten Paradigmenwechsel vollzieht.“

Der 15. Jahrestag der Gründung von Concept Laser fällt in eine Zeit hohen Marktwachstums. Additive Manufacturing zählt nicht umsonst zu den Schlagworten der Industrie 4.0, in der Automatisierung und digitale Prozess- und Lieferantennketten im Fokus der Wertschöpfung stehen.

## Technologische Kompetenzen unter Beweis gestellt

15 Jahre Concept Laser bedeuten 15 Jahre erfolgreiche Verfahrensentwicklung. So verfügt die Concept Laser GmbH über eine eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilung mit über 60 Mitarbeitern. Darüber hinaus ist die Concept Laser GmbH Partner zahlreicher Forschungs- und Entwicklungskooperationen mit Universitäten, technisch-wissenschaftlichen Einrichtungen und Industrieunternehmen.

Die Concept Laser GmbH ist zudem Inhaberin von mehr als 50 erteilten Patenten. Das Unternehmen verfügt gegenwärtig über ca. 100 laufende Patentanmeldungen. Bei einem Großteil dieser Patentanmeldungen steht in Kürze die Erteilung eines Patents

an. Die Zahl der durch das Unternehmen zum Patent angemeldeten Erfindungen steigt stetig.

Dabei zählt insbesondere die In-situ-Prozessüberwachung zu den strategischen Technologiefeldern von Concept Laser, welche der Anlagenbauer ab 2016 um das QMmeltpool 3D zur dreidimensionalen Echtzeitüberwachung erweitert. Im Rahmen der Entwicklungstätigkeit zählen Validierung, Verfahrensfortentwicklung und Werkstoffzertifizierung zu den Schwerpunkten in Lichtenfels.

## Im Anfang liegt oft ein gewisser Zauber

Die bereits bestehende Kunststoff-Sintertechnologie führte zur Entwicklung des LaserCUSING Verfahrens im Jahr 1998. Was mit Kunststoffen möglich sei, müsste auch im Metallbereich funktionieren, so die Idee von Frank Herzog. Spannungen im Bauteil und nicht vollständig aufgeschmolzenes Metallpulver stellten zu Beginn die größten Hürden dar. Abhilfe schaffte zum einen die Entwicklung der sog. stochastischen Belichtung





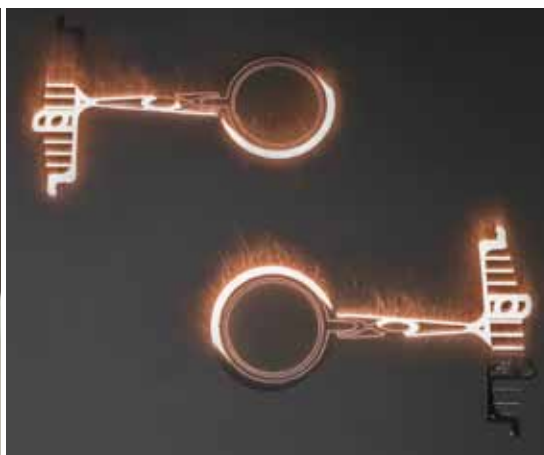
durch Frank Herzog, welche ein Jahr später zum Patent angemeldet wurde. Dabei erfolgt eine stochastische Ansteuerung der Slice-Segmente (auch „Islands“ genannt), die sukzessive abgearbeitet werden. Das patentierte Verfahren sorgt für eine signifikante Reduktion von Spannungen bei der Herstellung von sehr großen Bauteilen.

Der zweite Meilenstein war der Einsatz eines Festkörperlaser, der das Bauteil auf ein zehntel Millimeter komplett aufschmolz und somit dichte Bauteile erzeugte. Die anfängliche Vision mündete im Jahr 2000 in die Gründung der Concept Laser GmbH durch Kerstin und Frank Herzog. Im Jahr 2001 stellte das Unternehmen auf der Euromold in Frankfurt seine Prototypenmaschine M3 linear öffentlich vor. Ab 2002 lieferte Concept Laser die weltweit ersten 3D-Metalldruckanlagen aus. Ergänzt wurde die Geschäftsführung ab diesem Zeitpunkt durch Oliver Edelmann, der als späterer Gesellschafter professionelle Vertriebs- und Marketingstrukturen aufbaute und bis heute dieses Ressort leitet. Im Jahr 2002 entwickelte Concept Laser zudem die Hybrid-

bauweise, also die Kombination von Zerspangung und additiver Fertigung in einem Bauteil. Damit können Werkzeugeinsätze und andere Bauteile wirtschaftlich hergestellt werden: „Einfache“ Konturen werden dabei konventionell zerspant, komplexe Bauteilbereiche werden gedruckt. Im Jahre 2005 folgte die Entwicklung der Parallel- und Oberflächenkühlung.

### Meilensteine in der Marktexpansionsphase

Bereits im Jahre 2004 wagte sich der Anlagenbauer an etwas Neues. Die Verarbeitung reaktiver Werkstoffe, wie Titan oder Aluminium. Basis dieser Werkstoffausweitung war dann 2007 das neue Modell M2 cusing, eine Anlage im mittleren Bauraumsegment (250 x 250 x 280 mm), die noch heute zu den Klassikern und Dauerbrennern der Lichtenfelser zählt. Im Jahr 2009 folgte das erste QM-System zur Überwachung des Bauprozesses. Im Jahr darauf stellte Concept Laser QMmeltpool vor, ein Qualitätsmodul, mit dem Fläche und Intensität des Schmelz-pools überwacht werden können. Im selben Jahr wurde →



**links** Speziell bei Komponenten für die Luftfahrt kann LaserCUSING seine Vorteile voll zur Geltung bringen. (Bild: Concept Laser/Poly Shape)

**rechts** Eine stochastische Strahlverteilung ist die Basis des patentierten LaserCUSING-Verfahrens.

das Modell Mlab cusing im Markt eingeführt. Dieses Modell erweiterte das Bauraumvolumen nach unten (50 x 50, 70 x 70, 90 x 90 mm, z = 80 mm). Die Domänen der Mlab cusing sind die Herstellung von Uhrenteilen, Schmuck oder auch Zahnersatz. Das Einsteigermodell veränderte z. B. die Geschäftsmodelle von Zahnlabors und war ein wichtiger Beitrag, um von einer handwerklichen Fertigung auf eine automatisierte Massenfertigung in einem Druckzentrum umzusteigen. 2011 folgte QMcoating zur Überwachung und Regelung des Beschichtungsprozesses. Ab diesem Jahr lag das jährliche Wachstum bereits zwischen 30 und 50 %. Insgesamt lässt sich festhalten, dass die intensiven Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der Concept Laser GmbH ca. alle drei Jahre zu einer neuen Innovation führten.

### Konsequente Expansion des Unternehmens

Zwischenzeitlich, im Jahre 2012, gelang Concept Laser ein großer Wurf: Vorgestellt wurde die damals größte Laserschmelzanlage der Welt (630 x 400 x 500 mm), welche mit und für die Daimler AG entwickelt wurde. Die Aufbaugeschwindigkeiten der bisher üblichen 400-W-Laser konnten so signifikant erhöht werden. Das Herzstück der X line 1000R besteht aus einem Hochleistungslaser im 1-Kilowatt-Bereich, der eine Produktivitätssteigerung bis zum Faktor 10 gegenüber marktüblichen Laserschmelzanlagen ermöglichte. Darüber hinaus verfügt die X line 1000R über einen Drehmechanismus zum wechselseitigen Einsatz von zwei Baumodulen, sodass eine durchgängige Produktion ohne Stillstandszeiten im Parallelbetrieb möglich wird. Das Aufrüsten bzw. Abrüsten kann im zweiten Bauraummodul auf der gegenüberliegenden Maschinenseite parallel zum Bauprozess erfolgen. Die X line 1000R wird vor allem von der Automobilindustrie und in der Luft- und Raumfahrt eingesetzt. Das Großmaschinensegment war ab diesem Zeitpunkt der Wachstumstreiber Nr. 1 des Unternehmens und ist es bis heute. So wuchs 2014 das Unternehmen mit überdurchschnittlichen 75 %. Im gleichen Jahr wurde damit begonnen, Anlagen mit der Multilaser-Technologie auszustatten, also 2 x 200 W, 2 x 400 W, in



Geschäftsführung der Concept Laser GmbH: Frank Herzog, Geschäftsführender Gesellschafter; Kerstin Herzog, Leiterin Personal & Finanzen, Gesellschafterin; Oliver Edelmann, Leiter Vertrieb & Marketing, Gesellschafter (v.l.n.r.).

### Hintergrundinfo LaserCUSING®

Mit dem LaserCUSING®-Verfahren werden mechanisch und thermisch belastbare metallische Bauteile mit hoher Präzision erstellt. Zum Einsatz kommen je nach Anwendung Edel- und Werkzeugstähle, Aluminium- oder Titanlegierungen, nickelbasierte Superlegierungen, Kobalt-Chrom-Legierungen oder auch Edelmetalle wie Gold- oder Silberlegierungen.

### Verfahrensbeschreibung

Beim LaserCUSING® wird feines pulverförmiges Metall durch einen hochenergetischen Faserlaser lokal aufgeschmolzen. Nach dem Erkalten verfestigt sich das Material. Die Bauteilkontur wird durch Ablenkung des Laserstrahls mittels einer Spiegelablenkeinheit (Scanner) erzeugt. Der Aufbau des Bauteils erfolgt Schicht für Schicht (mit einer Schichtstärke von 15 bis 150 µm) durch Absenkung des Bauraumbodens, Neuauftrag von Pulver und erneutem Schmelzen.

Die Besonderheit der Anlagen von Concept Laser ist eine stochastische Ansteuerung der Slice-Segmente (auch „Islands“ genannt), die sukzessive abgearbeitet werden. Das patentierte Verfahren sorgt für eine signifikante Reduktion von Spannungen bei der Herstellung von sehr großen Bauteilen.

Form der neuen M2 cusing, oder 2 x 1.000 W. Letztere Kombination mündete in der Entwicklung der X line 2000R, einer Anlage, die den größten Bauraum weltweit (800 x 400 x 500 mm) mit der stärksten Laserleistung (2 x 1.000 W) kombiniert. 2015 zeigte Concept Laser zudem als Premiere das 3D-Mapping in Echtzeit. QMmelt pool 3D wird ab 2016 verfügbar sein – ein entscheidender Schritt zur Qualitätsverbesserung. Doch auch die Produktivitätssteigerung ist ein wichtiger Aspekt der laufenden Entwicklungsprojekte, so dass in absehbarer Zeit mit vier Laserquellen in einer Anlage zu rechnen ist.

### Weltweite Präsenz

Immerhin über 400 Laserschmelzanlagen von Concept Laser arbeiten heute weltweit. Ende des Jahres 2014 standen in Europa 259 Anlagen, 62 Anlagen in Amerika, 76 Anlagen in Asien und vier Anlagen in Afrika und Australien. Betrachtet man die Maschinenverkäufe der vergangenen Jahre, so ist Concept Laser zweifelsohne eine der führenden Unternehmen weltweit, wenn es um das Verfahren des pulverbettbasierten Laserschmelzens geht.

Da vor allem Amerika – neben Europa – stark an Bedeutung gewann, gründete Concept Laser im Jahre 2014 eine Niederlassung in Grapevine, Texas, USA, welche nun schon mehr als zehn Mitarbeiter umfasst.

■ [www.concept-laser.de](http://www.concept-laser.de)  
Messe formnext: Halle 3.1, Stand E40



Die neue INTEGREX i-400AM von Mazak kann sowohl generativ fertigen als auch 5-achsig zerspnen.

## INTEGREX integriert Additive Fertigung

Anlässlich der EMO in Mailand stellte der japanische Werkzeugmaschinenhersteller Yamazaki Mazak sein Konzept für eine endkonturnahe Bearbeitung von Bauteilen, die zuerst generativ gefertigt und dann mithilfe von Multi-Funktions-Technologie 5-achsig zerspant werden, vor.

Eines der Messe-Highlights der diesjährigen EMO war sicherlich die neue INTEGREX i-400AM, wobei das AM für Additive Manufacturing (dt. Generative Fertigung) steht. Mit dieser Maschine können endkonturnahe Teile generativ gefertigt und dann mithilfe von Multi-Funktions-Technologie fertig zerspant werden. Die INTEGREX i-400AM verfügt jetzt auch über uneingeschränkte 5-Achsen-Bearbeitungsfunktionen, sodass komplex geformte Teile aus unterschiedlichsten Werkstoffen wie Edelstahl, Nickellegierungen oder Kupfer hergestellt werden können. Diese Maschine ist mit der neuen SmoothX CNC-Steuerung ausgestattet, die die vollständige Steuerung sowohl der generativen als auch der subtraktiven Fertigungsprozesse übernimmt.

■ [www.mazak.de](http://www.mazak.de)  
■ [www.sukopp.at](http://www.sukopp.at)



Additiv gefertigter Greifer in Leichtbauweise, Gewicht 19 g  
Quelle: Wittmann, Kuhn-Stoff, EOS

## EOS Additive Fertigung: Lösungen für komplexe Teile in Leichtbauweise

Additive Fertigungstechnologie von EOS bietet vielfältige Vorteile für die Industrie: Konstruktionsfreiheit, die Möglichkeit, komplexe Bauteile herzustellen, Leichtbauweise und Funktionsintegration. Kosteneffiziente Kleinserien und konstruktionsbedingte Änderungen sind einfach umsetzbar.

[www.eos.info](http://www.eos.info)

**EOS**  
e-Manufacturing Solutions



WFL stellt seine neue Laseroption der Weltöffentlichkeit vor:

## Millturn mit Laseroption

Beim WFL Technologiemeeting, das im März dieses Jahres stattgefunden hat, stellte das Unternehmen einem ausgewählten Fachpublikum erstmals die neue Laseroption vor, mit dem das Thema Komplettbearbeitung um ein Kapitel reicher geworden ist und jede Millturn zur Hybridmaschine werden kann. Auf der EMO feierte die Lösung ihren weltweiten Markteintritt.

*Autor: Georg Schöpf / x-technik*

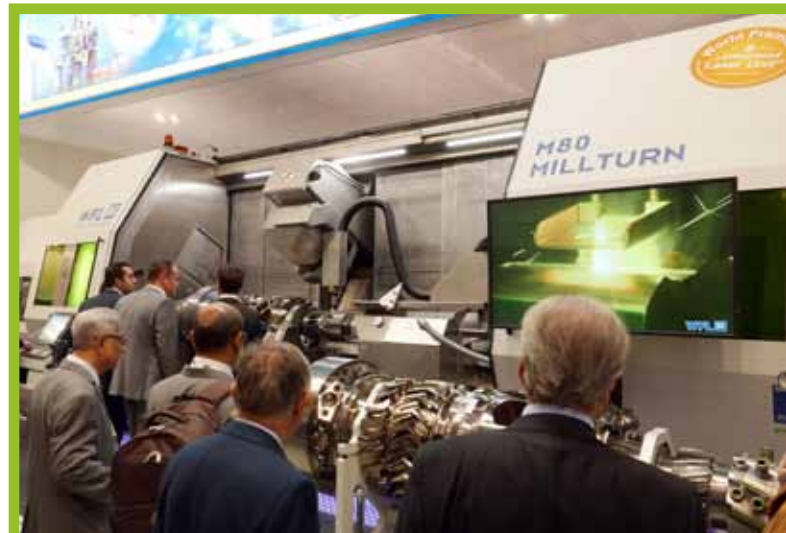
Wie wir bereits in der Juniausgabe berichteten, erweitert die WFL Millturn Technologies GmbH & Co. KG ihr Leistungsportfolio für Millturn-Maschinen um eine Laseroption. Diese ermöglicht es, durch Anbringen eines Laserkopfes in den Drehbearbeitungszentren des Linzer Maschinenherstellers einen additiven Fertigungsprozess ins bestehende Maschinenspektrum zu integrieren. Dadurch wird es möglich, mittels Pulverlaserauftragsschweißen einen Materialauftrag zu erzielen.

Der Nutzen der generativen Fertigung in einem Bearbeitungszentrum liegt auf der Hand. Die Herstellung komplexer Geometrien, die mit konventionellen Fertigungsverfahren nicht oder nur sehr schwierig herzustellen sind, rücken damit in greifbare Nähe. Im Falle von Geometrien, die aus dem Werkstück herausragen, kann auf überdimensionale Rohlinge verzichtet werden. Das spart Bearbeitungszeit, senkt Werkzeugkosten und bietet die Möglichkeit, ohne Umspannung zerspanend weiterzuarbeiten. Speziell bei teuren oder schwer zu zerspanenden Werkstoffen ein nicht zu vernachlässigender Aspekt. „Den Auftragslaserkopf können wir auch direkt für das Laserhärten verwenden, dafür kann auf eine für das Härten optimierte Optik gewechselt werden. Damit können beispielsweise die Zahnflanken bei der Herstellung von Verzahnungen unmittelbar nach dem Fräsen gehärtet werden“, erklärt Reinhard Koll, Leiter Anwendungstechnik bei WFL.

„Die nächsten Schritte werden sein, die generativen Prozesse tiefer in die bestehenden Arbeitsprozesse zu integrieren und damit den Nutzen für unsere Kunden noch zu erweitern. Die Handhabung der Laseroption wird noch einfacher werden und der Wechsel zwischen den Bearbeitungsschritten wird noch beschleunigt“ so Koll weiter.

### Der Prozess im Detail

Für das Auftragsschweißen wird über eine Ringdüse unter Schutzgas das Metallpulver auf einen Auftreffpunkt fokussiert. Dort erzeugt der Laserstrahl ein Schmelzbad. In diesem lagert sich das aufgeschmolzene Metallpulver an und erstarrt danach. Ein genau abgestimmtes Verhältnis von Energieeintrag und Verfahrgeschwindigkeit des Laserstrahls sowie der zugeführten Pulvermenge bestimmt die Breite und Höhe des entstehenden Materialauftrags. Das Schutzgas verhindert Oxidationsvorgänge und fungiert gleichzeitig als Träger- und Transportgas für die Pulverpartikel. Die Pulverpartikel weisen eine Größe von 100 bis 150 µm auf und sind damit groß genug, um vom 40 µm Filter der Maschine ausgefiltert zu werden. Damit ist sichergestellt, dass überschüssige Pulverpartikel die



Auf der EMO erfreute sich die neue Laseroption von WFL großen Interesses. Besonders beeindruckend für die Besucher war die Möglichkeit, nahezu jede Millturn mit der Laseroption ausstatten zu können.

Maschinenfunktion auf Dauer nicht beeinträchtigen können. Die Auftragsraten liegen, je nach Prozessparameter, bei 1,0 mm Schichtstärke und mehr.

Für das Laserschweißen hingegen wird eine andere Optik benötigt, da zum Spalt-/Tiefspaltschweißen eine wesentlich engere Fokussierung des Laserstrahls erforderlich ist. Ziel ist es, damit beispielsweise eine Alternative zu dünnen Tieflochbohrungen zu entwickeln. So kann man etwa einen Kühlkanal zunächst an der Außenkontur eines Bauteils fräsen und anschließend eine Abdeckung darüberschweißen. Ebenso wird es möglich, Drehteile konzentrisch zusammenzuschweißen, die zuvor in Haupt- und Gegenspindel der Maschine parallel gefertigt wurden.

### Laserkopf im Werkzeugträger

Beide Laserköpfe können mit geringem Aufwand getauscht werden. Der jeweilige Laserkopf wird über die Medienleitung mit der Laserversorgungseinheit außerhalb der Maschine verbunden. Aufgenommen wird der Laser über die WFL-Prismenwerkzeugschnittstelle. Durch die fünf interpolierenden Achsen der Millturn-Maschinen kann der Laser über einen weiten Bereich geschwenkt werden. Je nach Auftragsdüse kann ein Materialauftrag bis in die Waagrechte erfolgen.

■ [www.wfl.at](http://www.wfl.at)

# Firmenverzeichnis

3D Systems	17, 28, 52
ABB	34
Alphacam	21
Alphaform	10
Alphastar	62
Altair	24, 40
Arburg	46, 76
Autodesk	10, 28
Bibus	17, 28
Cincinnati	62
Click2Cast	40
Coffee	52
Concept Laser	54, 61, 70
Conweb	58
Dilas	68
DMG MORI	48
EOS	32, 38, 58, 73
Euro-K	38
FIT	10
Formrise	58
Fotec	42
Fraunhofer	11, 42
Hage	51, 64
HBM nCode	40
Hintsteiner	28
Hochschule München	32
Jell	22, 59
Johannes Kepler Universität Linz	12
Kegelman	11, 18
Kuka	34
Lawrence Berkeley National Laboratory	6
MarkForged	52
Mazak	73
MediMet	10
MostTech	2
Nafems	62
NASA	12
netfabb	8, 10
Oak Ridge National Laboratory	62
Prof. Hintermayr & Partner	12
Profactor	12
Proto Labs	10, 14, 27
Riwalas	68
robomotion	11, 34
Rofin Gruppe	68
Shandong	68
Siemens PLM	48

SLM-Solutions	2, 24
SolidCAM	52
solidThinking	40
SolidWorks	52
SpaceClaim	58
Stratasys	21
Stryker	62
SV-Veranstaltungen	7

Sukopp	73
TU München	6
VDMA	11, 42
VDW	37
VisioTech	34, 57
voxeljet	9, 40
VTT	24
WFL	74

## Impressum

### Medieninhaber

x-technik IT & Medien GmbH  
Schöneringer Straße 48  
A-4073 Wilhering  
Tel. +43 7226-20569  
Fax +43 7226-20569-20  
magazin@x-technik.com

### Geschäftsführer

Klaus Arnezeder

### Chefredakteur

Georg Schöpf  
georg.schoepf@x-technik.com

### Team x-technik

Willi Brunner  
Ing. Robert Fraunberger  
Luzia Haunschmidt  
Ing. Peter Kemptner  
Christine Lausberger  
Ing. Norbert Novotny  
Melanie Rehl  
Mag. Thomas Rohrauer  
Mag. Mario Weber  
Susanna Weleby

### Grafik

Alexander Dornstauder

### Titelbild: Arburg

Die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages, unter ausführlicher Quellenangabe gestattet. Gezeichnete Artikel geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder. Für unverlangt eingesandte Manuskripte haftet der Verlag nicht. Druckfehler und Irrtum vorbehalten!

### Auflage: 10.000 Stück

### Vorschau Ausgabe 1/Februar

- Aus der Praxis
- Maschinen und Lösungen
- Materialien
- Software
- Dienstleister

**Anzeigenschluss: 27.01.16**  
**Erscheinungstermin: 11.02.16**

**Bei Interesse:**  
magazin@x-technik.com oder  
Tel. +43 7226-20569



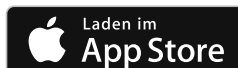
ADDITIVE FERTIGUNG.  
Interaktiv neu erleben.

NEU, die GRATIS-APP für iOS™ und Android™



Jetzt downloaden auf

[www.x-technik.com/app](http://www.x-technik.com/app) oder QR-Code scannen



iOS ist eine Marke von Cisco, die in den USA und weiteren Ländern eingetragen ist. Apple, das Apple Logo, iPad und iPhone sind Marken der Apple Inc., die in den USA und weiteren Ländern eingetragen sind. App Store ist eine Dienstleistungsmarke der Apple Inc. Android und Google Play sind eingetragene Marken von Google Inc.

# DIE KUNST DER PRODUKTIONSEFFIZIENZ



Freiheit zu schaffen ist eine Kunst: Der freeformer revolutioniert die additive Fertigung. Funktionsfähige 3D-Produkte aus Standardgranulaten werkzeuglos und höchst flexibel fertigen – vom Einzelteil bis zur Kleinserie. Frei geformt vom Red Dot Award Winner 2014. Eine weltweit einmalige Perspektive!

**Fakuma**  
13.-17.10.2015  
Halle A3, Stand 3101  
Friedrichshafen, Deutschland

[www.arburg.com](http://www.arburg.com)

**ARBURG**