

# ADDITIVE FERTIGUNG

x-technik

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

Das Fachmagazin für Rapid Prototyping, - Tooling, - Manufacturing



## Sauberkeit

Worauf es bei der Bauteilreinigung und der Überprüfung der technischen Sauberkeit ankommt, verrät M.Sc. Svenja Schweda, Fraunhofer IGCV.

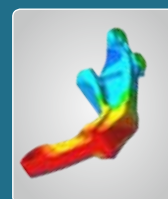
41



## Systemeinstieg

Erschwingliche Einstiegs-  
lösung für das Selektive  
Laserschmelzen für Klein-  
und mittelständische  
Unternehmen.

24



## Prozesssimulation

Einfach zu handhabende  
Simulationssoftware für  
die Prozesssimulation  
rund um die Additive  
Fertigung.

46



 **ELiSE**  
LEICHTBAU

12 Ingenieurskunst der Natur verpackt in fünf Schritten:  
Am Vorbild der Natur

.dental

# CONCEPTLASER

## MASCHINENLÖSUNGEN FÜR DEN 3D-METALLDRUCK

Quelle: LaserCUSING® LAC – Laser Add Center GmbH  
Machine layout & Rendering: newkon.info  
Photos: finamedia.de, uwe-muehlhausegger.de  
Artwork: brandnew-design.de

WIR FREUEN UNS AUF SIE!  
**IDS Köln 2017** | Halle 10.1 | Stand B034

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

**Concept Laser GmbH** An der Zeil 8 | D 96215 Lichtenfels  
T: +49(0)9571.1679 200 | F: +49(0)9571.1679 299 | [info@concept-laser.de](mailto:info@concept-laser.de)



**NEU!**



# Den Einstieg bewältigen



**Georg Schöpf**

Chefredakteur  
georg.schoepf@x-technik.com

Der Innovations- und Erfindergeist in der Additiven Fertigung scheint ungebrochen. Zwar fokussieren sich bestimmte Anwender in der Industrie auf bevorzugte Verfahren, was den Zugang zum Thema zu vereinfachen scheint, jedoch tauchen andererseits immer neue Verfahren im Markt auf. Sei es die Multijet Fusion Technologie, das Gel Dispensing Printing oder Nanopartikel Jetting. Sie alle bereichern das technologische Umfeld der Additiven Fertigung. Andererseits macht es das Themengebiet breiter und undurchsichtiger, speziell für diejenigen, die erst beginnen, sich mit dem Thema auseinanderzusetzen.

Sowohl Maschinenhersteller als auch Dienstleister ersinnen immer

neue Strategien, das Thema im Markt zu positionieren. Sei es über Workshops für potenzielle Kunden, Kongresse, an denen das Thema mit praktischen Anwendungsbeispielen dargestellt wird oder Angebote, das Thema anhand eines bevorstehenden Projektes einmal zu evaluieren.

Bei Recherchen im Markt wird eines jedoch schnell deutlich: Darüber, wie man das Thema genau angehen sollte, herrscht seitens möglicher neuer Anwender weitgehend Unklarheit. Die Anbieter haben bereits verstanden, dass Additive Fertigung und die daraus resultierenden Potenziale nur ausgeschöpft werden können, wenn man von der Anwendungsseite her kommt. Bestehende Bauteile einfach generativ zu fertigen, ist kein erfolgversprechender Ansatz. Vielmehr ist es erforderlich, das Thema von der Anwendungsseite, sprich von den Anforderungen an ein Bauteil her, anzugehen. Dies erfordert Offenheit im Denken, die Bereitschaft, bestehende Entwicklungsmuster über Bord zu werfen und ganz neue Ansätze zuzulassen.

Die Additive Fertigung erfordert ein Denken in einer völlig anderen Formsprache. Sie fordert vom Entwickler, sich von der Vorstellung der Machbarkeit, die ihn bislang im Konstruktionsprozess begleitet, ja eigentlich eingeschränkt hat, freizumachen und nur die Funktion als vorrangige Anforderung zu sehen und dabei zu berücksichtigen, dass auch ein Lösen von der gängigen Materialvorstellung notwendig ist, um die gesamte Bandbreite ausloten zu können.

Dass das nicht einfach umzusetzen ist, dürfte nicht schwer zu verstehen sein. Umso wichtiger erscheint es, hierfür in den Unternehmen Freiräume zu schaffen. Mitarbeiter sollen – nein sie müssen – die Möglichkeit haben, Konventionen zu durchbrechen und dazu ermuntert werden, Vorschläge zu unterbreiten, die sich fern der bestehenden Regelwerke bewegen. Wem das im Unternehmen gelingt, der hat einen wichtigen ersten Schritt getan, um den Weg für die Additive Fertigung zu ebnen.

powered by:

# formnext



International exhibition and conference on the next generation of manufacturing technologies

Frankfurt am Main, 14. – 17.11.2017  
formnext.de

**Apple, BASF,  
L'Oréal, Nike,  
Porsche, Rolex...\***

Treffen Sie Entwickler und Produktionsverantwortliche aus den bedeutendsten Industrieunternehmen. Diese informieren sich auf der formnext über den neuesten Stand der Additiven Fertigung und der damit verbundenen Prozessketten.

Zeigen Sie Ihr Können. Werden Sie Aussteller auf der formnext 2017.

\*Auszug aus den Besucherfirmen 2016

**Where ideas  
take shape.**

**Frühbucherpreis  
bis 10.03.2017,  
10 % Rabatt auf  
die Standfläche**



Informationen:  
+49 711 61946-825  
formnext@mesago.com  
formnext.de/  
Ausstellerunterlagen

Follow us



@formnext\_expo  
#formnext



XING

LinkedIn

**mesago**

Messe Frankfurt Group



Coverstory

Ingenieurskunst der Natur verpackt in fünf Schritten:

## Am Vorbild der Natur

12



Werkzeugherstellung

## Bessere Fräser durch Additive Fertigung

16



Know-how-Transfer

## Unterstützung bei der Technologieimplementierung

28

### AKTUELLES

6 – 11

- 6 Professionell auspacken
- 6 Systemanbieter von CAD bis 3D-Druck
- 7 Neue Geschäftsführung bei Modelshop-Vienna
- 7 1. VDI-Strategiekongress AM
- 8 Additive Manufacturing Forum 2017
- 8 Virtual and real
- 9 Additive Fertigung in der Automobilindustrie
- 10 Fachmesse formnext: Innovationstreiber und Besuchermagnet
- 11 Make or Buy?
- 11 4. Austrian 3D-Printing Forum
- 11 Wenn die Zukunft Wirklichkeit wird

### FORSCHUNG & ENTWICKLUNG

12 – 15

- 12 Am Vorbild der Natur – [Coverstory](#)

STANDARDS: 3 Editorial, 59 Firmenverzeichnis | Impressum | Vorschau

### MASCHINEN UND LÖSUNGEN

16 – 29

- 16 Additive Fräserentwicklung
- 19 Neues Konzept. Neue Form.
- 20 HP Jet Fusion 3D
- 22 NanoParticle Jetting
- 23 eLMD – Pulverlaserauftragsschweißen
- 24 Low-Budget SLM-Maschine für KMU
- 26 Neue Geschäftsmodelle in der dritten Dimension – [Interview](#)
- 28 Additive Minds

### AUS DER PRAXIS

30 – 41

- 30 Ersatzteile on demand – [Reportage](#)
- 34 Fördertöpfe für die Automationstechnik – [Reportage](#)
- 37 Gut zu Wissen – [Gastkommentar](#)
- 38 3D-Druck in der Automation
- 41 Technische Sauberkeit in der Additiven Fertigung – [Gastkommentar](#)

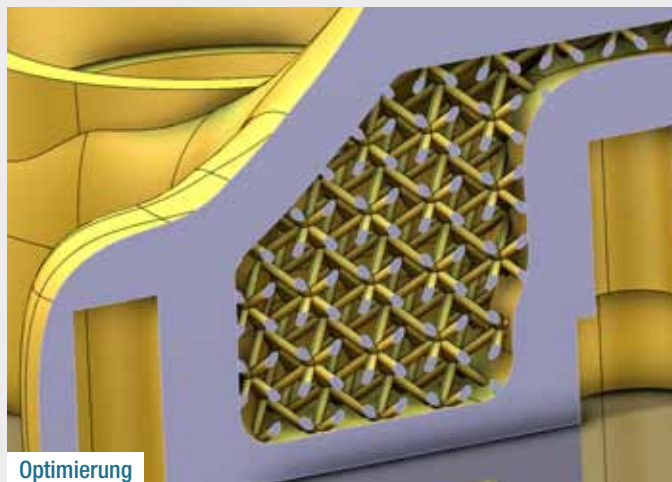




Ersatzteile

## Kürzere Revisionszeiten bei Abfüllanlagen

30



Optimierung

## Softwaregestützte Bauteiloptimierung

42



Automation

## Funktionsintegration als Mehrwert

38



Design

## Erhellende Lampenentwicklung für Großveranstaltung

52

### SOFTWARE

42 – 47

- 42 Auf dem Weg zur idealen Geometrie
- 45 Vom Scan zum 3D-Druck
- 46 AM-Prozesssimulation leicht gemacht – [Reportage](#)

### Dienstleister

48 – 55

- 48 Lasersintern für die Lebensmittelindustrie
- 51 Serientaugliche Hybridfertigung
- 51 Additiver Werkzeugbau
- 52 Die Grenzen der Machbarkeit verschieben sich
- 55 Manufacturing Services für Metallkomponenten

### Materialien

56 – 58

- 56 3D-Druck amorpher Metalle
- 58 Mit Filamentdruck zu Metallteilen

### Nachgefragt

- 26 Neue Geschäftsmodelle in der dritten Dimension

Avner Israeli, CEO Massivit 3D,  
über den 3D-Druck im Großformat



- 37 Gut zu Wissen

Tobias Haushahn, Topologieoptimierungs-Experte  
im Business Development von Cadfem,  
zu Topologieoptimierung und Gitterstrukturen



- 41 Technische Sauberkeit in der Additiven Fertigung

M.Sc. Svenja Schweda, Wissenschaftliche  
Mitarbeiterin; Gruppe: Qualität und technische  
Sauberkeit, Fraunhofer IGCV



## Professionell auspacken

Seit Ende 2016 hat Solukon die neue Auspackstation SFP02 für lasergesinterte Kunststoffbauteile mit integrierter Siebung im Programm. Mit der Auspackstation SFP02 können große Baujobs schnell und unabhängig von der Siebgeschwindigkeit entpackt werden. Die Station ist optimiert für das System Typ EOS P7.

Das Entpacken erfolgt durch automatisches Anheben des Boxbodens und Abräumen des Pulvers in drei großvolumige Trichter. Aus den Trichtern wird das Pulver automatisiert auf das integrierte Ultraschallsieb dosiert. Die Förderspirale zerkleinert dabei auch wirkungsvoll Klumpen. Die speziell entwickelte Hubmechanik sorgt für ein absolut sanftes Anheben des Boxbodens,

unabhängig von dessen Beladung und Stellung. Eine leistungsstarke Entstaubung und ein dichter Wannenaufbau sorgen für staubfreies arbeiten. Auf Wunsch kann die Anlage auch mit einer mehrteiligen, ergonomischen Schutzhaube versehen werden. Der Arbeitsbereich ist zündquellenfrei und mit ATEX-zertifizierten Komponenten aufgebaut.

Solukon blickt auf eine langjährige Erfahrung bei der Entwicklung von additiven Fertigungssystemen zurück. Das Unternehmen liefert dabei auch maßgeschneiderte Systeme an führende Hersteller von 3D-Drucksystemen im Metall- und Kunststoffbereich wie z. B. die automatisierte



Durch geschickte Anordnung aller Komponenten ist die Auspackstation SFP02 von Solukon kompakt, ergonomisch und zugleich wartungsfreundlich.

Auspackstation SFM02-AT800 für Metallbauteile.

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

## Reseller für HP Multi Jet Fusion in Deutschland:

## Systemanbieter von CAD bis 3D-Druck

Auf der formnext im November hat HP seine Jet Fusion 3D-Drucker vorgestellt. Diese Systeme werden in Deutschland über Reseller vertrieben, zu denen auch die Solidpro GmbH zählt. Als langjähriger Reseller für CAD/CAM-Lösungen wird das Systemhaus nun zum Full-System-Provider von CAD bis 3D-Druck.

*Autor: Georg Schöpf / x-technik*

Seit 1997 ist die deutsche Solidpro GmbH mit Sitz in Langenau in Süddeutschland im CAD-Geschäft. Als einer der drei größten Reseller für Solidworks CAD-Systeme und Vertriebspartner für SolidCAM bietet das Unternehmen mit über 150 Mitarbeitern an zwölf Standorten in Deutschland Software, Dienstleistungen und Seminare für die Konstruktion, die Datenverwaltung und die CNC-Programmierung an.

Wie HP auf der formnext 2016 angekündigt hat, wird das Systemhaus künftig die HP Jet Fusion 3D Drucker in ihr Portfolio aufnehmen. „Dadurch sind wir in der Lage, die Werkzeuge für den gesamten Prozess von der Idee über die Konstruktion bis hin zum fertigen Teil aus einer Hand anzubieten“, so Christoph Kummer, Bereichsleiter für die neue Sparte 3D-Druck bei Solidpro.

### Lückenschluss

Als Gesamtlösungsanbieter schließt Solidpro damit die Lücke zwischen Konstruktion und Additiver Fertigung. So kann vor allem im KMU-Bereich der Einstieg in die industrielle Additive Fertigung erleichtert werden. „Die Schwierigkeit bestand in der Vergangenheit



besonders darin, dass im Bereich der KMUs das Thema Prototyping und Kleinserie häufig zu kostenintensiv war. Neben langen Durchlaufzeiten waren auch Werkzeugkosten bei Kleinserien und Programmieraufwände für Einzelteile wesentliche, kostenbestimmende Faktoren. Dem kann mit einer durchgängigen Lösung von der Konstruktion bis zum fertigen Teil entgegengewirkt werden. Sowohl die Erstellung von Prototypen als auch von Kleinserien ist mit dem HP Jet Fusion 3D 4200 problemlos möglich. Außerdem wird durch das HP Open Material Program die Bereitstellung und Nutzung einer hohen Bandbreite von Materialien ermöglicht“, erklärt Kummer. Für Mitte des Jahres plant man die Eröffnung eines Democenters am Headquarter in Langenau, um Kunden und Interessierten das gesamte Lösungskonzept Hands-on vorstellen zu können.

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



“Mit den HP Jet Fusion 3D-Druckern können wir jetzt die gesamte Prozesskette vom Design bis zum fertigen Prototypen oder Kleinserienteil abdecken.

**Christoph Kummer, Bereichsleiter 3D-Druck bei der Solidpro GmbH**

## Neue Geschäftsführung bei Modelshop-Vienna

Unternehmensgründer und bisheriger Geschäftsführer der BS-Modelshop GmbH DI Bruno Schachner ist mit 01. Jänner in den Ruhestand gegangen und hat das operative Geschäft an Karl Amon übergeben, steht dem Traditionsunternehmen aber weiterhin beratend zur Verfügung.

Die Geschicke des vor über 40 Jahren gegründeten Unternehmens, das sich durch jahrzehntelange Erfahrung im Bau von Styling-Modellen, Prototypen, Funktionsmustern und Kleinserien einen Namen gemacht hat und schon früh mit Stereo-

lithographie und Selektivem Lasersintern in die Additive Fertigung eingestiegen ist, werden künftig von Karl Amon gelenkt. Dieser hat seine Wurzeln im Maschinenbau und in der Betriebstechnik. Tätigkeiten im Bereich der Produktionsplanung und die spätere Produktionsleitung bei OEMs in der Automobilindustrie, sowie eine anschließende Tätigkeit als selbständiger Unternehmensberater und interimsmanger bieten beste Voraussetzungen für die Aufgabe.

■ [www.modelshop-vienna.com](http://www.modelshop-vienna.com)



Karl Amon,  
neuer Geschäftsführer  
der BS-Modelshop GmbH

## 1. VDI-Strategiekongress AM

Das VDI Wissensforum hat gemeinsam mit der Leichtbau BW und der automotive-bw den Strategiekongress Additive Manufacturing (AM) ins Leben gerufen. Der VDI will mit diesem Kongress Entscheidern und Führungskräften eine Plattform bieten, auf der das Thema ganzheitlich und strategisch diskutiert wird. Hauptthemen sind Technologien, neue Geschäftsmodelle und globale Produktionsverbünde 4.0.

Der steigende Kostendruck, Globalisierung und ein harter Wettbewerb zwingen dazu, sich auf die Suche nach effizienteren Lösungen zu machen. Es gilt, Anforderungen zu definieren und mögliche Anwendungsszenarien zu entwerfen. Die wirtschaftliche Gestaltung



der zukünftigen Produktion und die Reduzierung von Entwicklungskosten sind dabei wegweisend. Ebenfalls ausschlaggebend: Welche Vorteile bringt AM für die produzierende Industrie?

### Die Produktion von Morgen bewusst gestalten

Auf der Basis von Business Cases stellt der Kongress das Thema Produktentstehung und die Frage nach der Produktion der Zukunft in den Mittelpunkt. Die Vision für den Kongress ist es, die Serienproduktion mit AM in einer „Lead Factory“ als Hauptfertigungsverfahren zu etablieren und den Hype um AM zu lenken. Ein kritischer Diskurs ist gewollt. Am 23. März findet zusätzlich der Workshop „Fabrikplanung für additive Fertigungsverfahren“ statt.

### Hauptthemen des Kongresses

- Anforderungen an Additive Manufacturing für die Produktion der Zukunft.
- Road Map Szenarien: Anwendung, Kosten, Performance.
- Kontext Fabrik der Zukunft.
- Innovationsfeld für neue Geschäftsmodelle und Strategien durch Additive Manufacturing.
- Der Weg zum AM-Serienbauteil und Wirtschaftlichkeit im Produktionsprozess.
- Kooperationen und Zusammenarbeitsmodelle für globale Produktionsverbünde 4.0.

Termin	21. – 22. März 2017
Ort	Stuttgart
Link	<a href="http://www.vdi-wissensforum.de">www.vdi-wissensforum.de</a>



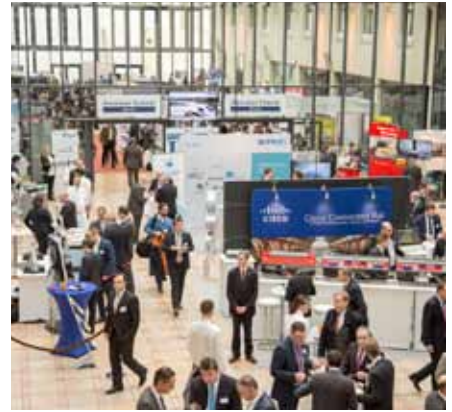
## Additive Manufacturing Forum 2017

Das Institut für Produktionsmanagement veranstaltet in Kooperation mit der Airbus Group, der Deutschen Bahn AG und der EOS GmbH das Additive Manufacturing Forum Berlin 2017. Die Konferenz und Innovationsausstellung findet vom 1. bis 2. März 2017 unter dem Leitthema „Additive Fertigung – Perspektiven für Produktion und Logistik“ statt.

Das Forum ist für jene Unternehmen interessant, für die der Einsatz der 3D-Druck-Technologie relevant sein könnte. Auf der Veranstaltung lassen sich Experten von Unternehmen, die den 3D-Druck bereits erfolgreich einsetzen, antreffen.

Führende Technologieprovider zeigen auf, was heutzutage mithilfe der Additiven Fertigung machbar ist. Die Möglichkeiten der 3D-Technologie lassen sich u. a. mit Airbus, Audi, BMW, Deutsche Bahn, DHL Group, Local Motors, Robert Bosch, SAP, Siemens sowie mit Altair, BigRep, Bionic Production, Concept Laser, Creaform, EOS, Evonik Industries, Hofmann Innovation Group, LZN, Materialise, Nabertherm, Nikon, Stratasys, SLM Solutions, trinckle und voestalpine diskutieren.

■ [www.ipm.ag](http://www.ipm.ag)



Termin	1. – 2. März 2017
Ort	Berlin
Link	<a href="http://www.additivemanufacturing-forum.de">www.additivemanufacturing-forum.de</a>

## Leistungsfähiger und zuverlässiger durch Simulation: Virtual and Real

Aktuell vergeht kaum ein Tag, ohne dass über eine neuartige Nutzung der Additiven Fertigung berichtet wird. Allerdings bestehen noch erhebliche Herausforderungen hinsichtlich der Geschwindigkeit, Zuverlässigkeit und Vorhersagbarkeit von AM-Prozessen, die eine breitere Akzeptanz bzw. eine Zertifizierung und damit eine noch häufigere Anwendung in der Industrie behindern.

Die zentrale Frage, für die wir im Dialog zwischen CAE-Experten, Maschinenherstellern, Anwendern sowie Forschern und Wissenschaftlern im Rahmen dieses NAFEMS-Seminars erörtern wollen, lautet daher: „Wie kann Simulation helfen, additive Fertigungsmaschinen leistungsfähiger und zuverlässiger zu machen?“ Wie bei fast allen Simulationsaufgaben spielt auch im AM-Prozess das zugrunde liegende Material und seine Beschreibung bzw. Modellierung eine zentrale Rolle. Im AM-Prozess ist das Thema Materialcharakterisierung besonders herausfordernd. Die Phasenumwandlungen, die Abkühlgeschwindigkeiten und andere maschinenspezifische Parameter wie die Druckgeschwindigkeit sind entscheidend für die sich entwickelnden Mikrostrukturen und die sich daraus ergebenden Materialeigenschaften des fertigen Bauteils. Im Ergebnis können diese Teile

dann zwar leichter und effizienter sein als solche, die in herkömmlichen Verfahren hergestellt werden, aber die Schwankungen in den mechanischen Eigenschaften können ebenso signifikant sein. Hier bieten moderne Simulationsmethoden eine Möglichkeit, die vielschichtige und multiphysikalische Natur des Herstellungsverfahrens zu erfassen, resultierende Eigenspannungen, thermisches Verzugsverhalten und andere Eigenschaften zu beschreiben sowie den Fertigungsprozess insgesamt zu optimieren.

### Beiträge

Weitere Beiträge werden erbeten zur Prozesssimulation und -optimierung für die unterschiedlichen Herstellungsverfahren der Additiven Fertigung (Additive Manufacturing, AM). Im Rahmen dieser NAFEMS-Veranstaltung soll durch Beiträge zur Prozessoptimierung auf Basis von CAE-Technologie der Dialog und Ideenaustausch mit führenden Maschinenherstellern aber auch Anwendern intensiviert werden. Wichtige Aspekte in der Simulation des Fertigungsprozesses sind dabei die resultierenden Eigenspannungen und das thermische Verzugsverhalten ebenso wie potenzielle Materialschädigung z. B. durch Überhit-



zung oder unzureichenden Verbund zwischen den einzelnen Materialschichten. Darüber hinaus spielt für die Optimierung des Fertigungsprozesses auch die Bestimmung von optimalen Stütz- und Gitterstrukturen sowie die optimale Platzierung des zu produzierenden Bauteils in der Fertigungsmaschine eine zentrale Rolle, für die Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt werden sollen. Auch die Darstellung von Schwierigkeiten und ungelösten Fällen aus der Praxis wird die Diskussion beleben und ist deshalb ausdrücklich erwünscht.

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

Termin	13. – 14. März 2017
Ort	Wiesbaden
Link	<a href="http://www.nafems.org/events/nafems/2017/dach-am/">www.nafems.org/events/nafems/2017/dach-am/</a>





Die hochkarätigen Redner versorgen die Teilnehmenden mit wertvollen Erfahrungen aus der Praxis.

### 3. internationale Fachkonferenz:

## Additive Fertigung in der Automobilindustrie

Was kann die Automobilindustrie im Bereich 3D-Druck von der Luft- und Raumfahrtindustrie lernen? Welche Entwicklungen verfolgen Automobilkonzerne aktuell? Am 4. und 5. April 2017 treffen sich die Entscheider der OEMs, Zulieferer und Dienstleister bei der 3. internationalen Fachkonferenz: 3D-Druck – Additive Fertigung in der Automobilindustrie.

Der Organisator, Süddeutscher Verlag Veranstaltungen, rechnet mit über 120 Gästen aus der Industrie. „Hochkarätige Referenten berichten über Anforderungen und neue Anwendungsgebiete dieser Technologie“, sagt Andras Hetenyi, Projektleiter bei Süddeutscher Verlag Veranstaltungen. Die Fachkonferenz findet in Bremen statt, inklusive Werksführung bei Premium Aero-tec in Varel. Hier startete 2016 erstmals die Serienproduktion von 3D-gedruckten Metallbauteilen für die Airbus Gruppe. Über aktuelle Anwendungen und Anforderungen der Additiven Fertigung bei Volkswagen berichtet Robert Stache, Technologieplanung- und entwicklung. Herausforderungen, Chancen und Grenzen des Additive Manufacturing bei General Motors, Adam Opel AG, beleuchten Sylke Rosenplänter,

Director Virtual Design Operations & Systems Development, und Ali Al-Zuhairi, Project Manager der Adam Opel AG.

Einblicke aus Japan und Informationen aus erster Hand erhalten die Teilnehmer von Yasuhide Yokoi, Industrial Designer bei dem Start-up Kabuku. Er spricht über aktuelle Projekte mit den Partnern Honda und Toyota.

Die Konferenz legt auch den Fokus auf bestimmte Schlüsselbereiche in der Prozesskette. Über simulationsgestützte Prozessvorbereitung bei Laserschmelzprozessen berichtet Nils Keller, Geschäftsführer der Additive Works GmbH. Die optimale Konstruktion von Bauteilen für den 3D-Druck beleuchtet Mirko Bromberger, Director Marketing & Additive Manufacturing Strategy bei Altair Engineering.

Materialien und Prozessüberwachung spielen für die Qualitätssicherung eine entscheidende Rolle. Über die Pulverkennwert-Messungen referiert Claus Aumund-Kopp, Projektleiter Pulvertechnologie am Fraunhofer IFAM. Dr. Christian Seidel,



An Beispielen von Funktionsbauteilen wird erkennbar, welche Teilequalitäten mittlerweile erzielt werden können.

Abteilungsleiter Fraunhofer IGC, verdeutlicht, wie die Pulverqualität die Bauteilqualität und Technologieflexibilität beeinflusst.

Weitere Themen sind: vom Prototyping zur Serienfertigung, Aerospace-Anwendungen für die Automobilindustrie und Implikationen für OEMs und Zulieferer.

Termin	4. – 5. April 2017
Ort	Bremen
Link	<a href="http://www.sv-veranstaltungen.de">www.sv-veranstaltungen.de</a>

# AMX TAGUNG

6. März 2017, Messe Luzern

**MAKE  
-OR-  
BUY?**

**Erfolgsfaktoren für die Implementierung  
von additiver Fertigung in KMU-Betrieben**

**Jetzt anmelden**  
[am-expo.ch](http://am-expo.ch)

**MESSE LUZERN**



**links** Die formnext 2016 präsentierte sich als Innovationstreiber und weltweiter Besuchermagnet. (Bilder: Mesago/Thomas Klerx)

**rechts** In Kooperation mit dem Partner tct nahm die Konferenz der formnext die Zukunft der Additiven Fertigung genauer unter die Lupe.

## Fachmesse formnext: Innovationstreiber und Besuchermagnet

**Erfolg auf ganzer Linie: Als Schaufenster und wichtiger Impulsgeber des Zusammenspiels von Additive Manufacturing und konventioneller Technologien präsentierte sich die formnext powered by tct vom 15. bis 18. November 2016 in Frankfurt am Main. Der Fokus der Veranstaltung war auf die nächste Generation intelligenter, industrieller Produktion gerichtet.**

Bereits bei ihrem Debut 2015 hat sich die formnext auf dem Frankfurter Messeparkett als bedeutende internationale Messe gezeigt. Auch in 2016 überzeugte die Veranstaltung vier Tage lang Besucher aus aller Welt mit ihrem facettenreichen Angebot aus bahnbrechenden Entwicklungen und Weltpremieren. 307 Aussteller aus 28 Ländern zeigten 13.384 Besuchern mit ihrem zukunftsweisenden Portfolio, wie sich Produktideen vom Design über die Herstellung bis zur Serie effizient realisieren lassen.

### formnext setzt Erfolgsstory fort

Sascha F. Wenzler, Bereichsleiter formnext beim Veranstalter Mesago, zieht erfolgreich Bilanz: „Die formnext 2016 setzt ein klares Statement. Sie hat sich schon mit der zweiten Veranstaltung als feste Größe im Messekalender der Fachwelt etabliert. Dieser Erfolg spiegelt sich sehr deutlich in einer um mehr als 50 % gestiegenen Ausstellerzahl aus 28 Ländern und einem Besucherplus von 49 % wider.“

Auch die Besucher lobten die hohe inhaltliche Qualität der formnext. DI Stephan Schech, Leiter Vertrieb der Baumüller Reparaturwerk GmbH & Co. KG, Nürnberg, erklärt: „Die Messe ist sicherlich ein guter Trendgeber und es ist wirklich atemberaubend, welche Technologie hier ausgestellt wird – und für mich ist es sicherlich ein

Highlight des Jahres.“ Ralf Deuke, Geschäftsführer der Creabis GmbH in der Nähe von München, fügt hinzu: „formnext 2017 ist sozusagen schon ein festes Date, egal was kommt.“

### Internationale Business-Plattform

Beeindruckend war auch die hohe Internationalität der Besucher von 44 %. Dazu zählten u. a. Vertreter weltweit tätiger OEMs und Branchenführer der Anwenderindustrien. Die starke Besucherfrequenz und die hervorragende Stimmung sorgten für eine hohe Zufriedenheit unter den Ausstellern: „Der Messestand war über die ersten Tage komplett voll mit internationalen Fachbesuchern, darunter Vertreter von OEMs wie Bosch und BMW. Insgesamt ein überaus positives Messeerlebnis“, so Uri Resnik, Geschäftsführer OR Laser aus Dieburg.

„Die formnext ist jedes Jahr der Auftakt für die Weiterentwicklung unserer additiven Zukunft“, fügt Massimo Petrilli, Sales und Marketing Manager bei Sisma S.p.A. aus Piovene Rocchette in Italien, hinzu.

### Konferenz: Top-Speaker aus Sport, Wissenschaft und Industrie

In Kooperation mit dem Partner tct nahm die Konferenz der formnext an allen vier

Messtagen die Zukunft der Additiven Fertigung genauer unter die Lupe. Als Top-Speaker referierten u. a. die Paralympionikin Denise Schindler und zahlreiche international anerkannte Experten aus dem Bereich 3D-Druck. Insgesamt besuchten 647 Teilnehmer (gebuchte Tageskarten) aus 25 Nationen die Konferenz der formnext und eigneten sich Wissen über aktuelle und künftige Entwicklungen sowie über konkrete Anwendungsbeispiele an.

### Förderung kreativer Köpfe und Start-ups

Eine gute Resonanz erhielt auch das Rahmenprogramm der formnext mit den beiden Wettbewerben „Start-up Challenge“ und „Purmundus Challenge“. Sie gewährten Besuchern einen Einblick in die Zukunft der additiven Möglichkeiten mit kreativen Ideen aus der Welt des 3D-Drucks. Die Sieger-Exponate der jungen Firmengründer konnten auf der Start-up Area bestaunt werden.

Die nächste formnext powered by tct findet vom 14. bis 17. 11. 2017 in Frankfurt am Main statt.

Termin	14. – 17. November 2017
Ort	Frankfurt
Link	<a href="http://www.formnext.de">www.formnext.de</a>

## Wenn die Zukunft Wirklichkeit wird

Unter dem Motto Think.Beyond.Together versammeln sich in Brüssel am 20. und 21. April 2017 auf dem internationalen Materialise World Summit Entscheidungsträger aus unterschiedlichsten Branchen und Industriezweigen.

Eröffnungsreden von Siemens, Airbus, Hoya und Mayo Clinic erlauben Einblicke in verschiedenste Innovationsfelder die von der Additiven Fertigung angetrieben werden. Sie befassen sich mit industrieller End-to-End-Lösung, medizinischen Anwendungen und der Additiven Fertigung in der Luftfahrt oder auch als Innovator für die Konsumgüterindustrie. Die Vorträge

von erfahrenen Referenten aus Industrie und Wissenschaft eröffnen die Möglichkeit zu neuen Erkenntnissen. Der Materialise World Summit lädt dabei zu einem offenen und fundierten Austausch ein. Eine große Bandbreite an Teilnehmern bietet vielfältige Anknüpfungspunkte und wertvolle Netzwerkkontakte. Die Digitalisierung von Produktionsprozessen ist längst eine Tatsache und es steht fest, dass die Additive Fertigung an einer zentralen Stelle dieses Wandels steht. Die Technologiepartner, Branchenkollegen und technischen Experten von Materialise helfen dabei, das Beste aus dem 3D-Druck herauszuholen.



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

Termin	20. – 21. April 2017
Ort	Brüssel, Belgien
Link	<a href="http://worldsummit.materialise.com">worldsummit.materialise.com</a>

## Make or Buy?

Nach der erfolgreichen Premiere der AM Expo im September 2016 findet am Montag, 6. März 2017, die AMX-Tagung statt. Zum Thema „Make or Buy?“ präsentieren Experten einen spannenden Mix aus Neuigkeiten und konkreten Anwendungsbeispielen.

Namhafte Firmen präsentieren neue Technologien, so zum Beispiel wird die neue 3D Printing Lösung von HP vorgestellt. Aber auch der konkrete Praxisbezug wird an der Tagung beleuchtet. Unter dem Aspekt von „Make or Buy?“ stellen drei Referenten Fallbeispiele vor, welche den Tagungsteil-

nehmenden Ideen und Inspiration für ihre eigenen Lösungswege aufzeigen sollen.

### Die AM Expo basiert auf einem einzigartigen Messekonzept

Die Messe Luzern hat zusammen mit der Additively AG für die Lancierung der AM Expo 2016 das innovative „addAM concept“ erarbeitet. Das Herzstück des Konzeptes – und somit auch der AM Expo – sind die Showcases von Ausstellern. Dies sind konkrete Anwendungsbeispiele, die zeigen, wie die verschiedenen additiven Fertigungsverfahren oder Materialien lohnend eingesetzt werden können. Die Show-

cases illustrieren praxisnah, was heute in welcher Qualität machbar ist und was bereits umgesetzt wurde. Der Schlüsselpunkt des Konzepts: Die Showcases können im Vorfeld und im Nachgang der Messe auf der AMX-Website im Detail angesehen werden. Damit können die Besucher die auf ihre Bedürfnisse passenden Showcases und Anwender finden und diese schließlich an der Expo zum persönlichen Austausch treffen.

Termin	6. März 2017
Ort	Luzern
Link	<a href="http://www.am-expo.ch/de/Tagung">www.am-expo.ch/de/Tagung</a>

## 4. Austrian 3D-Printing Forum

Das Jahresforum für generative Fertigung geht am 17. Mai in Linz in die vierte Runde und ist in nur wenigen Jahren ein Fixpunkt im Veranstaltungskalender für österreichische Industriebetriebe geworden. Es gibt einen spannenden Einblick in die vielfältigen Anwendungsbereiche, von der Additiven Fertigung über generatives Design bis hin zu den Chancen und Grenzen durch den Einsatz von 3D-Druck.

Die Teilnehmenden profitieren von inspirierenden Keynote-Vorträgen, erfolgreichen Best-Practice-Beispielen und neuen Innovationen im 3D-Druck-Umfeld. Robert Gmeiner, CEO von cubicure, gibt einen Einblick in den „3D-Druck von Hochleistungskunststoffen“, einen innovativen 3D-Druckprozess als Produktionsalternative zum Mikrospritzguss. Ein Zwischenergeb-

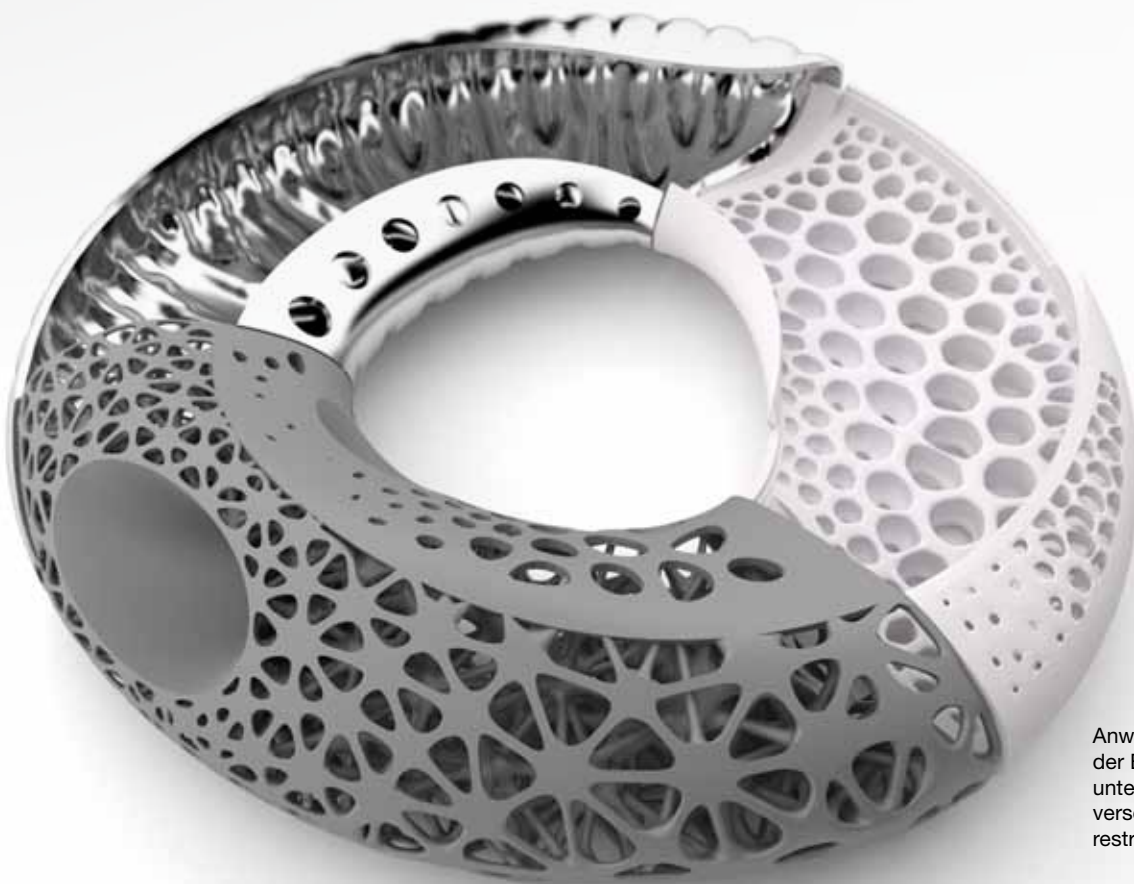
nis über ein laufendes Forschungsprojekt zum Thema „Generativ mittels Laserstrahlenschweißen von Pulvern gefertigte Aluminiumluftfahrtbauteile“ präsentieren Rudolf Gradinger von AIT Austrian Institute of Technology Ranshofen und Andreas Strohmayer von Test-Fuchs. Allgemein zu „Innovation und 3D-Druck“ und das mögliche Zusammenspiel zeigt Jean-Philippe Hagmann von Innopunk – er ist davon überzeugt und er motiviert zu mehr Radikalität und Perspektivenwechsel in produzierenden Unternehmen. Parallel zum Programm findet man ausreichend Zeit um sich mit den Experten in der Networking-Zone auszutauschen und erfährt Details zu den Dienstleistungen der Veranstaltungspartner. Dazu zählen Bibus Austria, fotec, Profactor, Canon Austria, z-werkzeugbau,



ecoplus, Westcam, voxeljet AG, WKOÖ, FIT Production, haratech, Bernstein-Innovation und cubicure. Das Austrian 3D-Printing Forum findet am 2. Tag der Smart Automation Linz statt, die Teilnehmenden des Jahresforums haben die Möglichkeit, die dreitägige Messe kostenfrei zu besuchen.

Termin	17. Mai 2017
Ort	Courtyard Marriott Linz
Link	<a href="http://www.3d-printing-forum.at">www.3d-printing-forum.at</a>





Anwendungsbeispiele der ELiSE-Algorithmen unter Berücksichtigung verschiedener Fertigungsrestriktionen.

Ingenieurskunst der Natur verpackt in fünf Schritten:

## Am Vorbild **der Natur**

Die Freiheiten der Additiven Fertigung werden aktuell nur von wenigen Produkten ausgereizt. Herkömmliche CAD-Systeme und Konstruktionsweisen reichen oft nicht aus, um optimale Konstruktionen umzusetzen. Der ELiSE Produktentstehungsprozess des Alfred-Wegener-Institutes ermöglicht es, hochfunktionale Leichtbauweisen der Natur in technische Designs zu transferieren, wodurch die Möglichkeit der Additiven Fertigung erst richtig zur Geltung kommen.

Autor: Georg Schöpf / x-technik

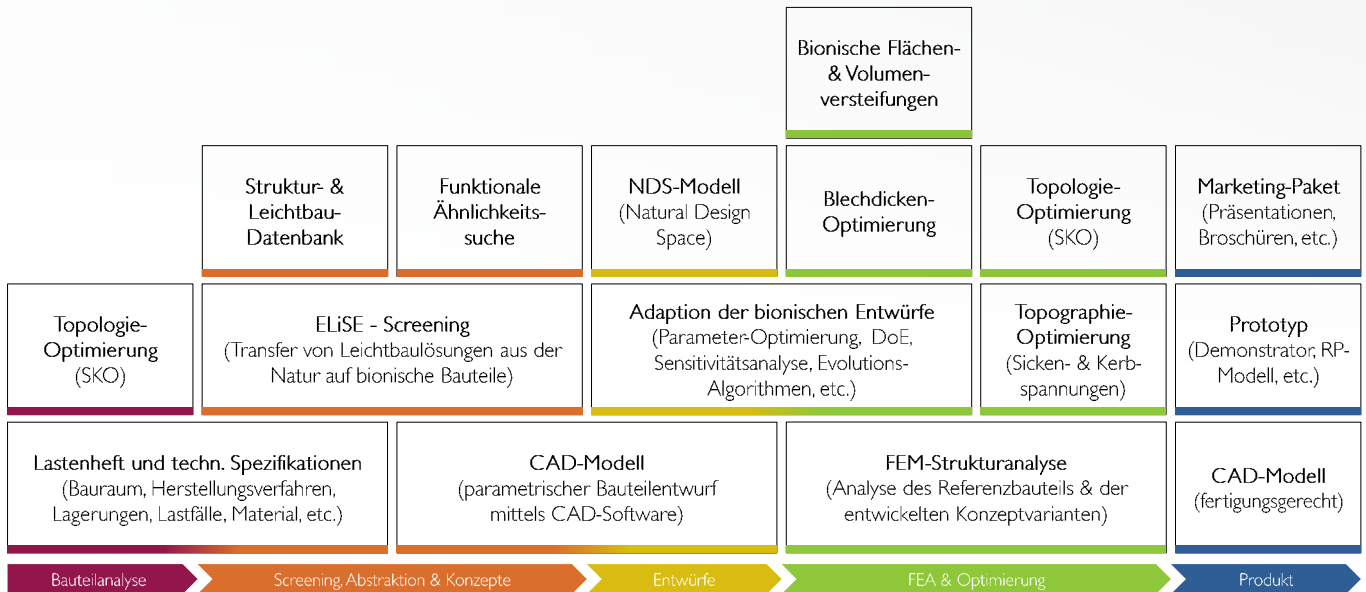
Die Additive Fertigung gibt heutigen Designern und Ingenieuren die Freiheit, Produkte zu entwickeln, die hocheffiziente und funktionale Strukturen aufweisen. In anderen Worten: man ist dem „Bauen wie die Natur“ etwas näher gekommen. Dementsprechend wird nur dort Material eingebracht, wo die Struktur es wirklich be-

nötigt – was meist zu einer komplexeren Formsprache führt. Vor allem in Branchen wie der Medizintechnik, der Luftfahrt und der Automobilindustrie, wo Nachhaltigkeit und Leichtbau eine große Rolle spielen, ist ein klarer Trend zu additiven Fertigungsverfahren in der technischen Bauteilentwicklung zu erkennen. Um das



**Daniel Siegel, Leiter Anwendung,**  
Abteilung Bionischer Leichtbau am Alfred-Wegener-Institut

“ Die Additive Fertigung ist die einzige Fertigungstechnologie, bei der mit zunehmender Komplexität des Bauteils die Fertigungskosten nicht ansteigen. Um diese Chance voll ausschöpfen zu können, gilt es, strukturelle Bauteile zu entwickeln, die bei geringstem Materialeinsatz allen mechanischen und funktionellen Anforderungen gerecht werden. Hierbei liefert die Bionik wunderbare Werkzeuge zur Bauteilauslegung.



volle Potenzial dieser Schlüsseltechnologie für die Produktion der Zukunft auszuschöpfen, hat das Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, unter der Bezeichnung Evolutionary Light Structure Engineering „ELiSE“ ein patentiertes, bionisches Verfahren entwickelt, das Leichtbauaspekte in einen Produktentstehungsprozess integriert. Voll ausgeschöpft wird dieser Prozess bei Produkten, die additiv gefertigt werden sollen. Vorbilder für das Verfahren sind mikroskopisch kleine Planktonorganismen, die weltweit in Seen und Ozeanen zu finden sind. Die Rede ist von Diatomeen und Radiolarien, im Wasser lebende, einzellige Organismen, die zum Schutz vor Fressfeinden Schalen und Panzer bil-

den, welche sich durch hohe Festigkeit bei geringem Eigengewicht auszeichnen.

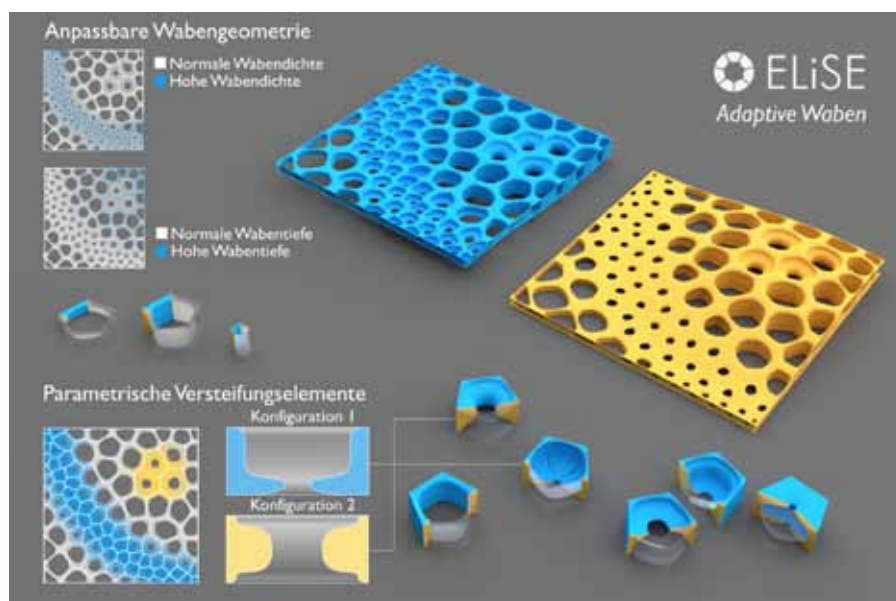
### Kontinuierlicher Anpassungsprozess

„Im Laufe der Jahrmillionen der Evolution hat das Wetttrüben zwischen Planktonorganismen, wie Diatomeen und Radiolarien, und ihren Fressfeinden (Ruderfußkrebse) hocheffiziente Leichtbaustrukturen zum Vorschein gebracht. Bedingt durch die evolutive Weiterentwicklung der Fresswerkzeuge auf der einen Seite entstand ein stetiger Anpassungsprozess, der auf der anderen die Panzerung der Planktonorganismen immer effizienter werden ließ“, erklärt Daniel Siegel, Leiter Anwendung, Abteilung Bionischer Leichtbau am AWI. „Da

diese Mikroorganismen aber ebenso auf den Lichteinfall der oberen Wasserschichten angewiesen sind, musste gleichzeitig ein Absinken durch übermäßiges Gewicht wirksam verhindert werden. Damit sind die beiden Parameter definiert, die eine erfolgreiche Entwicklung bestimmt haben. Strukturelle Stabilität bei gleichzeitig geringem Gewicht. Ebendies sind auch die bestimmenden Faktoren des industriellen Leichtbaus“, geht er weiter ins Detail.

Gängige Herangehensweisen für den Leichtbau bestehen meist darin, leichtere Werkstoffe einzusetzen und die bereits vorhandene Konstruktion hinsichtlich Gewicht zu optimieren. Die daraus entstehenden Geometrien sind den Ursprungsteilen meist sehr ähnlich.

Um zu wirklich innovativen Alternativen zu gelangen, ist es erforderlich, sich von der gewohnten Konstruktionspraxis zu lösen und nicht einfach ein für ein anderes Fertigungsverfahren ausgelegtes Bauteil zu optimieren, sondern gänzlich neue Denkansätze zu verfolgen. Nur so können beispielsweise die Potenziale der additiven Fertigungsverfahren gezielt →



**oben** Der ELiSE-Produktentwicklungsprozess bietet einen systematischen Ablauf für den bionischen Strukturleichtbau in fünf Schritten. Dieses Vorgehen ist unter anderem in der Richtlinie 6224 Blatt 3 vom VDI definiert.

**links** ELiSE-Algorithmus zur Erzeugung belastungsorientierter Waben-Geometrien.



Entwicklung einer Fahrwerkskomponente mit einer adaptiven Gitterstruktur, die sowohl mechanische als auch prozessbedingte Anforderungen der Additiven Fertigung erfüllt. (Bild: Fa. Hirschvogel)

ausgenutzt werden. Genau diesen Ansatz verfolgt das ELiSE-Verfahren. Es steht für eine naturinspirierte Entwicklung von Bauteilen, die neue Denkansätze aufgreift und diese zielgerichtet für die Additive Fertigung auslegt. Das Verfahren ist als Baukasten aufgebaut und kann so optimal auf Kundenwünsche und Produktanforderungen angepasst werden.

### Von der Natur zum Produkt in fünf Schritten

„Der ELiSE-Prozess kann als neuer bionischer Produktentstehungsprozess angesehen werden, bei dem u. a. Strukturprinzipien von Diatomeen auf technische Bauteile übertragen werden“, so Siegel. Dabei greifen der ganzheitliche Entwicklungsprozess, der systematisch in fünf Schritte aufgeteilt ist, unterschiedliche Ingenieurs-Werkzeuge und bionische Methoden auf. Optimierungswerkzeuge, wie SKO (Soft Kill Option) und CAO (Computer Aided Optimisation), die entsprechend vom Knochenwachstum oder aber von Kerbspannungsminimierung bei Bäumen abgeleitet wurden, stehen den Ingenieuren des ELiSE-Teams neben einer hauseigenen Datenbank mit 100.000 unterschiedlichen Diatomeen-Schalen, die das gewaltige Lösungsspektrum der Natur widerspiegelt, zur Verfügung. „Obwohl die Additive Fertigung große Gestaltungsfreiheiten mit sich bringt, ist je nach Material und Prozessart spezielles Expertenwissen über Randbedingungen und Fertigungsrestriktionen wichtig. Überhänge, Wärmeabtransport, minimale Wandstärken – es gilt, die richtigen Entscheidungen zu treffen, um das Potenzial im AF-Prozess voll ausschöpfen zu können. Dabei gilt es auch zu beachten, dass die Additive Fertigung nicht die Lösung für alle Leichtbauprobleme bietet.

Aktuell ist es in erster Linie sinnvoll, Bauteile zu entwickeln, bei denen eine hohe Funktionsintegration möglich ist. Dieses umgesetzt mit komplexen Leichtbaustrukturen erlaubt eine wirtschaftliche Betrachtung von Einzelbauteilen und Kleinserien“, weiß der Leichtbauexperte

### Viel Erfahrung

Das ELiSE-Team verfügt über eine langjährige Expertise in der fertigungsge rechten Gestaltung von AF-Bauteilen. Die Entwicklung neuer AF-Bauteile wird aber nur dann erfolgreich sein, wenn ein enger Wissensaustausch mit dem Kunden stattfindet. Dies bedeutet, dass die zum Teil über Jahrzehnte aufgebaute Branchenkenntnisse des Kunden mit in die einzelnen Arbeitspakete des ELiSE-Verfahrens einfließen muss. Nur so kann gewährleistet werden, dass das neue additiv gefertigte Bauteil optimal ausgelegt und prozesssicher gefertigt werden kann. Das gesamte Entwicklungspaket zeichnet sich durch eine Kombination aus Fachwissen in der jeweiligen Branche, biologisch inspirierten Leichtbaulösungen und den neuen, vielfältigen Möglichkeiten des generativen Fertigungsverfahrens aus.

„Zur Automatisierung von komplexen Bauteilentwürfen wurden eigene Algorithmen

abgeleitet, die in der Lage sind, Wirkprinzipien aus der Natur belastungsorientiert auf technische Bauteile zu übertragen. Das Ziel besteht darin, dass komplexe, belastungsgerechte Versteifungsstrukturen in Zukunft nicht mehr manuell und iterativ modelliert werden müssen“, resümiert Siegel.

### Flächenversteifung

Für Flächenversteifungen sind dies z. B. adaptive Waben, die sich strukturell nach den herrschenden Belastungen im Bauteil ausrichten und nur dort Material anordnen, wo es auch benötigt wird. Hinter dem Verfahren steckt ein Optimierungsalgorithmus, der anhand der Belastungen eine Einheitszelle (Wabe) als Wirkprinzip auswählt und diese ausdimensioniert. Dies geschieht z. B. durch eine Veränderung der Wabe in ihrer Höhe, Größe, Wandstärke und Form. Mit dieser Anpassung kann in niedrig belasteten Bereichen Material gespart und in hoch belasteten Bereichen eine Versteifung der Fläche erzielt werden. Ein weiteres Potenzial stellt der komplette parametrische Aufbau der Einheitszelle dar, sodass prozessbedingte Randbedingungen bereits im Rahmen der Optimierung berücksichtigt werden können, um beispielsweise bei SLM-Verfahren den Anteil notwendiger Stützstrukturen niedrig zu halten.



„Die ELiSE-Methodik bietet eine sehr gute Möglichkeit, den Entwicklungsprozess zu unterstützen sowie die Gestaltungsmöglichkeiten und -freiheiten auszunutzen, die die generative Fertigung bietet.

**Dr. Michael Dahme, Leiter Hirschvogel Tech Solutions (HTS)**





Diatomeen-Schale aus der Meeresbiologischen Datenbank des AWI.

## Volumenversteifung

Für die Versteifung von Volumenbauteilen wurde eine adaptive Gitterstruktur entwickelt. Diese Gitterstruktur passt sich automatisch an die Belastungen des Bauteils an. Dies geschieht durch die gezielte Ausrichtung aller Stäbe auf die Lastpfade im Bauteil, d.h. die Orientierung der Stäbe folgt dem Lastfluss im Körper und kann so effektiv die Belastungen aufnehmen. Zur gezielten Anpassung können die Anzahl, die Durchmesser und die Länge der Stabwerke optimiert werden.

Speziell für den additiven Fertigigungsprozess kann es aber auch sinnvoll sein, die Stabwerke so anzuordnen, dass sie eine

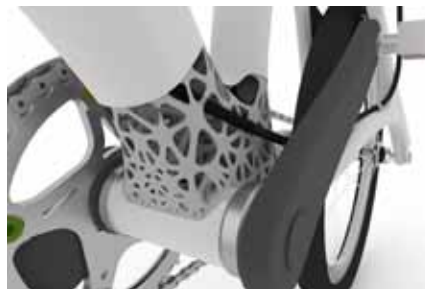
stützende Funktion übernehmen und somit herkömmliche Stützstrukturen, die durch aufwendige Nachbearbeitung entfernt werden müssen, substituieren. Unter bestimmten Belastungen übernehmen sie so eine versteifende und eine stützende Funktion. Für den AM-Prozess bedeutet dies, dass Zeit und somit Kosten gespart werden können. Die Implementierung von stützenden Gitterstrukturen wurde u. a. im Rahmen eines Forschungsprojektes mit der Firma Hirschvogel untersucht.

## Erfolgreiches Gemeinschaftsprojekt

Im Zuge dieses Gemeinschaftsprojektes wurde das ELiSE-Konzept auf eine Fahrwerkskomponente aus Aluminium angewendet. Neben einer Gewichtsreduktion verfolgte man auch das Ziel einer belastungsoptimierten Konstruktion von Gitterstrukturen. Augenmerk wurde dabei auch insbesondere auf die Ausrichtung im Bauteil bei der Additiven Fertigung gelegt, um bei der Anbringung von Stützgeometrien die fertigungsbedingten Restriktionen mit zu berücksichtigen. Ziel war es, den gesamten Entwicklungsprozess für die Additive Fertigung abzudecken, um langfristig die vollen Potenziale dieses Herstellungsverfahrens ausschöpfen zu können.

„Um erfolgreich generativ gefertigte Bauteile darstellen zu können ist es unumgänglich, die gesamte Prozesskette von der Bauteilanforderung bis zum einbaufertigen Bauteil zu beherrschen“, so Michael Dahme, Leiter der Hirschvogel Tech Solutions. „Hierbei kommt der Bauteilentwicklung eine besondere Bedeutung zu. Nur wenn es gelingt, ein Bauteil entsprechend der von ihm geforderten Funktion so auszuliegen, dass die Möglichkeiten der generativen Fertigungsverfahren wirklich genutzt werden, kann ein AF-Projekt zum Erfolg werden“, so Dahme weiter. Dabei erfordert der Auslegungsprozess vielfach ein Umdenken, da die Entwickler in der Regel die vielfältigen Einschränkungen der gängigen Fertigungsverfahren im Kopf hätten und dies quasi automatisch berücksichtigen würden, führt er weiter aus. Dabei sei es nach seinen Angaben auch gelungen, in Zusammenarbeit mit dem AWI die ELiSE-Algorithmen einzusetzen, die einen sinnvollen Entwicklungsprozess erst ermöglichen aber auch die Baujobvorbereitung maßgeblich unterstützen. „Diese Tools waren bislang in keiner der gängigen Softwarelösungen verfügbar, bemerkt Dahme abschließend.

■ [www.elise.de](http://www.elise.de)



## Bionic Bike – Das leichteste Faltfahrrad der Welt

Bei der Neuentwicklung eines Faltfahrrads als Technologieträger für die Additive Fertigung wurde neben der Funktionsintegration von Beleuchtung und Kabelführung eine Gewichtseinsparung von 60 % erzielt. Bei der Entwicklung des Faltfahrrads wurden gezielt die Methoden des ELiSE-Verfahrens angewendet. Mithilfe einer parametrischen Optimierung wurde zunächst die Faltechnik optimiert. Die anschließende Topologieoptimierung lieferte die optimalen Lastpfade, die mit einer weiteren parametrischen Optimierung auf Basis von Evolutionsalgorithmen in eine ideale, leichte Rahmengengeometrie überführt wurden. Unter Einbeziehung der Möglichkeiten der Additiven Fertigung variiert die Rahmengengeometrie stetig ihren Querschnitt in Kombination mit ihrer Wandstärke, um den jeweils lokal herrschenden Belastungen ideal gerecht zu werden. Zur lokalen Optimierung des Rahmens wurden weitere Methoden wie die Kerbspannungsminimierung, die Strukturversteifung mittels adaptiver Balkenstrukturen an hochbelasteten Bereichen im Inneren der Struktur sowie die Integration bionischer Prinzipien nach dem Vorbild von Leichtbaustrukturen angewendet. Das Bionic Bike weist mit seiner neuartigen Rahmengengeometrie gerade mal ein Gewicht von 1,7 kg (ohne Gabel) auf.



Das neue generative Fertigungssystem RenAM 500M von Renishaw wurde speziell für die industrielle Serienfertigung komplexer Metallkomponenten entwickelt. (Bilder: Renishaw bzw. Komet)

Der schnelle Weg zum additiv gefertigten Serienteil:

# Additive Fräserentwicklung

Das neue generative Fertigungssystem RenAM 500M von Renishaw ist für die industrielle Nutzung des 3D-Metalldrucks ausgelegt. Um diese Technik für innovative Zerspangungswerkzeuge nutzen und diese möglichst schnell als Serienteile marktreif anbieten zu können, setzt die Komet Group auf eine Kooperation, in die Renishaw nicht nur die Maschinenteknik, sondern auch das Produktions-Know-how einbringt.

Renishaw genießt in der Metallbearbeitung einen Bekanntheitsgrad, der sich in erster Linie auf Angebote zur Präzisionsmessung bezieht. Auf dem Gebiet des 3D-Metalldrucks ist das Unternehmen seit dem Jahr 2011 aktiv, als Renishaw einen Maschinen-

hersteller für generative Fertigungsprozesse, die MTT Technologies Ltd., übernahm. Seither wird das Selektive Laserschmelzen unter Argon-Schutzgasatmosphäre und die dazu erforderliche Maschinenteknik konsequent weiter entwickelt.

Das jüngste Ergebnis dieser Entwicklungsarbeit ist das neue, generative Fertigungssystem RenAM 500M, das Renishaws optische Systeme und Steuerungstechnik enthält. Basis dieser Maschinen ist die selbstentwickelte AM-Systemplattform, die Merkmale wie z. B. geringen Gasverbrauch, patentierte Atmosphäregenerierung und minimale Stellfläche aufweist – was in Summe die Betriebskosten vergleichsweise niedrig hält. Auch die Bedienzeite fällt durch effizientes Werkstoff-Handling über das eingebaute Sieb- und Pulverrückführungssystem gering aus. Zudem werden Prozessemissionen sicher über den patentierten, dualen SafeChange™-Filter geleitet.

## Erfolgsfaktor Anwendungs-Know-how

Mit der 2013 erfolgten Übernahme der LBC LaserBearbeitungsCenter GmbH, die nun als Geschäftsfeld LBC Engineering unter dem Renishaw Deutschland-Dach arbeitet, verfügt das Unternehmen über langjähriges Anwendungs-Know-how in generativen Prozessen. Ralph Mayer, zuständig für Dienstleistungen rund um die Additive Fertigung, erläutert das Entstehen der Bauteile im Renishaw AM-System: „In einem extrem dünnen Bett aus Metallpulver werden mit einem hochleistungsfähigen Ytterbium-Faserlaser gezielt jene Bereiche geschmolzen und dann beim Abkühlen verfestigt, die das Bauteil ergeben sollen.“ Mit immer neuen Metallpulverschichten wird dieser Vorgang sooft wiederholt, bis das Teil fertig ist. Dabei werden in der Regel Schichtdicken zwischen 20 und 60 µm gewählt. Je dünner die Schichten sind, umso besser werden Genauigkeit und Oberflä-



**Additive Fertigung live:** In einem extrem dünnen Bett aus Metallpulver werden mit einem Laser gezielt jene Bereiche geschmolzen und dann beim Abkühlen verfestigt, die das Bauteil ergeben sollen. Mit immer neuen Metallpulverschichten wird dieser Vorgang so oft wiederholt, bis das Teil fertig ist.

chenqualität. Allerdings steigen mit der Zahl der Schichten auch die Fertigungszeit und somit die Herstellungskosten. Umgekehrt sinkt möglicherweise der Aufwand für eine Nachbearbeitung der Werkstücke.

Ralph Mayer verspricht: „Das Gefüge der additiv erzeugten Werkstücke kann eine zu 99,9 % gleiche Struktur erreichen wie gewalzte oder gegossene Metallteile. Doch muss für jedes Bauteil die richtige Strategie gewählt werden. Unsere Stärke liegt in der Kompetenz, die technischen Herausforderungen der Kundenbauteile zu analysieren und gemeinsam mit dem Kunden Lösungswege zu erarbeiten.“

#### **Kooperationsstrategie sichert Kunden den schnellen Erfolg**

Deshalb macht Renishaw ein besonderes Angebot: Potenzielle Kunden können sich zunächst mit der generativen Fertigung im Rahmen ihrer konkreten

Anforderungen vertraut machen – inkl. Tests und Produktion auf Maschinen bei Renishaw. „Erst wenn der Kunde klar sieht, ob sich dadurch für ihn eine interessante Wertschöpfung ergibt, steht die Frage des Kaufs einer Anlage im Raum“, betont Mayer. „Wir bieten aber auch Dienstleistungen und erweiterte Kooperationen zur additiven Bauteilgenerierung an.“

Ein Unternehmen, das sich auf eine solche Partnerschaft eingelassen hat, ist die Komet Group, einer der führenden Hersteller von Präzisionswerkzeugen. Schon seit Jahren untersuchen die Werkzeugspezialisten, welche konkreten Potenziale der 3D-Druck für die Werkzeugherstellung bietet und welche Maschinen auf dem Markt verfügbar sind.

Seit einem Jahr arbeitet Komet mit Renishaw zusammen, „weil uns deren Angebot sowohl technisch als auch von der Anwendungsseite her überzeugt →



“ Unsere Stärke liegt in der Kompetenz, die technischen Herausforderungen der Kundenbauteile zu analysieren und gemeinsam mit dem Kunden Lösungswege zu erarbeiten.

**Ralph Mayer, Leiter des Bereichs  
LBC Engineering bei Renishaw**



- **Entwicklung**
- **Konstruktion**
- **Prototypenbau**
- **Serie**

Stereolithographie CAM-CNC  
CAD-Engineering Lasersintern  
3D-Printing HSC Spritzgießen  
Blechmuster und Federn  
Vakuumgießen Designmodelle

**BS-MODELSHOP GMBH**  
Gutheil-Schoder-Gasse 8  
1100 Wien, Austria  
T. +43 1 66 70 700-0  
F. +43 1 66 70 700-4690  
[www.modelshop-vienna.com](http://www.modelshop-vienna.com)





**links** Nach dem „Druckprozess“ der Schneidenträger für die Komet Einschraubfräser: Um die Arbeitsfläche der Anlagen möglichst gut auszunutzen, werden mehrere Werkzeuge in einem Arbeitsgang erzeugt.

**rechts** Additiv hergestellt und bereits in Serie: der neue Komet PKD-Einschraubfräser.

hat“, erläutert Dr. Reinhard Durst, Leiter Forschung und Entwicklung Hartmetallwerkzeuge bei Komet. Er ist vom Potenzial der 3D-Drucktechnik begeistert: „Allein schon die Möglichkeit, die Werkzeuggeometrie innen und außen frei zu gestalten, macht die generativen Verfahren für uns zu einem Zukunftsthema. Denn damit lässt sich die Leistungsfähigkeit und Produktivität der Werkzeuge enorm steigern, was für unsere Kunden einen deutlichen Mehrwert schafft.“

### Produktivere Werkzeuge durch Additive Fertigung

Ein Beispiel: Das erste der gemeinsam mit Renishaw bearbeiteten Projekte war die Entwicklung neuer PKD-Einschraubfräser, deren additiv generierter Grundkörper mit PKD-Schneiden bestückt und auf einen Werkzeughalter aufgeschraubt wird. Diese Werkzeuge sind inzwischen Bestandteil des Komet-Katalogangebots. Reinhard Durst berichtet: „Durch das additive Verfahren ist es uns gelungen, wesentlich mehr PKD-Schneiden auf einem Werkzeug unterzubringen. Wir haben die Anordnung der Schneiden geändert und wesentlich größere Achswinkel realisiert. Wir konnten die Nuten im Vergleich zu konventionell

gefrästen Werkzeugen deutlich verkürzen. So wird das Werkzeug für den Anwender sehr viel produktiver.“

Bei einem 32 mm-Einschraubkopf beispielsweise wurde die Zahl der Nuten und Schneiden von sechs auf zehn gesteigert. Entsprechend ermöglicht das Werkzeug einen in diesem Verhältnis erhöhten Vorschub. Nach einem Jahr der Zusammenarbeit sieht Reinhard Durst die Entscheidung für die Partnerschaft mit Renishaw vollauf bestätigt: „Die Strategie für das Laserschmelzen kann man sich nicht einfach selbst erarbeiten. Wer eine Maschine kauft und sagt, ich probiere das selber aus, wird scheitern. Um ein gutes Werkzeug zu erzeugen, kommt es entscheidend darauf an, welche Laserprozessstrategie man wählt und wie man vorgeht. Da ist viel Know-how von Renishaw eingeflossen.“

Die Kooperationsstrategie treibt Renishaw mit dem Aufbau sogenannter „Solution Center“ voran. Dort können Kunden aktuelle AM-Maschinen mieten und damit eigenständig arbeiten. Sie haben dabei aber stets Renishaw-Mitarbeiter in der Nähe, die sie um Rat fragen können. „Wir streben ein Win-Win-Verhältnis an. Der Kunde verkürzt seine Lernkurve und reduziert die

Zahl möglicher Fehler auf ein Minimum“, erläutert Mayer, „und wir bekommen wertvolle Informationen über die Anforderungen der Industrie, auf deren Basis wir Maschinen und Technologien weiterentwickeln können.“

### Rasanter Fortschritt

Da der 3D-Druck mit Metall noch eine sehr junge Technologie ist, schreitet die Entwicklung schwungvoll voran. Neben der RenAM 500 M entwickelte Renishaw auch die speziell auf die AM-Technologie ausgerichtete Software QuantAM, die aus CAD-Daten das Programm für die schichtweise Produktion von Werkstücken erstellt. Sie platziert die Teile auf der Arbeitsfläche des „Druckers“, ergänzt Stützkonstruktionen, die auch zur Wärmeableitung dienen und unterteilt die Fertigungsdaten in die einzelnen Schichten.

Weitere Neuentwicklungen sind zu erwarten. So arbeitet Renishaw aktuell an neuen Werkstoffen sowie an Regel- und Qualitätsüberwachungssystemen für die RenAM-Maschinen. Dadurch soll zum einen der Produktionsablauf automatisiert und zum anderen die derzeit noch spürbaren Abhängigkeiten zwischen dem Know-how des Bedieners und der Qualität des hergestellten Produkts reduzieren werden. Dabei ist die Einbettung der Additiven Fertigung ins Renishaw-Portfolio von großem Vorteil, wie Ralph Mayer unterstreicht: „Renishaw ist das einzige Unternehmen, das die komplette Prozesskette vom CAD/CAM über die Produktion bis zur Qualitätssicherung durch entsprechende Messtechnik aus einer Hand abbilden kann.“



„Um ein gutes Werkzeug zu erzeugen, kommt es entscheidend darauf an, welche Laserprozessstrategie man wählt und wie man vorgeht. Da ist viel Know-how von Renishaw eingeflossen.“

**Dr. Reinhard Durst, Entwicklungsleiter  
Hartmetallwerkzeuge Komet Group**

www.renishaw.com

# Rapid.Tech FabCon 3.D

20.-22. JUNI 2017

20-22 JUNE 2017

MESSE ERFURT.GERMANY



Die OPM250L hat einen Bauraum von 250 X 250 X 250 mm<sup>3</sup> und wird von einem 500 W Yb-Faserlaser gespeist.

## Neues Konzept. Neue Form.

Mit dem OPM250L repräsentiert Sodick einen hochleistungsfähigen 3D-Präzisions-Metalldrucker mit innovativem Fertigungskonzept für die generative Herstellung einteiliger Werkzeugformen aus Metall für Kunststoff-Formteile. Im Vergleich zu klassischen Verfahren, die aufwendig sind und komplexes Fachwissen erfordern, wird mit diesem Konzept eine Produktivitätssteigerung erreicht, die sich durch kürzere Durchlaufzeiten und geringere Formteilkosten auszeichnet.

Sodick setzt auf Fertigungslösungen „aus einer Hand“ und liefert mit dem 3D-Präzisions-Metalldrucker OPM250L auch eine „One-Stop-Solution“ für die Additive Fertigung. Während des gesamten Prozessablaufes – von der Konstruktion bis zum Bau einer Form – greift Sodick auf ein Netz komplexer Technologien zurück, das Drahterosionsmaschinen, Senkerodiermaschinen, Spritzgussmaschinen, Bearbeitungszentren und nun auch den metallischen 3D-Druck integriert.

### Generative Fertigung und Oberflächenfinish auf einer Maschine

Die OPM250L führt die Laserbearbeitung und das Hochleistungsfräsen kontinuierlich auf einer Maschine aus. Der Materialauftrag erfolgt in einem klassischen LBM-Verfahren im Pulverbett. Die anschließende Präzisions-

bearbeitung mit Hochleistungsfräser erzeugt eine so hohe Konturqualität, wie sie mit der generativen Methode alleine nicht erreichbar wäre.

Die OPM250L bietet im Gegensatz zum klassischen Formenbau die Möglichkeit, mit einem 3D-Metalldrucker Werkzeugformen zu bauen, die grundsätzlich aus einem Stück bestehen. Ein „Internet der Dinge“ (IoT) lässt sich leicht aufbauen, um damit die Produktion standortunabhängig zu steuern. Dieser Automationsgrad führt zu signifikanten Einsparungen in den Gesamtarbeitskosten.

Die Kombination aus Lasersintern und Hochleistungsfräsen auf einer Maschine eröffnet somit ein breites Spektrum der freien Formgestaltung komplexer Formen in hochpräziser Ausführung.

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

„Rapid.Tech  
und FabCon 3.D  
haben ihren Ruf als  
europäische Spitzenver-  
anstaltung im Bereich der  
generativen Fertigungs-  
technologien gefestigt!“

Michael Eichmann, Stratasys GmbH



**Rapid.Tech**

International Trade Show  
& Conference for Additive  
Manufacturing

[rapidtech.de](http://rapidtech.de)



**FabCon 3.D**

The 3D Printing  
Community Event

[fabcon-germany.com](http://fabcon-germany.com)

Die speziell für Mustershops und Druckdienstleister konzipierte Drucklösung HP Jet Fusion 3D bietet einen vereinfachten Workflow und reduzierte Kosten für die Prototypenentwicklung.



Das Video zu  
HP Jet Fusion 3D

[www.additive-fertigung.at/  
video/128202](http://www.additive-fertigung.at/video/128202)



Produktionsreifes, kommerzielles 3D-Drucksystem:

# HP Jet Fusion 3D

HP bietet zwei neue 3D-Drucker an, die speziell für die Anforderungen von Prototyping und die Produktion von Kleinserien entwickelt wurden und auf der von HP entwickelten Multi Jet Fusion Technologie basieren. Die HP Jet Fusion 3D-Druckerreihe ist das Ergebnis jahrzehntelanger Forschung und Expertise in den Bereichen Feinmechanik, Mikrofluidik und Materialwissenschaften.

Mit der HP Jet Fusion 3D-Drucklösung verspricht HP einen bis zu zehnmal schnelleren Druckvorgang sowie halb so hohe Gesamtkosten als mit bisher verfügbaren Systemen. Da die funktionalen Teile erstmals auf Voxel-Ebene (ein Voxel ist das 3D-Equivalent eines 2D-Pixels bei traditionellen Druckverfahren) gedruckt werden, bietet HP Kunden die Möglichkeit, Bauteileigenschaften zu verändern und eine flexible Massenindividualisierung zu liefern.

„Unsere 3D-Druckerplattform ist einzigartig, da sie über 340 Millionen Voxel pro Sekunde und nicht nur jeweils einen Punkt verarbeiten kann. Dadurch ermöglichen wir unseren Partnern aus den Bereichen Prototypentwicklung und Fertigung wesentlich schnellere Baugeschwindigkeiten, funktionelle Teile und eine hohe Wirtschaftlichkeit“, betont Stephen Nigro, Leiter des 3D-Druckgeschäfts bei HP. „Die neue HP Jet Fusion 3D-Drucklösung bietet eine Kombination aus Geschwindigkeit, Qualität und Kosten, wie sie in der Branche noch nie gesehen wurde. Unternehmen und Hersteller können völlig überdenken, wie sie Lösungen für ihre Kunden entwickeln und bereitstellen.“

## Zwei Versionen

Die für Modellwerkstätten und 3D-Druckereien konzipierten Geräte HP Jet Fusion 3D 3200 und HP Jet Fusion 3D 4200 unterscheiden sich optisch nicht voneinander. Der HP Jet Fusion 3D

3200 wurde für die Prototypenentwicklung konzipiert. Der HP Jet Fusion 3D 4200 ist durch seine höhere Druckgeschwindigkeit und Genauigkeit zusätzlich für die Fertigung mit kurzer Durchlaufzeit geeignet – er kombiniert eine effektive Produktion mit geringen Stückkosten, um Teile am gleichen Tag zu produzieren. Das jeweilige Produktionssystem wird durch die zugehörige Processing Station vervollständigt. Diese gibt es, wie den 3D-Drucker, in zwei Varianten. Die Processing Station für den HP Jet Fusion 3D 4200 punktet zusätzlich mit einer Fast Cooling-Funktion. Damit wird der Abkühlungsprozess noch weiter verkürzt, wodurch der zuvor erwähnte, höhere Durchsatz erzielt werden kann.

Mit beiden Systemen können Objekte mit einer Größe von 406 x 305 x 406 mm erzeugt werden. Die Schichtdicke kann dabei zwischen 0,08 und 0,10 mm (Jet Fusion 3D 3200) sowie zwischen 0,07 und 0,12 mm (Jet Fusion 3D 4200) betragen. Die Druckgeschwindigkeit beträgt beim 4200er 4.500 cm<sup>3</sup>/h und beim 3200er 3.500 cm<sup>3</sup>/h.

## Offenes Plattform-Konzept für Materialien

Auf der 2014 angekündigten, Open Platform vision arbeiten HP und zertifizierte Partner zusammen, um Materialinnovationen und neue Anwendungen für die HP Multi Jet Fusion Technologie bereitzustellen. Durch dieses Konzept wird der Anwendungsbereich





**oben** Mit beiden Systemen können Objekte mit einer Größe von 406 x 305 x 406 mm erzeugt werden. Die Schichtdicke kann dabei zwischen 0,08 und 0,10 mm (Jet Fusion 3D 3200) sowie zwischen 0,07 und 0,12 mm (Jet Fusion 3D 4200) betragen.

**unten** Durch das offene Plattform-Konzept wird der Anwendungsbereich des 3D-Drucks erweitert, indem stetig neue Materialien zur Verfügung gestellt und somit immer mehr Anwendungsbereiche abgedeckt werden.

des 3D-Drucks erweitert, indem stetig neue Materialien zur Verfügung gestellt und somit immer mehr Anwendungsbereiche abgedeckt werden. Darüber hinaus werden Materialkosten gesenkt, die Leistung gesteigert und die Erstellung spezieller Teile für branchenspezifische Bedürfnisse ermöglicht. Zudem entwickelt HP den 3D-Material App Store und arbeitet diesbezüglich bereits mit zertifizierten Partnern wie Arkema, BASF, Evonik und Lehmann & Voss zusammen, um das Open Platform-Ökosystem im Laufe der Zeit zu erweitern. HP hat auch mit branchenführenden Softwarepartnern zusammengearbeitet, um das Design-to-Print-Verfahren einfacher und intuitiver zu gestalten. Partner sind u. a. Autodesk, Materialise und Siemens. Durch die Integration mit führenden Herstellern von Software-Lösungen ermöglicht HP eine tiefere Integration des 3D-Drucks in Fertigungsprozesse. HP ist ein Gründungsmitglied des Industriekonsortiums, das .3MF entwickelt hat, ein verbessertes 3D-Druck-Dateiformat. Die HP Jet Fusion 3D-Drucklösung ist der erste 3D-Drucker, der vollständig mit diesem branchenführenden Standard kompatibel ist.

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

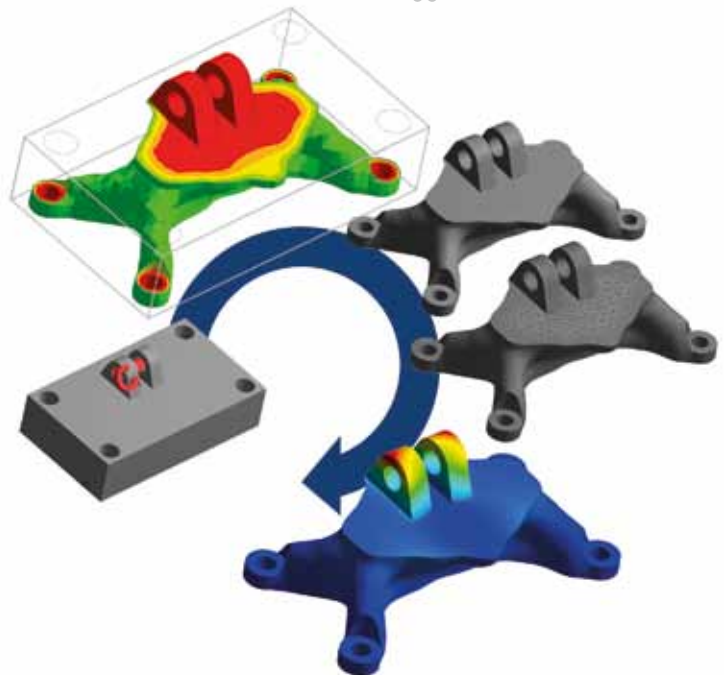
# CADFEM®

Simulation ist mehr als Software®

## Intuitiv vom Bauraum zur idealen CAD-Geometrie



ANSYS



Erfahren Sie, wie Sie mit der Simulationssoftware ANSYS® die optimale Bauteiltopologie ermitteln: Intuitiv, flexibel, ideal für additive Fertigungsverfahren.

Jetzt zum Info-Webinar „Topologieoptimierung“ am 23. Februar oder 28. März 2017 anmelden.

[www.cadfem.de/topologie-webinar](http://www.cadfem.de/topologie-webinar)

CADFEM GmbH  
Marktplatz 2  
85567 Grafing b. München

T +49 (0) 89 92-70 05-0  
[info@cadfem.de](mailto:info@cadfem.de)  
[www.cadfem.de](http://www.cadfem.de)

Weitere Geschäftsstellen:  
Berlin, Chemnitz, Dortmund,  
Frankfurt, Hannover und Stuttgart

Die NanoParticle Jetting Technologie erfüllt laut XJet viele Anforderungen, womit die Additive Fertigung von Metallteilen bis dato zu kämpfen hatte: Detaillierungsgrad, Bauschwindigkeit und einfache Handhabung.

Das Video zur  
NPJ Technologie

[www.additive-fertigung.at/  
video/128201](http://www.additive-fertigung.at/video/128201)



Neue Technologie von XJet:

# NanoParticle Jetting

XJet hat auf der formnext 2016 ein neues Verfahren für die Additive Fertigung von Metallteilen präsentiert. Mithilfe der NanoParticle Jetting (NPJ) Technologie können qualitativ hochwertige Teile produziert werden, die mit beachtlichen Details sowie hoher Oberflächengüte und Genauigkeit bestechen.

Die patentierte NanoParticle Jetting Technologie erzeugt hauchdünne Schichten von Tröpfchen, die Metall-Nanopartikel oder Nanopartikel des Supportmaterials enthalten. Diese werden auf der Bauplattform über einen Druckkopf, vergleichbar mit dem eines Tintenstrahldruckers, abgelegt. Da die Druckköpfe über die gesamte Baubreite angeordnet sind, wird eine extrem hohen Aufbaurate erreicht.

Die flüssigen Dispersionen werden als versiegelte Kartuschen in das XJet-System eingebracht, sodass keine Metallpulver verarbeitet werden müssen. Durch die hohe Temperatur im Bauraum

des Systems verdampft die Flüssigkeit rund um die Metallpartikel. Dies führt zu den nahezu gleichen metallurgischen Eigenschaften wie bei traditionell hergestellten Metallteilen. Zudem wird das Metallteil einem einfachen Sinterprozess unterzogen, bei dem zugleich die Stützstrukturen einfach und nahezu ohne manuellen Eingriff entfernt werden.

## Erweiterung auf Keramik

„Wir sind sehr stolz auf unsere NanoParticle Jetting Technologie, die ein Meilenstein in der additiv verarbeitenden Industrie ist. Sie ist der Höhepunkt unserer jahrelangen Forschung und überwin-

det viele Herausforderungen, mit denen sich die Additive Fertigung bisher auseinandersetzen musste“, unterstreicht Hanan Gothait, CEO und Gründer von XJet. „Die Erweiterung der NanoParticle Jetting Technologie auf Keramik ermöglicht es XJet, zusätzliche Bereiche – darunter zahnärztliche, medizinische und spezifische, industrielle Anwendungen – zu bedienen“, ergänzt Dror Danai, Chief Business Officer bei XJet.

■ [www.xjet3d.com](http://www.xjet3d.com)



“ Die geringe Partikelgröße und die hauchdünnen Schichten beim Drucken eröffnen die Möglichkeit für ungeahnte Detaillierungsgrade bei den Bauteilen. Feinste Strukturen sind dadurch realisierbar und die Oberflächen erhalten eine besonders hohe Qualität.

**Hanan Gothait, CEO und Gründer von XJet**



Die Erweiterung der NanoParticle Jetting Technologie auf Keramik ermöglicht es XJet, zusätzliche Bereiche – darunter zahnärztliche, medizinische und spezifische, industrielle Anwendungen – zu bedienen.

## Neues Maschinensystem für den Einstieg in die Additive Fertigung:

# eLMD – Pulverlaserauftragsschweißen

Das Laser Metal Deposition (LMD) Verfahren, das die Herstellung dreidimensionaler Werkstücke aus einer Vielzahl von Metallen ermöglicht, rückt immer stärker in den Fokus von Industrie und Forschung. Lunovu stellt mit eLMD ein neues Maschinensystem vor, das sich gezielt an Forschungsinstitute, Entwicklungszentren der Industrie, Betreiber von Pilotproduktionen und Einsteiger im Bereich LMD wendet.

Basierend auf der langjährigen Erfahrung des Lunovu-Entwicklungsteams im Bereich industrieller Laser-Maschinensysteme wurde eLMD als prozessfertiges Komplettsystem konzipiert. Auch ohne Vorkenntnisse ist der Einstieg in das LMD Verfahren sofort möglich, da grundlegende Prozesse und vorbereitete Programme für Standard-Werkstück-Geometrien bereits integriert wurden. Aufgrund des durchdachten Maschi-

nendesigns kann das System zu einem äußerst attraktiven Preis angeboten werden. Ungeachtet dessen bietet das System allerdings schon in der Grundausstattung ein kompromissloses Sicherheitskonzept, leistungsfähige Systemkomponenten und eine komfortable Bedieneroberfläche, die einen sicheren und schnellen Einstieg in die Welt des Additive Manufacturing ermöglichen.

eLMD ist bewusst offen und erweiterbar konzipiert, sodass jederzeit Erweiterungen möglich sind. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf „intelligente“ Systemerweiterungen gelegt, die z. B. Multi-Materialfähigkeit, eine automatische Erfassung der Werkstückgeometrie, eine automatische Werkzeugbahnplanung oder eine integrierte Laserleistungssteuerung bieten.



www.lunovu.com

## EOS e-Manufacturing Solutions



Oben: Greifer zum Transport von Chips-Packungen (Quelle: Formrise)  
Unten: Gewichtsoptimierte Halterung aus Metall (Quelle: Airbus, Sogeti)

## Shaping the Future of Manufacturing

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

Der industrielle 3D-Druck ist ein wesentlicher Bestandteil aktueller und zukünftiger Produktionslinien und hält Einzug in die Serienfertigung. Mit seinen neuen, integrierten und modularen Lösungen liefert

EOS eine klare Antwort auf diese Entwicklung und hilft Unternehmen als verlässlicher Partner dabei, die nächste Stufe des industriellen 3D-Drucks zu erreichen.

**EOS**  
e-Manufacturing Solutions





Der 140 W-Diodenlaser ermöglicht bei einem Strahldurchmesser von 250 µm auch die Verarbeitung von Edelstahl.

# Low-Budget SLM-Maschine für KMU

Die FH Aachen und das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT stellen eine neue Low Budget SLM-Anlage vor. Die Gemeinschaftsentwicklung mit dem GoetheLab der Fachhochschule Aachen ist vor allem für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) gedacht, für die eine kommerziell verfügbare Anlagentechnik für das Laserstrahlschmelzen aufgrund der hohen Investitionsanforderungen wirtschaftlich noch nicht infrage kommt.

Konzernen fällt der Einstieg in die Additive Fertigung leicht. Sie können Experten einstellen, in neue, teure Anlagentechnik investieren oder neue Unternehmensbereiche aufbauen. KMU prägen jedoch weitgehend die deutsche Industrielandschaft: Aktuelle Studien zeigen, dass das Wissen der KMU über die Chancen und Potenziale der Additiven Fertigung oft noch unzureichend ist. Teilweise orientiert sich die Wissensvermittlung auch nicht an den Anforderungen der KMU.

## Zugang zum 3D-Drucken erleichtert

Hier kommt das Aachener Zentrum für 3D-Druck ins Spiel, das die Fachhochschule Aachen gemeinsam mit dem Fraunhofer ILT 2014 gegründet hat. Prof. Gebhardt, Leiter des Zentrums: „Unsere eng kooperierende Expertengruppe ermöglicht dem Mittelständler den Zugang zum 3D-Drucken.“ Das neue Zentrum unterstützt Unternehmen mit Schulungen, Beratung und Dienstleistungen im Bereich Additive Fertigung von der Bauteilkonstruktion über



“ Die Low Budget Anlage erleichtert vor allem den Einstieg in den metallischen 3D-Druck. Die damit herstellbaren Bauteile eignen sich für viele, typische SLM-Applikationen.

**Dawid Ziebura, Projektingenieur  
am Fraunhofer ILT**

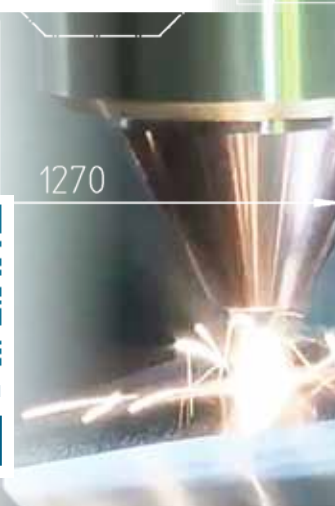
die Fertigung bis hin zur Nachbearbeitung. Doch weil auch KMU neue Techniken gerne einsetzen, um Know-how im Betrieb aufzubauen, entstand in einem Projekt eine Low Budget SLM-Anlage für das Laserstrahlschmelzen (SLM: Selective Laser Melting). Bei der Demonstration erzeugte ein 140 W-Diodenlaser (Fokusbereich von 250 µm) im Zusammenspiel mit einem kartesischen

WFL Technologiemeeting 2017  
21. – 23. März, Linz – Austria

**LAMIX**   
LASER SOLUTIONS



WFL YouTube Channel



Das führende Maschinenkonzept  
für die Fertigung komplexer und  
präziser Werkstücke.

**EINMAL SPANNEN -  
KOMPLETT BEARBEITEN**



WFL Millturn Technologies GmbH & Co. KG | 4030 Linz  
Austria | Wahringerstraße 36 | Tel +43-(0)732 - 69 13-0  
Fax +43-(0)732 - 69 13 - 81 72 | office@wfl.at | www.wfl.at

WFL Millturn Technologies GmbH & Co. KG | Germany  
Vertriebsniederlassung Sinsheim | 74889 | Am Leitzelbach 20  
Tel +49-(0)72 61-94 22-0 | Fax +49-(0)72 61-94 22-29  
E-mail office@wfl-germany.com | www.wfl-germany.com



Mit ihrer sehr  
geringen  
Aufstellfläche  
und dem  
günstigen  
Preis bietet  
die Maschine  
besonders  
für KMU eine  
attraktive  
Einstiegs-  
möglichkeit  
in die Additi-  
ve Fertigung  
von Metall-  
bauteilen.

Achssystem komplexe Funktionsbau-  
teile aus Metall mit einer maximalen  
Höhe von 90 mm und einem maxima-  
len Durchmesser von 80 mm. Die An-  
lage benötigt eine Aufstellfläche von  
lediglich 1,3 x 0,8 x 1,4 m.

## Ideal für den Einstieg

Eine vergleichbare Anlage in der Bau-  
raumgröße kostet laut Dawid Ziebura,  
Projektingenieur am Fraunhofer ILT,  
mindestens EUR 100.000, während er  
bei der Low Budget SLM-Anlage mit  
einem späteren Verkaufspreis von etwa  
EUR 30.000 rechnet. Für die Anlage  
spricht, dass sie sich leicht bedienen  
lässt und dass ein Anfänger die Bedie-  
nung innerhalb weniger Stunden er-  
lernen kann. Alle eingesetzten Kompo-  
nenten ermöglichen Selbstservice und  
lassen sich leicht austauschen. „Die  
Low-Budget-Anlage erleichtert vor al-  
lem den Einstieg in den metallischen  
3D-Druck“, erläutert Ziebura. „Die da-  
mit herstellbaren Bauteile eignen sich  
für viele, typische SLM-Applikationen

von Prototypen, Musterteilen bis hin  
zu Funktionsbauteilen.“ Der Anwen-  
der kann dabei selbst entscheiden, wie  
schnell und hochwertig die Anlage ar-  
beitet. Sie kann z. B. eine mittelgroße  
Komponente (55 cm<sup>3</sup>) aus Edelstahl  
1.4404 mit mehr als 99,5 % Dichte  
innerhalb von 12 Stunden aufbauen.  
Zusätzlich bietet die Anlage die Option,  
großvolumige Bauteilbereiche mit Git-  
terstrukturen zu füllen, um bei weniger  
beanspruchten Bereichen die Bauzeit  
zu verkürzen. So lässt sich die Bauzeit  
bei einer gewählten Gitterdichte von  
20 % (entspricht 20 % des ursprüng-  
lichen Volumens) um etwa 60 % ver-  
kürzen.

Die Aachener wollen nun die Prozess-  
zeit senken und die Belichtungsstrate-  
gien optimieren, um die Bauteilqualität  
weiter zu verbessern. Außerdem ist  
auch der 3D-Druck von Bauteilen aus  
Aluminiumlegierungen und Werkzeug-  
stahl geplant.

■ [www.ilt.fraunhofer.de](http://www.ilt.fraunhofer.de)



Durch  
Gitterstruk-  
turen im In-  
neren lässt  
sich nicht  
nur Gewicht  
sparen, son-  
dern auch  
die Bauzeit  
reduzieren.

# Neue Geschäftsmodelle in der dritten Dimension



“ Mit unserem Großformatdrucker und unserem GDP-Verfahren adressieren wir andere Märkte als andere 3D-Druckunternehmen. Wir eröffnen für Druckereien und Werbeagenturen die dritte Dimension.

## Avner Israeli

CEO der Massivit 3D

### Massivit 3D auf der EuroShop live erleben

Halle 3, Stand E72,  
Messe Düsseldorf  
vom 5. bis 9. März

Mit ihrem Gel Dispensing Printing (GDP) bietet die israelische Massivit 3D Printing Technologies Ltd. eine außergewöhnliche Lösung für den 3D-Druck im Großformat. Skulpturen von bis zu 180 x 150 x 120 cm (H x B x T) sind realisierbar. Massivit CEO Avner Israeli sieht die Leichtbau-Objekte im Riesenformat als perfekte „Eye-Catcher“, mit denen Werbekampagnen Aufmerksamkeit erwecken und Druckereien die dritte Dimension erschließen können.

*Das Interview führte Rainer Gebhardt / VDMA*

### Herr Israeli, wo liegen Ihre Schwerpunkte im Additive Manufacturing?

Unsere selbst entwickelte Technologie verbindet Großformat und hohe Aufbau-raten. Skulpturen bis 180 cm Höhe, 150 cm Breite und 120 cm Tiefe lassen sich drucken, die unser patentiertes Gel Dispensing Printing GDP-Verfahren mit Aufbau-raten umsetzt, die im 3D-Druck-Markt ihresgleichen suchen. Damit richtet sich Massivit an Großformatdruckereien, Hersteller von Schildern und Werbetafeln sowie die Werbungs- und Marketing-Branche, deren Kampagnen unser Verfahren schon beeinflusst. Unsere Anlagen drucken „Eye-Catcher“, die Werbekampagnen eine dritte Dimension eröffnen und die Aufmerksamkeit in Geschäften oder an 3D-Werbetafeln wecken.

### Welche Materialien können Ihre Anlagen drucken?

Wir haben mit Dimengel ein eigenes Material entwickelt, ein UV-härtendes Polymer-Gel auf Acrylbasis. Seine hohe Viskosität erlaubt es Anwendern, auch komplexe Strukturen ohne Stützstrukturen zu drucken. Und dank seiner hohen UV-Sensitivität lässt es sich auch mit energiesparenden UV-LEDs schnell trocknen, um verschiedenste Lacke, Farben und Beschichtungen aufzubringen. Zusätzlich lassen sich mit den beiden Druckköpfen unserer größten Anlage im

Sinne hoher Produktivität gleichzeitig zwei Großformatskulpturen drucken.

### Anwender kritisieren oft mangelnde Produktivität und Reproduzierbarkeit additiver Verfahren. Wie geht Massivit diese Themen an?

Kunden müssen sich über die Produktivität und Reproduzierbarkeit keine Sorgen machen. Wir unterstützen sie bei ihren Anwendungen und geben ihnen ein Forum, um Best Practice und Wissen auszutauschen. Es geht hier um einen völlig neuen Markt. Es gibt viele kreative Ansätze – wir müssen aber alle noch lernen, wie die neue Dimension in den Bereichen Werbung, Marketing, Innenarchitektur oder Shop-Design sinnvoll und effektiv nutzbar ist.

### Aus Sicht des Anlagenbauers: Wo liegen die größten Potentiale um die Produktivität im Additive Manufacturing zu steigern?

In unserem Fall liegt das Potenzial im kreativen Bereich. Wie können Kunden mit großformatigen 3D-Objekten Aufmerksamkeit erregen und Werte schöpfen? Druckereien und Werbeagenturen sollten sich Gedanken über Geschäftsmodelle machen, die mit 3D-Druckverfahren umsetzbar werden. Auch für andere Branchen können sich neue Anwendungen ergeben, sei es Formenbau





Die Systeme von Massivit 3D sind für die Herstellung großer Objekte auf der Basis von Gel Dispensing Printing (GDP) konzipiert.

für das Vakuumgießen, organisch geformte Möbel und Einrichtungen oder großformatige Modelle für Museen, Bildungseinrichtungen oder für Messen. Darüber hinaus denke ich, dass die Produktivität mit noch höheren Aufbauraten, größeren Bauräumen und einer erweiterten Materialpalette weiter steigen kann und wird.

**Die Industrie wünscht automatisierte Prozessketten. Fertigungs- und Nachbehandlungstechniken verschiedener Hersteller sollen per Plug & Play verknüpfbar werden. Ist das ein realistischer Wunsch?**

Die Technologie entwickelt sich weiter. Noch gibt es von Design, Druck bis Veredelung eine Reihe von Zwischenschritten. Wir arbeiten eng mit Softwareunternehmen zusammen, um diese besser in die Prozesskette zu integrieren und einen nahtlosen 3D-Druckprozess aufzusetzen.

**Worin unterscheidet sich Massivit von seinen Wettbewerbern?**

Mit unserem Großformatdrucker und unserem GDP-Verfahren adressieren wir andere Märkte als andere

3D-Druckunternehmen. Wir eröffnen für Druckereien und Werbeagenturen die dritte Dimension. Damit helfen wir ihnen, ihr Geschäft in einen wachsenden Markt zu übertragen. Viele Unternehmen aus der Druck- und Werbeindustrie suchen nach Diversifizierungsmöglichkeiten. Der 3D-Druck bietet diese Möglichkeiten – und einen echten Wow-Effekt.

**Mit welchen Zielen und Interessen haben Sie sich der Arbeitsgemeinschaft Additive Manufacturing im VDMA angeschlossen?**

Der VDMA ist eine Organisation mit sehr hoher Reputation. Wir haben uns um die Mitgliedschaft in der Arbeitsgemeinschaft bemüht, um auf uns und unsere 3D-Technologie aufmerksam zu machen. Für uns ist es auch eine gute Möglichkeit, um uns mit anderen innovativen Unternehmen auszutauschen, damit wir unseren Kunden stets die bestverfügbare Technologie bieten können.

**Vielen Dank für das aufschlussreiche Gespräch!**

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

**Entdecken Sie Ihre Welt  
gänzlich neu:  
Neue Konstruktionen,  
neue Prozesse,  
neue Geschäftsmodelle**



**Echt 1zu1:** Additive Manufacturing ist für uns mehr als das Anwenden von Prototyping-Verfahren auf die Serienproduktion. Es eröffnet auf allen Ebenen der Produktentwicklung und Produktion neue Möglichkeiten.

Wir haben vor zwanzig Jahren das Potential von Rapid Prototyping für uns entdeckt. Heute gehören wir zu den führenden Unternehmen in Europa. Und wir sind bereit, Sie beim nächsten Schritt zu begleiten, ins Additive Manufacturing.

Erfahren Sie mehr über uns und unser Additive Manufacturing unter [www.1zu1.eu](http://www.1zu1.eu)

**pro1otypen**

**rapid prototyping  
rapid tooling  
additive manufacturing**

1zu1 Prototypen GmbH & Co KG, Dornbirn, Österreich



Organic Motion Skulptur „Colibri“, additiv gefertigt aus Titan und Polymer durch EOS Additive Minds. (Alle Bilder: EOS)

**EOS unterstützt Unternehmen bei erfolgreicher Implementierung und Wissensaufbau:**

# Additive Minds

EOS unterstützt Unternehmen bei der digitalen Transformation auf Basis des industriellen 3D-Drucks und macht sie so zu Champions in der Additiven Fertigung. Bei den Kunden setzt dies unternehmerische Agilität und die Bereitschaft zum Wissensaufbau voraus.

In den letzten zwei Jahrzehnten ließ sich beobachten, dass bei den größten und wertvollsten Unternehmensmarken weltweit eine Wachablösung stattgefunden hat. Wurde diese Rangliste vor 15 Jahren noch von Unternehmen wie Exxon oder GE angeführt, so wurden sie mittlerweile abgelöst von digitalen Unternehmen wie Apple oder Alphabet, die aufgrund ihrer disruptiven Technologien und Geschäftsmodelle und ihrer Innovationsgeschwindigkeit die Führung übernommen haben.

Mit der zunehmenden Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft hat gleichzeitig die generelle Innovationsgeschwindigkeit rapide zugenommen. Dies stellt viele, insbesondere traditionell aufgestellte Industrien und Unternehmen vor große Herausforderungen. Sie müssen immer

radikalere Neuerungen noch schneller einführen, wenn sie sich langfristig von ihren Wettbewerbern absetzen wollen. Vor der wohl größten Herausforderung steht jedoch, wer solche disruptiven Veränderungen auch im eigenen Unternehmen einzuführen sucht. Damit dies erfolgreich gelingt, braucht es vor allem eine hohe Technologieaffinität und unternehmerische Agilität im Umgang mit der Innovation.

Industrieller 3D-Druck: Disruptive Technologie setzt unternehmerische Agilität voraus. Aber wie hängt das mit der Additiven Fertigung zusammen? Diese höchst innovative Technologie, vielen besser bekannt unter dem Schlagwort „Industrieller 3D-Druck“, ermöglicht äußerst radikale Innovationen, gleichzeitig stellt sie jedoch

Unternehmen bei deren Implementierung nicht selten vor große Herausforderungen. Denn jedes Unternehmen, das sich heute für den Einsatz des industriellen 3D-Drucks entscheidet, wird einen umfangreichen Transformationsprozess auf Basis dieser Technologie durchlaufen – zu dem es auch bereit sein muss.

Da es sich beim industriellen 3D-Druck um eine immer noch vergleichsweise junge Technologie handelt, muss im Zuge der Implementierung im Unternehmen gleichzeitig auch Technologie-Expertise aufgebaut werden, die heute am Markt noch schwer zu finden ist. So gilt auch hier der unternehmerische Grundsatz: Wer sich für die Additive Fertigung entscheidet, muss agil auf Innovationen und Veränderungen reagieren.

## Strategische Investition in die Zukunft und notwendiger Wissensaufbau

Längst haben globale Technologiekonzerne das immense Potenzial des industriellen 3D Drucks für ihr jeweiliges Geschäft erkannt und investieren massiv und strategisch in diese Technologie. Sie entwickeln neue Anwendungen auf Basis dieser Technologie. Oder steigen in manchen Fällen auch erst völlig neu in diese Technologie ein. Die rein finanzielle Investition in die dafür nötige, technische Ausstattung ist jedoch nicht der alleinige Erfolgsfaktor.

Viel entscheidender ist der Aufbau an Know-how und Erfahrung in der eigenen Organisation rund um den industriellen 3D Druck, der für viele Unternehmen noch eine Herausforderung darstellt. Die Gründe dafür sind vielfältig: entsprechende Studien- und Ausbildungsprogramme werden gerade erst konzipiert, jedoch noch nicht vollumfänglich angeboten; am Arbeitsmarkt sind nur wenige, bereits gut ausgebildete und erfahrende Experten verfügbar. Die derzeitigen flachen Lernkurven bei Industrieunternehmen sind heute noch zu zeit- und kostenintensiv.

EOS berät mit seinem Unternehmensbereich „Additive Minds“ und als weltweiter Technologie- und Qualitätsführer für High-End-Lösungen im Bereich der Additiven Fertigung Unternehmen bei der Einführung des Industriellen 3D-Drucks und beim entsprechenden Wissensaufbau. Additive Minds besteht aus einem interdisziplinären Team an Experten mit mehrjähriger Industrieerfahrung in ihrer jeweiligen Disziplin, die eine große Begeisterung für diese Technologie eint. Sie ermöglichen den Kunden eine noch schnellere Lernkurve im Hinblick auf die Implementierung dieser Technologie und echte Wettbewerbsvorteile.

Güngör Kara, Director Global Application and Consulting bei EOS, führt aus: „Mit un-



Das EOS „Additive Minds“-Team treibt die Transformation von Unternehmen zu Champions in der Additiven Fertigung voran.

seren Additive Minds Dienstleistungen decken wir den gesamten Lebenszyklus beim Kunden ab – vom Einstieg in die Additive Fertigung, über die Auswahl des richtigen Bauteils beziehungsweise der richtigen Anwendung, den Konstruktionsprozess und die Applikationsentwicklung bis hin zur industriellen Produktionsplanung, Qualifizierung und Validierung.“ Und er ergänzt: „Das enorme Innovationspotential dieser Technologie leistet so einen erheblichen Beitrag zum aktuellen und zukünftigen Transformationsprozess in der industriellen Fertigung. Aufbauend auf unsere Technologie und unsere erweiterten Beratungs- und Trainingsangebote erreichen Kunden mit uns die nächste Innovationsstufe.“

### EOS unterstützt Audi im Rahmen einer Entwicklungspartnerschaft

Erste Unternehmen durchlaufen diesen Prozess gerade. So ist die Audi AG mit Sitz in Ingolstadt, einer der führenden Hersteller von Premiumautomobilen, mit EOS eine Entwicklungspartnerschaft eingegangen. Die Additive Minds Beratungssparte von EOS unterstützt Audi im Rahmen dieser Vereinbarung bei der ganzheitlichen Implementierung dieser industriellen 3D-Druck Technologie und beim Aufbau eines entsprechenden 3D-Druck Zentrums in

Ingolstadt. Güngör Kara: „Ziel ist es, Audi nicht nur mit den richtigen additiven Systemen und Prozessen auszustatten, sondern sie gleichzeitig bei der Applikationsentwicklung, dem internen Wissensaufbau sowie der Ausbildung ihrer Ingenieure hin zu Experten für die Additive Fertigung zu unterstützen.“ Audi hat schon früh das Potenzial der Additiven Fertigung für die Automobilbranche erkannt und treibt den Einsatz der Technologie nun in enger Zusammenarbeit mit EOS voran. Federführend sind hier auf Seiten von Audi die Bereiche Werkzeugbau und das Gießertechnikum der Planung. Erste Anwendung findet der industrielle 3D-Druck zunächst in den Audi-Bereichen Betriebsmittel- und Prototypenbau sowie im Motorsport, wo die Technologie heute schon wirtschaftlich eingesetzt wird. Auf Basis des industriellen 3D-Drucks kann Audi so den Prozess der Werkzeugherstellung teilweise revolutionieren. Bei komplizierten Bauteil-Geometrien und Baugruppen wird die Technologie künftig die Herstellung von Geometrien ermöglichen, die bei der konventionellen Herstellung gefügt werden müssten. Hier hat der 3D-Druck einen Vorteil. Die Konstruktion bestimmt die Fertigung und nicht umgekehrt.

■ [www.eos.info](http://www.eos.info)

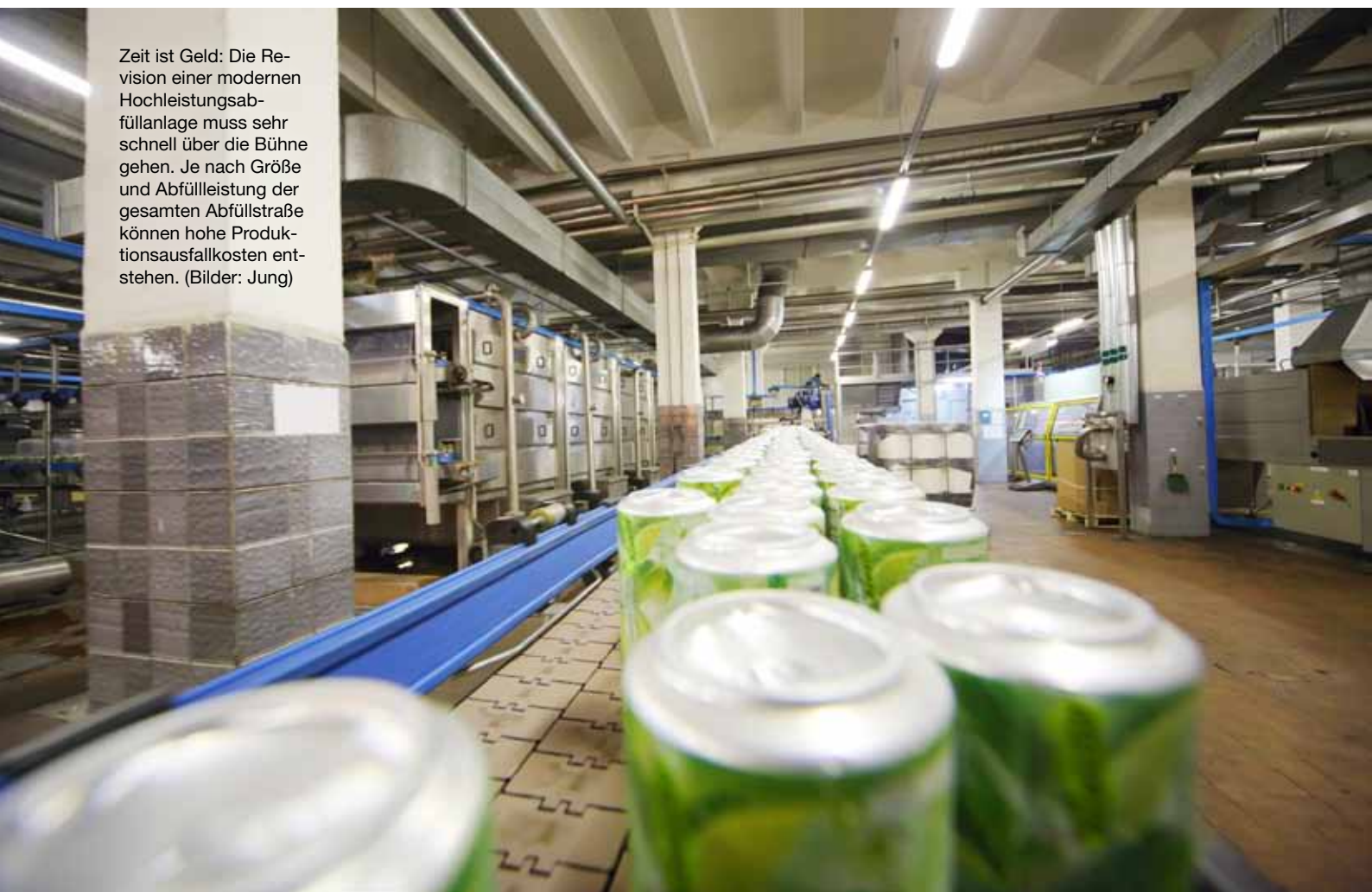


“ Mit unseren Additive Minds Dienstleistungen decken wir den gesamten Lebenszyklus beim Kunden ab – vom Einstieg in die Additive Fertigung über die Auswahl des richtigen Bauteils beziehungsweise der richtigen Anwendung, den Konstruktionsprozess und die Applikationsentwicklung bis hin zur industriellen Produktionsplanung, Qualifizierung und Validierung.

**Güngör Kara, Director Global Application and Consulting bei EOS**



Zeit ist Geld: Die Revision einer modernen Hochleistungsabfüllanlage muss sehr schnell über die Bühne gehen. Je nach Größe und Abfüllleistung der gesamten Abfüllstraße können hohe Produktionsausfallkosten entstehen. (Bilder: Jung)



Additive Manufacturing sorgt für kürzere Revisionszeiten von Abfüllanlagen:

## Ersatzteile on demand

Anwender des 3D-Metalldrucks entdecken zunehmend die neuen Möglichkeiten und Freiheiten, die eine Additive Fertigung eröffnet. 3D-Konstruktionen führen zu neuen Produktlösungen. Bisweilen werden Fertigungs- und Logistikkonzepte völlig neu aufgesetzt. Jung & Co. Gerätebau setzt auf die Additive Fertigung, um Ersatzteile für Getränkeabfüllanlagen schneller verfügbar zu haben.

Wenn es um die Bearbeitung von Edelstahl bzw. -legierungen, verschiedene Aluminiumlegierungen oder Titan geht, gibt es gute Gründe, die für die Jung & Co. Gerätebau GmbH sprechen. Der Spezialist für Edelstahlkomponenten verfügt über Werkstoff-Know-how und modernste CNC-Maschinen. Eine effiziente Fertigungsplanung und konsequente Qualitätssicherung in der Auftrags- und Baugruppenfertigung zählen zum Leistungsprofil. Das Spektrum reicht von der Getränke- und Lebensmittelindustrie,

Pharma- und Chemietechnik, Anlagenbau und Luftfahrt bis zur Förderindustrie fossiler Brennstoffe. Eine Spezialität ist die Fertigung von Ersatzteilen aus Edelstahl für Getränkeabfüllanlagen.

### Know-how-Transfer sorgt für echte Synergien

Bei Jung & Co. steht die Anwendung der Werkstoffe Edelstahl, Aluminium und Titan im Vordergrund. Dieses Know-how konnte in 40 Jahren auf zahlreiche

Branchen übertragen werden. Die klassischen Methoden der Zerspanung wurden nun um die Additive Fertigung des Metalllaserschmelzverfahrens erweitert. In der Fertigung steht eine M2 cusing Multilaser von Concept Laser. Thomas Lehmann: „Eine Lösung in Edelstahl entsteht bei uns verfahrensübergreifend und konsequent ausgerichtet auf die Applikation. Die Teile oder Baugruppen entstehen bei uns konventionell zerspannt, hybrid gefertigt oder komplett additiv. Der Kunde erhält ein Präzisions-



Ein konventionell hergestelltes Dosenfüllventil besteht aus sieben Bauteilen, Dichtungen und Verschraubungen, und erfordert Montageaufwand. Die Herstellung des Bauteiles auf konventionelle Weise dauert ca. acht bis zehn Wochen inkl. der Beschaffung des benötigten Feingussteiles.



Endprodukt aus einer Hand im Full-Service.“

### Beispiel Getränkeindustrie

Nach ersten Erfahrungen mit der Additiven Fertigung ging das Unternehmen einen Schritt weiter. Das Zauberwort lautete „Ersatzteile on demand“. Thomas Lehmann dazu: „Anfangs dachten unsere Kunden: Was für eine verrückte Idee. Viel zu teuer. Geht gar nicht. Wir mussten also erst mal Überzeugungsarbeit leisten.“ Das Konzept „Ersatzteile on demand“ ging auf, weil die wirtschaftlichen Fakten nicht zu leugnen waren. Die Idee der Additiven Fertigung von Ersatzteilen für Getränkeabfüllanlagen ging auf.

### Getränkeabfüllanlagen im Dauereinsatz

Eine Abfüllanlage in der Getränkeindustrie sollte mit hoher Verfügbarkeit glänzen. Wichtig ist oft die Flexibilität der Abfüllanlage, denn es müssen un-

terschiedliche Größen von Flaschen oder Dosen abgefüllt werden. Aufgaben der Abfüllanlagen sind: Flaschen oder Dosen zuführen, abfüllen, verschließen und letztendlich diese an die Post-Processing-Stationen zu übergeben. Nach Lebensmittelrecht stehen Sauberkeit und Hygiene ganz oben im Anforderungsprofil. Edelstahl zählt daher zu den bevorzugten Materialien der Branche. Produktionsraten von 40.000 bis 80.000 Flaschen oder Dosen pro Stunde sind keine Seltenheit. Die Branche „lebt“ Geschwindigkeit. Bei einem Stillstand knickt die Wirtschaftlichkeit schnell ein. Fehlersuche, Ersatzteil anfordern, Versand und Einbau – das kann im schlimmsten Fall ein paar Tage dauern und zu Lieferverzögerungen an den Handel führen. Je nach Größe und Abfüllleistung der gesamten Abfüllstraße kostet eine Stunde Produktionsausfall ab ca. EUR 4.000 bis hin zu ca. EUR 30.000. So oder so muss der Abfüller dann auf andere Abfüllstraßen ausweichen und diese →

**3D DRUCKER  
FÜR TECHNISCHE  
KUNSTSTOFFE –  
MADE IN AUSTRIA**



**EVO PLASTICS**  
HIGH PERFORMANCE ADDITIVE POLYMERS

11 technische Kunststoffe für die Realisierung Ihrer Produkte.

- ✓ Temperaturbeständig bis 200°C
- ✓ Brandhemmend
- ✓ ESD-Konform
- ✓ Hohe Witterungsbeständigkeit
- ✓ Shorehärten ab 85A



Keimzelle der 3D-Metalldruck-Fertigung in Pinneberg: eine LaserCUSING-Anlage M2 cusing Multilaser von Concept Laser.

erst einmal auf die Gebinde anpassen. Für einen Produktionsleiter sind dies Stresssituationen, die er und seine Mitarbeiter natürlich gerne vermeiden. Thomas Lehmann: „Wir haben den Kunden gesagt: Das muss nicht so sein. Additiv gefertigte Edelstahl-Bauteile können bei Bedarf gedruckt werden und auch noch konstruktiv optimiert werden. Da haben die meisten Kunden erst einmal ungläubig geschaut, weil wir mit so einer revolutionären Idee auftraten.“

### Weniger Bauteile in der Baugruppe und hohe Verfügbarkeit im Einsatz

Thomas Lehmann war klar: Eine additive Lösung kann hohe Geometriefreiheit bedeuten, bei gleichzeitiger verfahrensgerechter CAD-Konstruktion. Zudem können Bauteile oder ganze Baugruppen als One-Shot-Konzeption entstehen. Benötigt der Abfüller ein neues Dosenfüllventil, so kann das Bauteil nach CAD-Daten zeitnah gefertigt und beim Kunden verbaut werden, um so die Stillstandszeiten drastisch zu senken. Das von Lehmann gewählte Beispiel bezieht sich auf ein Füllventil einer Dosenfüllanlage. Die Fertigung von Ersatzteilen für Getränkeabfüllanlagen zählt zu den Spezialitäten der Pinneberger. Viele dieser

Ersatzteile sind keine Standardkomponenten, sondern kundenspezifische Lösungen. Herkömmlich gefertigt, besteht die Baugruppe aus sieben Bauteilen aus Edelstahl 1.4404, die um notwendige Dichtungen ergänzt werden müssen.

Die Edelstahlkomponenten mussten in der Präzisionszerspanung auf CNC-Maschinen zunächst gefräst oder gedreht und dann manuell montiert werden. Anschließend legte man sich die Baugruppe auf Lager, um – im Falle eines Falles – schnell reagieren zu können und die Abfüllanlage wieder hochfahren zu können. „Das Dosenfüllventil wurde so umkonstruiert, dass es in einem Arbeitsgang auf einer M2 cusing Multilaser hergestellt werden konnte. Dadurch entfallen die Abdichtungen und Schnittstellen,

die sonst durch das Zusammenfügen zwangsläufig entstehen. Der Entfall der Montage ist nicht nur kostengünstiger, sondern bietet auch zeitliche Vorteile für unsere Kunden. Die Herstellung des Bauteiles auf konventionelle Weise dauert ca. acht bis zehn Wochen inklusive der Beschaffung des benötigten Feingussteiles, während die additive Herstellung ca. eine Woche benötigt. Im Prinzip können wir so Ersatzteile on demand herstellen.“

### Neue Bauteillösungen und hohe Reproduzierbarkeit

Die Belastungsanforderungen einer Abfüllanlage sind entsprechend anspruchsvoll. Daher wurde das Dosenfüllventil intensiven Lasttests unterzogen. Dane-



“ Die Additive Fertigung eröffnet eine Reihe von Perspektiven, wenn es um Ersatzteile für Abfüllanlagen in der Getränkeindustrie geht. Dadurch können wir uns ein Stück weit von Raum und Zeit in der Ersatzteilversorgung entkoppeln.

**Thomas Lehmann, Geschäftsführer von Jung & Co. Gerätebau GmbH**





Ein additiv gefertigter Dosenabfüller kann in einem Arbeitsgang, also ohne Montage, und on demand in einer Woche gefertigt werden. Der Einsatz beim Anlagenbetreiber erfolgt sehr zeitnah, Revisionszeiten werden signifikant verkürzt. Das optimierte additive Bauteil ist zudem um ca. 35% leichter als das konventionelle.

Geometriebereiche eines Bauteils additiv gefertigt werden können. Ein wichtiger Punkt ist auch die hohe Reproduzierbarkeit. Einmal gefundene Prozessparameter gewährleisten gleichbleibendes Qualitätsniveau inklusive der mitgelieferten Dokumentation. In der Getränkeindustrie gab es bei den Abfüllern noch ein wichtiges Kernargument für die Additive Fertigung: Bei konventionellen Gussteilen aus Edelstahl sind Lunker in der Lebensmittelindustrie als Verschmutzungsfallen nicht gerade beliebt.

### Aussichten des 3D-Metalldrucks bei Jung & Co.

ben gab es Topologieoptimierungen und Anpassungen der Konstruktion sowie Untersuchungen des Nachbearbeitungsaufwandes und der Teileentspannung. Thomas Lehmann: „In der Entwicklung tauchen neue Optionspfade auf, die man zielgerichtet erschließen kann. Das fertige 3D-Bauteil sieht nicht nur anders aus als das konventionelle, sondern es ist auch ca. 35 % oder mehr leichter.“

Nach Auskunft von Jung & Co. sind die Möglichkeiten vielschichtig: Es können Leichtbauansätze oder Funktionsintegrationen, wie z. B. Kühlen, Temperieren oder Sensorik, einbezogen werden.

Daneben sind auch hybride Fertigungsansätze von Relevanz. So können einfache Geometriebereiche konventionell zerspannt werden, während komplexe

Die Additive Fertigung ergänzt seit dem Jahre 2015 das CNC-Fertigungsspektrum bei Jung & Co. Derzeit wird auf einer M2 cusing Multilaser mit 2 x 400 W-Laserquellen von Concept Laser additiv gefertigt. Ein Ausbau der Fertigung steht an. Darüber hinaus plant Jung & Co. noch im laufenden Jahr die Anschaffung eines mobilen Laserscanners. Damit kann ein völlig neuer Weg in der schnellen Ersatzteilversorgung der Kunden durch das Unternehmen beschritten werden. Durch eine Laservermessung kann das betreffende, zu ersetzende Bauteil vor Ort in der Anlage beim Kunden digital dargestellt werden. Nach dem Online-Datenversand der entsprechenden 3D-Dateien zu Jung & Co. kann dort die Fertigung auf der Laserschmelzanlage in dringenden Fällen auch sofort starten.

### Anwender

Seit über 40 Jahren setzt Jung & Co. in der Edelstahlbearbeitung sowie bei Speziallegierungen Maßstäbe. Seit den 1990er Jahren – nach der Gründung der FAS Füllanlagenservice GmbH – zählt die Jung-Gruppe zu den leistungsfähigsten Lieferanten für Flaschen- und Dosenfüller-Ersatzteilen. Und seit 2015 ergänzt die Additive Fertigung das CNC-Fertigungsspektrum bei Jung & Co.

■ [www.jung-co.de](http://www.jung-co.de)

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



# FORMRISE

## 3 D P R I N T I N G



Lightweight Tütengreifer aus der Lebensmittelindustrie für den Einsatz an einem Highspeed Delta-Roboter

Entwickelt mit unserem langjährigen **Know How**

Unser Familien geführtes Unternehmen, die FORMRISE GmbH, ist als 3D Druck Dienstleister (Lasersintern) auf dem innovativen Gebiet rund um Prototyping und 3D Druck aktiv. Ob funktionale Prototypen und Kleinserien, filigrane Designerstücke oder komplexe Messemodelle – als **Full-Service-Dienstleister** liefern wir alles aus einer Hand. Getreu unserem Slogan „Innovative Lösungen für komplexe Anforderungen“ bieten wir Lösungen entlang der gesamten Produktionskette – von der Idee zum fertigen Bauteil aus Kunststoff und Metall.

• Engineering • Lasersintern • Prototyping • Manufacturing

**FORMRISE GMBH**  
Werkstrasse 13  
84531 Töging am Inn

(+49) 08631 - 394420  
[info@formrise.com](mailto:info@formrise.com)  
[www.formrise.com](http://www.formrise.com)



# Fördertöpfe für die Automationstechnik

Konventionell werden Fördertöpfe mehrheitlich aus Stahlblech, rostfreiem Stahl oder Aluminium durch Zuschneiden, Biegen und Schweißen aufgebaut, gegossen oder aus Vollmaterial gefräst. Durch Selektives Lasersintern entsteht der Fördertopf in einem Stück. (Bilder: Rüfenacht und 3D Systems)

Fördertöpfe werden in Produktionslinien eingesetzt, wo Schüttgut-Komponenten automatisiert einzeln und lagerichtig zugeführt werden müssen. Dazu werden diese Komponenten auf einer spiralförmig ansteigenden Bahn aus dem Topf, der von einem Antrieb in Schwingung versetzt wird, hoch gefördert, ausgerichtet und nacheinander aufgereiht zur Entnahme bereitgestellt. Jeder Topf ist genau auf das zu fördernde Teil ausgelegt. Die meisten dieser Fördertöpfe sind Einzelanfertigungen und physikalische Kunstwerke, deren Schwingungsverhalten genau auf die Abmessungen der geförderten Teile abgestimmt sein muss.

Fördertöpfe werden konventionell mehrheitlich aus Stahlblech, rostfreiem Stahl oder Aluminium durch Zuschneiden, Biegen und Schweißen aufgebaut, gegossen oder aus Vollmaterial gefräst. Ausgeprägte handwerkliche Fähigkeiten sind dabei entscheidend, denn die Töpfe sind sehr komplex aufgebaut. „Jeder neue Fördertopf ist ein einzigartiges Projekt“, erklärt Stefan Freiburghaus, Leiter Entwicklung der Rüfenacht AG. „Es gibt keine Einfür-alles-Lösung und die Fördertöpfe mit den besten Leistungen erhält man, wenn man für jede neue Komponente wieder bei null anfängt und eine neue, einzigartige Gestalt entwickelt.“

## Potenzial der AM-Technologie erkannt

Vor einigen Jahren erkannte Rüfenacht das große Potenzial, das AM-Technologien bieten, indem sie die konventi-

onellen Vorgänge ergänzen oder gar vollständig ersetzen und dabei auch einige ihrer Nachteile eliminieren können. Zwei Faktoren waren ausschlaggebend für die Erweiterung der Produktion auf Additive Fertigung. Zum einen ermöglicht es der Einsatz von AM, einen größeren Teil der Produktion in die eigene Firma zu verlegen. Zuvor wurde z. B. der Fräsprozess von einer externen Partnerfirma durchgeführt. Die Umstellung auf Additive Fertigung bot somit die Gelegenheit, einen größeren Teil der Wertschöpfung auf das eigene Unternehmen zu verlagern und gleichzeitig den Koordinationsaufwand für die einzelnen Fertigungsschritte zu reduzieren.

Der zweite Faktor war die Reproduzierbarkeit des additiven Prozesses. Ein verbreitetes Problem der konventionellen Herstellung von Fördertöpfen ist die hohe Anfälligkeit für Abweichungen, die



## Möglichkeiten entdecken

Höganäs' proprietäre Technologie Digital Metal® entwickelt sich rasant und dringt in Bereiche vor, die zuvor traditionellen Fertigungstechnologien vorbehalten waren. Dank der hohen Produktivität haben unsere Dienstleistungen für den 3D-Metalldruck in die Großserienproduktion Einzug gehalten.

Digital Metal ermöglicht jedoch nicht nur die kostengünstige Herstellung kleiner und komplexer Metallwerkstücke – was bis dato keine andere Technologie leisten konnte. Es ist zudem eine ideale Lösung für die kundenindividuelle Massenproduktion oder flexible Serienfertigungen.

## Überzeugende Vorteile

- Hohe Produktivität
- Ausgezeichnete Oberflächenqualität
- Hohe Auflösung
- Serienproduktion
- Kundenindividuelle Massenproduktion
- Wiederholbarkeit



Inspire industry to  
make more with less.

**Höganäs**   
hoganäs.com/digitalmetal



Die Produktion von Fördertöpfen mittels SLS aus Duraform PA Pulver in einer ProX 500 Maschine von 3D Systems lieferte zufriedenstellende Ergebnisse bei schneller Verfügbarkeit.

durch die handwerklich geprägte Fertigung bedingt ist. So können sich zwei konventionell gefertigte Kopien des gleichen Fördertopfes in ihrer Performance deutlich unterscheiden, selbst wenn sie vom selben Facharbeiter gefertigt wurden.

Die Umstellung auf AM führte nicht nur zu einheitlicheren Produkten. Nun können leicht Ersatzteile oder bei Bedarf auch zusätzliche Kopien der Töpfe geliefert werden, wenn Kunden die Kapazität ihrer Produktionslinien erweitern wollen.

### FDM und SLS – zwei Additive Fertigungsmethoden

Die Rüfenacht AG ist das erste Unternehmen in der Schweiz, das Fördertöpfe mit der Additiven Fertigungsmethode des Selektiven Lasersinterns (SLS) herstellt. Da das Unternehmen im Vorfeld kaum Erfahrung im Bereich der Additiven Fertigung hatte, wurde ein Zeitraum

von sechs Monaten auf die Evaluation der beiden infrage kommenden AM-Technologien FDM und SLS angesetzt. Die elementaren Anforderungen an das hergestellte Produkt sind eine korrekte Übertragung der Vibrationen innerhalb des Fördertopfes und eine gleichmäßige Oberflächenbeschaffenheit, um die Bewegung der geförderten Teile zu erleichtern. Hinzu kommt die Notwendigkeit eines großen Bauraums für die Fertigung der Töpfe.

Erste Versuche für die Produktion mit FDM zeigten, dass die benötigten Standards mit dieser Fertigungsmethode nicht erreicht werden konnten. Dies äußerte sich hauptsächlich in schlechten Vibrationseigenschaften. Zusätzlich gab es durch den herstellungsbedingten Treppenstufeneffekt Probleme bei der Förderung von sehr kleinen Teilen. Die Produktion von Fördertöpfen mittels SLS aus Duraform PA Pulver in einer ProX 500 Maschine von 3D Systems lieferte dagegen zufriedenstellende Ergebnisse. Die Qualität der Endergeb- ➔





Fördertöpfe wurden bisher in anspruchsvollen, langen Fertigungsprozessen hergestellt. Mittels Laser Sintering wird der Prozess digitalisiert, was zu höherer Reproduzierbarkeit und Wertschöpfung im Haus führt.

nisse liegt auf einem vergleichbaren Niveau mit konventionell gefertigten Töpfen.

Die Entwicklung und Fertigung eines neuen Fördertopfes mittels Additiver Fertigung dauert etwa zwei Wochen, wobei die Feingestaltung der Modelle im CAD einen Großteil der Zeit ausmacht. Um eine passende Gestalt zu erhalten, greifen die Konstrukteure vor allem auf ihren eigenen Erfahrungsschatz im herkömmlichen Topfbau zurück und können so die meisten Probleme direkt am Computer lösen. Dennoch müssen einige Konzepte oder spezielle Funktionen zunächst mittels Versuchen in konventionellen Fördertöpfen mit Originalteilen des Kunden getestet werden – oder es müssen zunächst bestimmte Teilbereiche des finalen Produkts additiv gefertigt werden. Durch ausreichende Erfahrung und fundiertes Wissen über den Ausrichtungsprozess, kann die Gestaltungsphase aber beschleunigt und Testphasen häufig vermieden werden.

### **Gestaltungsfreiheit und Rüstzeiten als wichtige Faktoren**

Die Gestaltungsfreiheit bei der Additiven Fertigung ist hier ein besonderer Vorteil. Die Konstrukteure sind in der Lage, schnell zusätzliche Funktionen in die Fördertöpfe zu integrieren – etwa pneumatische Kanäle, Sensoren, Rückführungen, Schlitze und Laschen. So können auch Elemente, die bei konventioneller Fertigung in einem zusätzlichen Arbeitsschritt hinzugefügt werden mussten, bereits in die Gestalt des För-

dertopfes integriert und alles in einem einzigen Produktionsschritt gefertigt werden.

Auch Rüstzeiten sind ein wichtiger Faktor. Produktionslinien müssen regelmäßig auf ein anderes Format umgerüstet werden, wozu häufig ein Austausch von Wechselteilen im Fördertopf notwendig ist. Die Befestigung dieser Wechselteile erfordert aufgrund der notwendigen Kalibrierung normalerweise erfahrene Mitarbeiter. AM bietet hier die Möglichkeit, kostengünstig den ganzen Fördertopf als Wechselteil zu konzipieren. So kann die Umrüstung auch ohne spezielle Kenntnisse und noch dazu mit weniger Zeitaufwand erfolgen.

Der selektive Fertigungsprozess liefert direkt aus der Maschine Bauteile von ausreichender Qualität. Lediglich nach einer kurzen Sandbestrahlung zur Reinigung der Oberfläche sind die Fördertöpfe sofort einsatzbereit.

### **Additive Fertigung steigert Wettbewerbsfähigkeit**

Durch den Einsatz von AM konnte der gesamte Wertschöpfungsprozess auf das Unternehmen selbst verlagert und die Abhängigkeit von externen Dienstleistern reduziert werden. Dabei wurde auch der Arbeitsaufwand des gesamten Produktionsprozesses verringert und zudem die Reproduzierbarkeit des finalen Produkts verbessert. Die Wertschöpfung läuft nun vollständig über die Gestaltung im CAD. Wo der Fertigungsprozess zuvor spezialisiertes Fachwissen und

profunde handwerkliche Erfahrung verlangte, können nun, basierend auf dem 3D-Modell, zahlreiche Kopien in kurzer Zeit produziert werden. Dies wirkt sich auch auf den Servicebereich der Firma aus, da defekte und abgenutzte Bauteile nicht mehr von Spezialkräften repariert werden müssen. Stattdessen wird einfach eine neue Kopie des entsprechenden Bauteils gefertigt oder gar der gesamte Fördertopf ersetzt. Gerade diese Möglichkeiten erlauben es den Kunden der Rüfenacht AG, ihre Produktionskosten erheblich zu senken, da Stillstandzeiten der Zuführungen in der Produktion auf ein Minimum reduziert werden können. All diese Vorteile konnten die internationale Wettbewerbsfähigkeit und die Innovationskraft der mittelständischen Rüfenacht AG in hohem Masse steigern.

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

### **Anwender**

Die Rüfenacht AG entwickelt und produziert seit 1957 Zuführanlagen für internationale Kunden der Automationsindustrie. Das Unternehmen setzt in der Additiven Fertigung auf das Selektive Lasersintern.

**Rüfenacht AG**  
Allmendstrasse 8  
CH-4938 Rohrbach  
Tel. +41 62 957 50 11  
[www.ruefenacht.ch](http://www.ruefenacht.ch)



### Tobias Haushahn

Topologieoptimierungs-Experte  
im Business Development von Cadfem

### Topologieoptimierung und Gitterstrukturen:

## Gut zu Wissen

Die Synergien der Topologieoptimierung und der Additiven Fertigung sind mittlerweile weitreichend bekannt – die freien Gestaltungsmöglichkeiten der Additiven Fertigung gehen Hand in Hand mit den organischen Formen des physikgetriebenen Bauteilentwurfs.

Diverse Anwendungsbeispiele aus Luft und Raumfahrt, Automobilindustrie, Automatisierung oder auch der Medizintechnik belegen, dass dieses Potenzial bereits heute branchenübergreifend genutzt wird. Sind mit diesen Methoden die Leichtbaumöglichkeiten aber erschöpft? Können wir den Bauteilentwurf durch Topologieoptimierung weiter denken?

### Angepasste Gitterstrukturen

Hier kommt der Entwurf von Gitterstrukturen ins Spiel. Durch einen speziellen Workflow kann das Ergebnis einer Topologieoptimierung für den adaptiven Entwurf von Gitterstrukturen genutzt werden. Diese zellulären Strukturen werden dabei dem Lastfluss im Bauteil angepasst, entweder durch ein feineres Gitter oder durch Variation des Durchmessers der Gitterstreben. Zusätzlich werden bei dem Entwurf der Gitterstrukturen Überhangsrestriktionen berücksichtigt, um Stützstrukturen bei der Fertigung zu vermeiden. Abschließend muss das überschüssige Pulvermaterial durch zuvor festgelegte Auslassöffnungen entfernt werden. Dadurch lässt sich zum Beispiel ein vorhandenes Design im Bauteilinneren leichter gestalten, während die optisch sichtbaren Außenflächen, und damit der Wiedererkennungswert, erhalten bleiben. Die Gitterstruktur bleibt somit auch vor Verschmutzung geschützt.

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

## WIR DRUCKEN TITAN

## HAGE3D

INDUSTRIELLE  
FFF-3D-DRUCKMASCHINEN

Präsentiert auf der  
**WELTLEITMESSE  
DER INDUSTRIE**

Hannover Messe  
24.-28. April 2017  
Gemeinschaftsstand der WKO  
Halle 6 | Stand D18

← Wir freuen uns  
auf Ihren Besuch!

Über 30 Jahre Innovationsexpertise im Sondermaschinenbau



**HAGE Sondermaschinenbau  
GmbH & CoKG**

Hauptstraße 52e, 8742 Obdach, Austria  
fon +43(0) 3578 2209 0, office@hage.at

[www.hage3D.com](http://www.hage3D.com)

Additiv gefertigte Greiferfinger können sich genau am zu greifenden Objekt orientieren, was auch das Greifen bionischer Geometrien vereinfacht.



Was die Additive Fertigung für die industrielle Automatisierung bringen kann:

## 3D-Druck in der Automation

**Roboter haben als Teil der industriellen Automation bereits zu Veränderungen in Produktionslinien geführt und indirekt ganze Industrien und den Markt verändert. Produktionsprozesse wurden dadurch ungemein beschleunigt, zuverlässiger und schneller gemacht.**

Es liegt in der Natur der Sache, dass es in der industriellen Automation nicht die „Eine-für-alles-Lösung“ geben kann. Die Anforderungen an die Produktionslinien sind genauso verschieden, wie die hergestellten Produkte selbst – von Komponenten im Automobilbereich bis hin zu Lebensmittelverpackungen. Dennoch gibt es einen gemeinsamen Nenner in

der industriellen Automatisierung. Teile wie Greifer, Düsen und Fördertöpfe, die oft erst am Ende der Automatisierungslösung finalisiert werden, haben das Potenzial, großen Einfluss auf die Wirksamkeit der gesamten Produktionslinie zu entfalten. Wird 3D-Druck eingesetzt, so haben die Ingenieure die Möglichkeit, das Design dieser Teile von der funktionalen Seite her anzugehen und eben die Leistungsfähigkeit zu bieten, auf die moderne Robotik aufbaut.

### Massenanpassung für Automatisierungsprodukte

Vibrationsfördertöpfe beispielsweise können je nach Industriezweig, Anwendungsfall, Materialeigenschaften, Produktvolumina und Teileausrichtung

genau an die Anforderungen angepasst werden. Greifer können effizienter gemacht werden und aus einem Stück gefertigt und die Form und Beschaffenheit der Greiferfinger exakt angepasst werden. Vakuumkanäle können direkt in das Greiferdesign implementiert oder zusätzliche Funktionalitäten des Roboterarms direkt in den Greifer integriert werden. Düsen wiederum können davon profitieren, dass komplexe Anpassungen die Präzision erhöhen. Flüssigkeitsströmungen können optimiert und die Gefahr von Leckagen vermindert werden.

Während traditionelle Herstellungsverfahren Anpassungen zu einem teuren Unterfangen werden lassen, was meist Werkzeug- und Produktionskosten geschuldet ist, bietet sich die Additive Fer-





Greifer, die früher aus mehreren Teilen bestanden, können jetzt in einem Stück (ganz rechts) hergestellt werden.

tigung zur kosteneffizienten Herstellung von Kleinserien geradezu an. Der Schritt der Werkzeugerstellung entfällt komplett und man kann direkt vom Design in die Produktion gehen. Additive Fertigung bietet somit kurze Produktdesignzyklen und somit die besten Voraussetzungen für eine Massenanpassung.

### Designoptimierung für die Additive Fertigung

Bei der Konstruktion von Greifern, Düsen oder Vibrationsfördertöpfen ist viel zu berücksichtigen. Die Form, Ausrichtung, das Gewicht und die Abmessung des zu handhabenden Produktes beeinflussen die Konstruktion und den Aufbau eines Greifers. Das macht diesen letzten Schritt in einem Automatisierungsprojekt zum heikelsten und komplexesten.

3D-Druck verändert diesen Schritt nicht nur durch die Erleichterung der iterativen Entwicklung, sondern auch durch die Einführung eines neuen Designansatzes.

3D-gedruckte Greifer eignen sich besonders für Handling, Verpackung und Montage von organischen oder komplexen Formen, da die Greiferfinger auf das Produkt abgestimmt werden können. Da Komplexität durch die Additive Fertigung kein Kostentreiber mehr ist, sind die Designer frei, mit der bestmöglichen Leistung im Blick zu entwerfen. Dies kann die Möglichkeit bieten, die Montage zu vereinfachen, indem mehrere Funktionen in einem Teil integriert, oder indem einfach das Gewicht und die Kosten reduziert werden, indem der Innenraum einer Konstruktion ausgehöhlt

wird, um den Materialverbrauch zu minimieren.

Im Falle eines Sauggreifers sind alle diese Faktoren während der Entwicklung von der ursprünglichen bis zur für den 3D-Druck optimierten Konstruktion im Spiel. Während das ursprüngliche Design auf aufwendige, konventionelle Fertigungsweisen wie Fräsen ausgelegt war, kostet ein neu gestaltetes Teil aus additiver Herstellung weniger als ein Drittel des Originals. Es hat zudem bei gleichem Material (Aluminium) weniger als ein Viertel des ursprünglichen Gewichts und braucht keine Montage mehr. Die Kostensenkung in Bezug auf Materialverbrauch und Montage ist ein direktes Ergebnis der Designoptimierung, die in diesem Fall in Form eines hohlen Innenraums, der Integration von Luftkanälen sowie eines Verbindungsrohres und eines Armes erfolgte. Schließlich wurde durch eine geschickte Ausrichtung des Teils im Bauraum des 3D-Druckers der Materialeinsatz noch weiter reduziert. Der letzte Punkt ist besonders wichtig für Metallteile, da der Materialverbrauch ein wesentlicher Kostentreiber im Metall-3D-Druck ist, und Supportstrukturen können daher teuer sein.

Für einen pneumatischen Fingergreifer bietet die Designoptimierung die Möglichkeit, ein wartungsfreundlicheres Produkt herzustellen. Scharniere, ein gemeinsames Merkmal in fingerbasierten Robotergrreifern, sind einer Dauerbelastung ausgesetzt und können somit die Lebensdauer des Greifers verkürzen und die Wartungskosten erhöhen. In einer pneumatischen Greiferausführung, die mit einem flexiblen Material gekoppelt ist, kann die Notwendigkeit für Scharniere entfallen, mit dem zusätzlichen Vorteil, die Montagezeit zu →



Durch Additive Fertigung können Formgreifer schnell und individuell angepasst werden. (Bild: Schunk)

	Materialeigenschaften	Anwendung
PA12	Hohe Steifigkeit, niedriges Gewicht, haltbar, lebensmittelecht unter bestimmten Bedingungen	Fördertöpfe, Düsen, Sauggreifer
TPU 92A-1	flexibel, geringes Gewicht, langlebig, lebensmittelecht unter bestimmten Bedingungen	Pneumatische Greifer, Sauggreifer
Alumide	Hohe Steifigkeit, hitzebeständig, geeignet für die Nachbearbeitung	Greifer, Düsen, Fördertöpfe
Edelstahl	Hohe Steifigkeit, hochfest, korrosionsbeständig, lebensmittelecht unter bestimmten Bedingungen	Greifer, Düsen, Fördertöpfe
Titan	Hohe Steifigkeit, hochfest, korrosionsbeständig	Düsen
Aluminium	Hohe Steifigkeit, hohe Festigkeit, niedriges Gewicht, wärmebeständig	Greifer, Düsen

reduzieren und die künftige Wartungsfrequenz zu begrenzen.

### 3D-Druckmaterialien für die industrielle Automation

Für die industrielle Automation variieren die Anforderungen an zentrale Materialien von hart bis weich und von widerstandsfähig bis lebensmittelecht. Die Additive Fertigung bietet eine breite Palette an Materialien, sowohl Kunststoffe wie auch Metalle, die unterschiedlichsten industriellen Anforderungen entsprechen. Edelstahl, normalerweise in lebensmitteltechnischen Anwendungen und im Medizinbereich eingesetzt, kann durch 3D-Druck auf wesentlich kosteneffizientere Weise und mit schnelleren Durchlaufzeiten genutzt werden. In

Projekten, in denen ein niedriges Greifergewicht erforderlich ist, um beispielsweise schnelle Roboterbewegungen zu unterstützen, sind TPU 92A-1 und PA12 geeignete Kunststoffe, die ebenso unter bestimmten Bedingungen für Lebensmittelgerechte Anwendungen eingesetzt werden können. TPU 92A-1 ist zudem flexibel, wohingegen PA12 ungewöhnlich stabil und dauerhaft ist.

Wenn für Teile die Anforderung an ganz bestimmte Materialien vorliegt, die nicht additiv verarbeitet werden können, bieten 3D-gedruckte Formen für das Vakuumgießen häufig eine attraktive Alternative. Das ermöglicht, die Vorteile des 3D-Drucks hinsichtlich Designfreiheit und Komplexität mit der Nutzung konventioneller Kunststoffe zu verbinden.

### Sich entwickelnde Anforderungen: Robotik und industrielle Automatisierung

Da Robotik und industrielle Automatisierung im Umfeld von Industrie 4.0 eine wesentliche Bedeutung einnehmen, dürfte die Nachfrage nach leichteren, schnelleren und kostengünstigeren Komponenten deutlich steigen. Wurde erst einmal in einen Hochleistungsroboter investiert, entsteht schnell der Wunsch, die Leistungsfähigkeit einer Fertigungslinie noch weiter zu steigern. Um das zu erreichen sind mehr Roboterbewegungen pro Minute nötig, was durch die Verwendung von leichteren Greifern oder Düsen realisiert werden kann. Die Additive Fertigung ermöglicht vollständig digitale Versorgungsketten, angefangen von 3D-Scans über CAD-Konstruktionen, digitale Designoptimierung bis hin zur softwaregesteuerten, zertifizierten additiven Herstellung „on demand“ und ohne Werkzeuge. Geht es bei Industrie 4.0 um flexible Produktion und vernetzte Software- und Hardwaresysteme, so ist man mit additiv gefertigten industriellen Automatisierungslösungen bereits dort angelangt.

Ergo, obwohl schnellere, vielseitigere und leistungsfähigere Automatisierungskomponenten keine zwingende Voraussetzung für die Robotik sind, dürfte sich ihre aufstrebende Rolle in der Fertigung in den kommenden Jahren dennoch weiter ausdehnen.



Integrierte Luftkanäle ermöglichen schlankeres und leichteres Design bei Automatisierungskomponenten.

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

# Technische Sauberkeit in der Additiven Fertigung



“Die Verfahren der Additiven Fertigung stellen häufig ganz neue Anforderungen an die Bauteilreinigung, aber auch generell an das Thema Sauberkeit in der Verarbeitung.

## M.Sc. Svenja Schweda

Wissenschaftliche Mitarbeiterin;  
Gruppe: Qualität und technische  
Sauberkeit am Fraunhofer IGCV

Neben dem steigenden Bedarf nach additiv gefertigten Bauteilen sind die Anforderungen an die technische Sauberkeit im Bereich der industriellen Teilereinigung in den letzten Jahren stark gestiegen. Der damit verbundene steigende Anteil der Reinigung am Ressourceneinsatz innerhalb von Gesamtprozessketten regt dazu an, Reinigungsprozesse als einen wichtigen wertschöpfenden Verarbeitungsschritt anzusehen. Daher wird im Kontext der Additiven Fertigung die Reinigung nach dem zumeist pulverbettbasierten Fertigungsprozess sowie nach der spanenden Nachbearbeitung, welche z. B. der Herstellung von Funktionsflächen dient, adressiert.

Im Hinblick auf anstehende Folgeprozesse wie beispielsweise Lackieren und Kleben ist die technische Sauberkeit eine elementare Voraussetzung für eine hohe Pro-

Am Fraunhofer IGCV in Augsburg wird derzeit eine Prozesskette zur Additiven Fertigung aufgebaut. Dabei stellen die Bauteilreinigung und Restschmutzanalyse wesentliche Schritte innerhalb der Fertigungslinie dar und werden durch diese technologisch jungen Fertigungsverfahren vor neue Herausforderungen gestellt.

*Autor: M.Sc. Svenja Schweda / Fraunhofer IGCV*

duktqualität, da Verschmutzungsrückstände zur Beeinträchtigung der Haftfestigkeit zwischen Bauteil und Beschichtungsmedium führen können.

## Restschmutzanalyse mittels Laserfluoreszenz

Zur Steigerung der Ressourceneffizienz wurde im Rahmen des vom Freistaat Bayern geförderten Verbundprojektes Green Factory Bavaria ein Konzept zur Sicherstellung der technischen Sauberkeit additiv gefertigter Bauteile in der Gesamtprozesskette entwickelt. Inhaltliche Schwerpunkte zur Zielerreichung bilden die Auftrags- und Quantifizierung von fertigungsbedingten Prozesshilfsmitteln wie Öle, Fette und andere Schmierstoffe.

Als besonders geeignete Technologie zur Bewertung der Reinigungsleistung hat sich die Laserfluoreszenz erwiesen. Diese ermöglicht nach einer stoffspezifischen Kalibrierung die flächige, quantitative Bestimmung filmischer Verunreinigungen. Der definierte Schichtauftrag erfolgte durch die Verfahren Tauchen und Rakeln in der Größenordnung von 1 µm bis 200 µm.

## Bauteilreinigung mittels Ultraschall- und Niederdruckplasma

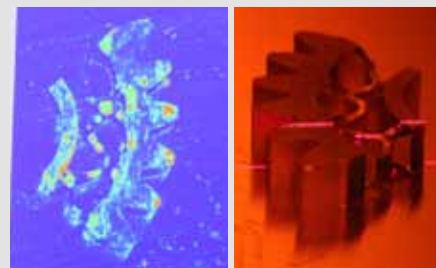
Untersuchungen im Kontext der Bauteilreinigung erfolgten in Kooperation mit der Industrie. Die betrachteten Ansätze beziehen sich auf die Verfahrensprinzipien Ultraschall-, Laser-, Trockendampf- und Plasmareinigung sowie den Einfluss der biologischen Reinigung auf die techni-

sche Sauberkeit. Dabei liegt der Fokus der Zielerreichung auf der Analyse einzelner und kombinierter Reinigungsverfahren sowie auf der Erarbeitung einer ressourceneffizienten Prozessführung zur Sicherstellung der technischen Sauberkeit. Die vielversprechendsten Ergebnisse zeigt die Ultraschallreinigung in Kombination mit einer Feinstreinigung im Niederdruckplasma, welche selbst aus den kleinen Aussparungen des Bauteils filmische Rückstände nahezu vollständig entfernt. Mithilfe des Laserfluoreszenz-Messsystems konnten Verschmutzungsrückstände von ca. 0,1 µm erfasst bzw. quantifiziert werden.

## Zukunft der technischen Sauberkeit am Fraunhofer IGCV

Basierend auf diesen Arbeiten werden am Fraunhofer IGCV weitere Forschungsarbeiten die Schnittmenge zwischen technischer Sauberkeit und Additiver Fertigung adressieren und somit einen Beitrag zur produktionstechnischen Inkorporation der Additiven Fertigung leisten.

■ [www.igcv.fraunhofer.de](http://www.igcv.fraunhofer.de)



Mithilfe der Laserfluoreszenz lassen sich selbst geringste Verunreinigungen feststellen und quantifizieren.





**links** Simulationen stellen sicher, dass die Konstruktion dem Realitätscheck standhält. (Alle Bilder: Dassault Systèmes)

**rechts** Design-Studie eines Gelenkbauteils für Heuwender des Landmaschinenherstellers Claas: Wenn 3D-Druck und Simulationen ineinandergreifen, lassen sich mit minimalem Materialeinsatz leichte und stabile Konstruktionen entwickeln – wie sie die Natur schon lange beherrscht.

# Auf dem Weg zur idealen Geometrie

Additive Manufacturing revolutioniert die industrielle Produktion. Um die Vorteile völlig freier Strukturen – hohe Belastbarkeit bei geringem Gewicht – zu nutzen, bedarf es ausgeklügelter Simulationen. Moderne Softwaretools bieten schon heute die Möglichkeit, Designer und Konstrukteure bei der Bauteiloptimierung zu unterstützen.

Leicht, stabil und minimaler Materialeinsatz – Bäume sind das beste Beispiel, wie die Natur Werkstoffe und Strukturen perfektioniert hat. Konstrukteure von technischen Bauteilen würden das gerne nachahmen. Dazu benötigen sie zweierlei: Konstruktions- und Simulationstools, die eine möglichst ideale Geometrie finden. Und ein Fertigungsverfahren, das bisher unmögliche Strukturen Realität werden lässt.

Software, die gute Geometrien entwickelt und das Verhalten unter Last berechnet,

gibt es seit vielen Jahren. Dassault Systèmes etwa bietet über seine 3D EXPERIENCE Plattform bestens aufeinander abgestimmte Anwendungen. Die Fertigungsverfahren konnten da nicht mithalten – doch das ändert sich gerade. Dank 3D-Druck lassen sich knifflige Geometrien herstellen, beispielsweise Strukturen in Hohlkörpern. Das macht die Natur schon lange so: sie lässt z. B. Bäume oder Knochen mit komplizierten Versteifungsstrukturen mit so wenig Material wie möglich wachsen. Simulation und 3D-Druck – gemeinsam entfalten sie ganz neue Möglich-

keiten. Stand beim 3D-Druck bisher das Rapid Prototyping im Vordergrund, also die Herstellung von Design-Prototypen, fertigen die Nutzer nun zunehmend „echte“ Teile. Ohne die Verzahnung mit CAD- und Simulationswerkzeugen wäre das nicht möglich. Denn das nun völlig anders produzierte Teil muss nachweisen, dass es dieselben Eigenschaften hat wie sein Vorgänger, der vielleicht gegossen oder gefräst wurde. Unterm Strich bietet diese neue Art des Workflows enorme Vorteile: die Konstruktionsphase verkürzt sich, außerdem sparen Unternehmen teure Pro-



totypen und Fehlkonstruktionen. Mehr noch – ob sich eine Geometrie überhaupt fertigen lässt, muss den Konstrukteur nicht mehr kümmern, er kann sich voll auf die Funktion des Teiles konzentrieren.

### Simulation schließt Prozesslücke

Nicht verschweigen sollte man aber, dass man sich mit Additive Manufacturing auch einen Nachteil einhandelt. Besonders bei „heißen“ Verfahren, etwa beim Aufschmelzen von Metall mit dem Laser, kann es im Bauteil zu Spannungen kommen – zwischen virtuellem und realem Bauteil klappt dann eine Prozesslücke. Zum Glück kann man auch diese simulieren: Mit SIMULIA kann der Wärme-Eintrag simuliert und der Verzug der Struktur vorausgesagt werden. Dadurch lassen sich vorab verschiedene Laserbelichtungsstrategien bzw. Laserpfade virtuell bewerten und die beste Möglichkeit in der Praxis umsetzen. Hier spielen das tatsächlich verwendete Material sowie die Prozessparameter des gewählten Additiven Fertigungsverfahrens eine entscheidende Rolle. Die Stärke der SIMU-

LIA Lösungen ist neben den realistischen Simulationsergebnissen die Möglichkeit, weitergehende, komplexere Fragestellungen zu simulieren. Gerade im Bereich der High-End-Anwendungen von Additiven Fertigungsverfahren werden künftig multiphysikalische Effekte auf verschiedenen Größenskalen zu berücksichtigen sein. Auf diese Weise werden beim 3D-Druck in winziger Größenordnung Materialien miteinander verschmolzen, was wiederum die Gesamtbauteileigenschaften formt.

Der Konstrukteur kann sich also sicher sein, dass er kein idealisiertes Bauteil entwirft, sondern eines, das auch dem Realitätscheck standhält. Die iterative Schleife aus Konstruktion, Simulation, verbesserter Konstruktion, erneuter Simulation und so weiter macht genaue Angaben, wo Material eingespart werden kann oder wo man etwas zugeben muss. Auch Aussagen zu Verbundmaterialien sind möglich. In einer Design-Studie hat Dassault Systèmes für den Landmaschinenhersteller Claas ein Teil entwickelt, das aus Kunststoff gedruckt wird. An besonders belasteten

Stellen legt der 3D-Drucker einen dünnen Kevlarfaden ein, bevor die nächste Schicht aufgespritzt wird.

### Die Kunst des Weglassens

Das Bauteil – Teil eines Gelenks in einem Heuwender – zeigt exemplarisch, welche Umbrüche die Kombination aus Simulation und Additive Manufacturing mit sich bringt. Es sieht nicht nur anders aus als sein Vorgänger, der in Metallguss hergestellt wurde. Statt acht Kilogramm wiegt es auch nur noch 800 Gramm, bei gleicher Belastbarkeit.

Wie so etwas möglich ist? Durch gezieltes Weglassen aller unnötigen Strukturen. Schaut man sich die Lasten in der FEA an, fällt auf, dass an dem alten Bauteil vielleicht die Hälfte des Volumens keinerlei Last aufnimmt und damit nur unnötig Gewicht und Kosten verursacht. Natürlich müssen gegebenenfalls noch andere Funktions-Bedingungen mit dazu genommen werden. Aber die Simulation hilft auch, so genannte „Angstschrauben“ →



zu erkennen. Vielleicht sind sie nur in diesem besonderen Lastfall so zu bezeichnen, aber vielfach ist ihre einzige Funktion, dem Entwickler das Gefühl zu geben, er habe damit noch ein Sicherheitsplus eingebaut – sozusagen einen Notnagel, falls die Struktur doch einmal versagt. Oder man hat das „immer schon so gemacht“. In jedem Fall beruhigt es aber das Gewissen.

Manchmal sind solche Angstschrauben oder -nieten sogar gefährlich, weil sie die Struktur schwächen. „Es ist nicht so leicht, das aus den Köpfen der Ingenieure zu bekommen“, sagt Wilfried Gassner, Technischer Berater bei Dassault Systèmes. Lasten optimieren, indem man Material weglassse, widerstrebe vielen Ingenieuren.

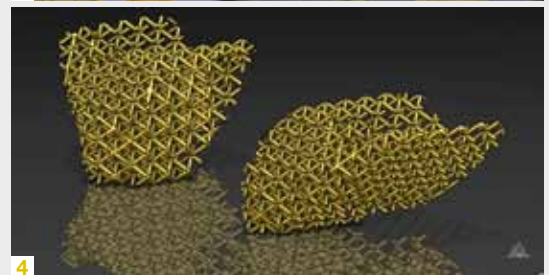
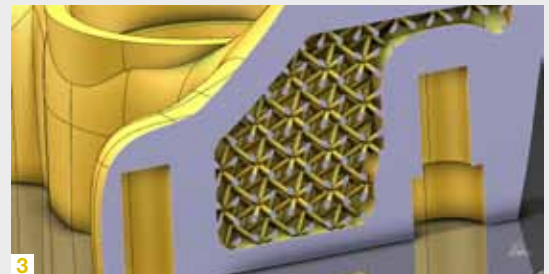
Idealerweise sieht der Prozess von der Idee zu einem 3D-gedruckten Produkt so aus: Als erstes entwirft der Konstrukteur das Bauteil in einem CAD-Programm. Vermutlich wird es zunächst so ähnlich aussehen, wie das bislang herkömmlich gefertigte Teil. Nun folgt der erste wichtige Unterschied. Mithilfe der Software Tosca von Dassault Systèmes lässt sich die Topologie optimieren. Dazu gibt die Simulation Kräfte auf das Teil und berechnet die Spannungen im Werkstoff. Wo keine Lasten auftreten, wird das Material ausgeblendet – der Konstrukteur stellt das mit einem Schieberegler ein. Die 3D EXPERIENCE Plattform von Dassault Systèmes stellt sicher, dass dieses optimierte Design für die weitere konstruktive Bearbeitung nahtlos in die CAD-Software zurückgespielt wird.

## Vorbild Baum

Jetzt kommt die Bionik ins Spiel. Ein Baum macht Äste nicht einfach grundsätzlich dicker, damit sie Wind und Schnee besser standhalten, sondern er lässt zusätzliches Holz nur an neuralgischen Stellen wachsen. Deshalb stehen Äste nicht einfach senkrecht und scharfkantig vom Stamm ab, sondern haben oben eine Kurve als Übergang und zwischen Wurzel und Stamm zur Unterstützung zusätzliches Material. Solche weichen Übergänge sind in der Natur üblich, in der Konstruktion technischer Produkte aber nicht gern gesehen, weil sie aufwendiger zu konstruieren sind. Manche Ingenieure finden sie „zu schön“, dabei dient die bionische Schönheit einem sinnvollen Hauptzweck – und erfreut das Auge zusätzlich.

SIMULIA Tosca Structure erzeugt solche weichen Übergänge und optimiert gleichzeitig die innere Struktur. Die besteht aus unterschiedlichen Gitterstrukturen, die der Natur nachempfunden sind, etwa einem Knochen, der dank seiner porösen Füllung leicht und dennoch steif ist. Solche Gitter-Innenstrukturen, auch Lattice Strukturen genannt, lassen sich mit 3D-Druck erstmals akkurat herstellen – das gelang zuvor mit keinem Produktionsverfahren richtig gut. Bisher sind sie allerdings sehr regelmäßig. Schneidet man dagegen ein Bauteil auf, das mit Tosca Structure optimiert wurde, sieht das ziemlich chaotisch aus. An Übergängen ist das Gitter verdickt, an manchen Stellen sind die Lücken klein, an anderen sehr luftig. Das ist beabsichtigt, denn so werden neuralgische Bereiche verstärkt bei gleichzeitig insgesamt wenig Materialverbrauch. Das oben erwähnte Bauteil am Heuwender für Claas-Traktoren wurde ebenfalls mit Tosca Structure optimiert. Es spart 90 % Gewicht ein, ist aber genauso stabil wie das alte Gussteil.

■ [www.d3s.com](http://www.d3s.com)



1 Ursprüngliches Design des Metallgussbauteils (ca. 8kg).

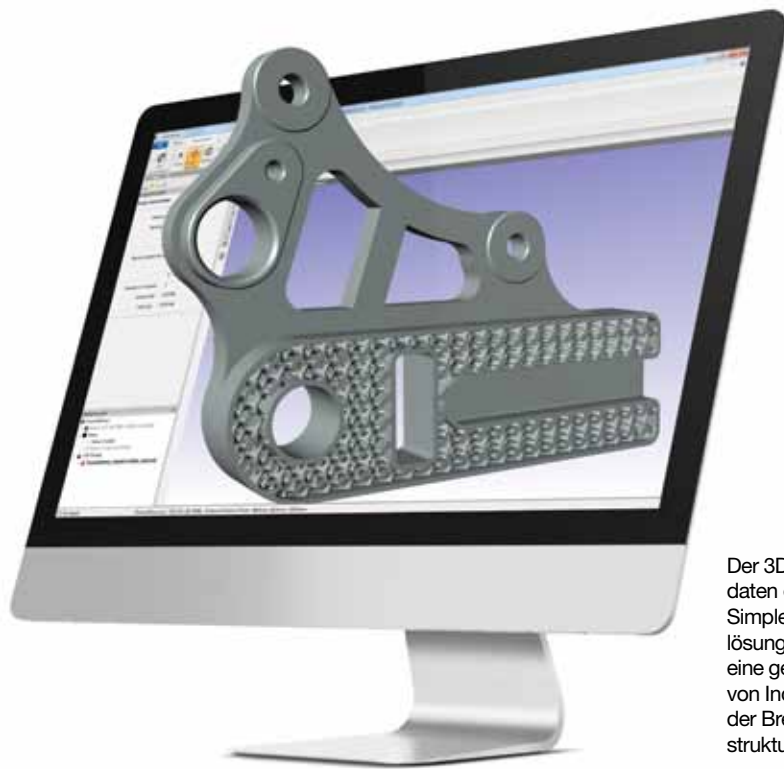
2 Ergebnis des Generativen Design Prozesses: Bionisches Bauteildesign (ca. 0.8 kg).

3 Durch Additive Fertigung in Kunststoff können Hohlkörper umgesetzt werden, die wiederum mit Lattice Strukturen gefüllt sind.

4 Die Lattice Gitterstruktur dient als poröse Füllung der Hohlkörper und hilft leichte und trotzdem steife Bauteile zu entwickeln.

5 Visualisierung des 3D-gedruckten Kunststoffbauteils als Ergebnis einer Design Studie für den Landmaschinenhersteller Claas.





Der 3D-Druck von Scandaten ermöglicht in der Simpleware Softwarelösung von Synopsys u. a. eine genaue Reproduktion von Industrieteilen – hier der Bremssattel mit Gitterstrukturen.

Simpleware bietet Durchbruch in der Datenaufbereitung:

## Vom Scan zum 3D-Druck

Die Simpleware Softwarelösung von Synopsys ermöglicht eine einfache und schnelle Erstellung zuverlässiger Modelle für die Additive Fertigung aus 3D-Bilddaten, inklusive der Erzeugung von Gitterstrukturen. Modelle aus Anatomie- und Bauteilscans ermöglichen das Reverse Engineering und die Analyse hochkomplexer Strukturen.

Der 3D-Druck von Scandaten wie Computertomographie (CT) oder Magnetresonanztomographie (MR) ermöglicht eine sehr genaue Reproduktion von menschlichen Körperteilen oder Industrieteilen. Die hohe Komplexität dieser Modelle macht es jedoch oft schwierig, vom Scan direkt zum gedruckten Teil zu gelangen. Die Softwarelösungen in Simpleware machen diesen Prozess durch eine Reihe von Werkzeugen und Algorithmen einfacher und führen zu einer erheblichen Verbesserung für die Nutzung in der Additiven Fertigung.

Mit Simpleware können Forscher und Designer, die in Bereichen wie Automotive, Luft- und Raumfahrt und kommerzieller Produkt-Forschung und Entwicklung arbeiten, 3D-Bilddaten als mehrteilige Modelle rekonstruieren, die zuvor virtuell analysiert werden. Modelldefekte

und andere kritische Bereiche werden vor dem Druck überprüft, wobei die ineinander greifenden Algorithmen der Software STL-Dateien erzeugen, die für den 3D-Druck ohne umfangreiche manuelle Bearbeitung verwendbar sind.

Darüber hinaus unterstützt der in Simpleware eingesetzte neue, bildbasierte Ansatz die Erzeugung von Gitterstrukturen, um das Gewicht von Bauteilen reduzieren zu können. Dieses Verfahren hat in Additive Manufacturing-Konsortien – wie beispielsweise in den SAVING- und LIGHT-Projekten – zu bedeutenden Verbesserungen beigetragen. So haben es Simpleware-Gitterwerkzeuge ermöglicht, das Gewicht von Fahrradteilen und im Design von Komponenten für die Luftfahrt- und Automobilindustrie zu reduzieren.

Die konsequente Nutzung der Software verspricht, die Komplexität von 3D-gescannten Objekten im Übergang zu hochwertigen Druckteilen zu reduzieren, damit diese für unterschiedliche Anwendungen weiter optimiert werden können.

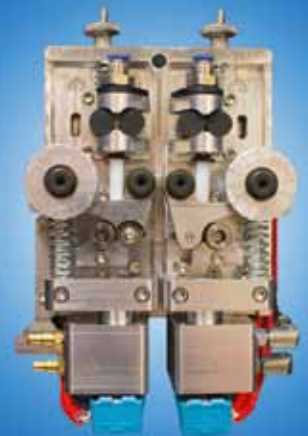
■ [www.simpleware.com](http://www.simpleware.com)

**Order now!**

## X500 3D-printer



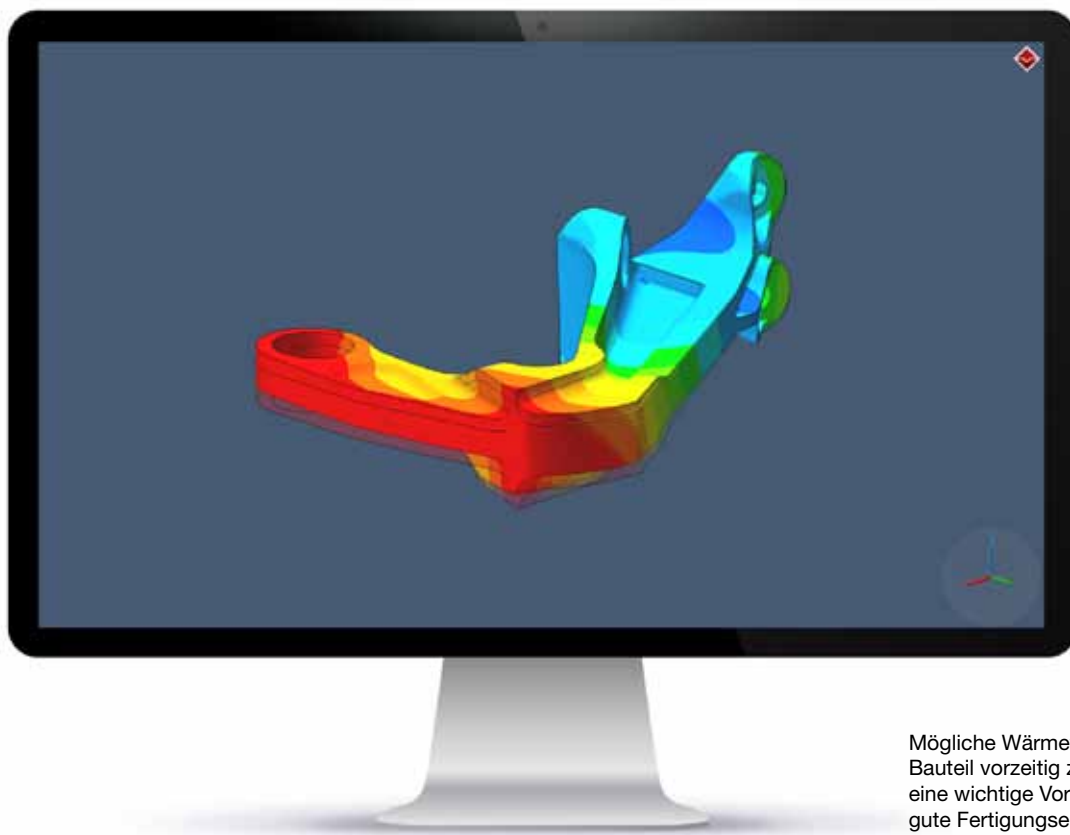
- ➔ large heated building chamber (500 x 400 x 475 mm)
- ➔ high temperature hot-end
- ➔ auto bed leveling



- ➔ new DD4 extruder technology
- ➔ intelligent material handling

**pre-order now**

German RepRap   
[www.germanreprap.com](http://www.germanreprap.com)



Mögliche Wärmeverzüge am Bauteil vorzeitig zu erkennen ist eine wichtige Voraussetzung für gute Fertigungsergebnisse.

Prozesssimulationssoftware für die Additive Fertigung von Metallteilen:

# AM-Prozesssimulation leicht gemacht

Simufact Engineering, ein MSC Software Unternehmen und Experte in der Simulation von Fertigungsprozessen, hat die Markteinführung von Simufact Additive bekanntgegeben – einer neuen Softwarelösung für die Simulation von Additiven Fertigungsverfahren für Metallteile.

Simufact Additive ist eine leistungsstarke und skalierbare Prozesssimulationsumgebung und ermöglicht die „first time right“-Optimierung von Pulverbett-Laserschmelzprozessen. Die Software simuliert alle wichtigen Prozessschritte der Additiven Fertigung: angefangen mit dem Druck des Teiles, gefolgt von der Wärmebehandlung, dem Abschneiden des Teiles von der Grundplatte, dem Entfernen der Stützstrukturen sowie wärme- und druckgesteuerte Prozesse (Heiß-Isostatisches Pressen, HIP). Die erste Version von Simufact Additive bestimmt Verzüge und Eigenspannungen von 3D-gedruckten Metallteilen – Versionen mit weiteren Funktionen werden folgen.

## Am realen Prozessablauf orientiert

Die Modellierung wird auf Grundlage von CAD-Daten in einer innovativen, neu entwickelten, grafischen Benutzeroberfläche (GUI) durchgeführt, die sich am realen Prozessablauf orientiert. Der intuitive Ansatz von Simufact Additive führt von der allgemeinen Prozessbeschreibung mit Definition des Teiles und der Stützstrukturen über die Definition der Fertigungsparameter bis hin zu den Berechnungseinstellungen und letztendlich zu den Ergebnissen. Die Software hilft, Verzüge zu kompensieren, Eigenspannungen zu minimieren und die Prozessparameter zu optimieren. „Heutzutage müssen Firmen, die

die AM-Technologie zum Druck von Metallteilen einsetzen, mit Fehlern in ihren Produktionsprozessen und hohen Folgekosten zurechtkommen“, betont Michael Wohlmuth, CEO von Simufact. „Simufact Additive ist ein wichtiges Werkzeug, das diesen Firmen helfen wird, es ‚sofort richtig zu machen‘, indem sie vor der Fertigung regelmäßig Simulationen durchführen.“

## Sofort richtig machen – mit der Simulationssoftware

Das Grundkonzept der Software bildet das Fundament für eine breite Veränderbarkeit und Skalierbarkeit durch verschiedene Detaillevel. Dazu gehören



“Simufact Additive ist ein wichtiges Werkzeug, das den Firmen helfen wird, es ‚sofort richtig zu machen‘, indem sie vor der Fertigung regelmäßig Simulationen durchführen. Die einfache Bedienbarkeit der Software war unser wichtigstes Ziel. Der Anwender soll schnell in der Lage sein, die Software einzusetzen und in wenigen Minuten eine Analyse aufzusetzen.

**Michael Wohlmuth, CEO Simufact**

eine schnelle mechanische Methode zur Vorhersage der Verzüge und der Eigenspannungen bis hin zur voll gekoppelten transienten thermomechanischen Analyse, die bald unterstützt wird. So können der Temperaturverlauf und abgeleitete Eigenschaften wie die Mikrostruktur bestimmt werden.

Die Eigenschaften des fertigen Teiles sind verfügbar, um sie in darauffolgenden Strukturberechnungen einzusetzen. Dr. Hendrik Schafstall, CTO Simufact, sagt dazu: „Als technisches Herz der Software haben wir einen anwendungsspezifischen Solver entwickelt, der auf dem leistungsstarken Marc FEM-Solver von MSC basiert. Simufact Additive wird die komplette Prozesskette in der Fertigungsumgebung abbilden und die Simulation so detailgenau durchführen wie sie der Anwender jeweils benötigt. Das wichtigste Kriterium ist die Genauigkeit – das Zweite die Geschwindigkeit. Daher haben wir eine völlig neue Infrastruktur speziell für AM entwickelt.“

### Neues Konzept für grafische Benutzeroberfläche (GUI) zur AM-Modellierung

Simufact Additive hat ein intuitives und anwenderfreundliches GUI. Das flexible GUI-Konzept ermöglicht maschinen- und anwendungsspezifische Dialoge, die sich am echten Arbeitsprozess orientieren. Mit den enthaltenen Vernetzungsmöglichkeiten können auch große und komplexe Strukturen beliebiger Form rasch und automatisch diskretisiert werden. Das GUI ist dafür ausgelegt, mit solchen Netzen, die leicht mehr als eine Million Elemente umfassen können, problemlos umzugehen. „Als wir mit dem GUI-Konzept für Simufact Additive angingen, entschieden wir uns, ganz von

vorn zu beginnen, aufgeschlossen zu sein und neuen Ideen Raum zu geben“, erklärt Dr. Patrick Mehmert, Produktmanager für Simufact Additive. „Die einfache Bedienbarkeit der Software war unser wichtigstes Ziel. Der Anwender soll schnell in der Lage sein, die Software einzusetzen und in wenigen Minuten eine Analyse aufzusetzen. Er sollte keine Zeit beim Suchen von Dialogen in komplizierten Untermenüs verlieren. Die aufgeräumte Benutzeroberfläche besticht mit wenigen Icons und Buttons. Dabei sind Kontextdialoge durch Anklicken mit der rechten Maustaste verfügbar. Wir sind überzeugt, dass Simufact Additive eine außergewöhnlich positive Nutzererfahrung bietet.“

### Zusammenarbeit mit Anbietern von 3D-Druckmaschinen

Renishaw plc, ein führender Hersteller von hochentwickelten Metall-AM-Systemen, arbeitet als erster 3D-Druckmaschinenhersteller gemeinsam mit Simufact an einem integrierten Ansatz. Das kollektive Ziel ist eine komplett simulationsbasierte Optimierung, die zu einer Druckdatei höchster Qualität führt.

Zuerst wird die QuantAM-Druckvorbereitungssoftware von Renishaw mit der Prozesssimulationssoftware von Simufact gekoppelt und der Datenaustausch ermöglicht. Dafür wird das offene API (Programmierschnittstelle) von QuantAM verwendet. Der nächste Schritt ist, basierend auf der Schichtaufbauinformation, automatisch eine Simulation aufzusetzen und im Gegenzug die Simulationsergebnisse in der Druckvorbereitungssoftware QuantAM von Renishaw darzustellen.

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

**voxeljet**



### 3D-Drucksysteme

- Industrietaugliche 3D-Drucksysteme
- Großformatige Bauräume bis 8m<sup>3</sup>



### Dienstleistungs-Center Sandguss-Kerne und Formen

- geeignet für den Guss aller gängigen Leichtmetall-, Eisen- und Stahllegierungen
- Seriennahe Abgüsseigenschaften



### Feinguss-Modelle

- Modelle bis 1.000 x 600 x 500 mm
- werkzeuglose Herstellung der Ausschmelzmodelle

### voxeljet AG

Paul-Lenz-Straße 1a  
86316 Friedberg Germany  
[info@voxeljet.com](mailto:info@voxeljet.com)  
[www.voxeljet.com](http://www.voxeljet.com)

Americas EMEA AsiaPacific





Ein Formkolben, gedruckt am ProX 500 SLS 3D Drucker von 3D Systems.

Idaho Steel erzeugt komplexe Maschinenteile für die Nahrungsmittelindustrie mit ProX SLS 500 von 3D Systems:

# Lasersintern für die Lebensmittelindustrie

Der US Maschinenhersteller Idaho Steel unterscheidet sich zwar nicht grundlegend von anderen Unternehmen in seiner Branche, setzt jedoch neuerdings auf additive Fertigungstechnologien von 3D Systems, um einzigartige Bauteile innerhalb kürzester Zeit für seine Maschinen produzieren zu können.

Durch die Anschaffung eines ProX 500 SLS 3D-Druckers von 3D Systems ist es Idaho Steel nun möglich, entscheidende Bauteile für seine Fertigungsmaschinen in kürzester Zeit herzustellen. Der ProX SLS 500 ermöglicht dabei die Herstellung gebrauchsfertiger, funktionaler Teile und kompletter Baueinheiten für anspruchsvolle Anwendungen in der Raum- und Luftfahrt, der Automobilbranche, der Medizin und für den Einsatz in anderen, hochwertigen Industriemaschinen.



“Wir haben nach einer Lösung gesucht, die uns eine schnelle Herstellung von speziellen Formen ermöglicht. Nach Prüfung der Alternativen entschieden wir uns dafür, die Maschine von 3D Systems anzuschaffen. Seither haben wir damit bereits hunderte von Bauteilen für unsere Maschinen gedruckt.

**Alan Bradshaw, CEO von Idaho Steel**

Durch die Verwendung des strapazierfähigen Nylonmaterials DuraForm ProX lassen sich Komponenten herstellen, die nicht nur eine gleichwertige, sondern zum Teil auch höhere Qualität als Spritzgussteile auf-

weisen. „Die SLS Technologie ermöglicht es uns Bauteile zu gestalten, von denen höchste Festigkeit und Haltbarkeit abverlangt wird“, erklärt Jon Christensen, Marketing und Sales Manager bei Idaho Steel. „Für jene, die noch nicht mit dieser Tech-

nologie vertraut sind, ist die Vorstellung derart solide Kunststoffteile ‚drucken‘ zu können überraschend. Teile können derart entwickelt werden, dass Funktionalitäten erreicht werden, die mit traditionellen Fertigungsmethoden nicht möglich wären.“



**links** Idaho Steel verwendete den ProX SLS 500 von 3D Systems, um das Gehäuse so zu gestalten, dass der Laser-Sensor im Inneren besser zugänglich ist.

**rechts** Bei diesen neu gestalteten Formkolben, gedruckt am ProX SLS 500 von 3D Systems, wurde die bislang aus fünf Kunststoffteilen und 25 Verbindungselementen bestehende Konstruktion durch ein einziges Bauteil ersetzt.

## Der Schwerpunkt liegt auf Qualität

Idaho Steel hat sich auf die Entwicklung von Maschinen für die Verarbeitung von Kartoffeln in verschiedenste Produkte wie Pommes frites und Kartoffelsalat spezialisiert und legt den Schwerpunkt dabei auf eine individuelle Anpassung der Maschinen, um die Bedürfnisse unterschiedlichster Kunden erfüllen zu können. Die 3D-Drucktechnologie ist eine ideale Lösung,

um ein solches Maß an Personalisierung zu erreichen.

„Wir haben nach einer Lösung gesucht, die uns eine schnelle Herstellung von speziellen Formen ermöglicht, damit unsere Kunden schnell neue Kartoffelprodukte anbieten können“, sagt Alan Bradshaw, CEO von Idaho Steel. „Nach Prüfung der Alternativen entschieden wir uns dafür, die Maschine von 3D Systems anzuschaffen. Seither haben wir damit bereits hunderte von Bauteilen für unsere Maschinen gedruckt.“ Durch die Erhöhung der Produktionsgeschwindigkeit durfte jedoch keinesfalls die Qualität negativ beeinflusst werden. „Bei uns wird die Qualität der Maschinen, die mit unserem Namen ausgeliefert werden, großgeschrieben“, so Christensen. „Während unsere Konkurrenz oft von Zulieferern abhängig ist, verfügen wir über eine komplette eigene Fertigungsstätte. Dadurch be-

halten wir stets die Kontrolle darüber, wie individuelle Teile gefertigt und zusammengesetzt werden. Die Additive Fertigung verleiht uns nun noch mehr Kontrolle über die individuell gefertigten Teile und ermöglicht uns so schlussendlich, Maschinen von höchster Qualität in einem schnelleren Zeitrahmen zu produzieren und auszuliefern.“

## Besseres Produkt in deutlich geringerer Zeit

Eines der Haupteinsatzgebiete für den 3D-Druck bei Idaho Steel ist die Produktion von individuellen Formeinsätzen und Kolben für die Nex-Gem Former Maschine, mit denen Kartoffelprodukte in unterschiedlichen Formen produziert werden können. Bislang wurden diese Formeinsätze und Kolben aus fünf Kunststoffteilen hergestellt, die von 25 oder mehr Verbindungselementen zusammengehalten werden mussten. Die Herstellung eines Satzes aus 16 Formkolben mittels CNC-Maschinen und der nachträgliche Zusammenbau nahmen dabei 250 Stunden (25 Werktage) in Anspruch. Idaho Steel kann nun die gleiche Anzahl innerhalb von 90 Stunden am →



**links** 3D-gedruckte Formkolben, installiert auf der Nex-Gem Former Maschine von Idaho Steel.

**unten** Detailansicht des Formkolbens.



ProX SLS 500 von 3D Systems herstellen. Der 3D-Drucker kann dabei unbeaufsichtigt im Dauereinsatz betrieben werden.

„Die Maschine kann nachts und über das Wochenende laufen. Die Formkolben benötigen danach nur noch ca. drei bis vier Stunden manuelle Nachbearbeitung“, erklärt Christensen. „Der 3D-Druck spart somit nicht nur Zeit, sondern hält auch noch die CNC-Maschinen frei, die bisher 25 Tage konstant mit der Durchführung dieser Tätigkeit beschäftigt waren.“

Die Formeinsätze und Kolben lassen sich auf dem 3D-Drucker von 3D Systems als komplette Einheit aus dem lebensmittel-leuchten DuraForm ProX Material von 3D Systems herstellen. „In der Vergangenheit bildeten die Stellen, an denen die Teile verschraubt werden mussten, einen typischen Schwachpunkt“, verdeutlicht Christensen. „Heute werden die Formkolben in einem Stück gefertigt und sind so robuster. Einen wahrscheinlich noch größeren Nutzen in einem Stück fertigen zu können, bildet jedoch der Hygienevorteil. Wir produzieren Fertigungsmaschinen für Lebensmittel. Jede Möglichkeit, ein potentiellies Kontaminationsrisiko, wie es ein Verbindungselement darstellt, eliminieren zu können, ist ein großes Plus. Zusätzlich besteht immer die Gefahr, Verbindungselemente beim manuellen Zusammensetzen zu überspannen und somit Teile zu beschädigen.“

### 3D-Druck begeistert

Idaho Steel verwendet mittlerweile die 3D Drucktechnologie auch für die Herstellung eines Gehäuses für einen Laser, der die Materialhöhe in einem Trichter oder Behälter erkennen kann und die Information an ein Kontrollsystem weiter meldet. Die Produktion dieses Teils war kürzlich noch ausgelagert und entsprach nicht der Qualität und den Standards des Unternehmens.

Die Eigenproduktion des Gehäuses auf dem ProX SLS 500 brachte wesentliche Verbesserungen mit sich. So fällt die Öffnung am oberen Ende nun größer aus, womit die Sensoren leichter erreicht werden können. Auch Ecken wurden abgerundet und das Gehäuse wird jetzt als ein komplettes Teil inklusive einer Kunststoffkette, die mit der Abdeckung für die Öffnung verbunden ist, hergestellt. „Immer wieder ergeben sich neue Möglichkeiten, um verbesserte Teile mittels 3D-Druck herzustellen und somit



Alan Bradshaw, CEO von Idaho Steel, hält einen festen, widerstandsfähigen Formkolben, der mehr als sechsmal so schnell am ProX 500 SLS Drucker von 3D Systems hergestellt wurde.

mehr Flexibilität in unsere Prozesse einfließen lassen zu können“, meint Christensen begeistert. „Laufend stellen wir neue Schaber, Abdeckungen und Stecker her. Das sind zwar keine hochkomplizierten Teile, würden aber für ihre Herstellung auf CNC-Maschinen trotz ihrer Einfachheit viel Zeit in Anspruch nehmen.“

Christensen sieht 3D-Druck und CNC-Anwendungen als sich ergänzende Technologien, um neue Teile zu fertigen. Der 3D-Druck ist ideal für die Erstellung von neuen Designs für Prototypen, die Produktion von Kleinserien und Baueinheiten sowie die Fertigung von passgenauen Teilen für bestehende Maschinen. CNC-Anwendungen sind noch immer die bevorzugte Methode für die Massenproduktion von größeren Teilen und Teilen mit einfacherer Geometrie. „Unsere Maschinisten zählen mittlerweile zu den unermüdlichsten Neuanwendern der 3D-Drucktechnologie und sind ständig daran interessiert, was 3D-Drucker noch produzieren können und wie dies zu unserem Vorteil genutzt werden kann. Ständig treten sie mit neuen Teilen an uns heran, die mittels 3D-Druck besser funktionieren können.“

### Nur durch die Vorstellungskraft eingeschränkt

Auch wenn Idaho Steel spezielle Maschinen baut, könne fast jeder Hersteller vom 3D-Druck profitieren, glaubt Christensen – speziell wenn es darum geht, ein Qualitätsbauteil termingerecht zu liefern.

„Eine der größeren Hürden der Maschinenindustrie ist die Fertigungszeit“, erzählt Christensen. „Auch wenn ein Kunde einen bestimmten Zulieferer bevorzugt, kann er gezwungen sein, sich an einen anderen Betrieb zu wenden, wenn das gewünschte

Produkt nicht innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens geliefert werden kann.“ „Ein gutes Beispiel für einen solchen Zeitdruck in der Fertigung sind unsere Formkolben. Sobald unsere Kunden die Freigabe für ein Projekt erhalten, brauchen sie Teile, die aus jeglichen Formen bestehen können, unmittelbar. Einige dieser Formen sind derart komplex, dass es bis zu einem Monat dauern kann, diese auf CNC-Maschinen herzustellen. Mit dem ProX SLS 500 können wir diese Zeit auf eine Woche reduzieren.“

Schnellere Lieferzeit, bessere Qualität, individuelle Anpassung und Verlässlichkeit – das sind die Dinge, mit denen sich Maschinenhersteller identifizieren können, unabhängig davon, welche Spezialprodukte ihre Maschinen herstellen.

„Wir sind nicht länger durch traditionelle Fertigungsmethoden eingeschränkt, sondern nur durch die Vorstellungskraft und Kreativität unserer Design-Abteilung“, fügt Alan Bradshaw, CEO von Idaho Steel, abschließend hinzu.

■ [www.bibus.at](http://www.bibus.at)

### Anwender

Das im Jahre 1918 in Idaho Falls (USA) gegründete Unternehmen Idaho Steel hat sich auf die Produktion, Wartung und Anpassung von Maschinen für die Verarbeitung von Kartoffeln in verschiedenste Produkte wie Pommes frites und Kartoffelsalat spezialisiert. Die seit den 1960er Jahren gefertigten Idaho Steel Maschinen sind weltweit im Einsatz.

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



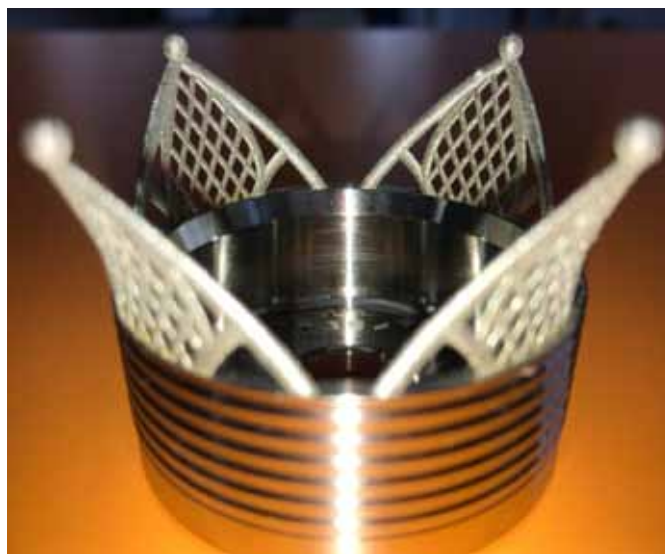
# Serientaugliche Hybridfertigung

Die Hybridfertigung verbindet die herkömmlichen Fertigungsverfahren mit dem 3D-Metalldruck. Der konventionell herstellbare Teil des Werkstückes wird zunächst gefräst oder gedreht und die komplexen Bereiche der Konstruktion anschließend direkt auf das vorgefertigte Teil aufgebaut. So entstehen kostengünstige Bauteile, die von den Vorteilen der Additiven Fertigung profitieren.

Die AM Kyburz AG hat sich zusammen mit der Kyburz Feinmechanik AG u. a. auf den Bereich der Hybridfertigung spezialisiert. So können beste und kostengünstigste Lösungen unter Berücksichtigung diverser Fertigungstechnologien angeboten werden. Dass die Hybridfertigung auch serientauglich ist, hat das junge Unternehmen schon bewiesen. So wurden 800 Teelichter gefertigt, dessen Unterteil aus rostfreiem Stahl 1.4404 gedreht wurde. Danach hat man die Unterteile in die M2 Duallaser von Concept Laser eingelegt und die Krone ebenfalls aus 1.4404 direkt aufgebaut. Die fertigen Teelichter mussten anschließend lediglich mit Wasser gewaschen und getrocknet werden.

## Die Kombination bringt Vorteile

Die Hybridtechnik bietet auch für die Nachbearbeitung der additiv gefertigten Teile sehr interessante Lösungen. So werden beispielsweise Aufspannflansche für die Aufspannvorrichtungen nicht mit dem LaserCUSING Verfahren aufgebaut, sondern



Auch auf bereits bestehende Teile kann mit Pulverbettmaschinen weiter aufgebaut werden. Dadurch sind komplexe Kombinationen möglich.

als Träger in Scheibenform bereits vorab in die Maschine eingelegt.

■ [www.3dmetalldruck.ch](http://www.3dmetalldruck.ch)

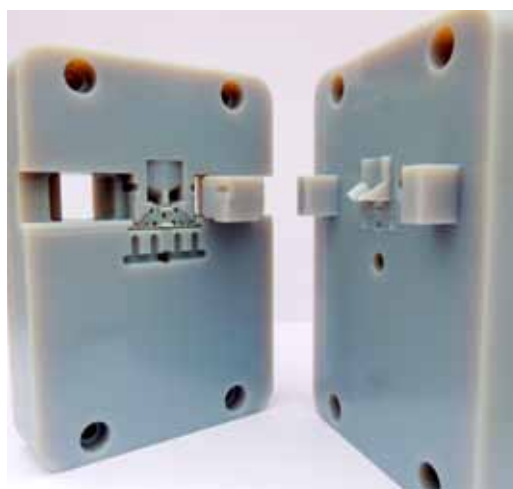
Die Payer Gruppe startet mit Rapid Tooling Programm durch:

## Additiver Werkzeugbau

Payer bietet aus der Unternehmenspraxis heraus Prototypen entlang des gesamten Produktentstehungsprozesses: von ersten 3D-gedruckten Designprototypen, geometrischen Prototypen für Mockups bis hin zu vollfunktionsfähigen Prototypen für den Industrialisierungsprozess.

Die Payer Gruppe, mit Stammsitz in der Nähe von Graz sowie den Werken in Ungarn und China, entwickelt und produziert ausgeklügelte, großteils elektrische Produkte mit hohem Kunststoffanteil. Von den ersten Designskizzen bis zum verpackten Produkt auf der Palette – alles aus einer Hand. Diese hohe Fertigungstiefe verlangt je nach Produktentstehungsphase unterschiedliche Kunststoffprototypen.

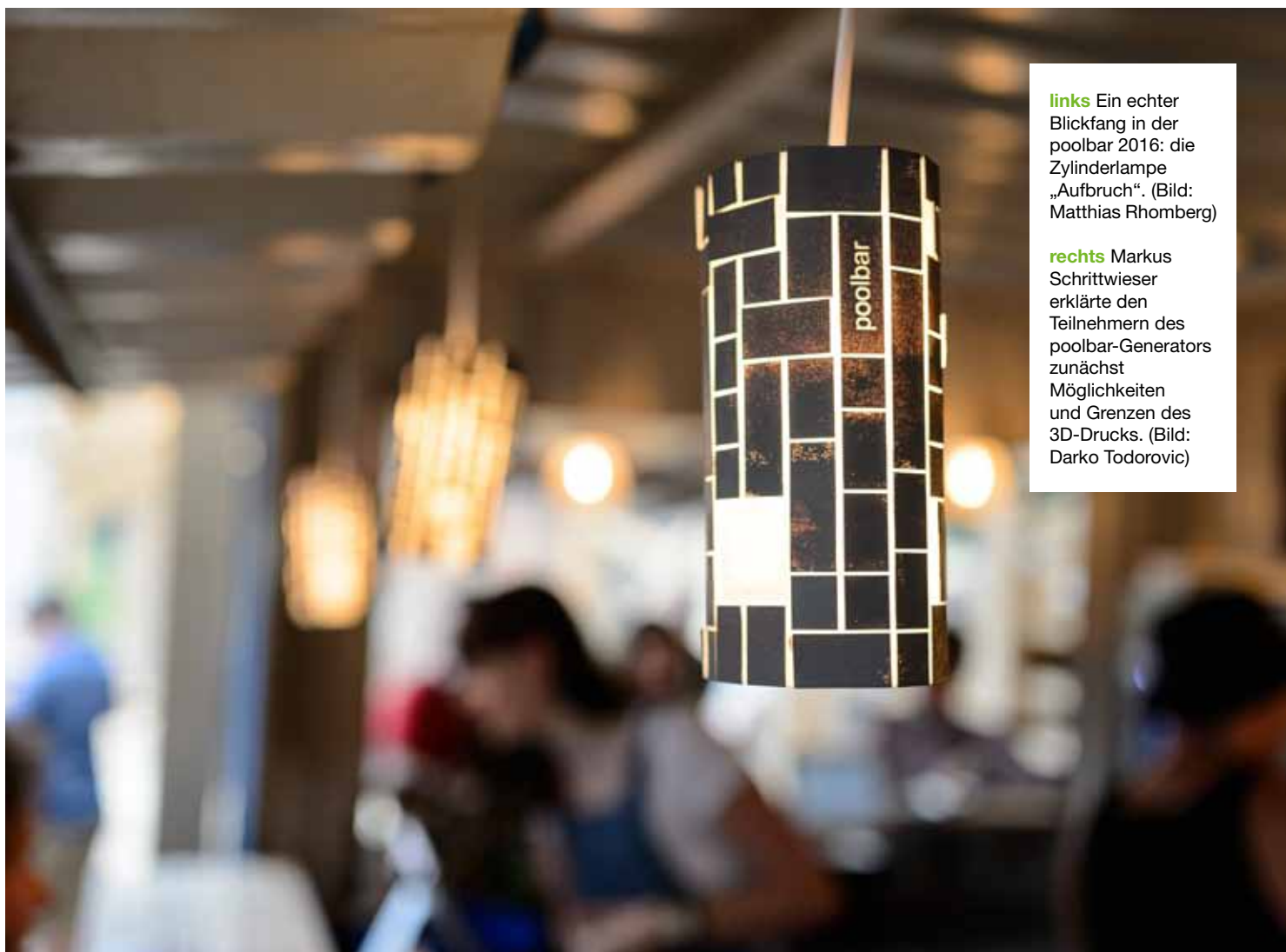
Payer ist in der Lage erste Designprototypen, geometrische Prototypen für Mockups sowie vollfunktionsfähige Prototypen herzustellen. Die steigende Nachfrage in diesem Bereich hat in den letzten Monaten zu einem enormen Wachstum geführt, sodass Payer dieses Service den Kunden auch als Extrapaket im Rahmen des Rapid Tooling Programms anbietet. Kernstücke des Programms sind 3D-gedruckte Werkzeugfor-



Kernstücke des Rapid Tooling Programmes sind additiv gefertigte Werkzeugformen sowie Werkzeuge aus ungehärtetem Stahl für werkzeugfallende Teile in nur wenigen Tagen.

men sowie Werkzeuge aus ungehärtetem Stahl für werkzeugfallende Teile in nur wenigen Tagen.

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



**links** Ein echter Blickfang in der poolbar 2016: die Zylinderlampe „Aufbruch“. (Bild: Matthias Rhomberg)

**rechts** Markus Schrittwieser erklärte den Teilnehmern des poolbar-Generators zunächst Möglichkeiten und Grenzen des 3D-Drucks. (Bild: Darko Todorovic)

# Die Grenzen der Machbarkeit verschieben sich

Grenzenlose Freiheit für die eigenen Ideen? Additive Manufacturing verspricht Produktdesignern die Erfüllung ihrer Träume. Für das Kulturfestival poolbar schufen Designer und Studierende zwei einzigartige Typen von Lampen. Das Dornbirner Hightech-Unternehmen 1zu1 Prototypen begleitete den Produktentwicklungsprozess. Eine Geschichte von Visionen und ihren Grenzen.

Seit 1994 organisiert Herwig Bauer die poolbar in Feldkirch, laut eigener Beschreibung „ein Festival für Kulturelles von Nischen bis Pop“. Unter Jugendlichen zwischen Pubertät und Ende des Studiums ist die poolbar legendär: Sieben Wochen lang gastieren Geheimtipps und Stars im sonst ländlich-beschaulichen Vorarlberg. Indie-Rock trifft auf Hip-Hop, DJ trifft auf Jazz. Tanz folgt auf Poetry-Slam, Film auf Theater. Etwa

23.000 Besucher kamen in den letzten Jahren zur großen Sommerparty.

Schauplatz ist das Alte Hallenbad von Feldkirch, ein ansonsten leerstehender Bau von bedrückender Tristesse. Deshalb ist die Gestaltung der Location von Anfang an Teil des Konzepts: Jahr für Jahr verwandeln Architekten, Grafiker, Produktdesigner und Künstler das Alte Hallenbad und sein Drumherum in die

hippe poolbar. Jahr für Jahr neu, überraschend, anders.

## Der Ideen-Generator

Seit 2014 erdenken Kreative diese Verwandlung gemeinsam bei zweiwöchigen Workshops im Februar – dem sogenannten poolbar-Generator. Teilnehmer sind vor allem Studierende, geleitet werden die Workshops von erfahrenen Profis.



## Direkt und schnell: Komplexe Metallbauteile aus CAD-Daten.

Das Laserschmelzverfahren für Prototypen und kleine Serien – leistungsstark für Entwicklung und Produktion.

- Additive Fertigungssysteme für den industriellen Einsatz
- Umfassende Beratung von der Produktidee, Konstruktion, Simulation, bis hin zur Serie
- Additive Lohnfertigung nach Ihren Vorgaben
- Branchenübergreifende Fertigungsexpertise
- Weltweit verfügbare Additive Solutions Centers



**Your partner for  
innovative manufacturing.**



Als Gastkritiker bringen sich namhafte Vertreter der Kunst-, Grafik- und Architekturszene aus dem ganzen deutschsprachigen Raum ein.

„Beim poolbar-Generator schmieden wir Ideen, die dann auch umgesetzt werden“, schildert Festivalleiter Herwig Bauer. Ihm geht es also nicht nur um spektakuläre Entwürfe, sondern auch um ihre wirtschaftliche und technische Umsetzung. „Die Lücke zwischen Theorie und Praxis schließen“, nennt das Herwig Bauer. „Für die Studierenden ist das lehrreich und spannend.“

### Sponsor als Umsetzungspartner

Seit zwei Jahren ist 1zu1 Prototypen als Sponsor und Umsetzungspartner mit dabei. Schließlich ist Design-dri-

ven-Manufacturing ein Riesenthema in der ganzen Industrie. „Wir wollen eine Außensicht bekommen, von Menschen, die noch nicht betriebsblind sind“, formuliert der Leiter des Rapid-Prototyping-Centers von 1zu1 Prototypen, Markus Schrittwieser, das Ziel.

Wie also funktioniert die Zusammenarbeit zwischen Designern und Prototypen-Hersteller in der Praxis? Um besondere Akzente im Raum zu setzen, sollten beim poolbar-Generator im vergangenen Februar zwei Typen von Hängelampen entstehen. Die beiden Workshop-Leiter Roland Maria Reiningner und Jim van Hazendonk wollten dafür natürlich die Chancen des Fertigungsverfahrens nützen: „Unser Ziel waren Entwürfe, die nur mit 3D-Druck realisierbar sind“, schildert Reiningner. →



23.000 junge Menschen feiern jedes Jahr in der poolbar in Feldkirch. (Bild: Matthias Rhomberg)



## Wirtschaftliche und technische Grenzen

Gleich zu Beginn des Produktdesign-Workshops stellte Markus Schrittwieser deshalb die Möglichkeiten des 3D-Drucks vor. Sehr rasch legten die Studierenden erste Entwürfe vor – und ebenso rasch wurde dann doch die Umsetzbarkeit zum Thema: „Wir wussten, dass im 3D-Druck grundsätzlich fast alles möglich ist. Und trotzdem spielen auch bei so einem Projekt Kunde, Fertigung und Finanzen eine große Rolle“, schildert Reininger.

Der Produktdesigner aus Dornbirn hatte bereits bei großen Vorarlberger Industriebetrieben mit 1zu1 Prototypen zusammengearbeitet, bevor er sich mit seiner „Echtmacherei“ selbstständig machte. Die Grenzen bei der poolbar seien sicher weiter gesteckt als in der Industrie: „Aber auch hier ist es nicht so einfach, wie sich der Designer das vorstellt. Herumspinnen allein reicht nicht.“

## Bauraum ausnützen

Gedruckt wurden beide Lampenschirme aus Polyamid auf modernen EOS-Anlagen mittels Selektivem Lasersintern. Die poolbar benötigte immerhin jeweils 50 Stück der Lampen. Um im finanziellen Rahmen zu bleiben, musste der Bauraum des 3D-Druckers deshalb gut ausgenutzt werden. Eine besondere Herausforderung war das für die „Spirallampe“ mit einem hohlen, annähernd kugelförmigen Lampenschirm. „Der Kreativprozess dafür war rasch abgeschlossen – die Herausforderung lag in der Konstruktion“, erinnert sich Schrittwieser.

Druckt man den Lampenschirm originalgetreu als Kugel, hat pro Druckvorgang nur ein Lampenschirm im Bauraum des Druckers Platz. „Wir haben die Konstruktion deshalb auf 6 mm Höhe quasi flachgedruckt und konnten so alle Lampen in einem Druckvorgang fertigen“, schildert der RP-Leiter von 1zu1 Prototypen. Erst beim Aufhängen entfaltete sich der Lampenschirm. Die Kosten sanken um den Faktor 15 auf etwa EUR 40,- pro Lampe. Da dieses Flachdrucken mit einem normalen CAD-Programm nicht möglich ist, setzten die Designer ein Programm aus



Junge Designerinnen und Designer entwarfen beim poolbar-Generator die Lampen für die poolbar. (Bild: Darko Todorovic)

der Computerspieleindustrie ein. Der Vorgang des Entfaltens lässt sich mit vernünftigem Aufwand allerdings kaum berechnen. Deshalb brauchte es immerhin acht Arbeitsschritte bis zum fertigen Produkt: „Der erste Versuch hat ausgesehen wie ein Spaghettiteller“, erinnert sich Schrittwieser. „Der zweite Versuch war eher birnenförmig, der dritte schon sehr nah an unseren Vorstellungen.“

## Möglichkeiten des 3D-Drucks

Beim zweiten, zylinderförmigen Lampenschirm lag die Produktionsweise nahe: Auch er wurde flach gedruckt, bei der Montage zu einem Zylinder gerollt und mit einem integrierten Klickverschluss geschlossen.

Dank 3D-Druck konnten in jede Lampe unterschiedliche Texte innen gedruckt werden. An einer Sollbruchstelle konnten die poolbar-Besucher außen ein Stück des umgebenden Zylinders abbrechen. Die Lampen veränderten so im Laufe des Festivals ihr Aussehen, immer mehr Text kam zum Vorschein. „Aufbruch“ nannten die Designer diesen Lampenschirm.

## Staunen über das Material

Auch für diesen Lampenschirm waren mehrere Arbeitsschritte nötig: „Wählt man die Wandstärke zu dünn, verzieht sich das Material. Wird sie nur wenige Zehntelmillimeter zu dick, lässt es sich nicht mehr rollen“, schildert Workshop-

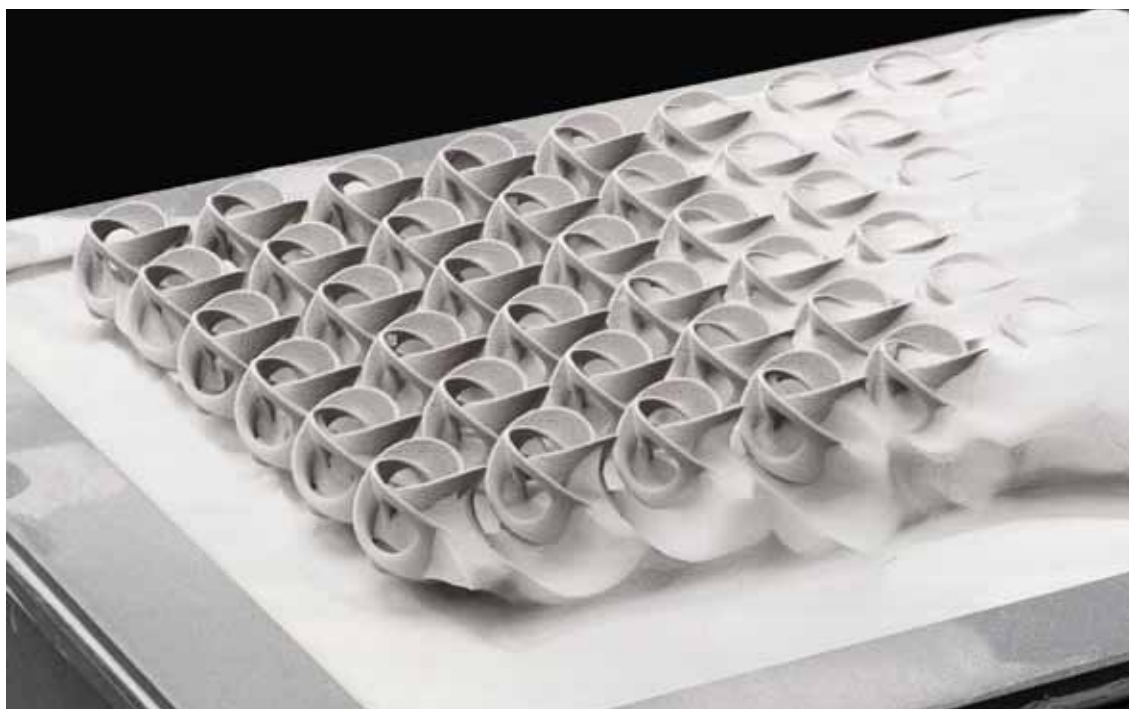
Leiter Reininger seine Erfahrungen. Auch sonst staunte der Produktdesigner über die Materialeigenschaften: „Der Hohlkörper der Spirallampe ließ sich bis zu einem Meter langziehen, ohne zu brechen. Der 1,6 mm starke Klickverschluss des Zylinders hielt bombenfest“, so Reininger. „Man könnte sich dranhängen, ohne dass er nachgeben würde.“

## Positives Fazit

Bringt nun der 3D-Druck grenzenlose Freiheit für die eigenen Ideen? „Er verschiebt die Grenzen und ermöglicht vieles, was vorher undenkbar war“, resümiert Produktdesigner Reininger. „Das Wissen um diese neuen Möglichkeiten, aber auch um die Grenzen, hilft mir sehr bei meiner zukünftigen Arbeit.“ Für die Studentinnen und Studenten, die teilweise noch nie mit 3D-Druck zu tun hatten, sei das Projekt ein großer Gewinn gewesen.

Projektleiter Markus Schrittwieser von 1zu1 Prototypen war es wichtig, bei den angehenden Produktdesignern „Verständnis für das neue Verfahren zu schaffen“. Festivalleiter Herwig Bauer freut sich bereits auf den nächsten poolbar-Generator in diesem Jahr: „Die Lampen sind eines meiner Lieblingsbilder, wenn ich den poolbar-Generator erkläre. Sie zeigen, wie wir die Grenzen zwischen Vision und Umsetzbarem ausloten.“

■ [www.1zu1.eu](http://www.1zu1.eu)



Bei Serienproduktion und Prototyping von 3D-gedruckten Metallkomponenten verwendet Höganäs mit Digital Metal eine Technologie, die auf hochpräzisem Ink-Jet Druck im Metallpulverbett mit anschließendem Sintern basiert.

# Manufacturing Services für Metallkomponenten

Das schwedische Unternehmen Höganäs, Anbieter hochwertiger Metallpulver, präsentiert Serienproduktion und Prototyping von 3D-gedruckten Metallkomponenten auf der Basis ihrer Digital Metal Technologiedienstleistungen.

Das Unternehmen ist bereits seit 2010 im Bereich der Additiven Fertigung involviert. Seither ist das Interesse im Markt stetig gestiegen. Die von Höganäs verwendete Technologie basiert auf hochpräzisem Ink-Jet Druck im Metallpulverbett, gefolgt von einem Sinterprozeß, der für die finale Widerstandsfähigkeit der Teile sorgt. Das Drucken des Metallpulvers findet bei Raumtemperatur ohne Wärmezufuhr statt, wodurch

auf die Verwendung von Schutzgas verzichtet werden kann.

## Druck ohne Supportstrukturen

Die Digital Metal Technologie wurde zunächst für die Herstellung von Prototypen verwendet, hat aber in den vergangenen Jahren ihren Weg in die Serienfertigung von Bauteilen mit sehr komplexen Innenstrukturen wie beispielsweise mehr-

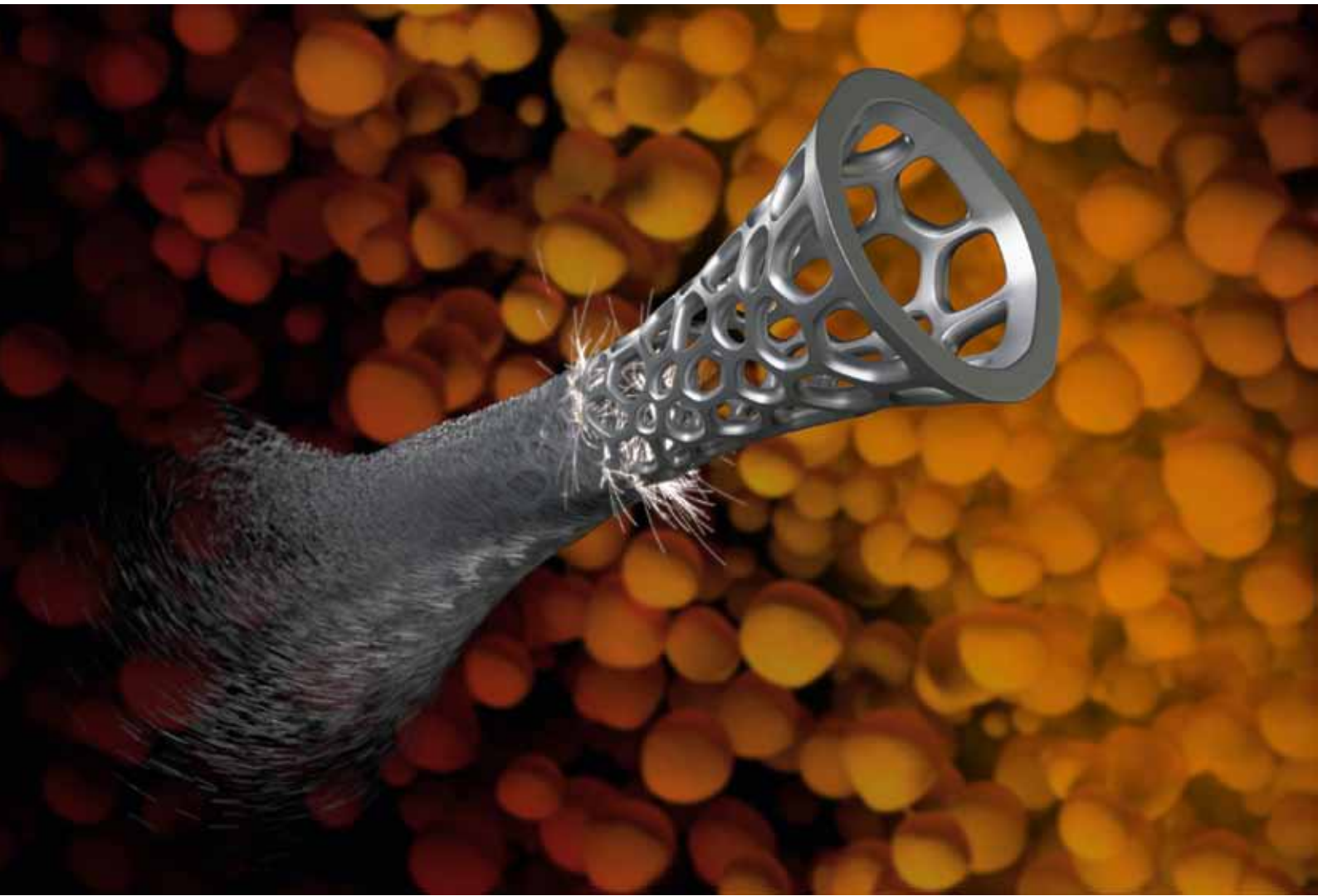
fachen Kanälen gefunden. Eine weitere, interessante Eigenschaft ist, dass für die Herstellung im Digital Metal Druck keine Supportstrukturen benötigt werden. Das ermöglicht die Kombination sehr komplexer, detaillierter und feiner Komponenten bei gleichzeitig hoher Produktivität. Die Aufbauraten können bis zu 80 cm<sup>3</sup>/h erreichen. Höganäs bietet Fertigungsdienstleistungen für Serienproduktion, Prototypen und Kleinserien. Derzeit verfügbare Materialien sind Edelstahl 316L und 17-4PH, die den gleichen Standards wie für das Metall Pulverspritzgießen (MPIF 35) entsprechen. Weitere Materialien sind derzeit bereits in Entwicklung. Die Digital Metal Technologie konzentriert sich auf Bauteile mit bis zu 50 mm in der größten Ausdehnungsrichtung und ist in der Lage, Wandstärken und Löcher im Bereich von 200 µm herzustellen. Für additiv gefertigte Metallteile im Bereich bis zu 50 mm ist Höganäs somit eine interessante Alternative.



“Im Jahr 2016 konnten wir steigende Anforderungen aus dem Markt verzeichnen. Unsere steigende Produktivität im Druckbereich, in Kombination mit einem erweiterten Materialangebot, wird uns in 2017 sicher stark wachsen lassen.

**Ralf Carlström, Geschäftsführer  
Höganäs Digital Metal**

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



## 3D-Druck amorpher Metalle

Heraeus entwickelt gemeinsam mit dem schwedischen Start-up Exmet den 3D-Druck von amorphen Bauteilen und erweitert dadurch sein Spektrum für Spezialwerkstoffe. Durch diese neue Technologiepartnerschaft erhöht der Technologiekonzern Heraeus sein Portfolio für 3D-gedruckte Metalle nun um die Werkstoffgruppe der amorphen Metalle.

Anders als konventionelle kristalline Materialien besitzen amorphe Metalle einen ungeordneten atomaren Aufbau, der sich gewöhnlich durch ein ausreichend schnelles Abkühlen aus der Schmelze bildet. Dieser ungeordnete Strukturzustand hat grundlegende Auswirkungen auf das Materialverhalten und resultiert in Eigenschaften, die konventionelle, kristalline Materialien teils deutlich übertreffen.

So besitzen metallische Gläser (amorphe Metalle) extrem hohe Festigkeiten und zeichnen sich durch besondere Härten aus. Die Kombination aus hoher Streckgrenze bei hoher elastischer Dehnung

führt zu beträchtlicher Speicherung elastischer Energie, das sogar Federstähle deutlich übertrifft. Gemeinsam mit der ebenfalls niedrigen Dämpfung macht dies metallische Gläser zum idealen Federwerkstoff.

### Spezielle Eigenschaften amorpher Metalle

Durch Abwesenheit von Korngrenzen sind amorphe Metalle im Vergleich zu ihren kristallinen Gegenpartnern zudem oftmals korrosionsbeständiger. Legierungen mit ausreichend hohem Gehalt an ferromagnetischen Elementen wie Fe,

Co und Ni zeigen zudem ein erhebliches weichmagnetisches Verhalten.

Die speziellen Eigenschaften metallischer Gläser resultieren in einer Vielzahl an Hightech-Anwendungen in nahezu allen Bereichen, in denen höchste Anforderungen an Material und Design gestellt werden.

### Amorphe Metalle für den 3D-Druck erschließen

Zusammen mit dem schwedischen Unternehmen Exmet will Heraeus diese neue Materialklasse für die Industrie und



## Additive Fertigung bei Heraeus

Heraeus entwickelt anspruchsvolles Metallpulver und die zugehörigen Prozesse für die Additive Fertigung – ein Markt mit großem Potenzial, aber bei Weitem kein „Plug & Play“. Material- und Prozess-Know-how sind entscheidend, denn Metallpulver und Druckprozess müssen individuell auf das gewünschte Bauteil abgestimmt sein.

Basierend auf seiner Erfahrung mit Metallen und deren Verarbeitung legt der Hanauer Technologiekonzern dabei den Fokus auf die Fertigung qualitativ hochwertiger, für den 3D-Druck angepasster Metallpulver, die Erforschung neuer Sonderlegierungen sowie auf die Entwicklung der Parameter zum Verarbeiten der Materialien. Dazu stehen Kunden, Experten für Design und Prozesssimulation mehrere Fertigungsanlagen sowie das Recycling von gebrauchtem Metallpulver zur Verfügung.

den 3D-Druck erschließen. Heraeus bringt sein umfangreiches Material Know-how ein, Exmet hat Expertise bei der Verarbeitung amorpher Metalle im 3D-Druck. „Gerade in der Additiven Fertigung ist es ganz entscheidend, dass Material und Verarbeitungsprozess genau aufeinander abgestimmt sind, um höchste Konsistenz und Qualität sicherzustellen“, betont Tobias Caspari, Leiter Heraeus Additive Manufacturing. Die neue revolutionäre Technologie hebt die Grenzen auf, die der Produktion von amorphen Metallen durch konventionelle Fertigungsverfahren wie Gießen oder Schmelzspinnen bisher gesetzt waren. Insbesondere die Bereitstellung extrem hoher Abkühlraten, die benötigt werden, um die amorphe Struktur der Schmelze aufrecht zu erhalten, limitierte bislang Größe und Design amorpher Bauteile.

### Einschränkungen vermeiden

Durch den schichtweisen Aufbau generativer Verfahren lassen sich diese

Einschränkungen umgehen. Mittels Additiver Fertigung können die Eigenschaften amorpher Metalle sowohl technisch als auch designspezifisch voll ausgeschöpft werden. Mit typischen Schichtdicken von 25 bis 40 µm wird jeweils nur eine geringere Menge auf einmal aufgeschmolzen. Die dabei entstehenden Kühlraten sind ausreichend, um eine Kristallisation zu vermeiden.

„Der kommerzielle Erfolg von amorphen Metallen wird aufgrund ungeeigneter Fertigungsverfahren seit gut 50 Jahren regelrecht ausgebremst. Das wird sich jetzt ändern.

Exmet freut sich auf die Zusammenarbeit mit Heraeus als kompetentem Partner mit einem weltweiten Netzwerk, um diese revolutionäre neue Technologie auf den Markt bringen zu können“, so Mattias Unosson, Mitbegründer und CEO von Exmet.

■ [www.heraeus-additive-manufacturing.com](http://www.heraeus-additive-manufacturing.com)

“ Amorphe Metalle, oder auch metallische Gläser, bieten in der Praxis zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten. Die Grenzen der Herstellbarkeit werden durch die Additive Fertigung durchbrochen, wodurch diese Materialien auch im industriellen Umfeld interessant werden.

**Johannes Euler, Sales Manager der Heraeus Additive Manufacturing GmbH**



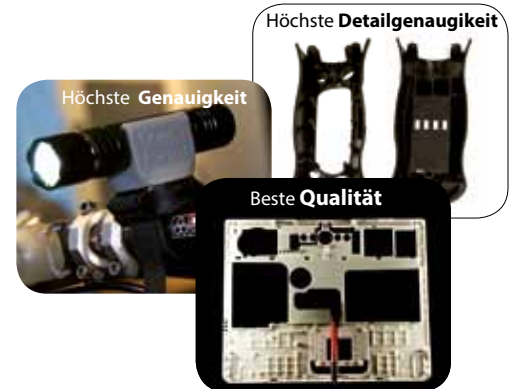
BOSYSTEMS

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



Mit dem FMP-Verfahren können jetzt auch Metallteile kostengünstig mit dem EVOLizer additiv hergestellt werden.

## Mit Filamentdruck zu Metallteilen

Der Filament-Desktop 3D-Druck, bis vor Kurzem vorwiegend auf den Prototypenbau beschränkt, erobert nun auch den Metalldruck. Die Firma EVO-tech, ein Hersteller für FDM-Maschinen, stellte auf der formnext im November in Zusammenarbeit mit BASF erstmals die Verarbeitung von Filamenten für die Herstellung von Metallteilen vor.

*Autor: Georg Schöpf / x-technik*

Als Hersteller von Filamentmaschinen beschäftigt sich die EVO-tech GmbH aus dem oberösterreichischen Schörföling schon seit jeher besonders mit der Entwicklung von speziell abgestimmten Materialien für die Additive Fertigung. „Wir haben schon früh die Notwendigkeit erkannt, den Markt mit hochwertigem Material zu versorgen, das den Anforderungen der Industrie gerecht wird. Das Zusammenspiel aus Material und Maschine spielt dabei immer eine besonders wichtige Rolle“ so Markus Kaltenbrunner, Geschäftsführer der EVO-tech GmbH. Neben flexiblen Materialien bietet das innovative Unternehmen auch schwer entflammable Werkstoffe sowie Materialien mit hoher Temperatur- und Chemikalienbeständigkeit für die Verarbeitung auf ihren Maschinen an.

### Logischer Schritt: Metallverarbeitung

„Eigentlich ist es schon verwunderlich, dass das Thema Metallverarbeitung mit Filamentmaschinen nicht schon früher angegangen wurde. Für viele Unternehmen sind Filamentmaschinen die einzig erschwingliche Möglichkeit, in die Additive Fertigung einzusteigen. Da ist es eigentlich ein logischer Schritt, dass man auch nach Möglichkeiten sucht,

wie man Metalle mit dieser Technologie verarbeiten kann“, führt Kaltenbrunner weiter aus.

In der Firma BASF habe man schließlich den geeigneten Kooperationspartner gefunden, um dieses Thema anzugehen. „Wir freuen uns, dass wir in der Firma EVO-tech einen Partner gefunden haben, der innovativen Ideen gegenüber aufgeschlossen ist und in der Zusammenarbeit sehr schnell und flexibel reagieren kann“, bemerkt Dirk Simon, Business Director der Innovative Business Unit 3D Printing bei der BASF New Business GmbH, bei der Pressekonferenz auf der formnext.

Aktuell ist die Fertigung von Metallbauteilen den teuren Pulverbasierten SLM- und LMD-Verfahren oder drahtbasierten Auftragsschweißverfahren vorbehalten. Erste Ergebnisse zeigen, dass mit dem Filament Metal Printing (FMP) Verfahren von EVO-tech in Verbindung mit dem von BASF entwickelten metallbefüllten Filamenten dichte Bauteile hergestellt werden können. Derzeit verfügbar ist Edelstahl 316L und 17.4PH. „Aus unserer Vergangenheit im Bereich von Audio- und Videobändern verfügen wir schon lange über die Technologie,

um Metallpulver in eine Kunststoffmatrix einzubinden. Das kommt uns bei der Herstellung der metallbefüllten Filamente sehr zugute“, so Simon weiter.

### Dreistufiges Verfahren

Das Filament wird mit dem EVOLizer zu einem sogenannten Grünling verdichtet. Dieser wird chemisch entbindert und der übriggebliebene „Bräunling“ anschließend bei über 1.000° C gesintert. Die erforderlichen Verarbeitungsparameter werden von EVO-tech bereitgestellt. Das Material wird mit einer Schichtdicke von 50 µm verarbeitet, was zu einer dichten Struktur bei sehr guter Oberflächenqualität führt. Welches Potenzial in dieser Technologie steckt, wird schnell klar, wenn man die umfangreichen Anwendungsmöglichkeiten betrachtet. „Das Verfahren bietet völlig neue Möglichkeiten in Bereichen wie Vorrichtungsbau, Sonderanfertigungen und Kleinserien. Die nun anstehende Anwendungsentwicklung wird uns die Chance bieten, die Einsatzgebiete weiter zu vergrößern und zusätzliche Mehrwerte für unsere Kunden zu schaffen“, fasst Kaltenbrunner zusammen.

■ [www.evo-tech.eu](http://www.evo-tech.eu)

# Firmenverzeichnis

Autodesk	20	Kabuku	9	Siemens	8, 11, 20
1zu1	27, 52	Komet	16	simufact	46
3D Systems	34	Kyburz	51	Sisma	10
Additive Works	9	LBC	16	SLM	8
Airbus	8, 9, 11	Lehmann & Voss	20	Sodick	19
Alfred-Wegener-Institut	1, 12	Leichtbau BW	7	SolidCAM	6
Altair	8, 9	Local Motors	8	solidpro	6
Arburg	60	Lunovu	23	SolidWorks	6
ARC	11	LZN	8	solukon	6
Arkema	20	massivit	26	Stratasys	8
Audi	8	Materialise	8, 11, 20, 38	succus	11
automotive-bw	7	Mayo Clinic	11	synopsys	45
BASF	20	Mesago	3, 10	Süddeutscher Verlag	9
Baumüller	10	Messe Erfurt	19	tct	10
Bernstein	11	Messe Luzern	9, 11	Test-Fuchs	11
Bibus	11, 48, 57	MTT	16	TMG	7
BigRep	8	Nabertherm	8	Toyota	9
Bionic Production	8	Nafems	8	trinckle	8
BMW	8, 10	Nikon	8	VDI	7
Bosch	8, 10	Opel	9	VDMA	26
BS-Modelshop	7, 17	OR Laser	10	voestalpine	8
CADFeM	21, 37	Payer	51	voxeljet	11, 47
Canon	11	Premium Aerotec	9	Westcam	11
Claas	42	Profactor	11	WFL	25
Concept Laser	2, 8, 30, 51	Renishaw	16, 46, 53	WKO	11
Creabis	10	Rüfenacht	34	XJet	22
Creaform	8	SAP	8	z-werkzeugbau	11
cubicure	11	Schunk	38		
Dassault Systemes	42				
Deutsche Bahn	8				
DHL	8				
Echtmacherei	52				
ecoplus	11				
EOS	8, 23, 28				
EVO-tech	31, 58				
Evonik	8, 20				
Exmet	56				
FH Aachen	24				
FIT Production	11				
Formrise	33				
Fotec	11				
Fraunhofer	9, 24, 41				
General Motors	9				
German RepRap	45				
Hage	37				
Haratech	11				
Heraeus	56				
Hirschvogel	12				
Hofmann	8				
Honda	9				
Hoya	11				
HP Inc.	6, 20				
Höganäs	35, 55				
Innopunk	11				
IPM	8				
Jung	30				

## 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 Haunschild  
Ing. Peter Kempfner  
Christine Lausberger  
Ing. Norbert Novotny  
Melanie Rehl  
Mag. Thomas Rohrauer  
Mag. Mario Weber  
Susanna Welebny

### Grafik

Alexander Dornstauder

**Titelbild:** Alfred-Wegener-Institut

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 2/Mai

- Maschinen und Lösungen
- Dienstleister
- Software
- Optimierung
- Messe Rapid.Tech, Moulding Expo

**Anzeigenschluss: 08.05.17**  
**Erscheinungstermin: 23.05.17**

### Bei Interesse:

magazin@x-technik.com oder  
Tel. +43 7226-20569



WIEN  
SINGAPUR PARIS  
**LOSSBURG** SHENZHEN  
MEXICO CITY  
JAKARTA SHANGHAI  
NEW YORK SÃO PAULO  
BRÜNN  
BUDAPEST



**WIR SIND DA.**

Beim Spritzgießen ist Loßburg der Nabel der Welt: Ausschließlich hier entwickeln und fertigen wir unsere innovativen Lösungen für die Kunststoff verarbeitende Industrie. Das bedeutet nicht, dass Sie uns nur in Loßburg finden: In rund 100 Ländern der Welt stehen wir Ihnen mit Wissen, Können, mit Ersatzteilen und Engagement zur Seite.

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

**ARBURG**