

01/2021 | DE

fon

das formnext magazin

Space-Industrie:
Boomend
und schwer
durchschaubar
» Seite 08

Chiron Group:
Mit Tradition
in die additive
Fertigung
» Seite 14

Lehm und Stroh:
Wie man nach-
haltig Gebäude
3D-drucken kann
» Seite 18

by **formnext**

Was macht innovatives Denken aus? Ich denke, es ist einfach die innere Einstellung.



[Elon Musk, Unternehmer und Gründer von Paypal, SpaceX, Tesla u. a.]

Titelseite: feedbackmedia.de, iStock/Elen11

EDITORIAL

Das Jahr 2021 hat begonnen und die Hoffnungen ins neue Jahr sind groß, ja ungleich größer, als sie es zu Beginn der vergangenen Jahre waren. Noch immer kämpfen Großteile der Welt gegen Covid-19, aber der »Gegenangriff« in Form neuer Impfungen hat begonnen. Über die Impfungen wird es dann auch gelingen, zumindest diese Pandemie wieder in den Griff zu bekommen.

Bis die Impfwelle weltweit anläuft und spürbar Wirkung zeigt, ist aber noch für mehrere Monate Geduld gefragt. Wenn alles gut verläuft, wird unser Zusammenleben ab der zweiten Jahreshälfte wieder freier und positiver sein. Anders sieht es mit der wirtschaftlichen Erholung aus. Diese wird zweifelsohne eine längere Zeit benötigen, bis wir uns wieder auf dem Niveau bewegen, das wir vor der Pandemie erreicht hatten. Einige Branchen werden sich dauerhaft auf Änderungen ihrer Geschäftsfelder einstellen müssen, andere profitieren vom Wandel.

Die Messewirtschaft leidet noch immer massiv unter den Auswirkungen der Pandemie. Allerdings ist eines jetzt schon sicher: Messen werden als ideale Plattformen für den fachlichen Austausch und die persönliche Begegnung wieder zurückkommen, an den passenden Stellen um digitale Tools erweitert.

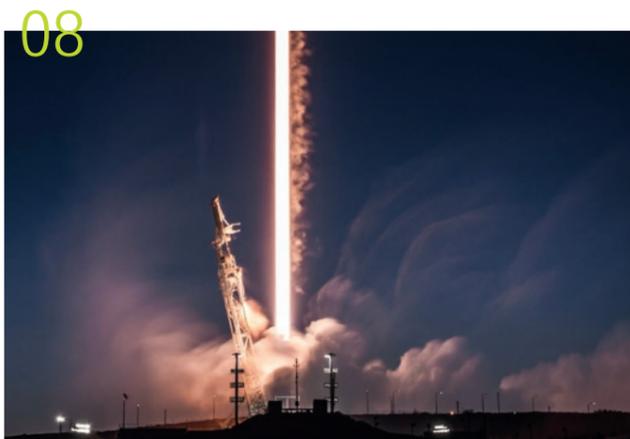
Im Zentrum unserer Jahresplanung steht deshalb die Formnext vom 16.–19. November 2021 in Frankfurt am Main. Das Messeereignis der weltweiten AM-Community wird umso wichtiger, als der industrielle 3D-Druck zweifelsohne zu den herausragenden Zukunftstechnologien der kommenden Jahre zählt. Ob in der Medizintechnik, in der Luft- und Raumfahrt, im Bereich Automotive, im Schienenverkehr, im Maschinenbau oder in anderen Anwenderindustrien – ohne die Nutzung von AM werden sich die meisten Produkte in Zukunft nicht mehr entwickeln und herstellen lassen. Auch auf Lieferketten und unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit gewinnt AM mehr und mehr Einfluss.

Wir freuen uns, diese Entwicklung mit zu begleiten, und ich wünsche Ihnen, dass 2021 ein Jahr mit guten Nachrichten wird.

Ihr Sascha F. Wenzler
Vice President Formnext



INHALT



08



06



18



14

08 SCHWER DURCHSCHAU- BARE BOOM-BRANCHE

» Wie AM die Space-Industrie befeuert. Teil 1: Raketenbau

14 IM INTERVIEW

» Axel Boi über den Weg der Chiron Group in die additive Fertigung

18 »MEHR STROH UNTERMISCHEN«

» US-Forscher testen den 3D-Druck von Lehmgebäuden

05 FORMNEXT NEWS

» Digitales Herz im Innovationsrhythmus

06 NEWS

» Xolo · Spaleck Oberflächentechnik
Universität Freiburg · Porsche
Trumpf

07

22 SCHRÄG GEDACHT

» Fischige Aussichten

FORMNEXT NEWS



DIGITALES HERZ DER AM-WELT SCHLÄGT IM INNOVATIONSRHYTHMUS

Auch in digitaler Form hat die Formnext Connect vom 10. bis 12.11.2020 ihre Bedeutung als weltweit führende Messeveranstaltung für die AM-Branche und die nächste Generation der industriellen Produktion unter Beweis gestellt. Das belegten 8.541 aktive Teilnehmer aus über 100 Ländern und die hohe Dichte an Weltpremierens.

»Die Formnext hat auch in ihrer digitalen Variante 2020 bewiesen, dass sie als weltweit wichtiger Katalysator für die technologische und wirtschaftliche Entwicklung dieser Zukunftsbranche unverzichtbar ist«, betonte Sascha F. Wenzler, Vice President Formnext bei der Mesago Messe Frankfurt GmbH. Insgesamt präsentierten auf der Formnext Connect 203 Aussteller 1.412 Produkte. Das intelligente, moderne Matchmaking konnte mehr als 450.000 Empfehlungen generieren, woraus 23.311 neue Kontakte und 4.733 Business-Meetings hervorgingen.

Zur Vielzahl der Weltpremierens zählte auch die neue Maschine NXG XII 600 von SLM Solu-

tions, die über zwölf 1-kW-Laser und einen Bauraum von 600 mm x 600 mm x 600 mm verfügt. Im Bereich der FDM-3D-Drucker stellte Ultimaker den Ultimaker 2+ Connect vor, eine Weiterentwicklung des Vorgängermodells Ultimaker 2+. Der neue 3D-Drucker erreicht eine Druckgeschwindigkeit von 300 mm/s und bietet Neuerungen wie Wifi, Ethernet, Touchscreen und mehr. Smart3D präsentierte mit dem Macro HT einen industriellen Hochtemperatur-3D-Drucker, der unter anderem die Materialien Ultem, PEEK und PEKK verarbeiten kann. Eine imposante Farbvielfalt und zuverlässige Fertigungsqualität verspricht Mimaki mit dem neuen Inkjet-3D-Drucker 3DUJ-2207 mit UV-Härtung.

SCHLANKER KONSTRUIEREN

Im Bereich Postprocessing zeigte Solukon auf der Formnext Connect das SFP770-System – eine innovative Plattform für das sichere und effiziente Auspacken und Reinigen von Kunststoffteilen, die im SLS-Verfahren hergestellt wurden. Das niederländische Start-up AM-Flow, übrigens auch einer der Gewinner der Formnext Start-up Challenge 2020, präsentierte der internationalen Fachwelt den AM-Bagging-Service. Dieser kann hochauflösende Grafiken, Texte oder Barcodes auf Verpackungen drucken und diese automatisiert für den Versand vorbereiten.

Als besonders innovativ zeigte sich der Bereich Materialien, wo unter anderem die Konzerne BASF, Covestro, Evonik und HP neue Lösungen vorstellten – unter anderem nachhaltig produzierte Kunststoffe. Im Metallbereich stellte Fehrmann Alloys aus Hamburg seine Aluminiumlegierung für den 3D-Druck »AIMgty 90« vor. Laut dem Hamburger Unternehmen ermöglicht das Material mit einer Zugfestigkeit von über 400 MPa und einer Bruchdehnung von mehr als 25 Prozent »noch schlankere und leichtere Konstruktionen«.

Neben den Produktneuheiten konnten die Teilnehmer der Formnext Connect das hochkarätige und überwiegend live gesendete Bühnen- und Sessionprogramm verfolgen. Dabei diskutierten weltweit Experten in zahlreichen Webinaren und Talkrunden aktuelle und künftige Trends, Entwicklungen und Anwendungen.

»Die beste Messe im Bereich Additive Manufacturing hatte einen guten Start in die digitale Welt«, lobte Gianluca Mattarocchia, Engineering Fellow bei The Estee Lauder Companies, die Veranstaltung. Und Marie Langer, CEO von EOS, bekundete, dass »die Mesago mit der Formnext Connect bewiesen hat, dass auch Messe digital geht«. Sie freute sich aber gleichzeitig »auf ein persönliches Wiedersehen in Frankfurt« im Jahr 2021, wenn die Formnext vom 16. bis 19.11.2021 in der Mainmetropole stattfindet.

Foto: Mesago/Mathias Kurt

NEWS

VOLUMEN STATT SCHICHTEN



Inzwischen gibt es Dutzende verschiedene additive Technologien, denen allerdings eines gemeinsam ist: Bauteile entstehen, indem (meist schichtweise) an bestimmten Stellen Material hinzugefügt wird. Deshalb heißt die Technik ja auch additive Fertigung. Einen ganz neuen Ansatz verfolgt das deutsche Start-up

Xolo GmbH, das jüngst seinen »volumetrischen« 3D-Drucker Xube vorstellte. Der beeindruckt gleich dreifach: mit seiner neuen Technologie, Geschwindigkeit und Auflösung.

Der Xube verwendet ein Verfahren, das sich Xolographie nennt. Dabei werden Bauteile nicht mehr Schicht für Schicht gefertigt, sondern als Ganzes: In einem derzeit noch kleinen Material-tank wird durch die Kombination unterschiedlicher Laserquellen bestimmter Wellenlängen Acrylharz verfestigt. Was einfach klingt, basiert auf einem ausgeklügelten Prozess: Mittels eines ersten Laserstrahls werden an bestimmten Stellen Moleküle aktiviert, die dann durch einen zweiten Laserstrahl »photopolymerisieren« – oder vereinfacht gesagt: An diesen Stellen härtet das Material aus. Dabei können komplexe Strukturen wie auch unterschiedliche mechanische und optische Eigenschaften erzielt werden.

Das neue Verfahren schafft laut Xolo im Vergleich zu bisherigen Verfahren eine wesentlich höhere Auflösung (max. 30 µm [x,y], 50 µm [z]) und eine deutlich höhere Druckgeschwin-

digkeit. Die Fertigung der Bauteile soll je nach Größe nur noch 20 Sekunden bis 5 Minuten dauern.

Der Xube, der derzeit noch als Testversion dienen soll, um neue Anwendungen auszuloten, hat noch einen recht kleinen Bauraum von 5 cm × 7 cm × 9 cm. Laut Unternehmen hat die Technologie aber das Potenzial, sowohl im Nano- als auch im Makrobereich eine wichtige Rolle zu spielen.



STARKE GLÄTTUNG UND SCHARFE KANTEN

Die Spaleck Oberflächentechnik GmbH & Co. KG hat ein neues Verfahren zum Glätten und Polieren additiv gefertigter Werkstücke entwickelt. Das Linear-Force-Finishing-Verfahren (LFF) bewegt die Bauteile isoliert und hochfrequent und kann so auch komplexe Geometrien und sehr raue Oberflächen bearbeiten. Gleichzeitig hat das Unter-



nehmen aus Bocholt, das über mehr als 100 Jahre Erfahrung in der Oberflächenbearbeitung verfügt, eine Anlage entwickelt, bei der das LFF-Verfahren zum Einsatz kommt: Die PPL300 lässt laut Hersteller einen hohen Automatisierungsgrad zu und kann damit gut ins AM-Umfeld integriert werden.

Das LFF-Verfahren ist eine Antwort auf die Besonderheiten additiv gefertigter Metallbauteile: Die oftmals hohen Rauheitswerte bedürfen laut Spaleck einer starken Oberflächen-glättung, wobei eine Kantenverrundung möglichst vermieden werden soll. Zusätzlich werden oft sehr harte Werkstoffe wie etwa Titan verwendet, was sich auf die Nachbearbeitungszeit auswirkt.

Bei herkömmlichen Gleitschleifprozessen können komplizierte Geometrien zu einer

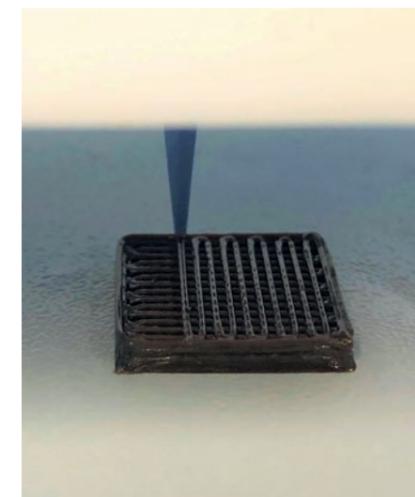


sogenannten Schattenbildung führen. Dies wird laut Spaleck mit dem neuen Verfahren auf ein Minimum reduziert. In umfangreichen Tests konnte das Unternehmen zudem nachweisen, dass das LFF-Verfahren im Vergleich zu einem traditionellen Rundtrogvibrator die Bearbeitungszeit je nach Bauteil um den Faktor 15 verkürzen kann.

Fotos: Spaleck Oberflächentechnik, Xolo

NEWS

HOLZBASIERTE BIOPASTE



Forschern der Universität Freiburg und des Freiburger Materialforschungszentrums ist es jetzt gelungen, nach den Prinzipien des Green Engineering eine holzbasierte Biopaste zu entwickeln. »Der neue Werkstoff lässt sich im Direct Ink Writing zu leichten Bauteilen verarbeiten«, erklärt Lisa-Sophie Ebers, Doktorandin an der Universität Freiburg.

Der neue Werkstoff Woodmimetics 3D ist Gegenstand ihrer Dissertation, wobei die Entwicklung bionischen Ansätzen folgte. Der Biowerkstoff enthält ausschließlich holzbasierte Rohstoffe: Lignin und Hydroxypropylcellulose – ein aus der Pharma-, Kosmetik- und Lebensmittelindustrie bekannter Zusatzstoff (E 463) – sowie Wasser, Ethanol

und Essigsäure als Lösungsmittel. Das Material ist deshalb nicht nur biobasiert, sondern auch zu 100 Prozent abbaubar. Die biologische Abbaubarkeit wurde mithilfe von Pilzen untersucht und zeigt Ergebnisse, die mit der Abbaubarkeit von PLA (Polylactiden) vergleichbar sind.

Ein weiterer wirtschaftlicher Pluspunkt ist, dass zum Verarbeiten des Materials nur wenig Energie aufgewendet werden muss. »Beim 3D-Druck verringert sich die Viskosität des Werkstoffs allein durch die Scherbeanspruchung während des Prozesses. Deshalb können wir das Material bei Raumtemperatur verarbeiten«, erzählt Ebers.

LEICHTERER E-ANTRIEB

Porsche hat erstmals das komplette Gehäuse eines E-Antriebs im 3D-Druck hergestellt. Die im SLM-Verfahren hergestellte Motor-Getriebe-Einheit hat alle Qualitäts- und Belastungsprüfungen problemlos bestanden. »Damit haben wir nachgewiesen, dass sich die additive Fertigung mit all ihren Vorteilen auch für größere und hochbelastete Komponenten eines Elektro-Sportwagens eignet«, sagt Falk Heilfort, Projektverantwortlicher in der Antriebsvorentwicklung im Porsche-Entwicklungszentrum Weissach.

Das additiv gefertigte Leichtmetallgehäuse wiegt weniger als ein konventionell gegossenes Bauteil und reduziert das Gesamtgewicht des Antriebs um etwa 10 Prozent. Durch spezielle Strukturen, die erst im 3D-Druck möglich werden, erhöht sich die Steifigkeit in stark belasteten Bereichen gleichzeitig auf das Doppelte – trotz einer Wandstärke von durchgehend nur 1,5 Millimetern. Die Wabenstruktur reduziert dabei das Schwingen der dünnen Gehäusewandungen und verbessert so die Akustik des gesamten Antriebs. Ein weiterer

Vorteil der additiven Fertigung: Zahlreiche Funktionen und Bauteile konnten integriert werden, was den Montageaufwand erheblich reduziert und unmittelbare Vorteile für die Bauteilqualität mit sich bringt.



Die Optimierung des E-Antriebs begann mit der konstruktiven Integration von Lagerstellen, Wärmetauschern und Ölversorgung. Danach folgte die computerberechnete Definition von Lasten und Schnittstellen und daraus resultierend die Ermittlung der Lastpfade. Der nächste Schritt der virtuellen Entwicklungsmethodik war die Optimierung der Lastpfade durch die Integration sogenannter Lattice-Strukturen.

ÜBERNAHME VON JOINT VENTURE

Trumpf will seine Additive-Manufacturing-Aktivitäten weiter stärken. Das Ditzinger Unternehmen befindet sich in »fortgeschrittenen Gesprächen« mit seinem italienischen Partner Sisma S.p.A., um das gemeinsame Joint Venture Trumpf Sisma S.R.L. komplett zu übernehmen. Bislang hält Trumpf 55 Prozent der Anteile. Darüber hinaus beabsichtigt Trumpf, die AM-Aktivitäten von Sisma in der Industrie, der Zahnmedizin und der Medizin fortzuführen. Gleichzeitig mit der Veräußerung des Joint Ventures plant Sisma, sich künftig auf die Schmuck- und Modeindustrie zu konzentrieren und dazu im 3D-Druck eine Kooperation mit Trumpf einzugehen.

Trumpf Sisma wurde im Jahr 2014 als Joint Venture gegründet und hat seinen Sitz im norditalienischen Schio. Dort arbeiten rund 60 Mitarbeiter in der Entwicklung und Produktion von Metall-3D-Druck-Maschinen mit der Laser-Metal-Fusion-Technologie. Die Transaktion soll im ersten Quartal 2021 vollzogen werden.

Fotos: Universität Freiburg, Porsche

DIE SCHWER DURCHSCHAUBARE BOOM-BRANCHE

Text: Thomas Masuch



Wenn es um den Bau von Raketen und Satelliten geht, ist die additive Fertigung unverzichtbar geworden: Wie nirgendwo sonst kann der industrielle 3D-Druck in der Space-Industrie seine Stärken in Gewichtseinsparung und komplexen Designs ausspielen. Kein Wunder, dass etablierte wie auch junge Unternehmen der Branche immer stärker auf AM setzen. So ist die Space-Industrie inzwischen ein wichtiger Markt für additive Dienstleister, Maschinenhersteller und Anbieter von Materialien und Software. Doch der Einstieg ist nicht einfach: Die Branche ist teilweise geprägt von nationalen Interessen, politischen Befindlichkeiten und gut gehüteten technologischen Geheimnissen. Grund genug, einen genaueren Blick in diese spannende, aber oft schwer zu durchschauende Boom-Branche zu werfen. Im ersten Teil der zweiteiligen Artikelserie geht es um additive Fertigung im Raketenbau.

Fotos: SpaceX, Relativity Space



Foto Seite 08: Start einer Falcon 9 auf der Vandenberg Air Force Base.



Technologischer Kern von Relativity Space ist der Stargate-3D-Drucker, auf dem schon zahlreiche großformatige Raketenbauteile entstanden sind.



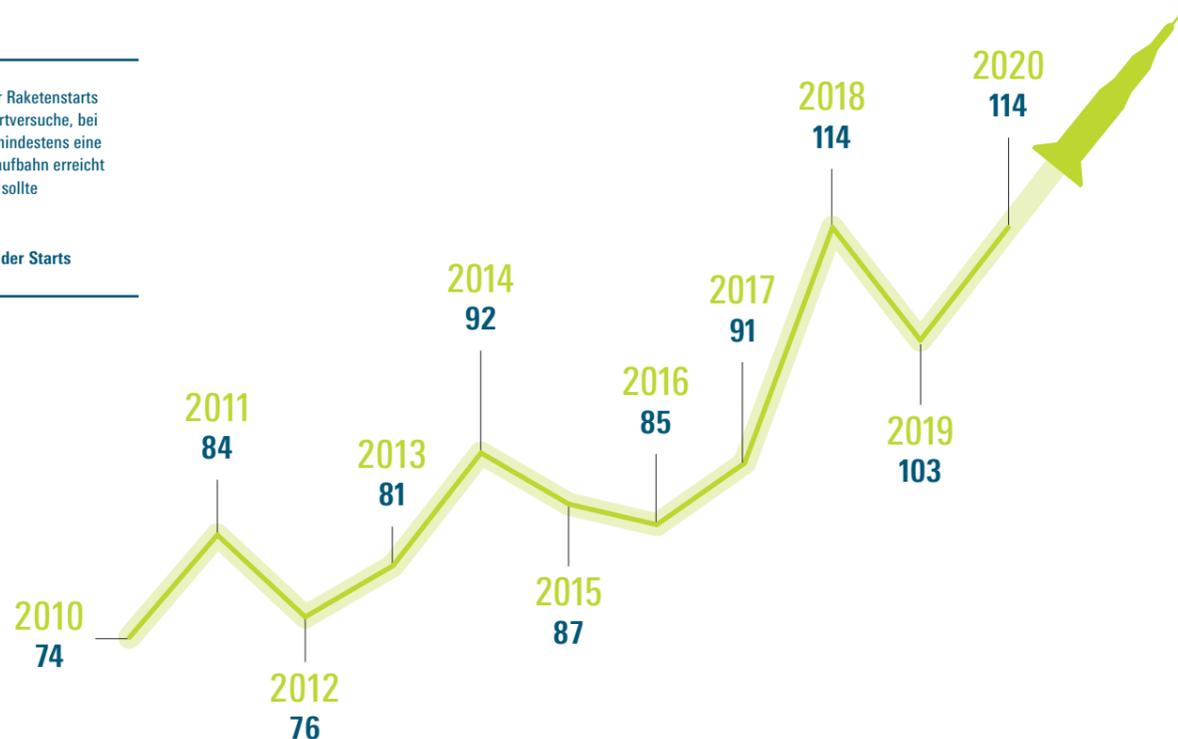
Bei den Anwendern von AM ging Relativity Space den konsequentesten Weg: Mit seinem selbst entwickelten Stargate-3D-Drucker will das junge US-Unternehmen ganze Raketen größtenteils additiv fertigen. Das Unternehmen aus Kalifornien wirbt damit, mit seiner 35 Meter hohen Terran 1 »die weltweit erste 3D-gedruckte Rakete herzustellen – vom Rohmaterial zum Flug in 60 Tagen«. Damit hat Relativity Space, das 2015 von Tim Ellis und Jordan Noone gegründet wurde und inzwischen 230 Mitarbeiter beschäftigt, in mehreren Finanzierungsrunden rund 550 Mio. Euro eingesammelt und eine Bewertung von knapp 2 Mrd. Euro erreicht. Damit ist es nach SpaceX (Bewertung rund 37 Mrd. Euro) das am zweithöchsten bewertete private Raumfahrtunternehmen. Der Stargate-Wire-Arc-3D-Drucker, dessen Name an ein Videospiel angelehnt ist, bei dem Maschinen andere Maschinen produzieren, ist laut Relativity der weltweit größte Metalldrucker. Ein rund 3,70 mal 2,10 Meter großer Treibstofftank wurde bereits produziert. Die Terran 1 soll Ende 2021 das erste Mal abheben und später bis zu 1,25 Tonnen Nutzlast in die Umlaufbahn bringen.

Doch nicht nur technologisch leiten Start-ups wie Astra, Firefly Aerospace, Rocket Lab, Virgin Orbit und andere ein neues Zeitalter hin zu einer »softwaregetriebenen Fertigung« (Relativity Space) ein. Auch von den etablierten Denkstrukturen wollen sich die millionenschweren Newcomer verabschieden. Dazu zählen bei Relativity Space zum Beispiel monatliche »Lunch 'n' Learn«-Meetings, wo auch schon Gastredner wie Rick Sternbach, der für Star Trek den Schlachtkreuzer der Klingonen konstruierte, oder Adam Mojo Lebowitz, VFX Supervisor bei Battlestar Galactica, aufgetreten sind.

Auch die etablierten Raketenbauer und Zulieferer haben ihre 3D-Druck-Kompetenzen ausgebaut – meist in Form eines eigenen AM-Zentrums und verschiedener Technologiepartnerschaften. 3D-gedruckt werden derzeit vor allem einzelne Komponenten – in der Regel rund um das Antriebssystem und die Brennkammer. Hier sind laut Branchenexperten die größten Kosteneinsparungen möglich. Zudem können die Produktionszeit und die Zahl der verwendeten Bauteile deutlich verringert werden. »Wenn ein Unternehmen wettbewerbsfähiger«

Zahl der Raketenstarts und Startversuche, bei denen mindestens eine Erdumlaufbahn erreicht werden sollte

Jahr
Anzahl der Starts



hig bleiben will, ist AM bei der Herstellung von Antrieben ein Muss«, sagt AM-Experte Terry Wohlers, President Wohlers Associates. »Der Nutzen von additiver Fertigung ist deutlich höher als die Kosten. Deshalb sehen wir, wie diese Technologie zum Beispiel bei Aerojet Rocketdyne, Airbus, Boeing, NASA, Raytheon, Safran und SpaceX immer weiter Fuß fasst.« Neben der Kosteneinsparung bietet der 3D-Druck für Branchenexperten noch einen weiteren entscheidenden Vorteil. »Der Wert der Zeitersparnis in der Produktion wird einer der wesentlichen Faktoren sein, der Unternehmen in den 3D-Druck treibt«, so Eliana Fu, die als Senior Engineer mehrere Jahre für Relativity Space arbeitete und Ende 2020 zu Trumpf North America wechselte.

»UNTERNEHMEN TEILEN DIESE DETAILS NICHT«

SpaceX nimmt beim 3D-Druck im Raketenbau schon seit Jahren eine führende Rolle ein: Bereits im Januar 2014 hob eine Falcon-9-Rakete des US-Unternehmens mit einem 3D-gedruckten Ventilkörper in einem der neun Merlin-1D-Triebwerke ab. Inzwischen nutzt SpaceX bei seinem Raumschiff Dragon 2 auch acht 3D-gedruckte SuperDraco-Triebwerke. Laut einem Tweet von SpaceX-Gründer Elon

Musk wurden die ersten SuperDracos aus Inconel auf einer EOS-Anlage 3D-gedruckt.

So offen wie SpaceX zeigen sich nicht alle Unternehmen der Branche. Zwar sind die Social-Media-Kanäle voll von »erfolgreichen« Tests 3D-gedruckter Raketenkomponenten oder Triebwerke. Doch wie viele 3D-gedruckte Komponenten und Bauteile letztendlich in Raketen verbaut werden und wie diese gefertigt werden, lässt sich oftmals nur vermuten. »Es ist fast unmöglich, die exakten Zahlen zu erfahren, denn die Unternehmen halten diese Details unter Verschluss«, weiß Wohlers. Wie zugeknüpft ein Großteil der Space-Branche ist, hat sich auch bei der Recherche zu diesem Artikel gezeigt: Zahlreiche Anfragen bei Raketenherstellern oder Beratungsunternehmen blieben gänzlich unbeantwortet. In anderen Fällen waren angeblich wegen Corona die richtigen Ansprechpartner nicht verfügbar oder die Anfragen betrafen Bereiche, die der Geheimhaltung unterlagen, und blieben ergebnislos – übrigens mit den USA, China und Europa in sämtlichen relevanten Regionen.

Bei der Transparenz seiner Tätigkeiten ist SpaceX dagegen ein angenehmer Außenseiter der Branche: So lassen sich auf der Website des Unternehmens zum Beispiel direkt die Kosten für eine Fracht ausrechnen und man

kann gleich einen Platz für einen der nächsten Flüge buchen. Demnach kostet beispielsweise der Transport eines 830 Kilogramm schweren Satelliten in den niedrigen Orbit (LEO) 4,63 Mio. US-Dollar (inklusive Adapter, 430.000 US-Dollar teurem Trennungssystem, Betankung am Startplatz und Versicherung).¹ Das entspricht einem Kilopreis von rund 5.500 US-Dollar. Damit hat SpaceX die Frachtkosten innerhalb von 15 Jahren inflationsbereinigt auf rund ein Zehntel reduziert. Im Space Shuttle kostete es umgerechnet sogar das 30-Fache, ein Kilogramm in den LEO zu bringen.

DYNAMIK UND HERAUSFORDERUNGEN

Die geringeren Frachtkosten haben auch dazu beigetragen, dass die Dynamik der Branche weiter zunimmt. Das zeigt bereits die steigende Zahl der jährlichen Raketenstarts in den Orbit: 2020 waren es schon 114 (siehe Grafik). Diese Zahl dürfte in Zukunft noch weiter steigen, wenn die Projekte, die sich derzeit noch in der Entwicklung befinden, buchstäblich abheben. Auch Trends wie weiter fallende Transportkosten, kleinere Raketen und Satelliten sowie Space-Tourismus werden der Branche weiteren Schub verleihen.

¹ Stand Januar 2021

Illustration: feedbackmedia.de/Quelle: Wikipedia

Fotos: Relativity Space, EOS, FIT AG – Lisa Kirk

Doch bis dahin sind auch technologisch noch einige Hürden zu nehmen. Dass nicht alles, was erfolgreich getestet wird, auch tatsächlich zum Einsatz kommt, weiß auch Carl Fruth nur zu genau. Auf der Formnext 2019 hatte er mit seiner FIT AG der internationalen Fachwelt erstmals den additiv gefertigten Flüssigkeitsverteiler für das Vulcain-2-Triebwerk der neuen Ariane 6 vorgestellt. Mit der im WAAM-Verfahren (Wire Arc Additive Manufacturing) gefertigten Inconel-Komponente sollte die Leistung des Triebwerks erhöht und die Fertigungskosten gesenkt werden. Um die hohen Sicherheitsanforderungen der Raumfahrt zu erfüllen, hatte die FIT AG, einer der weltweit größten AM-Dienstleister, gemeinsam mit der ArianeGroup ein passendes System zur Qualitätssicherung entwickelt. »Schließlich müssen bei einer neuen Technologie auch die Prüftechniken angepasst werden«, so Fruth im Gespräch mit dem Fon-Magazin. Bei dem Flüssigkeitsverteiler wurde beispielsweise die 5-fache Menge

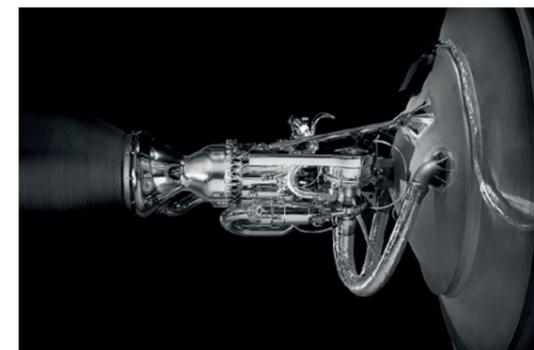
per WAAM aufgetragen und an der Seite abgefräst, um Flächen für die Ultraschallprüfung zu haben. Der aufwendige Prüfprozess sorgte unter anderem dafür, dass die Bauteilkosten deutlich in die Höhe schossen und letztlich etwa das 8-Fache der Kosten der additiven Produktion betragen. »In der Gesamtsumme war AM in dem Fall nicht mehr so viel günstiger. Dazu hatte man immer noch das Risiko, das mit der Einführung einer neuen Technologie verbunden wird«, so Fruth. »Letztendlich hat man bei Ariane dann doch entschieden, es nicht mit AM zu machen.«

»SEHR KOMPLEXE THEMEN«

Das Beispiel zeigt auch, wie aufwendig und langwierig die Entwicklung verbesserter Bauteile und Komponenten für die Raumfahrt ist. »Das sind sehr komplexe Themen, das kann man nicht in wenigen Monaten lösen«, erklärt Carl Fruth. »Als Dienstleister muss man die Produktion umstellen, die Fertigung muss für



3D-gedruckte Prototypen für die Raketenproduktion: Flüssigkeitsverteiler für das Vulcain-2-Triebwerk der Ariane 6 (links) und Einspritzkopf (unten); Triebwerk der Terran 1 von Relativity Space (unten links)



den Kunden zertifiziert werden. Und dabei geht es wirklich ums Eingemachte.« Als Zeiträume für den Aufbau einer Partnerschaft nennt Fruth dann auch eher Jahre als Monate: »In den ersten zwei Jahren lernt man sich kennen, stellt seine Leistungsfähigkeit in kleineren Projekten unter Beweis. Echte, lukrativere Aufträge brauchen eine Vorlaufzeit von drei bis vier Jahren.« Wie zeitintensiv die Entwicklung in der Raumfahrt ist, zeigt sich auch anhand der SuperDraco-Triebwerke vom nicht gerade als langsam bekannten Branchenprimus SpaceX. Bereits 2012 war die Entwicklung der neuartigen Triebwerke vollendet, aber erst nach einer siebenjährigen Testphase starteten sie zur ersten »echten« Mission.

Dabei verfügt SpaceX wie andere namhafte Raketenhersteller über eine eigene AM-Abteilung. »Die meisten Unternehmen der Space-Branche nutzen Systeme, die auf dem Markt verfügbar sind, wobei Software, Designprogramme und Materialien variieren«, berichtet Wohlers. »Der große Unterschied zwischen den einzelnen Unternehmen besteht in der Fähigkeit und im Willen, sich ganzheitlich neue Wege im Denken über Design und Fertigung zu eigen zu machen.«

Und hier kommt dann die Stärke von externen Partnern wie der FIT AG ins Spiel: In der Firmenzentrale in Lupburg verfügt das Unter-

nehmen über eine ganze Reihe verschiedener AM-Produktionstechnologien einschließlich zahlreicher Messmethoden. Zudem sieht sich Firmengründer Fruth nicht nur als reiner AM-Dienstleister: »Wir fertigen zertifizierte Bauteile – dabei ist AM nur ein Bestandteil dieses hochkomplexen Prozesses. Das bedeutet, dass wir weniger im Wettbewerb zu anderen AM-Dienstleistern stehen als zu bestehenden Lieferantensstrukturen.«

EUROPÄISCHE RAUMFAHRT UNTER DRUCK

Die europäische Raumfahrtindustrie hat dagegen stark unter den Folgen von Covid-19 zu leiden. Während SpaceX 2020 jeden Monat mindestens eine Falcon 9 in die Umlaufbahn schoss, wurde der Erstflug der neu entwickelten Ariane 6 von Ende 2020 auf 2022 verschoben. Als offizieller Grund wurden die Auswirkungen von Covid-19 in der Region rund um das Raumfahrtzentrum Guayana angegeben. Nicht besser wurde die Situation dadurch, dass die kleinere Vega-Rakete zwei Fehlschläge bei den letzten drei Starts hinlegte. Jahrelang führend, steht das europäische Unternehmen Ariane-space SA, das die Starts beider Raketen vermarktet, unter massivem Druck, gegenüber SpaceX sowie der russischen und chinesischen Konkurrenz deutlich ins Hintertreffen zu geraten.

Neben dem Flüssigkeitsverteiler hat die ArianeGroup als Hersteller der Ariane-Raketen zahlreiche weitere AM-Entwicklungen für die Ariane 6 und künftige Raketengenerationen angestoßen, zum Beispiel einen Einspritzkopf, der zusammen mit EOS entwickelt wurde. Die Ziele von ArianeGroup sind ehrgeizig. Das künftige Prometheus-Triebwerk soll auch dank 3D-Druck nur noch 1 Million Euro kosten und damit 90 Prozent weniger als das rund 10 Millionen Euro teure Vulcain-2-Triebwerk der Ariane 5. Damit Prometheus wie geplant in einer wiederverwendbaren Nachfolgerakete der Ariane 6 in rund zehn Jahren zum Einsatz kommt, hat die Ministerratskonferenz der europäischen Raumfahrtagentur ESA im Sommer 2020 ein Projektbudget von 82 Mio. Euro bewilligt. Auch die nächsten Generationen der Vega-Rakete sollen ab 2025 mit einer 3D-gedruckten Schubkammerbaugruppe des M10-Triebwerks in den Orbit fliegen.

Dies ist ein langer Weg für die additive Fertigung in der europäischen Space-Industrie. Immerhin war bei der Ariane 5 bisher schon ein 3D-gedrucktes Kupplungskreuz im Einsatz: Das weniger als 3 mal 3 Zentimeter große Bauteil wird zwar im Wettrennen mit SpaceX nicht entscheidend sein, »doch wir stehen kurz vor Einführung einzelner Bauteile«, erklärte Steffen Beyer, Leiter Produktionstechnologie – Werk-



Foto links:

Relativity Space Headquarter in Long Beach mit über 11.000 qm Produktionsfläche

Foto rechts:

In den Merlin-Triebwerken der Falcon9 verbaut SpaceX bereits seit 2014 3D-gedruckte Komponenten

Fotos: Relativity Space, SpaceX

Illustration: feedbackmedia.de/Quelle: Wikipedia

stoffe & Prozesse bei ArianeGroup, auf einem internationalen Fachkongress im Sommer 2019. Neben dem Laserschmelzverfahren nannte Beyer auch DED, LMD und Coldspray als interessante Fertigungstechnologien für die Raumfahrt. Dabei seien aber noch einige Herausforderungen zu meistern, etwa das Entfernen von Pulver aus Kavitäten oder die Reinheit des Pulvers.

Die Probleme bei Ariane und Vega haben auch den europäischen Zulieferern zugesetzt. »Die Realität ist leider, dass für die europäische Trägerindustrie auf Sicht nur der institutionelle Markt mit rund vier bis fünf Starts pro Jahr nachhaltig planbar ist«, stellte Hans Steininger, Vorstandsvorsitzender der MT Aerospace AG, eines der größten deutschen Zulieferer für die Luft- und Raumfahrt, im Sommer 2020 angesichts der Verschiebung der Ariane-6-Starts und der damit verbundenen geringeren Produktionsvolumen fest. In der Abhängigkeit von den ESA-Programmen sieht FIT-AG-Chef Carl Fruth allerdings einen weiteren Nachteil: »Es herrscht kein echter Wettbe-

werb. Dadurch fehlt auch der Druck, neue Technologien noch stärker zu implementieren.«

BOOM IN DEN USA UND CHINA

Doch während die europäische Raumfahrtbranche Ende 2020 aufgrund der Ariane-Verzögerungen die Verluste von Jobs und langjährigem Know-how befürchtete, traten junge wie auch etablierte Unternehmen vor allem in den USA und China aufs Gaspedal.

Das chinesische Unternehmen Link Space, das 2014 vom damals 21-jährigen Zhenyi Hu gegründet wurde, hat inzwischen mit seiner zweistufigen und wiederverwendbaren 24 Meter hohen Rakete New Line 1 für Aufsehen gesorgt. Einen weiteren Meilenstein der Raumfahrt in China setzte die Beijing Interstellar Glory Space Technology Ltd. im Juli 2019, als erstmals eine private Mission den Orbit erreichte und dort das »Double Curve One Remote Launch Vehicle« (SQX-1 Y1) aussetzte. Mit einer im August 2020 abgeschlossenen Finanzierungsrunde über 1.192,5 Mio. Yuan (rund 150 Mio. Euro) will das Unternehmen

unter anderem die Entwicklung der Rakete seiner Twin-Curve-Serie und eines wiederverwendbaren Triebwerks voranbringen.

Generell hat sich China längst zur etablierten Raumfahrernation entwickelt und mit rund 39 Starts im Jahr 2020 Russland überholt und mit den USA fast aufgeschlossen (siehe Grafik). Seit im Reich der Mitte 2014 private Unternehmen im Raumfahrtsektor zugelassen wurden, erlebt auch diese Branche einen Boom: Die Zahl der Unternehmen stieg von 30 im Jahr 2018 auf mittlerweile über 100. »Die 3D-Drucktechnologie hat sich dabei zum Rückgrat der Raketenherstellung entwickelt«, so Kitty Wang, die mit ihrer Plattform 3D Science Valley seit Jahren die chinesische AM-Industrie intensiv untersucht.

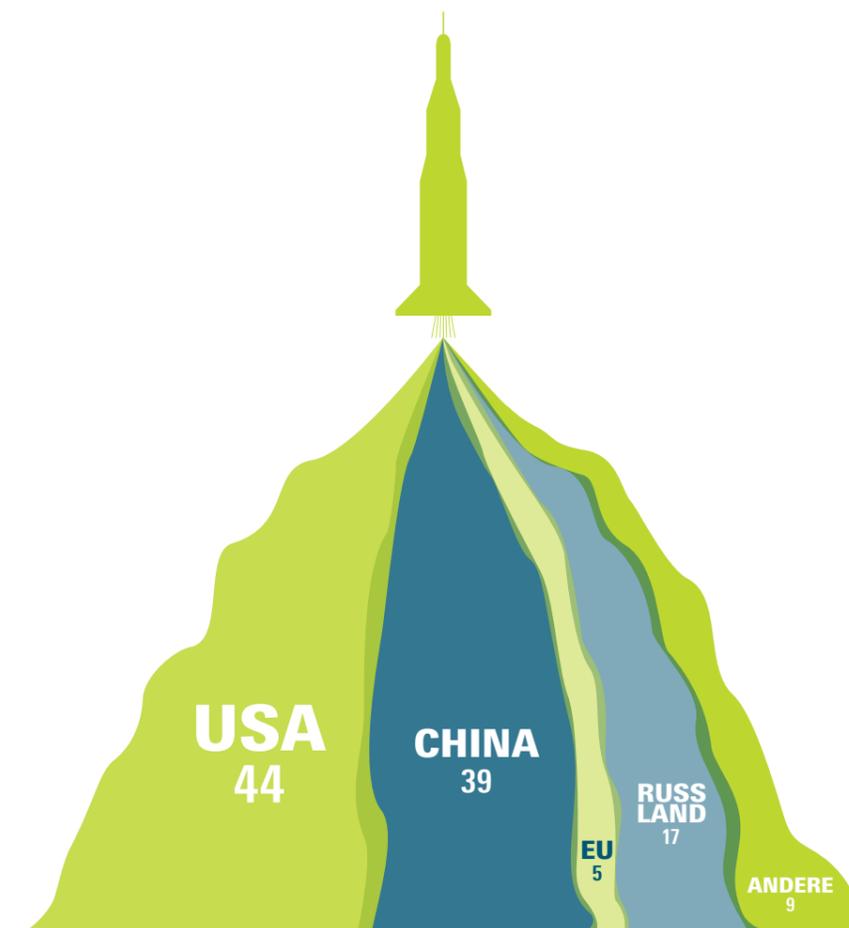


MEHR INFOS UNTER:

» fon-mag.de

Herkunft der 2020 gestarteten Trägerraketen

Andere:
Indien, Israel, Iran, Japan



IM INTERVIEW

»Entscheidend ist das Know-how bei den Kunden«

Mit seiner 100-jährigen Geschichte hat Chiron seit Generationen Erfahrung in der Herstellung und im Vertrieb von Bearbeitungszentren für die klassische Metallzerspanung. Vor zwei Jahren wagte das Unternehmen den Schritt in die additive Fertigung und startete die Entwicklung der ersten Anlage. Der AM Cube wurde im Frühjahr 2020 erstmals vorgestellt und soll in diesem Jahr auf den Markt kommen. Wir haben mit Axel Boi, Head of Additive Manufacturing der Chiron Group, über den Weg dorthin, die Unterschiede und Gemeinsamkeiten von konventioneller und additiver Fertigung, weitere Pläne und vieles mehr gesprochen.

Axel Boi
Der Dipl.-Ing. für Luft- und Raumfahrt ist seit 2000 bei Chiron beschäftigt und stieg vom Gebietsverkaufsleiter über die Positionen Key Account Manager Fräs- und Drehmaschinen und Key Account Manager Aerospace 2008 zum Geschäftsführer von Chiron France auf. Ab 2014 leitete er die Produktplanung der Chiron Group, bevor er 2018 in seine jetzige Position als Head of Additive Manufacturing Chiron Group wechselte.



Interview: Thomas Masuch

Fotos: Chiron Group



Das additive Auftrags-schweißen bietet überraschend viele Anwendungen:
3D-gedruckte Turbine mit Nachbearbeitung, Aluminiumbronze, Bremsscheibe mit Beschichtung zum Korrosions- und Verschleißschutz (im Uhrzeigersinn).

Herr Boi, der AM-Markt ist auf Anbieterseite von vergleichsweise jungen Unternehmen geprägt. Größere Traditionsunternehmen sind hier meist über Zukäufe und Übernahmen eingestiegen. Was war beim klassischen Maschinenhersteller Chiron die Motivation, hier eine neue Abteilung aufzubauen und eigene Produkte zu entwickeln?

AXEL BOI Das reicht fünf Jahre zurück: Damals hat man mir die Aufgabe gestellt, mich mit dem Thema Metall-3D-Druck auseinanderzusetzen, unter dem Gesichtspunkt, ob sich daraus eine Gefahr für unsere Werkzeugmaschinen und das Businessmodell der Chiron Group ergibt. Das konnten wir relativ schnell verneinen, denn Metall-3D-Druck eignet sich derzeit vor allem für kleine und kleinste Stückzahlen. Bei Chiron sind wir dagegen eher mit mittleren Stückzahlen, komplexen Produkten und großen Serienproduktionen unterwegs. Aber der Markt erschien uns attraktiv. Im Gegensatz zu den Werkzeugmaschinen gibt es im Metall-3D-

Druck noch nicht so viele Player, und wir haben interessante Wachstumszahlen. Deshalb haben wir uns mit der Frage beschäftigt, wie ein Produkt der Chiron Group für die AM-Branche aussehen könnte.

Und wie ging es dann weiter?

BOI Der Weg war für uns relativ klar: Das Thema Pulverbett war schon sehr verbreitet, der Prozess ist komplex und es gibt einige Anbieter. Das Auftragsschweißen dagegen erschien uns attraktiver. Der Prozess wird oft noch manuell durchgeführt und hat damit bereits eine Akzeptanz im Markt. Wir haben dann das Schweißen automatisiert und die Möglichkeit zur Qualitätskontrolle hinzugefügt.

Wie konnte dieser neue Geschäftsbereich innerhalb der Chiron Group aufgebaut und etabliert werden?

BOI Teilweise hat das einen Start-up-Charakter – wir sind ein kleines Team, schnell und dyna-

misch. Gleichzeitig konnten und können wir auf die Ressourcen der Chiron Group zurückgreifen und bedarfsgerecht hinzubuchen. Wir sind jetzt 12 Mitarbeiter im Team, haben aber insgesamt rund 25 Personen, die unser Team mit ihrer Fachkompetenz unterstützen. Damit können wir viele Prozesse schneller umsetzen als üblicherweise im Unternehmen. Die Eigentümer und die Geschäftsführer stehen hinter dieser Idee und geben uns vollen Support.

Die Chiron Group hat durch das klassische Zerspanungsgeschäft bereits eine umfangreiche Kundenbasis und ein großes Netzwerk. Wie können Sie mit dem 3D-Druck-Geschäft davon profitieren?

BOI Auch beim Vertrieb können wir vom großen Netzwerk der Chiron Group profitieren. Unsere Verkäufer aus dem klassischen Werkzeugmaschinen-Geschäft gehen auch mit der Message in den Markt, dass wir uns um das Thema 3D-Druck kümmern. Damit können wir bei einer Vielzahl von Kunden vorselektieren, ob es

Potenzial für die additive Fertigung gibt. Das öffnet uns als AM-Abteilung viele Türen. Sobald es in einem Projekt in die technischen Details geht, wird es vom AM-Team betreut.

Wenn wir uns den Vertrieb anschauen – wo sehen Sie Unterschiede und Gemeinsamkeiten im Vergleich von konventionellen Bearbeitungszentren und Anlagen für die additive Fertigung?

BOI In der Chiron Group verkaufen wir auf der einen Seite die klassische Werkzeugmaschine als Produkt, bieten aber auch Projektdienstleistungen mit an. Das macht bei uns einen ganz relevanten Umsatzanteil aus: Etwa die Hälfte der Projekte geht über die reine Maschine hinaus. Im Bereich 3D-Druck ist dieser Anteil deutlich höher – hier macht das Projektgeschäft fast 100 Prozent aus. Mit Kunden sprechen wir hier in der Regel über technische Lösungen, wobei das Produkt 3D-Drucker eigentlich nur sekundär ist. Wir verkaufen eine Lösung und bieten dazu die passende Hardware an. Das haben wir sowohl bei den konventio-

nellen Maschinen als auch jetzt im AM-Bereich. Der große Unterschied ist allerdings der physikalische Prozess, der dahinter steht. Bohren und Fräsen ist den Kunden natürlich bekannt, der 3D-Druck meist nicht.

Für viele AM-Unternehmen ist es sicherlich eine der größten Herausforderungen, mit Kunden konkrete Projekte und Anwendungen zu finden, bevor diese im nächsten Schritt gemeinsam umgesetzt werden. Wie kommen Sie an solche Projekte – gerade vor dem von Ihnen erwähnten Hintergrund, dass oftmals das Know-how noch nicht so weit ausgeprägt ist?

BOI Also, auf der einen Seite haben wir die positive Entwicklung, dass sich heute viele Unternehmen mit dem Thema Metall-3D-Druck beschäftigen. Fakt ist aber auch, dass viele falsche Vorstellungen im Markt kursieren. Da gibt es zum Beispiel noch die klassische Geschäftsführer-Denkweise, nach der man bald kein Ersatzteillager mehr braucht, weil künftig

alles on demand und am besten international beim Kunden vor Ort gedruckt wird. Mit diesen Ideen kommen häufig Kunden zu uns. Jetzt muss man sie behutsam, aber trotzdem realistisch auf den Boden der Tatsachen zurückholen. 3D-Druck ist ja nicht so oberflächlich oder so einfach, wie man das diskutiert.

Obwohl Sie die additive Fertigung als vergleichsweise weniger komplex betrachten?

BOI Genau, 3D-Druck muss nicht gleich die komplette Neugestaltung und das Drucken von dreidimensionalen Bauteilen sein. Im Prinzip ist 3D-Druck nur das Hinzufügen von Material. Und das machen wir auch beim Beschichten oder in der Reparatur. Man ist überrascht, wie viele Themen und Anwendungen es hier gibt.

Viele größere Unternehmen und Konzerne haben ihre eigenen AM-Abteilungen aufgebaut, beschäftigen Spezialisten und haben bereits Know-how gesammelt. Haben Sie als Technologie-Anbieter

AM Cube und AM Coating

Das erste AM-Produkt der Chiron Group ist der AM Cube, der im Frühjahr 2020 vorgestellt wurde und Anfang 2021 auf den Markt kommen soll. Die Anlage verarbeitet mittels Laserauftragsschweißen sowohl Draht als auch Pulver und eignet sich für die Beschichtung und Reparatur von Bauteilen und für die endkonturnahe Fertigung von Halbzeugen. Der AM Cube befindet sich derzeit in der Pilotphase und kommt bei der Schweizer Stellba AG bei der Reparatur von Wasserkraftturbinen zum Einsatz. Konkrete Anwendungen sind dabei unter anderem Turbinenschaufeln, Leitbleche und Ventile. Das noch jüngere Projekt AM Coating ist eine Lösung für das Beschichten von Brems scheiben und eignet sich für größere Serien. Die Unternehmensgruppe plant, im zweiten Quartal 2021 den ersten Prototyp vorzustellen.



hier einen leichteren Zugang, besonders wenn es um konkrete Projekte geht?

BOI Ein klares Ja und Nein. Das Know-how ist natürlich größer, je größer das Unternehmen ist. Kleine Lohnfertiger haben den ein oder anderen Spezialisten und haben weniger Personal zur Verfügung. Gleichzeitig sind die meisten Anwendungen im 3D-Druck heute Anwendungen für kleine Stückzahlen. Das passt eher zu kleineren Unternehmen und weniger zu Konzernen – besonders in der Automobilindustrie. Mit dem AM Cube arbeiten wir in der Pilotphase mit einem kleinen, mittelständischen Unternehmen zusammen. Beim AM Coating arbeiten wir mit einem großen Konzern am Thema Beschichtung von Brems scheiben. Wir finden die potenziellen Kunden in allen Bereichen.

Und wo ist das Potenzial höher?

BOI Auch darauf gibt es eigentlich keine Antwort – es gibt viele kleine Lohnfertiger, die unkompliziert eine kleine Anlage nehmen, aber auch den Konzern, der zehn Anlagen will, mit dem man aber über sehr spezifische Anforderungen spricht. Unterm Strich haben viele kleine, unkomplizierte Kunden mindestens so viel Potenzial wie ein großer.

Und wer ist leichter zu überzeugen?

BOI Sagen wir es mal so: Je kleiner das Unternehmen, desto einfacher ist es, mit den Entscheidern am Tisch zu sitzen. Wenn man da die gleiche Wellenlänge hat, kann man recht zügig zu einem Ergebnis kommen. Beim Konzern mahlen die Mühlen dagegen einfach langsamer. Hier hat man viele Themen, die man von außen nicht beeinflussen kann: Budget-Entscheidungen, politische Entscheidungen – der eine Bereich bekommt Geld, der andere nicht.

Das klingt so, als sähen Sie die Chancen für einen schnelleren Einstieg eher bei den kleinen Unternehmen. Was ist aus Ihrer Sicht ausschlaggebend, um ein Projekt umzusetzen?

BOI Ja, das ist definitiv richtig, hier geht man in der Regel schneller konkrete Anwendungen an. Beim 3D-Druck sind wir ja noch in einem Bereich, in dem die Anzahl der wirklich wirtschaftlich sinnvollen Anwendungen übersicht-

lich ist. Eine Chance haben wir dort, wo wir technisch einen Vorteil generieren können, der so deutlich ist, dass der Endkunde ihn bezahlt. Vieles ist machbar, aber das geht halt auch konventionell, und wenn ich technisch nicht besser dastehe, dann zahlt kein Kunde mehr Geld dafür. Entscheidend für die weitere Entwicklung ist das Know-how bei den Kunden. Je mehr Leute sich mit dem Thema AM auseinandersetzen, je mehr intelligente Köpfe dieses Thema abklopfen, desto mehr sinnvolle und wirtschaftliche Anwendungen wird es geben.

Sie haben ja gerade erwähnt, dass sich additive Fertigung rechnen muss, wenn sie erfolgreich sein will. Wie sieht das denn bei der Chiron Group aus – ab wann müssen Sie einen nennenswerten Umsatz und vielleicht sogar schwarze Zahlen beisteuern?

BOI Natürlich haben wir einen soliden Businessplan mit realen Zahlen, und der gilt auch unabhängig von Corona. Nur so konnten wir überhaupt mit dieser Idee starten und ein Budget dafür bekommen. Ich kann zwar keine genauen Zahlen verraten, aber ich kann sagen, dass sie ambitioniert sind und dass ich nach wie vor davon überzeugt bin, dass wir sie erreichen werden.

Könnten Sie uns denn ein Gefühl für die Größenordnung geben, um die es bei Ihnen geht?

BOI Wir sind jetzt im Moment in der Pilotphase und möchten nächstes Jahr eine realistische Anzahl von Anlagen verkaufen. Dazu wollen wir 2021 mit unserer neuen Coating-Anlage auf den Markt. Lassen Sie es mich anders formulieren: Bevor ich diesen Job übernommen habe, war ich bis 2015 zehn Jahre lang Geschäftsführer unserer französischen Niederlassung. Und den Umsatz, den wir dort gemacht haben, möchte ich jetzt auch mit AM erreichen.

Herr Boi, wir wünschen Ihnen dafür viel Erfolg und bedanken uns herzlich für das Gespräch.

+ MEHR INFOS UNTER:

- » chiron-group.com
- » fon-mag.de

Chiron Group
Die Chiron Werke GmbH & Co. KG, aus der später die Chiron Group hervorging, wurde 1921 gegründet. Das Unternehmen mit Sitz in Tuttlingen ist Spezialist für CNC-gesteuerte, vertikale Fräs- und Fräs-Dreh-Bearbeitungszentren sowie Turnkey-Fertigungslösungen. Mit 2.100 Mitarbeitern erzielte das Unternehmen 2019 einen Umsatz von 443 Millionen Euro. Zur Chiron Group gehören die Marken Chiron, Stama und Factory5 für Neumaschinen sowie CMS für Retrofit. Produkte und Lösungen für die additive Fertigung ergänzen das Portfolio.

»IHR MÜSST MEHR STROH UNTERMISCHEN«

Die Zementindustrie ist weltweit einer der größten Verursacher von CO₂-Belastungen. Mit dem 3D-Druck wird deshalb die Hoffnung verbunden, materialschonender und nachhaltiger zu bauen. Noch größeres nachhaltiges Potenzial liegt in alternativen Baumaterialien: Der MIT-Forscher Sandy Curth und ein Team der University of California, Berkeley haben sich an den alten Baustoff Lehm gewagt und in der Steppe von Colorado bereits die ersten Testgebäude 3D-gedruckt. Doch die Herausforderungen sind groß.



Die örtlichen Farmer schmunzelten zwar über die unbekannte Bautechnologie, denn allein mit der Bedienung waren so viele Personen beschäftigt, wie man sonst auf der gesamten Baustelle dieser Größe hatte. Doch sie gaben auch gut gemeinte Ratschläge: »Ihr müsst mehr Stroh untermischen«, meinte einer. »Wie wollt ihr das isolieren oder da ein Dach drauf setzen?«, fragte einer anderer. Sandy Curth, der mit seinen Forscherkollegen Logman Arja, Ronald Rael und Virginia San Fratello in der Nähe von Antonito, Colorado die ersten Prototypen aus Lehm in die Steppe 3D-druckte, freute sich über die Reaktion der Leute mit viel handwerklicher Erfahrung. Denn

schließlich setzten sie sich mit dieser neuen Technologie auseinander und sahen darin nicht etwas Überflüssiges oder gar eine Bedrohung. »Das zeigt, dass sich die Technologie in die richtige Richtung entwickelt. Die Leute fangen an, solche Maschinen als zuverlässig anzusehen.«

MÖGLICHT WENIG MATERIAL

Dabei ist die Technologie des MIT/UC-Berkeley-Forscherteams bewusst möglichst schlicht gehalten: Das Baumaterial (eine Mischung aus Lehm, Sand, Stroh und Wasser) wird durch einen Schlauch gepumpt und mittels Roboterarm an die gewünschte Stelle

Das Zedernholz (Bild rechts) verbindet die durch einen Luftspalt getrennten Innen- und Außenwände. Das geschah nicht nur aus ästhetischen Gründen und in Anlehnung an die traditionelle Lehmbauweise in Djenné, Mali, wo hölzerne Elemente als permanentes Gerüst für den jährlichen Neuverputz der Wände eingebettet sind, sondern als neuartiger Ansatz für eine hybride Struktur, die die Integration von Dämmstoffen ermöglichen könnte.

Text: Thomas Masuch

Fotos: Sandy Curth

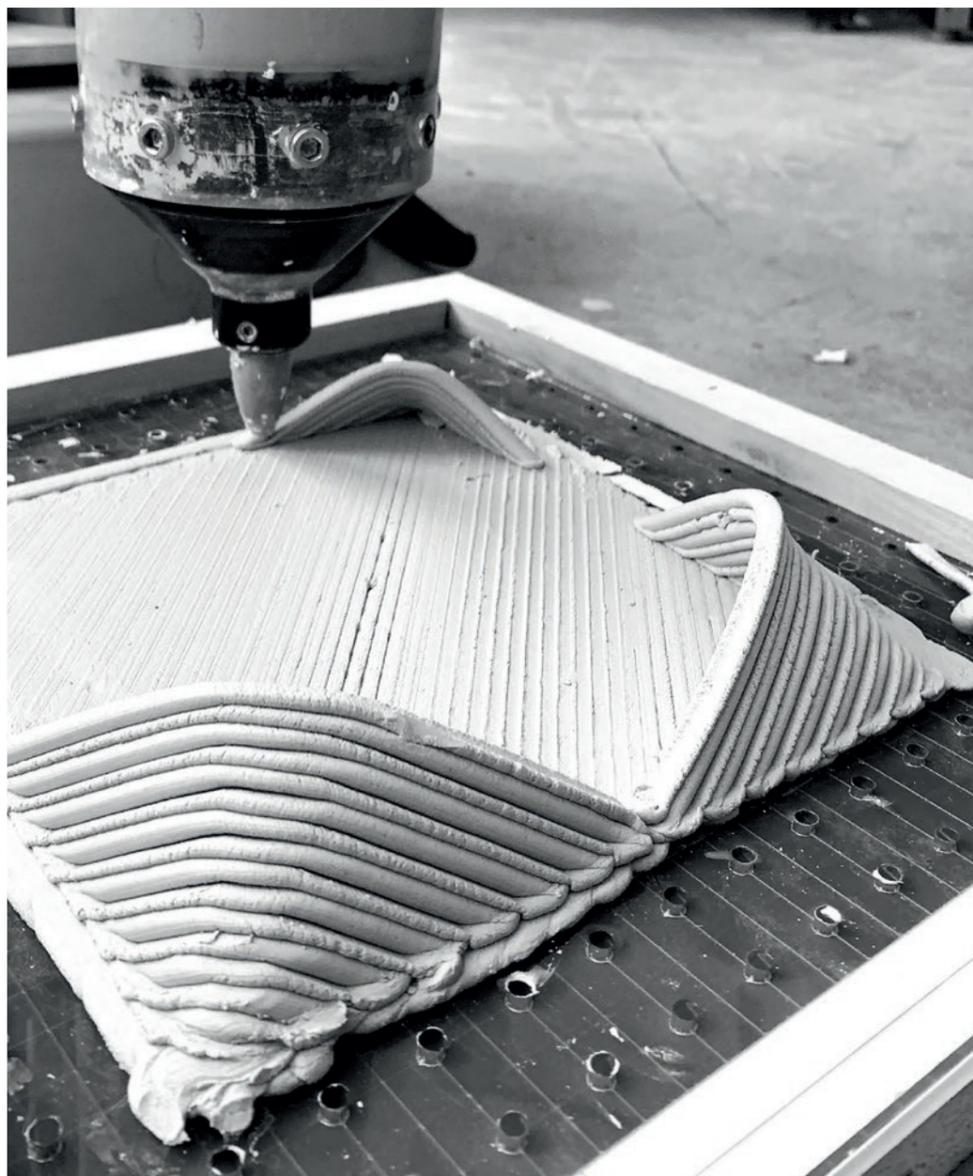


platziert. So legt sich eine Wurst aus Lehm über die nächste und es entstehen die wabenförmigen Wände der runden Gebäude, die wie eine Mischung aus Bienenstock und Indianerzelt anmuten. Sandy Curth, den vor allem die Idee der Nachhaltigkeit antreibt, setzt dabei Ressourcen beim Material wie auch bei der Technik möglichst schonend ein. »Nachhaltigkeit bedeutet, so wenig Material wie nötig einzusetzen und mit einer möglichst reduzierten technischen Ausrüstung vor Ort etwas Großes, Komplexes und Funktionelles herzustellen.«

Wie leistungsfähig Lehm in der Architektur ist, zeigt sich nicht nur auf der Arabischen Halbinsel im Wadi Hadramaut, das wegen

seiner neunstöckigen Gebäude auch als Chicago der Wüste bekannt ist. Auch in Deutschland hat ein sechsgeschossiges Lehmhaus im hessischen Weilburg seit 1836 zahllosen langen, kalten und feuchten Wintern standgehalten. In den vergangenen Jahren hat das wachsende Streben nach Nachhaltigkeit der Verwendung von Lehm in der Bauindustrie in Europa, den USA und China neuen Schwung verliehen. So kam zum Beispiel bei der 2019 eingeweihten Zentrale des Bio-Lebensmittel-Unternehmens Alnatura Lehm in großem Maße zum Einsatz. Wände aus Stampflehm liegen im Trend – vor allem dort, wo sie keine tragende Rolle spielen. Die Vorteile dieses seit

Die Prototypen in der Steppe von Colorado verbinden traditionelle Lehmbaukunst mit den besonderen Möglichkeiten des 3D-Drucks.



Die Forschungsarbeiten mit dem Baustoff Lehm umfassen auch die Erprobung gestalterischer Strukturen.

Jahrhunderten verwendeten Baustoffs gegenüber Zement sind enorm: Das Material ist schadstofffrei, in der Herstellung klimaneutral, es sorgt für ein gesünderes Raumklima und beeindruckt auch optisch durch seine natürliche Struktur. Für die USA sieht Sandy Curth im Lehm sogar einen »extrem stark wachsenden Markt«.

KEIN LABOR

Doch die Verarbeitung mittels 3D-Druck stellt hohe Hürden auf: Im Gegensatz zum industriellen 3D-Druck von Metall, bei dem der Prozess in einer möglichst klinisch-konstanten Umgebung abläuft, lassen sich beim 3D-Druck von Lehm viele Variablen kaum vorherbestimmen. Das beginnt beim Material, das vor Ort

verfügbar sein sollte, um lange Transportwege zu vermeiden. Neben diesen regionalen Besonderheiten spielt auch die natürliche Umgebung inklusive Sonne und Wind eine große Rolle – schließlich muss der Lehm trocknen, bevor er weitere Schichten tragen kann. »Und wir drucken ja ein einer Umgebung in 3D, die einer echten Baustelle ähnelt: Wir sind draußen, das Wetter wechselt und die Ausrüstung wird ziemlich in Anspruch genommen. Das ist eben kein Labor.«

Ein weiterer ungewöhnlicher Faktor ist die Zeit: Während es sehr schnell aushärtenden Beton gibt, erfordert der 3D-Druck von Lehm Geduld. »Beton hat eine genau definierte Zeit, die er zum Aushärten braucht. Beim Lehm dagegen müssen wir das Trocknen berechnen«,

so Curth. So konnte immer nur zwei bis drei Stunden am Stück gedruckt werden. Dann begann das Warten. Oder der Umzug: Während ein Objekt trocknete, zogen die MIT-Forscher mit ihrem Lehm-3D-Drucker zum nächsten »Gebäude« und machten dort weiter. »Wir druckten an drei bis vier Stellen gleichzeitig und erzielten so nach und nach einen kontinuierlichen Workflow auf der Baustelle.«

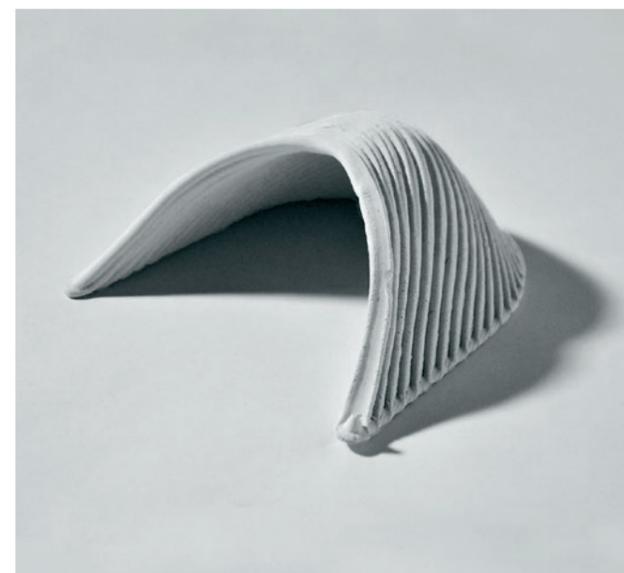
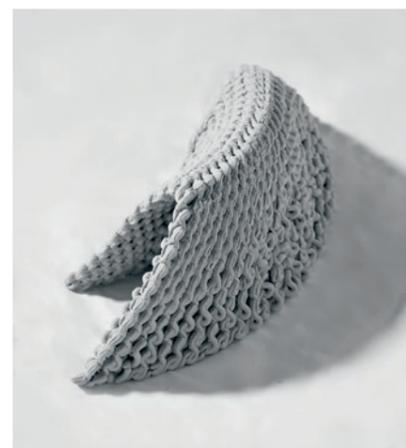
Aufgrund der vielen nicht vorhersehbaren Einflüsse scheint eine professionelle Anwendung, die ja auch eine Zertifizierung einschließt, auf den ersten Blick ein Ding der Unmöglichkeit. Doch Sandy Curth ist da zuversichtlich: Um die zahlreichen Variablen unter Kontrolle zu bringen, entwickelt er eine Software, die zum Beispiel anhand der aktuellen

Wetterlage und der speziellen Materialeigenschaften die passenden 3D-Druckparameter berechnet. Diese soll künftig nicht nur für Lehmkonstruktionen, sondern auch für Beton geeignet sein und dem 3D-Druck in der Branche einen zusätzlichen Schub geben. »Durch die Verbesserung der Software wird diese Technologie für vielfältige Anwendungen in der Bauindustrie nutzbar sein.«

Bei der Entwicklung der Software arbeitet Curth mit verschiedenen Zement-Herstellern zusammen. Auch wenn das den nachhaltigen Ansatz etwas eintrübt, »können wir so vieles, was wir mit Lehm machen wollen, bereits validieren. Und außerdem sorgt auch bei Beton jede Materialeinsparung dafür, dass weniger CO₂ ausgestoßen wird.« Darüber hinaus hat

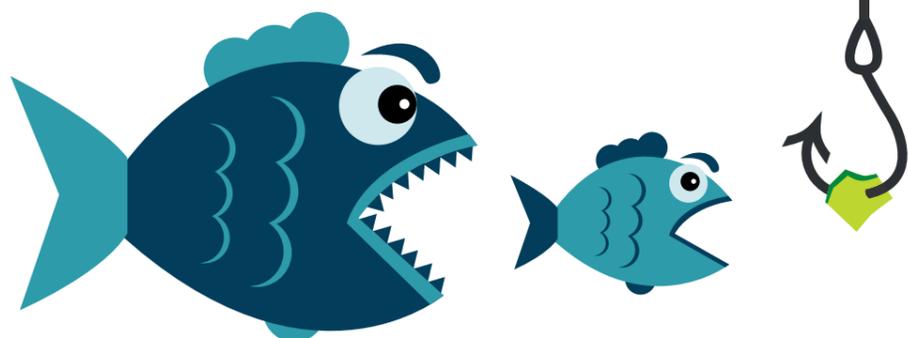
Curth mit der Entwicklung seines Lehm-3D-Drucks noch ganz andere Anwendungen im Blick: »Der 3D-Druck von Lehmmaterialien und die entsprechenden Pläne und Methoden sind wohl die überzeugendste Blaupause für den 3D-Druck von Gebäuden im Weltraum.«

+ MEHR INFOS UNTER:
» fon-mag.de



Die Forschungsergebnisse können vielleicht einmal beim 3D-Druck von Gebäuden im Weltall helfen.

SCHRÄG GEDACHT



Fischige Aussichten

Wenn es um Nachwuchskräfte und Berufseinsteiger geht, ist ja mittlerweile von »Talenten« die Rede – wobei das Wort ja ursprünglich auf eine Gewichtseinheit in der Antike zurückgeht und später bei den Römern als Währungseinheit fungierte. Später entstand die Formulierung, dass eine Person Talent hat, was implizierte, dass man ihr eine gewisse Form von Wert zumaß, sozusagen ein innerer Schatz, den es zu heben gilt.

Auch wenn es aus Sicht der AM-Welt schwer vorstellbar ist, wollen junge Menschen von den mehr oder weniger vorhandenen Talenten zumindest in beruflicher Hinsicht immer spärlicher Gebrauch machen. Das ergab eine Studie von EY, zu der im Oktober 2020 mehr als 2.000 Studierende in Deutschland befragt wurden. Ganz oben auf der persönlichen Wunschliste für eine künftige Beschäftigung stehen Jobsicherheit (67 %), Gehalt (55 %) und Vereinbarkeit von Familie und Beruf (39 %). Deutlich weniger wichtig sind Aufstiegschancen (33 %), flache Hierarchien (22 %) oder die Innovationskraft des Unternehmens (16 %). Kein Wunder, dass immer mehr junge und talentierte Menschen hierzulande eine Anstellung im Staatsdienst suchen und als Beamte in den Genuss von geregelten Arbeitszeiten, einem sicheren Job und – später einmal – einer üppigen Pension kommen wollen.

Doch die Scheu vor dem beruflichen Risiko könnte bald schwinden – und das liegt möglicherweise an einem Stoff, der sich in Meeren, Flüssen und Böden ausbreitet und immer weiter in unsere Nahrungskette vordringt: Mikroplastik. Bei Fischen konnten Forscher schon eine Verhaltensänderung feststellen. Laut einer Studie der australischen James-Cook-Universität zeigten junge Riffbarsche, die mit ihrer Nahrung auch 0,2 mm kleine Polystyrol-Partikel verspeist hatten, eine deutlich höhere Bereitschaft, Risiken bei der Nahrungssuche auf sich zu nehmen. Die Erklärung dafür ist so simpel wie einleuchtend: Die Mägen waren voll, doch die Fische blieben hungrig.

Ob diese spezielle Diät eine nachhaltige Methode sein wird, die Gründungsmentalität und Risikobereitschaft junger Menschen zu fördern, darf allerdings bezweifelt werden. Den jungen Riffbarschen bekam das Plastik-Menü nämlich gar nicht: 72 Stunden nachdem sie im Great Barrier Reef ausgesetzt worden waren, hatten Raubfische ausnahmslos alle verspeist.

Text: Thomas Masuch

Illustration: feedbackmedia.de, iStock / Susi0

AM4U – LESEN, SEHEN UND VERSTEHEN SIE ADDITIVE MANUFACTURING



AM Field Guide

Der AM Field Guide wurde zusammen mit Prof. Dr.-Ing. Steffen Ritter von der Technischen Hochschule Reutlingen konzipiert und liefert nun auch digital grundlegendes Verständnis für die einzelnen Verfahrensprinzipien und Materialien der AM-Produktion.

+ Zur Theorie:
formnext.com/amfieldguide

Formnext.TV

Einblicke hinter sonst verschlossene Türen, Technologien, die die industrielle Produktion revolutionieren, Expertentalks und Interviews. Die AM-Branche in unterhaltsamen Bewegtbildern.

+ Zum Sender: Formnext.TV

Fon-Mag.de

Noch mehr Fon Mag gefällig? Die digitale Version des Formnext Magazins bietet neben der gedruckten Ausgabe ganzjährig aktuelle Berichte aus der AM-Community.

+ Weiterlesen: Fon-Mag.de

+ **formnext**

» 16. – 19.11.2021
» Messe Frankfurt
» Weitere Infos unter formnext.de

@ **KONTAKT:**

» Hotline: +49 711 61946-810
» formnext@mesago.com

📅 **SAVE THE DATE 2022:**
» 15. – 18.11.2022

IMPRESSUM fon | formnext magazin Ausgabe 01/2021

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

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

© Copyright Mesago Messe Frankfurt GmbH
Alle Rechte vorbehalten.

REDAKTION
ZIKOMM – Thomas Masuch
thomas.masuch@zikomm.de

GESTALTUNG
feedbackmedia.de

DRUCK UND BINDUNG
Druckhaus Stil + Find, Leutenbach-Nellmersbach

ERSCHEINUNGSWEISE
Das Magazin erscheint 4-mal jährlich.

ADVERTISING
zikomm publishing UG
advertising@zikomm.de
Telefon: +49 2332 95383-35

AUFLAGE
23.500 Exemplare

LESERSERVICE
formnext-magazin@mesago.com
Telefon +49 711 61946-810



INDUSTRIE
FREIE MATERIALWAHL
MECHANISCHE FESTIGKEIT
**ARBURG KUNSTSTOFF-
FREIFORMEN**
3D-DRUCKTECHNOLOGIE
KLEINSERIE



WIR SIND DA.

Mehr Flexibilität für Ihre additive Fertigung! Unsere beiden freeformer bieten Ihnen alles für die industrielle Herstellung hochwertiger Einzelteile und Kleinserien: unterschiedliche Bauraumgrößen, zwei oder drei Austrageinheiten, eine Vielfalt qualifizierter Originalkunststoffe. Auch für belastbare und gleichzeitig komplexe Hart-Weich-Verbindungen. Alles geht mit unserem offenen System!
www.arburg.com

ARBURG