

03/2019

# fon

das formnext magazin



---

Der lange Weg  
zum fliegenden  
AM-Bauteil  
» Seite 08

---

3D-Druckkopf  
mit stählernen  
Spinnenbeinen  
» Seite 14

---

Mit technischen  
Dokumenten  
Millionen sparen  
» Seite 22

# Jede hinreichend fortschrittliche Technologie ist von Magie nicht zu unterscheiden.



[ Arthur C. Clarke (1917–2008), britischer Schriftsteller und Zukunftsforscher ]

Titelseite: Carbon

## EDITORIAL

**B**ereits im vergangenen Jahrhundert philosophierte der britische Staatsmann Winston Churchill, dass »die Menschheit zu weit vorwärts gegangen ist, um sich zurückzuwenden, und sich zu rasch bewegt, um anzuhalten.« Und auch in »unserer Welt«, der Additiven Fertigung und modernen Produktion, lässt sich das Tempo neuer Entwicklungen und Innovationen offenbar nicht mehr drosseln.

Auch wenn sich derzeit in einigen Industrien die wirtschaftlichen Aussichten etwas eintrüben, bleibt die Additive Fertigung der branchenübergreifende Innovationsmotor. Denn gerade in herausfordernden Zeiten ist der Invest in ausgesprochene Zukunftstechnologien notwendig und verschafft langfristig klare Vorteile für die nachhaltige Unternehmensentwicklung. Additive Fertigung ermöglicht kürzere Innovations- und Produktionszyklen bis hin zum Einsatz in der Serienproduktion. Vorteile, die zum Beispiel die Automobilindustrie für die schnellere Einführung von neuen Modellen, die Umstellung auf Elektroantriebe und die Individualisierung ihrer Produkte als zusätzlichen Mehrwert nutzt. AM wird die Mobilität der Zukunft genauso beeinflussen und mitgestalten wie viele andere Bereiche der industriellen Fertigung.

So werden sich Antworten auf die aktuellen Herausforderungen dieser Zeit – verantwortungsvoller Umgang mit Energie, Rohstoffen und anderen Ressourcen – nur durch den Einsatz moderner und innovativer Technologien finden. Das gilt übrigens nicht nur für die Automobilindustrie, sondern

genauso für die Medizintechnik, den Maschinenbau, die Luft- und Raumfahrt, die Bauwirtschaft und viele andere Branchen.

Aufgrund der immer weiter steigenden Zahl von Anwendungen in einer Vielzahl von Branchen sind die Unternehmen der »Additive Community« größtenteils sehr heterogen aufgestellt. Dies bilden wir auf der Formnext 2019 auch mit zahlreichen neuen und bewährten Sonderthemen ab. Besuchern zeigen wir innovative Designprojekte und Start-ups genauso wie Best-Practice-Beispiele und neueste Entwicklungen aus der Bauindustrie, dem Maschinenbau und der PIM/MIM/CIM-Produktion.

Ausblicke darauf finden Sie bereits in dieser Ausgabe des Formnext Magazins. Über weitere Highlights berichten wir übrigens in diesem Jahr erstmals in einem »fon Messe-Special«, das exklusiv an die Besucher der Formnext verteilt wird. Ich freue mich darauf, Sie vom 19.–22. November in Frankfurt zu treffen.

Ihr Sascha F. Wenzler  
Bereichsleiter Formnext





## INHALT



08



24



14

18



## 08 DER LANGE WEG ZUM FLIEGENDEN AM-BAUTEIL

» Additive Fertigung spielt bei Airbus eine wichtige Rolle

## 14 3D-DRUCKKOPF MIT SPINNENBEINEN

» Werkzeugmaschinen mit 3D-Druck-Technologie

## 22 WIE STANDARDS MILLIONEN SPAREN

» Zahlreiche neue Dokumente unter dem Doppellogo ISO-ASTM

## 24 BUNTER SCHMUCK

» Boltenstern setzt bei ihren Kollektionen auf Additive Fertigung

## 05 FORMNEXT NEWS

» Die Sonderthemen 2019  
» Innovationszentrum der AM-Welt

## 06 NEWS

» Annie Foo · BigRep · Kumovis · Makerbot · Tufts University

## 07

## 12 IM INTERVIEW

» Welche Chancen AM für den Leichtbau bietet

## 18 IM INTERVIEW

» Wie Carbon die weltweite Produktion verändern will

## 26 SCHRÄG GEDACHT

» Selfiestick statt Pferdekutsche

Quellen: Thomas Masuch, Dyemansion, Carbon, Metrom, Fraunhofer IWW

Fotos: Mesago/Mathias Kurt

## FORMNEXT NEWS



## YOU ARE AM, WE ARE AM, FORMNEXT IS AM

Mit einer großen Bandbreite an Lösungen sowie etablierten und ganz neuen Sonderthemen ist die Formnext 2019 erneut der weltweite Fixpunkt für Additive Fertigung und moderne industrielle Produktion. Ob Software, Digitalisierung, Pre-Processing, AM-Fertigung, Post-Processing, Oberflächen oder Qualitätssicherung und Meßtechnik – die komplexe Welt der Additiven Fertigung und ihre Prozesse sind auf der Formnext zu Hause.

Dabei bieten die Aussteller hochaktuelle Lösungen, Produkte, Dienstleistungen und Beratung für vielfältigste Anwendungen des industriellen 3D-Drucks in den verschiedensten Branchen und Anwenderindustrien. Dazu zählen Maschinenbau, Automotive, Aerospace über Medizintechnik, Dental über Bauindustrie, Öl- und Gasförderung, Schiffbau bis zu Schmuck. Zusätzlich präsentieren im Rahmenprogramm innovative Start-ups zukunftsweisende Ideen und die Messe bietet viele weitere Höhepunkte.

Erstmals präsentiert die Formnext 2019 eine User Case Area PIM/MIM/CIM und damit die Schnittstelle zwischen additiver Fertigung und moderner Massenproduktion. Mit den USA ist 2019 erstmals ein Partnerland auf der Formnext vertreten, das nicht nur führende Unternehmen der AM-Welt wie 3D Systems, Carbon, Desktop Metal, ExOne, HP, Markforged und viele andere präsentiert, sondern rund um den US-Pavillon auch mit einem vielseitigen Rahmenprogramm und Vertretern von AMUG, AMT, ASME und dem US Commercial Service aufwartet. Der Mitt-

woch, 20.11.2019, wird ein special US-Day mit verschiedenen Events am Pavillon und einer »Closing-Reception«, die von AMUG gesponsert wird. In Kooperation mit dem Commercial Service wird auch das 2018 ins Leben gerufene und international vielbeachtete AM Standards Forum weitergeführt.

Mit dem Gemeinschaftsstand und der User-Case-Area »additive4industry« der VDMA AG AM, der Start-up Challenge, dem Ideenwettbewerb purmundus challenge, der Plattform AM4U mit zahlreichen Karrieremöglichkeiten und dem BE-AM Symposium, das die additiven Aktivitäten in der Bauindustrie fokussiert, werden bereits etablierte Events fortgeführt und weiter ausgebaut. Darüber hinaus wird auch 2019 das vom Content Partner TCT organisierte hochwertige Konferenzprogramm aktuelle Trends und Entwicklungen der Additiven Fertigung thematisieren sowie Vordenker und Anwender der Additiven Fertigung aus verschiedenen Branchen zusammenbringen.

Ebenfalls neu: Formnext.TV berichtet täglich live von der Messe. Besucher, die sich einen fachkundigen Einblick in die AM-Welt verschaffen möchten, können an allen Messtagen außerdem an geführten Touren teilnehmen. Zudem erhalten Einsteiger in den industriellen 3D-Druck auf den täglich stattfindenden Discover3Dprinting Seminaren praktische Tipps und wertvolle Hintergrundinformationen von erfahrenen Branchenexperten zum Einstieg ins Additive Manufacturing und seinen Möglichkeiten.

## DIE HIGHLIGHTS DER FORMNEXT 2019

## AM STANDARDS FORUM

19.11., Portalhaus, Ebene 1 Raum Transparenz 1

## DISCOVER3DPRINTING SEMINARE

täglich, AM4U, 11.0-F71

## FORMNEXT.TV

täglich, Portalhaus, Ebene Via

## GUIDED TOURS

täglich, meeting point: Portalhaus, Ebene 0

## INNOVATION MADE IN GERMANY (BMWI)

täglich, Gemeinschaftsstand 11.0-F51

## KARRIERETAG &amp; JOBWALL

21.11., AM4U, 11.0-F71

## LEICHTBAU

täglich, Gemeinschaftsstand 12.0-D95

## MATCHMAKING

20.11., Portalhaus, Ebene 1, Raum Transparenz 2

## PARTNERLAND PAVILLON USA

täglich, 12.0-E101

## PURMUNDUS CHALLENGE

täglich, Showcase 12.1-E01;  
21.11., award ceremony, AM4U, 11.0-F71

## START-UP CHALLENGE &amp; PITCHNEXT

19.11., Start-up Pitches & Award-verleihung, AM4U, 11.0-F71

## TCT CONFERENCE @ FORMNEXT

täglich, Portalhaus, Ebene Via, Raum Frequenz 1 & 2

## TCT INTRODUCING STAGES @ FORMNEXT

täglich, 11.1-F81 & 12.0-B03

## USER CASE AREA BE-AM &amp; SYMPOSIUM

UCA 11.0-F68 / Symposium am 20.11. Portalhaus, Ebene 1 Transparenz 1

## USER CASE AREA VDMA ARBEITSGEMEINSCHAFT AM

täglich, 12.0-E42

## USER CASE AREA PIM/MIM/CIM

täglich, 11.0-A51



## NEWS



## STÄDTE GRÜNER MACHEN

Mit dem »Genesis Eco Screen« hat BigRep den ersten 3D-gedruckten urbanen Lebensraum vorgestellt. Unter der Herausforderung von Umweltproblemen, Plastikmüll und übermäßigem Energieverbrauch zeigt das Projekt ein skalierbares Beispiel für

eine städtische Kreislaufwirtschaft. Dabei werden Innovationen verwendet, die nur durch den Einsatz maßgeschneiderter generativer Konstruktionsalgorithmen und der großformatigen serienmäßigen 3D-Drucker (FFF) von BigRep möglich sind.

## »INNOVATIONEN STATT MEHR SCHUHE«

Laut der jungen Londoner Modedesignerin Annie Foo braucht die Welt »nicht mehr Schuhe, aber sie verdient Innovationen«. Bei ihren extravaganten Schuhentwürfen setzt Foo auf 3D-Druck-Technologie und kombiniert diese mit einem nachhaltigen Ansatz.

Zwar verwendet Foo als Material Kunststoff, aber sie versucht, durch perfekte anatomische Anpassung eine hohe Haltbarkeit zu erreichen, die den Materialverbrauch langfristig reduzieren soll. »Es gibt keine Zero-Waste-Mode, es sei denn wir kaufen nichts. Die einzige Lösung ist, weniger zu kaufen und Modeprodukte sorgfältig auszuwählen.«

Die Designerin hat jüngst ihren Masterstudiengang Fashion Womenswear am Royal College of Art in London abgeschlossen. Bei

ihrer Arbeit lässt sie sich von organischen Strukturen, der Londoner Popkultur und zeitgenössischer Kunst inspirieren.

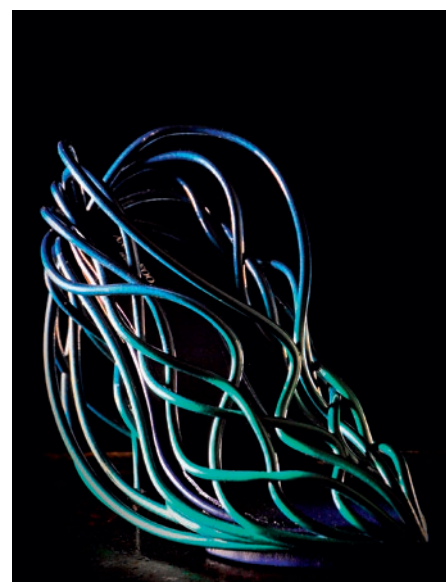
Für ihre Arbeiten scannt sie zuerst Schuhe und Füße und erstellt mittels VR und 3D-Design-Programmen in Freihand neue Formen. Die Schuhe für den Laufsteg werden aus PA12-Nylon (SLS) auf einem HP Jet Fusion 4200 3D-gedruckt. Derzeit versucht sie, für das Oberenteil ein noch flexibleres Material zu entdecken, zum Beispiel druckbares TPU.

Vom 3D-Druck ist die junge Designerin überzeugt, dass er den Materialverbrauch bei der Produktion reduzieren kann. »Aber jede gute Erfindung kann sich in eine schlechte verwandeln, wenn Menschen nicht verantwortungsvoll damit umgehen.«

Der Genesis Eco Screen verfügt über ein integriertes Wasser- und Drainagesystem für Pflanzen und Insekten, einschließlich eines Schutzraums für solitär lebende Wildbienen. Der 4-mal-4 Meter große Genesis Eco Screen erinnert an ein Wurzelsystem und wird aus mehreren Materialien gedruckt, bestehend aus BigRep PETG und BASF InnoFil3D rPET aus 100 Prozent recyceltem PET.

Der Genesis Eco Screen ist auf der Ausstellungsfläche des Fiction Forums in Berlin zu sehen. Von August bis Oktober werden hier innovative Ansätze aus der Kultur- und Kreativwirtschaft präsentiert. »Mit diesem Projekt stellen wir ein neues und nachhaltiges Herstellungsverfahren für Kunststoffprodukte aus mehrfach verwendeten Materialien vor«, so BigRep-CIO Daniel Büning.

Die Kreislaufwirtschaft zielt auf die Minimierung von Abfall, indem sie die Lücke zwischen Ressourceneinsatz, Abfall, Emissionen und Energieverbrauch schließt. Dies wird durch die Reduzierung von Verbrauch und Materialeinsatz erreicht. Die PET-Flaschen werden auf dem Fiction Forum recycelt und 3D-gedruckt.



Fotos: BigRep, Annie Foo

## DER BAURAUUM ALS REINRAUM

Damit Medizintechniker Implantate und andere Produkte branchengerecht und effizient additiv fertigen können, hat das Münchner Start-up Kumovis den 3D-Drucker R1 auf den Markt gebracht. Mit dem integrierten Temperierungs- und Filtersystem können Nutzer laut Hersteller den Bauraum zum Reinraum machen und die strengen Kriterien für die Zulassung patientenangepasster Medizinprodukte erfüllen.

Mit dem patentierten Temperaturmanagement-System kann der Bauraum homogen auf bis zu 250 Grad Celsius geheizt werden, was unter anderem den Schichtzusammenhalt des jeweiligen Medizinprodukts verbessert. Ein optionaler Filter bietet zudem die Möglichkeit, den Bauraum zum Reinraum zu machen. So lassen sich Fehlstellen durch Fremdkörper im Bauteil vermeiden. Alle Systeme für ein umfassendes Monitoring sind integriert, Dokumentation und Sicherheit sind damit während des gesamten Druckprozesses gewährleistet.

Der Kumovis R1 erfüllt laut Co-Gründer Stefan Leonhardt einerseits die hohen Anforderungen

der Medizintechnik und ermöglicht andererseits »die Verarbeitung von Hochleistungskunststoffen im FLM-Verfahren zur Industriereife«. Um Implantate passgenauer zu gestalten, ist eine gute, reproduzierbare Mechanik und Maßhaltigkeit nötig. Im Kumovis R1 kommt hierfür eine lokale Kühlung zum Einsatz.

Die Kumovis GmbH entwickelt 3D-Drucker, die speziell zugeschnitten sind auf die Anforderungen regulierter Märkte, insbesondere der Medizintechnik. Der Fokus liegt auf der Verarbeitung von Hochleistungskunststoffen wie PEEK, die in der Branche bereits etabliert sind.



## Wie beim Spritzguss

Mit der neuen Workstation Method X kombiniert Makerbot den Einsatz »von echtem ABS-Material«, einem auf 100 °C heizbaren Bauraum und löslichen Stützstrukturen des SR-30-Materials von Stratasys. Die Vorteile des »echten ABS« seien bis zu 15 °C höhere Temperaturen sowie eine bis zu 26 % höhere Steifigkeit.

Laut Makerbot wurde bisher immer durch eine beheizte Bauplatte sowie veränderte ABS-Formeln versucht, die aufgrund der hohen Schrumpfrate des Materials zustande kommende Verformung zu umgehen. Die Produkte seien so zwar leichter zu drucken, wiesen aber nicht dieselben thermischen und mechanischen Eigenschaften auf. MakerBot Precision ABS verzeichne eine bis zu 15 °C höhere Wärmeformbeständigkeitstemperatur.



Die Method X verringere durch den auf 100 °C beheizten Bauraum die Bauteilverformung.

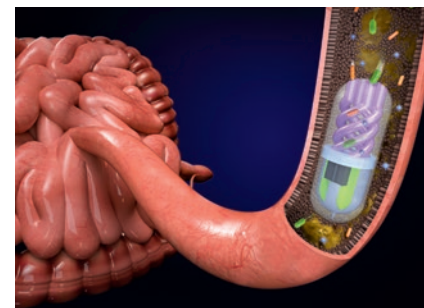
Das ABS von Makerbot ähnele in seinen thermischen und mechanischen Eigenschaften dem des für Spritzguss verwendeten ABS-Materials und eigne sich für unter anderem für Bauteile, Fertigungswerkzeuge und Funktionsprototypen. Eine zusätzliche Neuheit sei das Material SR-30 von Stratasys, das ein einfaches und schnelles Entfernen von Stützmaterial ermögliche.

## NEWS

## AUF 3D-GEDRUCKTEN KANÄLEN DURCH DEN DARM

Ein Forschungsteam unter der Leitung von Ingenieuren der Tufts University hat eine 3D-gedruckte Pille entwickelt, die Bakterien im Darm – das sogenannte Mikrobiom – auf dem Weg durch den Magen-Darm-Trakt (GI-Trakt) untersucht. Die Fähigkeit, Bakterienarten im Darm zu charakterisieren, könnte nach Ansicht der Forscher das Verständnis von Bedingungen im Darm verbessern. Die 3D-gedruckte Pille ist das erste nichtinvasive Diagnosewerkzeug, das in der Lage ist, ein Profil der Mikrobiumpopulationen im gesamten GI-Trakt zu erstellen. Die Pille wurde ausführlich in vitro und in vivo untersucht, unter anderem an Schweinen und Primaten.

Die 3D-gedruckte Pille verfügt über mikrofluidische Kanäle, die verschiedene Bereiche des GI-Traktes untersuchen können. Die Oberfläche der Pille ist mit einer pH-empfindlichen Beschichtung versehen, sodass sie keine Fremdstoffe aufnimmt, bis sie in den Dünndarm gelangt, wo sich die Beschichtung auflöst. Eine halbdurchlässige Membran trennt zwei Kammern der Pille – eine mit spiralförmigen Kanälen, die die Bakterien aufnehmen, und die andere mit einer mit Kalziumsalz gefüllten Kammer. Die Salzkammer hilft, einen osmotischen Fluss durch die Membran zu erzeugen, der die Bakterien in die spiralförmigen Kanäle zieht. Ein kleiner Magnet in der Pille ermöglicht es, die Pille mit einem Magneten außerhalb des Körpers an bestimmten Stellen im Darm zu halten, um eine gezieltere Probenahme zu ermöglichen. Ein Fluoreszenzfarbstoff in der Salzkammer hilft, die Pille zu lokalisieren, nachdem sie den GI-Trakt verlassen hat.



Fotos: Kumovis, Makerbot, Tufts University



# DER LANGE WEG ZUM FLIEGENDEN AM-BAUTEIL

Text und Fotos Thomas Masuch



Am Hamburger Airbus-Standort Finkenwerder wird nicht nur die Additive Fertigung erforscht, hier werden auch die fertigen Flugzeuge an die Kunden ausgeliefert

Am Standort Finkenwerder betreibt Airbus den »Additive Manufacturing Speed Shop Hamburg« (Bild oben), in dem Anwendungen der FLM-Technologie (Fused Layer Manufacturing) erforscht und weiterentwickelt werden



Bei Europas größtem Flugzeughersteller Airbus spielt die Additive Fertigung eine wichtige Rolle. Doch gerade bei sicherheitsrelevanten Metallteilen müssen bei der Entwicklung, Qualifikation und Produktion hohe Hürden genommen werden.

**A**uch für die Zukunft der Luftfahrt spielt die Additive Fertigung eine entscheidende Rolle. Denn sie kann Flugzeuge leichter machen, was letztlich Treibstoff spart und damit sowohl die Umwelt als auch die Bilanzen der Airlines schont. »Je mehr an einem Flugzeug verbessert wird, desto stärker kommt auch additive Technologie zum Einsatz«, so Jens Telgkamp, der bis Ende Juli 2019 als Manager Airframe Research & Technology bei Airbus Operations tätig war und danach als Professor an die Fakultät Technik und Informatik der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg wechselte.

Bereits jetzt kommen zahlreiche 3D-gedruckte Bauteile zum Beispiel bei Updates der bestehenden Modelle (den Neo-Versionen) zum Einsatz. Und auch wenn Airbus derzeit keine neue Flugzeugmodell-Reihe angekündigt hat, wird im Bereich Additive Fertigung weiterhin viel geforscht. Denn gerade in der additiven Metallfertigung ist der Vorlauf bis zum 3D-gedruckten Flugzeugteil enorm: Bauteile müssen identifiziert, neu designt und für additive Fertigungsprozesse optimiert werden. Und auch die Prozesskette muss stehen, was zum Beispiel viel Vorarbeit für die Qualifizierung und eine enge Zusammenarbeit mit Zulieferern erfordert.

Bis ein komplett neues Airbusmodell in Finkenwerder die Startbahn verlässt, »wird aber noch einiges an Wasser die Elbe herunterfließen«, wie man in Hamburg sagt. Denn die Modellwechsel haben in der Luftfahrtindustrie einen anderen und langsameren Rhythmus als

zum Beispiel in der Automobilindustrie, wo alle 6–7 Jahre eine neue Generation die Fabrikhallen verlässt.

Beispiele für den Einsatz Additiver Fertigung bei Airbus gibt es aber auch jetzt schon zahlreiche – meist sind sie bisher allerdings aus Kunststoff. Rund 50.000 bis 100.000 Kunststoffteile sind bereits in verschiedenen Airbus-Flugzeugen verbaut, schätzt Telgkamp. Diese sind in der Regel aber nicht sicherheitsrelevant und kommen zum Beispiel bei der Ausstattung der Kabine zum Einsatz. Auch als Hilfsmittel bei der Produktion und Montage haben sich additiv gefertigte Bauteile bewährt, ergänzt Fabian Kandels, der als Fertigungsingenieur am Standort Finkenwerder auf Additive Manufacturing spezialisiert ist.

## METALLBAUTEILE: »EINFACH VIEL KOMPLEXER«

Bei Metallbauteilen ist die Zahl deutlich geringer und eher dreistellig, wie Telgkamp erklärt. Das liege einerseits daran, dass Metallbauteile viel öfter sicherheitsrelevant sind. Zudem sei die Fertigungstechnologie für Metallbauteile »einfach viel komplexer«. Beispiele für bereits fliegende additive gefertigte Metallbauteile sind doppelwandige Treibstoffrohre am Militärtransporter A400M und Halterungen für das Bugfahrwerk des Airbus A350 XWB.

Dass in der Luftfahrtindustrie die Additive Fertigung schon seit vielen Jahren ein Thema ist, aber erst recht wenige Metallbauteile

verbaut sind, liegt einerseits an den hohen Sicherheitsanforderungen der Branche. Jens Telgkamp sieht zudem eine große Herausforderung in »der viel zu langen Prozesskette mit vielen Prüf- und Testschleifen«. Der gesamte Fertigungsprozess einschließlich Nachbehandlung (HIP) und Qualitätskontrolle (CT) nehme nicht nur viel Zeit in Anspruch, sondern erfordere bei den Lieferanten auch sehr hohe Investments. »Der ganze Prozess sollte kürzer werden, doch dafür müssen wir noch mehr wissen.«

Um noch mehr zu wissen, erforscht Airbus eine Reihe von AM-Technologien und hat für den Weg zur Serienreife die von der NASA entwickelten TRL-Stufen (Technical Readiness Level) weitestgehend übernommen. Angefangen bei der Identifikation der Bauteile umfasst der R&D-Bereich die Stufen 1 bis 6. Danach beginnt die Phase, in der zusammen mit Zulieferern die Serienproduktion (TRL 9) aufgebaut wird.

Am Standort Finkenwerder betreibt Airbus den »Additive Manufacturing Speed Shop Hamburg«, in dem Anwendungen der FLM-Technologie (Fused Layer Manufacturing) erforscht und weiterentwickelt werden. Zudem können hier auch dringend benötigte Einzelteile gefertigt werden, die bereits in den Flugzeugen zum Einsatz kommen. Im Reference-Manufacturing-Shop im südenenglischen Filton erforscht Airbus die Produktion von Metall-Flugzeugbauteilen im Pulverbettverfahren. Hier ist auch Fabian Kandels involviert, der als Projektleiter »



unter anderem für die Qualifizierung von Titanbauteilen verantwortlich ist. Als weitere Technologie erforschen Airbus-Ingenieure das Drahtauftragsschweißen im Hauptwerk Saint Eloi in Toulouse. Mit dieser Technologie sollen künftig zum Beispiel teurere Schmiede- und Frästeile aus Titan ersetzt werden.

Die Identifikation der Teile, die letztlich additiv gefertigt werden, erfolgt bei Airbus in mehreren Prozessstufen, wie Telgkamp erklärt. Im ersten Schritt geht es darum, mittels Additiver Fertigung Produktionskosten zu sparen, und um die zentrale Frage: Welche Bauteile lassen sich günstiger 3D-drucken als zum Beispiel fräsen oder spritzgießen? Im zweiten Schritt werden dann geometrische Formen verändert, um bestenfalls Gewicht zu sparen. Letztendlich sollen dann die Erkenntnisse auf die gesamte Airbus-Gruppe einschließlich der Bereiche Helikopter und Raumfahrt übertragen werden.

Da Airbus laut Telgkamp »kein Teileproduzent ist«, müssen Lieferanten wie Liebherr-Aerospace oder Premium Aerotec in den Entwicklungsprozess eingebunden und qualifiziert

werden. »Die Airbus-Qualifizierung umfasst die Beschreibung des gesamten Prozesses einschließlich des Post-Processing«, erklärt Fabian Kandels. Zu den strengen Anforderungen zählt zum Beispiel, dass die Testlabore durch Airbus qualifiziert sind und die Lieferanten die Pulver nach den durch Airbus vorgegebenen Spezifikationen beziehen. Diese schreiben zum Beispiel Anforderungen wie chemische Zusammensetzung, Morphologie oder Fließeigenschaften vor.

Wie aufwendig der Prozess sein kann, zeigt das Beispiel Premium Aerotec: Der Zulieferer-Riese mit einem Jahresumsatz von 2 Mrd. Euro hatte im April 2019 die Gesamtprozessqualifikation für additiv gefertigte Titanbauteile auf Multilaser-Anlagen zum Abschluss gebracht. Zwei Jahre lang waren dafür »intensive Untersuchungen notwendig, um die komplexen Zusammenhänge des Prozesses ›Laser-Pulverbettsschmelzen‹ sowie die Wechselwirkungen mit den notwendigen Folgeprozessen (z. B. Warmbehandlung, heiß-isostatisches Pressen) zu verstehen und zu beherrschen«, wie Premium Aerotec berichtete. Insgesamt wurden

dabei mehrere Tausend Materialproben aufwendig in unterschiedlichen Testprogrammen geprüft.

Der Auswahlprozess für Zulieferer ist bei Airbus ein wichtiges Thema und ein permanenter Prozess, wobei der Flugzeughersteller »generell eine sehr restriktive Auswahl« habe, wie Telgkamp berichtet. Schließlich sei es die oberste Maxime, »pragmatisch und sicher zu produzieren, denn Flugzeuge sind die sichersten Transportmittel, da Sicherheitsvorschriften nicht verhandelbar sind«.

#### »Airbus«

Airbus ist ein weltweit führendes Unternehmen im Bereich Luft- und Raumfahrt und in den dazugehörigen Dienstleistungen. Der Umsatz betrug 64 Mrd. Euro im Jahr 2018, die Anzahl der Mitarbeiter rund 134.000. Airbus bietet die umfangreichste Verkehrsflugzeugpalette. Das Unternehmen ist europäischer Marktführer bei Tank-, Kampf-, Transport- und Missionsflugzeugen und eines der größten Raumfahrtunternehmen der Welt.

Text und Fotos Thomas Masuch



+ Diskutieren im »Additive Manufacturing Speed Shop Hamburg« von Airbus die Fortschritte der Additiven Fertigung für die Luftfahrt: Eric Wycisk, Jens Telgkamp und Fabian Kandels (v.l.).

## »Langer Atem erforderlich«

Die Luftfahrtindustrie kann für Lieferanten ein attraktives Geschäftsfeld sein. Wir haben mit Eric Wycisk, Co-Gründer und Geschäftsführer von Ampower, über die Entwicklung der Zulieferkette für AM-Bauteile in der Luftfahrt gesprochen. Das Hamburger Beratungsunternehmen für Additive Fertigung ist im ZAL in Hamburg-Finkenwerder angesiedelt und schult unter anderem seit 2019 Airbus-Ingenieure in den Bereichen Grundlagen, Prozesse und Design der Additiven Fertigung.

*In der Luftfahrt-Industrie scheinen OEMs auch bei additiv gefertigten Teilen gern auf ihre bekannten Zulieferer zurückzugreifen. Warum fällt es jungen AM-Unternehmen schwer, hier Fuß zu fassen?*

**WYCISK** In der additiven Welt kommen Zulieferer und Dienstleister bisher in der Regel aus dem Prototypenbereich und sind entsprechend flexibel. Bei der zertifizierten Fertigung für die Luftfahrt muss man dagegen starre Prozesse einhalten und damit immer wieder das gleiche Ergebnis liefern. Voraussetzung sind die Zertifizierungen EN 9100 und Nadcap. Man geht eine langfristige Vereinbarung ein und muss zuverlässig liefern. Und dann kommt noch hinzu, dass man auf einmal über Preise hart verhandeln muss. Insgesamt erfordert die Serienproduktion in der Luftfahrt sehr hohe Auflagen, die mit entsprechenden Aufwänden für Qualifizierung und Zertifizierung einhergehen. Das führt dazu, dass sich eine Lieferantenkette entwickelt, die wir zum Beispiel von Frästeilen kennen.

*Welche Voraussetzungen muss ein Dienstleister für die Luftfahrt vorweisen?*

**WYCISK** Das kommt auf die Anforderungen der OEMs an. Das kann so weit gehen, dass mehrere Hundert Proben zur Prüfung verschiedener Eigenschaften verlangt werden und man diese von Laboren, die für die Luftfahrt zertifiziert sind, prüfen lassen muss. Die Aufwände für so ein Prozedere können schnell im sechsstelligen Bereich liegen. Und dabei ist speziell im Bereich der Strukturbauteile noch nicht einmal sicher, welche Auftragsvolumen in naher Zukunft vergeben werden.

*Wo liegt bei der Fertigung von AM-Bauteilen für Flugzeuge die größte Wertschöpfung? Und gibt es hier Parallelen zu anderen Branchen?*

**WYCISK** Bei sicherheitskritischen Bauteilen betragen die reinen Fertigungskosten nur etwa ein Drittel. Der Rest sind Nachbearbeitung und Qualitätssicherung. Speziell im Bereich der Raumfahrt spielt auch die Reinigung der Bauteile eine große Rolle. Hier haben wir in der Luftfahrt eine ähnliche Kostenstruktur wie in der Medizintechnik. Auch in der Medizintechnik sehen wir daher nur wenige etablierte Lieferanten. Additiv gefertigte Hüftpfannen werden von den Unternehmen, die sie in den Verkehr bringen, oft auch selbst produziert.

*Was für eine Entwicklung erwarten Sie in den nächsten Jahren?*

**WYCISK** Die Luftfahrt-OEMs sind dabei, erste Bauteile zu qualifizieren bzw. auf den Markt zu bringen. Zurzeit sehen wir daher einen starken Fokus auf einer internen Fertigung, auch um weiterhin ein besseres Prozessverständnis zu entwickeln. Größere Fertigungskapazitäten bei Lieferanten werden unserer Meinung nach erst in einigen Jahren benötigt. Für mögliche Lieferanten ist es allerdings wichtig, frühzeitig die notwendigen Prozesse zu etablieren und ihre Fertigung zu zertifizieren, um dann am wachsenden Bedarf teilhaben zu können. Zunächst setzt dies jedoch einen langen Atem voraus.

+ MEHR INFOS UNTER:  
» fon-mag.de



## IM INTERVIEW

# »Die Möglichkeiten werden derzeit noch nicht ansatzweise genutzt«

In der Luft- und Raumfahrt ist Additive Fertigung deshalb so erfolgreich, weil sie Gewichtseinsparung ermöglicht, die man mit konventionellen Technologien nicht erreichen kann. Doch wie gehen andere Branchen mit dem Thema Leichtbau um? Über die aktuellen Entwicklungen haben wir mit Dr. Wolfgang Seeliger, Geschäftsführer des Netzwerks Leichtbau BW, gesprochen.

*Herr Dr. Seeliger, Sie leiten eines der größten Leichtbaunetzwerke der Welt. Welche Rolle spielt Additive Fertigung für die Unternehmen im Netzwerk?*

**SEELIGER** Die Bedeutung der Additiven Fertigung nimmt im Leichtbau immer weiter zu. Und auch die Anwendungspalette wird immer breiter: Wir können bionische Strukturen herstellen, die vorher nicht denkbar waren. Durch Funktions- und Bauteilintegration lassen sich Verbindungselemente und damit Gewicht und Kosten einsparen. Gas- oder Flüssigkeitsleitungen lassen sich ebenso in Bauteile integrieren, was den Prozess vereinfacht und gleichermaßen Kosten spart. Insgesamt führt Additive Fertigung zu mehr Material- und Kosteneffizienz, da Material nur da verwendet wird, wo es nötig ist. Funktionsintegration ist eines der grundlegenden Prinzipien des Leichtbaus. Denn beim Leichtbau geht es nicht nur um das Material – Leichtbau ist vor allem eine Frage des Engineerings: Wie lege ich Bauteile möglichst ressourceneffizient aus, damit sie eine gewisse Funktion erfüllen können? Mit der Digitalisierung kann man den Konstruktionsprozess dabei enorm beschleunigen. Hier sehen wir das Dreieck zwischen Leichtbau, Digitalisierung



und additiver Fertigung, was insgesamt zu einem erheblichen Mehrwert führt.

*Haben Sie auch konkrete Beispiele?*

**SEELIGER** Ein Unternehmen aus unserem Netzwerk, die Jomatik GmbH, fertigt additiv zum Beispiel Robotergreifer und verdient damit bereits Geld. Das Freiformschmiede-Unterneh-

**SLM-Impeller**  
Impeller mit integrierten  
Kanalstrukturen zur  
Grenzschichtbeeinflussung  
und Wirkungsgradsteigerung.

Text: Thomas Masuch

Fotos: Rosswag GmbH (links), Leichtbau BW

men Rosswag, das sonst zum Beispiel tonnen-schwere Turbinenaufhängungen schmiedet, hat mit Rosswag Engineering eine eigene Division für AM aufgebaut und in Kooperation mit MAN Schaufelkränze 3D-gedruckt. Insgesamt kann man sagen, dass sich inzwischen der Großteil der Unternehmen in unserem Netzwerk mit 3D-Druck beschäftigt. 50 Prozent haben auch einen 3D-Drucker im Haus stehen. Oft ist es aber noch Entwicklungsarbeit. Unser Eindruck ist, dass die große Herausforderung darin besteht, neue Anwendungen zu finden und 3D-Druck dort einzusetzen, wo es sich auch lohnt.

*Wenn Leichtbau und additive Fertigung so hervorragend zusammenpassen, müsste doch die Zahl der Anwendungen eigentlich größer sein ...*

**SEELIGER** Ja, allerdings. Die Möglichkeiten werden derzeit noch nicht ansatzweise genutzt. Das hat zahlreiche Gründe, die wir oft im Alltag erleben: Zum Beispiel denken und konstruieren viele Ingenieure noch nicht AM-gerecht. Oft sind Ingenieure mit entsprechender Ausbildung zum Beispiel in den Zulieferbetrieben nicht vorhanden. Und wenn es das entsprechende Know-how gibt, dann gibt der Kunde ein traditionelles Design vor.

*Wie wäre denn dieser Kreislauf zu durchbrechen?*

**SEELIGER** Einerseits gibt es inzwischen sehr viele Bildungsangebote, und an den Universitäten ist AM oft Teil der technischen Ausbildung. Andererseits brauchen wir eine Prozessinnovation. Entwicklungen der OEMs sind meist vertraulich, Zulieferer werden oft erst dann eingebunden, wenn die Konstruktion schon steht. Hier muss stärker fachübergreifend gedacht und gehandelt werden. Diese Änderung kann aber nur aus den Chefetagen kommen.

*Wie unterstützt ihr Netzwerk die Entwicklung von Additiver Fertigung?*

**SEELIGER** Das Thema 3D-Druck ist bei uns im Netzwerk vor rund vier Jahren aufgekommen. Seit 2015 organisieren wir dazu regelmäßig Netzwerkveranstaltungen wie Sprechstunden

oder zusammen mit Partnern aus der Industrie auch Konferenzen. Dabei geht es um Themen wie Prozesssicherheit und Reproduzierbarkeit oder darum, wie abhängig man als Anwender von der Anlage und vom Material ist. Außerdem haben wir Studien veröffentlicht, die sich etwa mit den strategischen und betriebswirtschaftlichen Herausforderungen und Perspektiven beim industriellen Einsatz von AM beschäftigen.

*Neue Technologien wie Additive Fertigung stoßen in manchen Betrieben auf Begeisterung, während andere skeptisch sind. Gibt es hier Unterschiede zum Beispiel zwischen größeren und kleineren Unternehmen?*

**SEELIGER** Die Firmengröße spielt dabei nach unserer Erfahrung keine Rolle. Das ist eher eine Frage der Firmenkultur und der Führungscharaktere. Und da gibt es sehr große Kulturunterschiede. Ich bin überzeugt, dass die künftigen wirtschaftlichen Herausforderungen am besten von den Unternehmen gemeistert werden, die rechtzeitig über die nötige technologische Varianz verfügen, anstatt nur auf die Vorgaben der Kunden zu reagieren.

*Herr Dr. Seeliger, wir bedanken uns für das Gespräch.*

## »Leichtbau BW GmbH«

Die Leichtbau BW vertritt mit 2.200 Unternehmen, davon 1.100 aus Baden-Württemberg und 500 aus dem Ausland, und über 270 Forschungseinrichtungen das wohl größte Leichtbau-Netzwerk der Welt. Unter dem Motto »Weniger ist mehr« unterstützt die Landesagentur die Vermarktung von Know-how im Leichtbau aus Baden-Württemberg und fördert Innovationspotenziale im Land. Auf der Formnext 2019 präsentieren sich auf dem Gemeinschaftsstand (Halle 12.0, Stand D95) neun Unternehmen aus dem Netzwerk der Leichtbau BW: INPECA GmbH | BÖLLINGER GROUP, BURGMAIER AM, CADFEM GmbH, fabrikado GmbH, MIMplus Technologies GmbH & Co. KG, Q.big 3D, Rosswag GmbH, Schübel GmbH, Visiotech GmbH.

Dr. Wolfgang Seeliger,  
Geschäftsführer des  
Netzwerks Leichtbau BW



## + MEHR INFOS UNTER:

- » fon-mag.de
- » leichtbau-bw.de



# 3D-DRUCKKOPF MIT STÄHLERNEN SPINNENBEINEN

Metrom im sächsischen Hartmannsdorf kombiniert seine außergewöhnlichen Werkzeugmaschinen mit 3D-Druck-Technologie, unter anderem vom Fraunhofer IWU. Damit sollen neue additive Anwendungen geschaffen werden.



Text: Thomas Masuch

Fotos: Metrom

*Foto links:*  
Die Metrom-Firmenzentrale  
in Hartmannsdorf  
*Foto rechts:*  
Die außergewöhnliche  
Werkzeugmaschine des  
sächsischen Unternehmens  
basiert auf der sogenannten  
Pentapod-Technologie



In der Werkshalle des Unternehmens Metrom im sächsischen Hartmannsdorf treibt der berühmte sächsische Erfindergeist genauso innovative wie außergewöhnliche Blüten: Wie aus einer halbkugelförmigen Haube einer kleinen Radarstation ragen stählerne Spinnenbeine, bewegen sich in einem mysteriösen Rhythmus auf und ab und schwenken dabei immer wieder um ihren Mittelpunkt. Durch ein kleines Fenster der Halbkugel sieht man, wie im Inneren der geheimnisvollen Anlage die »Spinnenbeine« eine Antriebsspindel und einen Fräser bewegen, der ein mehr als ein Meter großes Metallbauteil präzise in Form bringt.

Die außergewöhnliche Werkzeugmaschine basiert auf der sogenannten Pentapod-Technologie, die von Metrom-Gründer Dr. Michael Schwaar vor rund 20 Jahren entwickelt wurde. Im Wesentlichen wird dabei eine Spindel von fünf Kugelgewindetrieben, die in verschiedene Richtungen beweglich sind, in Position gebracht. Als wäre dies nicht schon außergewöhnlich genug, hat Metrom die Pentapod-Technologie nun auch mit verschiedenen additiven Fertigungsverfahren kombiniert.

»Wir wollten uns nicht nur auf den normalen Markt für Bearbeitungszentren beschränken und haben uns gefragt, wie wir das vielseitige Potenzial unserer Maschine noch weiter nutzen können«, so Susanne Witt, Tochter von Dr. Schwaar und heutige Geschäftsführerin von Metrom.

»Schließlich können wir nicht nur eine Spindel, sondern auch andere Dinge bewegen.« Zusammen mit ihrem Ehemann Marcus Witt, der als Chief Technical Officer auch den technischen Vertrieb verantwortet, suchte die 39-jährige Wirtschaftsingenieurin nach passenden Partnern und fand diese u. a. mit Gefertec in Berlin und dem Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU im nur 10 Kilometer entfernten Chemnitz.

Dank dieser erfolgreichen Kooperationsprojekte kann das 15 Mitarbeiter zählende Unternehmen nun Maschinen anbieten, die dank austauschbarer Module sowohl Kunststoff als »





Metrom und das Fraunhofer IWU wollen auf der Formnext 2019 mit einer Druckgeschwindigkeit von 1,2 Metern pro Sekunde einen neuen Weltrekord aufstellen.

auch Metall 3D-drucken (durch Auftrags-schweißen) und damit Baugrößen von bis zu 2 m<sup>3</sup> erreichen – unter bestimmten Umständen seien bis zu 6 m<sup>3</sup> möglich. Mit einem »Werkzeugwechsel« ist auch noch die Zwischen- und Nachbearbeitung mittels Fräsen und Bohren in der gleichen Aufspannung möglich. »Wir kombinieren additiv und subtraktiv und schaffen so für zahlreiche Anwendungsfelder neue Möglichkeiten«, erklärt Marcus Witt. Als Besonderheit ist die flexible 5-Achs-Hybridwerkzeugmaschine auch mobil einsetzbar und kann zum Beispiel Kraftwerksturbinen an Ort und Stelle reparieren.

#### WELTREKORD-VERSUCH AUF DER FORM-NEXT

Der Druckkopf für die additive Kunststoff-fertigung wurde vom Fraunhofer IWU in Chemnitz entwickelt. Die rund 40 Kilogramm schwere Extrusionseinheit, die nach dem neu entwickelten SEAM-Verfahren (Screw Extrusion Additive Manufacturing) arbeitet, kann herkömmliches Standard-Granulat verwenden und so im Vergleich zu herkömmlichen FDM- und FLM-Verfahren bei deutlich geringeren



Erfolgreiche Kooperation zwischen Metrom und dem Fraunhofer IWU in Chemnitz: Marcus Witt, Susanne Witt, Christopher John (erste Reihe v. l.), Tobias Clauß, Martin Kausch, Johannes Blase (hintere Reihe v. l.)

Fotos: Metrom, Fraunhofer IWU

»Letztendlich sagt der Kunde, wo die Reise hingeht«

Materialkosten produzieren, wie Christopher John, der am Fraunhofer IWU das Projekt betreut, erklärt. Außerdem sorgt die patentierte Bypass-Düse dafür, dass der Volumenstrom von 0 bis 100 Prozent variabel ist. Das heißt: Der Druckvorgang kann stoppen und nach einem Positionssprung an einer anderen Stelle fortgesetzt werden. Gleichzeitig sind dünne Wandstärken möglich. In Kombination mit der Pentapod-Maschine von Metrom entsteht ein weiterer Vorteil: »Runde und eckige Wandformen oder stabilisierende Zwischenwände entstehen im Endlos-Auftrag und damit in sehr kurzer Zeit«, so John. Die Anwendungen seien dabei sehr vielseitig und reichen zum Beispiel von der Aufspannvorrichtung für CFK-Bauteile bis zum Einsatz in der Automobilproduktion. Das Ganze ist laut John mit einer hohen Prozessgeschwindigkeit verbunden. So wollen Metrom und das Fraunhofer IWU auf der Formnext 2019 (auf dem Gemeinschaftsstand der IHK Chemnitz) nicht nur die neue Technologie präsentieren; John kündigt auch schon an, »mit einer Druckgeschwindigkeit von 1,2 Metern pro Sekunde einen neuen Weltrekord« aufstellen zu wollen, was aktuelle Verfahren um den Faktor 4 und mehr übertreffen würde. Im industriellen Einsatz würden sich damit zahlreiche neue Anwendungen wirtschaftlicher darstellen lassen.

#### »GEÄNDERTE VORSTELLUNGSKRAFT«

Dass bei der Weiterentwicklung der Metrom-Maschinen nun vor allem additive Technologien zum Zuge gekommen sind, begründet Susanne Witt auch mit einer »geänderten Vorstellungskraft« der Kunden. »Früher haben wir

in Bezug auf 3D-Druck viel erklären und überzeugen müssen. Heute kommen die Unternehmen von sich aus und fragen danach.« Insofern haben die innovative Neuausrichtung ihres Unternehmens und die gestiegene Akzeptanz der additiven Fertigung sehr gut zusammengepasst.

Insgesamt können sich in den nächsten Jahren noch weitere Anwendungsfelder ergeben, an die man bei Metrom und am Fraunhofer IWU heute noch gar nicht denkt. »Für uns als Sondermaschinenbauer sind die Entwicklungen immer kundengetrieben«, sagt Susanne Witt. »Letztendlich sagt der Kunde, wo die Reise hingeht«, ergänzt Christopher John.

#### + MEHR INFOS UNTER:

- » fon-mag.de
- » metrom-mobil.com
- » iwu.fraunhofer.de
- » Gemeinschaftsstand der Industrie- und Handelskammer Chemnitz auf der Formnext 2019, Halle 12.0, Stand C.40

DYE  
MANSION

# VAPORFUSE SURFACING

lässt Ihre  
Bauteile glänzen.

DyeMansion  
Print-to-Product Workflow

- ① CLEANING
- ⋮
- ② SURFACING
- ⋮
- ③ COLORING

System  
Weltpremiere  
Formnext 2019

LIVE & IN FARBE!

www.dyemansion.com



## INTERVIEW

# »Die Geschichte des 3D-Drucks für Werkzeuge und Prototypen ist erzählt«

Carbon ist so etwas wie die Firma Tesla für Additive Manufacturing: Das 2013 gegründete Unternehmen ist mit einer neuen Technologie, einer neuen Verkaufsstrategie und angetrieben von der größten Investmentsumme der Branche fast kompetenft in die Reihe der großen AM-Firmen vorgedrungen. Mit der jüngst abgeschlossenen Finanzierungsrunde (Serie E) kommt das kalifornische Unternehmen auf ein Gesamtinvestment von 680 Millionen Dollar und beschäftigt inzwischen 400 Mitarbeiter. Wir haben mit Philip DeSimone, einem der Gründer und Chief Customer Officer, über die bisherige Entwicklung und die weiteren Pläne gesprochen.



Interview: Thomas Masuch

Fotos: Carbon



Bereits 2017 hat Carbon in Zusammenarbeit mit Adidas den Hochleistungs-Schuh Futurecraft 4D entwickelt. Carbon hatte am Hauptsitz eine Inkubatorfabrik eingerichtet, um Druckverfahren und -materialien zu entwickeln und zu validieren

*680 Millionen Dollar klingen für europäische Verhältnisse nach einer anderen Dimension der Geschäftsentwicklung in der AM-Industrie. Wie hat die große Summe Ihnen in den vergangenen Jahren geholfen und hat ein US-Unternehmen hier einen Vorteil im internationalen Vergleich?*

**DESIMONE** Ja, ich denke schon. Aber ich glaube, dass es um die Einstellung zu unserem Erfolg geht. Wir haben seit unserem Start insgesamt 680 Millionen Dollar Investments einsammeln können. Mit der Runde über 260 Millionen Dollar, die wir gerade abgeschlossen haben, erreichen wir eine Unternehmensbewertung von mehr als 2,4 Milliarden Dollar. Aus meiner Sicht ist die aktuelle Finanzierungsrunde eher der Überzeugung der Investoren zuzuschreiben, dass wir die Fähigkeit haben, unsere bisherigen Erfolge auch in der Zukunft fortzusetzen. Es ist das Größte, was jemals im 3D-Druckbereich realisiert wurde, und wir sind mit Sicherheit stolz auf diese Leistung.

*Sie waren einer der Gründer. War von Anfang an geplant, dass das Unternehmen so groß werden soll?*

**DESIMONE** Es gibt viele entscheidende Momente, wenn man ein Unternehmen aufbaut. Ich dachte schon früh, dass es groß werden würde, aber ich wusste nicht, wie groß es sein könnte. Um offen zu sein: Man braucht auch viel Glück und das richtige Timing. Natur-

lich haben wir außergewöhnliche Fähigkeiten, aber es gibt auch viele großartige Technologien, die schon im Ansatz stecken geblieben sind, weil das richtige Timing fehlte. Bei uns lief es perfekt und wir hatten auch ein wenig Glück auf unserer Seite. Als wir anfangen, dachte ich nicht, dass wir einmal zu einem 2,5 Milliarden Dollar schweren Unternehmen wachsen. Richtig überzeugt war ich davon nach etwa drei Jahren. 2016 wusste ich, dass wir etwas ganz, ganz Besonderes aufbauen. Selbst jetzt bin ich beim Blick auf unsere Zukunftschancen noch optimistischer als je zuvor. Wir erneuern die weltweite Produktion auf eine Art, von der Menschen im 3D-Druck seit 40 Jahren

Jetzt erweitern wir uns international und vergrößern unsere Präsenzen sowohl in der EU als auch auf den asiatischen Märkten.

geträumt haben.

*In der recht kurzen Unternehmensgeschichte hat Carbon schon viel erreicht: Es gibt Kooperationen mit namhaften Unternehmen in verschiedenen Branchen und bereits konkrete Anwendungen. Wie soll die Entwicklung in den nächsten drei Jahren weitergehen?*

**DESIMONE** Wir haben inzwischen einen großen Stellenwert in den Vereinigten Staaten erreicht. Wir sind hier gewachsen und nähern uns 1.000 bislang installierten Druckern. Jetzt erweitern wir uns international und vergrößern unsere Präsenzen sowohl in der EU als auch auf den asiatischen Märkten. Außerdem betreiben wir eine Menge Forschung und Entwicklung, zum Beispiel für Software und recycelbare Materialien. Außerdem bauen wir unser erstes Entwicklungszentrum hier in Kalifornien. Das wird ein Aushängeschild für die Möglichkeiten von digitaler Fertigung in großem Maßstab. Es wird der Ort, an dem das Ökosystem sich weiterentwickelt. So etwas ist einzigartig. Als wir hier bei Carbon anfangen und es darum ging, die Produktion zu steigern, gab es dieses Ökosystem einfach nicht. Kein Zulieferer wusste, wie man eine digitale AM-Anlage aufbaut. Niemand verstand, wie man mit Harzen oder anderen Materialien umgehen muss. Deshalb investieren wir auch viel Geld, um den nächsten Sprung in die globale Fertigung voranzutreiben.

*Sie haben bereits erwähnt, dass Sie Ihre Präsenz in Europa und Asien verstärken »*



*wollen. Arbeiten Sie dabei mit Vertriebspartnern zusammen oder bauen Sie Ihr eigenes Netzwerk auf?*

**DESIMONE** Bisher hatten wir immer einen eigenen Direktvertrieb, also müssen wir unsere eigene Lieferkette aufbauen. Wir prüfen einige Channel-Partnerschaften, aber international werden wir mit unserer bewährten Strategie weiter wachsen, indem wir eigene Mitarbeiter an unseren Standorten beschäftigen und so den Direktvertrieb aufbauen. Derzeit beschäftigen wir in Europa rund 20 Mitarbeiter.

*Begründet sich dieses Vorgehen auch damit, dass Ihre Technologie so speziell ist und damit nicht in ein Portfolio neben andere AM-Technologien passt?*

**DESIMONE** Ja, das ist wohl ein Aspekt davon. Es gibt großartige Vertriebspartner, aber diese vertreiben in der Regel eine Vielzahl von Produkten. Bei der digitalen Fertigung kommt es aber darauf an, einen Schwerpunkt zu setzen und auf diesem Gebiet Experte zu werden. Wir haben festgestellt, dass sich externe Vertriebspartner sehr schlank aufstellen und keine Experten werden. Sie sind gut im Verkauf, aber nicht unbedingt in der Kundenbindung. Unser Ziel war es vom ersten Tag an, dass wir lieber 10 Kunden mit jeweils 10 Verkäufen haben als 100 Kunden mit je einem. Deshalb haben wir uns intensiv um den Post-Sales-Support sowie das Aufspüren und das Entwickeln von Anwendungen gekümmert. Mit unseren Kunden zusammen validieren wir Komponenten in größerem Maßstab. Das alles ist für Vertriebskanäle einfach nicht möglich. Unser interner Fokus liegt darauf, dass wir Experten für die von uns entwickelte Technologie, unsere Materialien und unseren Prozess sind. Wir unterstützen unsere Kunden von der Idee bis zur Ausweitung der Produktion, ohne dass sie dafür mit anderen Partnern zusammenarbeiten müssen.

*Auf welche Branchen konzentrieren Sie sich?*

**DESIMONE** Wir hatten sichtlich viel Erfolg im Bereich Footwear mit Adidas. Wir haben aber auch viele Produkte und Anwendungen im Bereich Konsumgüter. Einiges davon werden Sie im November auf unserem Stand auf der Formnext sehen. So arbeiten wir beispielsweise mit Riddell, um American-Football-Spieler mit verbesserten Helmen zu schützen. Wir haben Projekte in den Bereichen Gitterstrukturen



Carbon-Labortechniker mit M2-Druckern in Redwood City, Kalifornien

sowie Energieaufnahme und -rückführung, die uns wirklich begeistern. Im Automobilbereich realisieren wir viele interessante Projekte mit Ford, Lamborghini und BMW. Auch im Anlagenbau wachsen wir stark. In den letzten 12 Monaten hat sich das mit unseren Anlagen gefertigte Volumen auf das 33-Fache gesteigert. Das zeigt, wie sich die weltweite Fertigung ändert. Es gibt kein anderes AM-Unternehmen, bei dem die Drucker im Schnitt 45 Stunden pro Woche drucken. Diese Maschinen sammeln nicht irgendwo Staub, sie kommen richtig zum Einsatz.

*Um einen der letzten Punkte aufzugreifen: Welche Innovationen wird Carbon auf der Formnext zeigen?*

**DESIMONE** Wir werden ein richtungsweisendes Projekt vorstellen, das wir mit einem renommierten Partner aus der Sportbranche umgesetzt haben. Es wird eine der weltweit größten Anwendungen für die Endprodukte in der digitalen Fertigung sein. Das wird auch die Vorstellung verbessern, wer wir bei Carbon sind und was wir tun. Schließlich drucken wir nicht nur Werkzeuge und Prototypen. Diese Geschichte fand in den letzten 20 Jahren statt und wurde längst erzählt. Es geht nun darum, den nächsten Schritt zu gehen: Menschen gehen in ein Geschäft und kaufen 3D-gedruckte Produkte. Das ist der größte Sprung, den wir je geschafft haben. Zum ersten Mal können Sie in einem Laden einen 3D-gedruckten Schuh oder einen 3D-gedruckten Footballhelm kaufen, der ihr Kind besser schützt. Oder Sie können ein Auto von Ford oder BMW mit 3D-gedruckten Komponenten von uns kaufen.

*Phil, danke für das interessante Gespräch.*

**+** MEHR INFOS UNTER:

- » fon-mag.de
- » carbon3d.com

**WE  
RECYCLE  
YOUR  
METAL  
POWDER.**

**WE  
SUPPLY  
QUALIFIED  
RAW  
MATERIALS  
FOR YOUR  
METAL  
POWDER  
INDUSTRY.**



**CRONIMET**  
metals are our passion

CRONIMET.COM  
metal-powder@cronimet.de



# WIE TECHNISCHE DOKUMENTE MILLIONEN EURO SPAREN

Einfachere Produkteinführung, Kosteneinsparungen im Millionenbereich, schlankere Prozesse und verlässlichere Beziehungen zwischen Kunden und Lieferanten: Was wie eine märchenhafte Wunschvorstellung für die AM-Welt klingt, soll durch zahlreiche neue, weltweit gültige Normen und Standards möglich werden. Internationale und nationale Gremien haben sich unter dem Doppellogo ISO-ASTM-Standards dafür zusammengeschlossen und erarbeiten eine Vielzahl neuer Dokumente entlang der gesamten Prozesskette. Einige sind bereits veröffentlicht, zahlreiche werden in Kürze folgen.

International sind die eigentlich unspektakulären Standards derzeit ein heißes Thema. Die international mächtigsten Verbände ASTM und ISO haben ihre Kräfte zusammengelegt und kooperieren auch mit wichtigen Vertretern der AM-Industrie – von Anlagen- und Softwareherstellern bis hin zu Nutzern der AM-Technologie. Zahlreiche international besetzte Arbeitsgruppen arbeiten nun eine ganze Roadmap von Prozessen ab, um dafür die

entsprechenden Standards aufzustellen. Besonders in fünf Kernbereichen sollen dabei bestehende Lücken geschlossen werden: Design, Qualifizierung und Zertifizierung, Prozess und Material sowie zerstörungsfreie Prüfung und Wartung.

Prof. Christian Seidel, Chairman des ISO/TC 261, weiß aus seiner eigenen Berufshistorie, dass zum Beispiel in der Luftfahrtbranche durch passende Standards enorme Einsparpotenziale gehoben werden können: »Dort wurde in der Vergangenheit immer wieder getestet, um nachzuweisen, dass ein Bauteil sicher ist. In einzelnen Unternehmen sind Millionen Euro für Werkstoff- und Bauteiltests ausgegeben worden, auch weil noch keine entsprechenden Standards vorhanden waren«, so Seidel, der hauptberuflich Professor für Fertigungstechnik und Additive Verfahren an der Hochschule München und Leiter Additive Fertigung am Fraunhofer IGCV in Augsburg ist. Wenn man diese Summe auf die Anwender und Hersteller in Europa und der ganzen Welt hochrechnet, lassen sich mittels Standards Hunderte Millionen Euro einsparen.



+ Integriertes Design einer Welle mit Ritzel. Die Merkmalsausprägungen wurden in Anlehnung an ISO/ASTM 52911-1 ausgelegt.

Text: Thomas Masuch

Fotos: Fraunhofer IGCV



Prof. Christian Seidel

Doch Standards helfen nicht nur Kosten zu sparen, sondern vereinfachen auch interne Abläufe. »Nach welchen Kriterien können Mitarbeiter sonst in einem Unternehmen den Umgang mit additiven Fertigungsverfahren zum Beispiel hinsichtlich der Sicherstellung einer konstanten Qualität regeln?«, so Seidel. »Die Begründung, dass man selbst damit die besten Erfahrungen hat, ist ein häufig nicht ausreichendes Argument.«

## VERLÄSSLICHE KONSTRUKTIONARBEIT

Wie nützlich die gemeinsame Arbeit von ISO und ASTM hier sein kann, zeigt sich zum Beispiel anhand des »Design-Standards« ISO ASTM 52911, der beschreibt, wie additives Design für Pulverbettverfahren baubar ausgelegt wird.<sup>1</sup> Darin finden sich dann Hinweise, an welchen Überhängen Stützstrukturen vorhanden sein sollten, wie groß Hohlräume und interne Kanäle oder wie klein Wandstärken sein können. Dieser Standard ist laut Seidel bedeutend für externe Dienstleister, die ihrem Kunden damit verlässliche Konstruktionsarbeit bescheinigen können. Außerdem können solche Richtlinien auch intern deutliche Vorteile bringen: »Hier könnte man zum Beispiel festlegen, dass eine Konstruktion nach dieser DIN zu erstellen ist, wobei unternehmensspezifisches Abweichen in bestimmten Bereichen natürlich zulässig ist. Das würde den Aufwand für Aufgaben und Projektbeschreibungen spürbar reduzieren«, erklärt Seidel.

Unter dem Doppellogo von ASTM und ISO sind bereits 12 Standards veröffentlicht, weitere 54 sind derzeit in Arbeit und werden bald folgen. Die veröffentlichten ISO/ASTM-Normen sollen später die entsprechenden nationalen Dokumente im europäischen Raum ersetzen. Davon wird die gesamte Branche und insbesondere international agierende Unternehmen profitieren können. Gleichzeitig sinkt auch die Schwelle für den Markteintritt neuer Unternehmen, was zu einer Vielzahl neuer Anwendungen führen kann. Darüber hinaus können Standards helfen, für additive Anwendungen eine verläss-

liche Beziehung zwischen Kunden und Lieferanten aufzubauen.

Als »wertvollen Standard« schätzt Seidel dabei auch die ISO/ASTM 52902 zur Überprüfung der Maschinengenauigkeit mit Testkörpern: Dieser Standard definiert unter anderem dünne Wände und Schlitze, ein Loch mit 1 Millimeter Durchmesser oder eine stabförmige, 1 Millimeter dicke Pin-Struktur. »Unternehmen, welche die Genauigkeit der eigenen oder einer zu beschaffenden Maschine beurteilen wollen, können die in der ISO/ASTM 52902 beschriebenen Strukturen für vergleichende Tests verwenden«, erklärt Seidel. »Schließlich liefert manche 3D-Druck-Anlage je nach Positionierung des Bauteils im Bauraum unterschiedliche Genauigkeiten.«

Die technischen Angaben der Standards entstammen einem Konsens von wichtigen Playern und Experten. Bei Schulungs- und Weiterbildungsangeboten spielen sie bereits eine wichtige Rolle. »Im Falle der ISO ASTM-Standards liegt beispielsweise ein sehr starker internationaler Konsens von etwa 30 Ländern, die zur Kommentierung vor der Veröffentlichung berechtigt sind, zugrunde«, so Seidel.

## VIELE ANTWORTEN FÜR DEN ARBEITSSCHUTZ

Auch beim Thema Arbeitsschutz, das in der AM-Welt in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen hat, können Standards viele offene Fragen beantworten. Welche Gefahren gibt es, wie identifiziert man diese und wie geht man damit um? Das reicht vom Pulver über die persönliche Schutzausrüstung hin zur Luftreinhaltung. »Unternehmen inves-

tieren bei der Technologieeinführung typischerweise sehr viel Zeit«, erklärt Seidel. »Unserer Erfahrung nach bedarf es eines hohen Abstimmungsaufwandes mit internen und externen Beauftragten, um Antworten auf die Fragen im Bereich Arbeitssicherheit zu finden. Beispiele umfassen die Luftwechselrate für die Lüftung, den Umgang mit Gefahrstoffen etc. Hierfür ein unabhängiges und auf technischem Konsens basierendes Dokument vorliegen zu haben kann Tage an Arbeit sparen und den Technologieeinstieg spürbar vereinfachen.«

Dabei widmet sich daher der Fachausschuss 105.6 »Sicherheit beim Betrieb additiver Fertigungsanlagen« des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) bereits seit 2016 diesem Thema und hat zur Technologie Laser-Strahlschmelzen mit der VDI 3405 Blatt 6.1 ein viel beachtetes Hilfsmittel veröffentlicht. Ein weiteres Dokument zum Laser-Sintern wird laut Seidel Ende 2019 erhältlich sein.

<sup>1</sup> Gemeint sind dabei die Technologien Elektronen- und Laser-Strahlschmelzen für Metall sowie Laser-Sintern für Kunststoff

## + MEHR INFOS:

- » fon-mag.de
- » Das internationale AM Standards Forum, das 2018 auf der Formnext seine Premiere feierte, wird im Rahmen der Formnext 2019 am 19. November um 14:00 Uhr fortgeführt. Das Forum wird von der Formnext in Kooperation mit dem US Commercial Service veranstaltet.



# BUNTER SCHMUCK AUS WEISSEM PULVER

Die junge Schmuckdesignerin Marie Boltenstern setzt bei ihren Kollektionen auf Additive Fertigung und arbeitet dafür mit Formrise und DyeMansion zusammen. Inspirieren lässt sie sich von der Natur.



Marie Boltenstern zeigt in ihrem Showroom in Wien ihre neueste Kollektion

ihr Schmuck durch die Formen der Natur. »Die Natur an sich ist sehr geometrisch. Obwohl natürliche Artefakte organisch aussehen, befolgen sie feste mathematische Regeln und Muster. Das greife ich in meinen Designs auf.«

## DIE SUCHE NACH DEM RICHTIGEN FEINSCHLIFF

Marie Boltenstern druckt Schmuck aus verschiedenen Materialien, zum Beispiel auch

Der Name Boltenstern steht seit über 50 Jahren für hoch qualitative Schmuckstücke, ausgefallene Designs und feinste Arbeit mit Edelmetallen. Durch präzises Handwerk und den geschickten Umgang mit Gold schaffte es der Gründer Sven Boltenstern, sich in den 60er-Jahren auf dem globalen Schmuckmarkt zu etablieren. Seit 2015 weht nun ein frischer Wind. Seine Tochter Marie Boltenstern führt seitdem als CEO & Head of Design das Familiengeschäft in eine neue Richtung. Wer den von ihr 2017 eröffneten Showroom in der Wiener Bräunerstraße 11 besucht, merkt das bereits an der Auslage. »3D-printed fine jewelry« lautet der Slogan von Boltenstern heute. »Unser Ziel ist es, Innovation in jeden Bereich des Schmuckgeschäftes zu integrieren: vom Design der Schmuckstücke bis zum Kauf-erlebnis unserer Kunden.«

Alle Kollektionen der jungen Designerin werden mittlerweile im industriellen 3D-Druck produziert und anschließend um handgeschmiedete Elemente ergänzt. Inspiriert wird

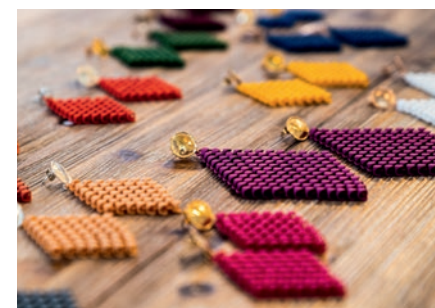


Nach dem Druck, der Reinigung und der Oberflächenveredelung werden die Teile in der DyeMansion DM60 unter Druck und Hitze eingefärbt



Foto oben:  
Die Bauteile beim Entladen aus der Powershot C (Cleaning)

Foto unten:  
Der flexible additive Produktionsprozess ermöglicht verschiedenste Größen und RAL-Farben



aus Gold. Aber sie arbeitet schon immer mit Polyamid – früher allerdings nur für das Prototyping neuer Strukturen. »Polyamid war für uns immer eine Möglichkeit, neue Strukturen zu testen.« Neben der Freude am Umgang mit diesem Material erkannte die Designerin auch, dass es sich auch für die Serienproduktion eignet.

Bei den ersten Versuchen mit dem Lasersinter-Verfahren waren allerdings noch die Schichten des Druckprozesses zu sehen. Auch die Haptik war für ein Produkt, das auf der Haut getragen wird, nicht ausreichend. Und darüber hinaus zerbrachen die Anhänger mit dünnen Wandstärken bei der Nachbearbeitung. Auch bei der geplanten Farbvielfalt sorgten die weißen Polyamid-Teile aus dem 3D-Drucker für eine echte Herausforderung.

Die Lösung dieser Herausforderungen fand der Schmuckhersteller schließlich in der Zusammenarbeit mit dem deutschen 3D-Druck-Dienstleister Formrise. Hier werden die späteren Schmuckstücke auf einer Formiga P 110 von EOS produziert. Für die Reinigung, Oberflächenveredelung und Färbung nutzt Formrise den Print-to-Product-Workflow von DyeMansion. Hier werden die Bauteile auf Powershot-C- und auf Powershot-S-Anlagen automatisiert und oberflächenschonend entpulvert und veredelt, um eine bessere Haptik und einen matten Glanz zu erzielen. Der Prozess dauert 10 Minuten und trägt kein Material ab. Schließlich erhalten die Ohrhinge in der DyeMansion DM60 mit dem DeepDye

Coloring die gewählte Färbung. Mit allen Partnern wurde so ein verlässlicher und reproduzierbarer Produktionsprozess aufgebaut.

## SAISONALE SONDERFARBEN

Nachdem die Ohrhinge in drei Stunden den Print-to-Product-Workflow durchlaufen haben, folgt die Zusammenführung mit dem handgefertigten Ohrstecker aus Gold oder Silber. Im Wiener Showroom beeindruckten die Ohrhinge so in diversen Größen und Farben von Blau, Lila, Pink und Rot bis Orange, Gelb, Grün und Schwarz. Zu saisonalen Anlässen wird die Kollektion um weitere RAL-Farben ergänzt, zum Beispiel zu Weihnachten um Dunkelgrün und ein dunkles Rot.

Da sich die Fabnora-Kollektion und die additive Produktion bewährt haben, plant Marie Boltenstern, die Kollektion zu erweitern. Dazu gehören weitere Farben, eventuell sogar individuelle Wunschfarben. Dank der beteiligten Technologien und Färbelösungen sind ihrer Fantasie und deren Umsetzung kaum Grenzen gesetzt.

## + MEHR INFOS UNTER:

- » fon-mag.de
- » boltenstern.com
- » dyemansion.com



# Selfiestick statt Pferdekutsche

Wer schon einmal in Rom war, der hat nicht nur das Kolosseum, den Palatin oder den Circus Maximus gesehen, sondern auch ein unüberschaubares Gewusel an Touristen, zahllose Selfie-Stick-Verkäufer und Menschenschlangen, deren Ende man irgendwo in der Ferne erahnen kann. Das Reisen hat sich geändert, auch dank Billigflügen, Reiseportalen und Google Maps. Wer heute andere Länder sehen will, kann das auch ohne üppiges Budget, Sprach- oder Ortskenntnisse.

Offenbar hat sich auch die Motivation vieler Reisender geändert. Während man in sehr ferner Vergangenheit »nicht reiste, um anzukommen, sondern um zu reisen« (Goethe), fühlen sich inzwischen gerade Vertreter der jüngeren Generation von der Instagramtauglichkeit bestimmter Orte magnetisiert. Wie eine Studie belegt, suchen 40,1 Prozent der Millennials ihre Reiseziele



danach aus, wie geeignet sie für ihre Social-Media-Kanäle sind. Selbst bei Speisen wird auf eine Social-Media-Tauglichkeit geachtet, so das Reiseportal Momondo. (Der Avocado-Toast schneidet hier übrigens sehr gut ab.) Nun kann man rückblickend nicht sicher sagen, ob Goethes berühmte Italien-Reise von 1786 bis 1788 anders verlaufen wäre, wenn der große Dichter damals einen Instagram-

Account besessen und am Kolosseum einen Selfiestick erworben hätte. Vielleicht wäre er nie bis Sizilien gekommen, sondern hätte sich lieber mit einem Avocado-toast am Trevibrunnen fotografiert. Stattdessen aber fuhr er ziemlich unhip per Pferdekutsche weiter gen Süden und beschäftigte sich mit so langweiligen Dingen wie »Menschen, Gasthöfen, gegenwärtigen Zuständen oder Gesinnungen«.

Nun sind Fotos, Postings und Videos von fremden Orten auch der Versuch, das Exotische der Ferne mit nach Hause oder in sein heimisches Netzwerk zu tragen. Dass dies aber nicht ganz funktionieren kann, wusste auch Goethe schon, denn »die Fremde hat ein fremdes Leben, und wir können es uns nicht zu eigen machen« – selbst dann nicht, wenn sie uns als Gast so sehr gefällt.

Doch auch der Gehalt solcher Weisheiten muss nicht von ewiger Dauer sein. Denn auch Goethe konnte nicht erahnen, dass Samsung 2019 sein Note10+ auf den Markt bringt, mit dem man nicht nur Fotos, sondern auch 3D-Modelle aufnehmen kann. Und damit lassen sich die schönsten Motive aus der Fremde zu Hause ganz real ausdrucken, in 3D selbstverständlich. Oder man kauft künftig am Kolosseum für unterwegs einen Selfie-3D-Drucker.

Text: Thomas Masuch · Illustration: feedbackmedia.de, iStock/Animaflo, iStock/fongfong2

## + WICHTIGE DATEN ZUR MESSE:

- » 19. – 22.11.2019
- » Messe Frankfurt, Halle 11, 12 und Portalhaus
- » Weitere Infos unter: [formnext.de](http://formnext.de)

## @ KONTAKT:

- » Hotline: +49 711 61946-810
- » [formnext@mesago.com](mailto:formnext@mesago.com)

## IMPRESSUM fon | formnext magazin Ausgabe 03/2019

HERAUSGEBER

**mesago**

Messe Frankfurt Group  
Mesago Messe Frankfurt GmbH  
Rotebühlstraße 83 – 85  
70178 Stuttgart  
Tel. +49 711 61946-0  
Fax +49 711 61946-91  
[mesago.com](http://mesago.com)

v.i.S.d.P.: Bernhard Ruess

© Copyright Mesago Messe Frankfurt GmbH  
Alle Rechte vorbehalten.

REDAKTION  
ZIKOMM – Thomas Masuch  
[thomas.masuch@zikomm.de](mailto:thomas.masuch@zikomm.de)

GESTALTUNG  
[feedbackmedia.de](http://feedbackmedia.de)

DRUCK UND BINDUNG  
Offizin Scheufele Druck und Medien, Stuttgart

ERSCHEINUNGSWEISE  
Das Magazin erscheint 4-mal jährlich.

ADVERTISING  
Katharina Limpinsel  
[advertising@zikomm.de](mailto:advertising@zikomm.de)  
Telefon: +49 2332 95383-35

AUFLAGE  
18.500 Exemplare

LESERSERVICE  
Christoph Stüker, Senior Communication Manager  
[formnext-magazin@mesago.com](mailto:formnext-magazin@mesago.com)  
Telefon +49 711 61946-565

**HOFMANN**  
IHR MÖGLICHMACHER

WE REALIZE  
YOUR VISIONS.



3D PRINTED  
ALUMINUM  
CROSSBEAM

[www.hofmann-imm.de](http://www.hofmann-imm.de)

Formnext 2019  
Visit us at booth  
11.0 D-68



AUSWAHL  
REVOLUTIONÄR EINZIGARTIG  
DREI KOMPONENTEN  
**GROSSMEISTER**  
WEITERDENKER  
INDIVIDUELL ADDITIVE WELTKLASSE  
AUTOMATION



**formnext**

19.-22.11.2019  
Halle 12.1, Stand D-121  
Frankfurt am Main,  
Deutschland

**WIR SIND DA.**

Flexibilität für die additive Fertigung! Das bietet unser offenes System freeformer. Jetzt haben wir noch einen draufgesetzt – unseren neuen freeformer 300-3X. Er kann wie sein kleiner Bruder alles, was ein freeformer können muss. Und noch mehr: größerer Bauraum, drei Austrageeinheiten – jetzt auch für belastbare und gleichzeitig komplexe Hart-Weich-Verbindungen. Wieder einmal: einzigartig in der Branche!  
[www.arburg.com](http://www.arburg.com)

**ARBURG**