

02/2017

fon

das formnext magazin



Wie 3D-Druck den
Alltag von Menschen
mit Handicap verän-
dert

» S. 08

Der Maschinen-
bauer Arburg
erschließt den
AM-Markt

» S. 12

Forscher aus
Karlsruhe machen
3D-gedrucktes Glas
möglich

» S. 17

Zuletzt sind die radikalen
Veränderungen so
schnell geworden, dass
die Gesellschaft mit
dem Denken nicht mehr
nachkommt.

[Astro Teller, Google X]

Titelseite: Autodesk

EDITORIAL

Während sich die meisten unter uns über den Sommer freuen, dürfte die Zeit für einige Fußballbegeisterte weniger erfreulich ausfallen: Die nationalen Meisterschaften sind gelaufen und weder eine anstehende Europa- noch eine Weltmeisterschaft verbreitet in den nächsten Monaten Euphorie. Zeit also für die Mannschaften ihre Systeme zu justieren, den kreativen Spielstil zu verbessern oder, wie Trainer gern predigen, Automatismen greifen zu lassen.

Auch an unserem Standort Frankfurt wird Fußball mit großer Resonanz gespielt: Manchmal als filigran zelebrierter Systemfußball, meistens jedoch – und da mögen mir die überzeugten Fans von Eintracht Frankfurt verzeihen – mit großer kämpferischer Leidenschaft.

Mit einem kreativen System und viel Leidenschaft gehen auch wir mit der formnext bereits in die dritte Saison. Unser Spiel kommt aus einer soliden, serviceorientierten Abwehr und wird von einem agilen Branchenaustausch im Mittelfeld beflügelt. Unser Angriff ist mit zahlreichen innovativen Ausstellern breit besetzt und bringt damit eine kreative Spielanlage auf den Platz.

In unseren ersten beiden Spielzeiten konnten wir bereits das internationale Publikum begeistern und gleichzeitig unseren Ausstellerkader beträchtlich vergrößern. Das liegt sicherlich auch daran, dass nach zweijähriger Aufbauphase auch bei der

formnext die Automatismen immer mehr greifen. Doch wie große Fußballmannschaften bleibt ebenso das Team der formnext schwer auszurechnen: Neben zuverlässig guter Leistung werden wir immer wieder mit neuen Ideen überraschen und überzeugen.

Über unsere Aktivitäten und vor allem über die unserer Partner und der gesamten Branche informieren wir Sie auch in diesem »fon«-magazin. Seit kurzer Zeit gibt es das Magazin übrigens auch online (fon-mag.de) und bietet hier noch mehr und interaktiv Informationen, Bilder und Videos.

Ich freue mich, dass Sie uns als Aussteller, Besucher, Freund, Partner oder Fan auf unserer weiteren sportlichen Tour zur »Champions-League-Messe« begleiten.

Ihr Sascha F. Wenzler
Bereichsleiter formnext

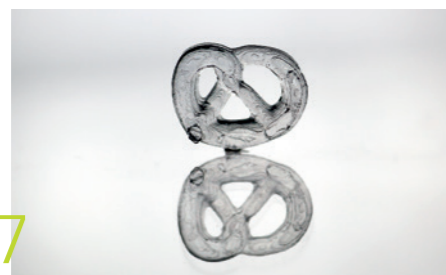


INHALT

08



17



08 LEBENSQUALITÄT IN NEUER DIMENSION

» 3D-Druck-Technologien für Menschen mit Handicap

12 IM INTERVIEW

» Eberhard Lutz spricht über Arburgs technologische Besonderheiten

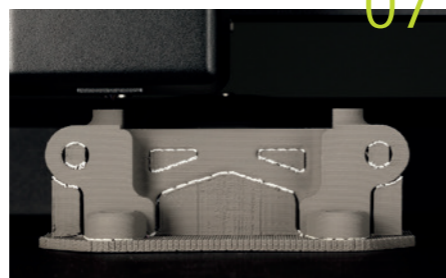
16 NEWS

» 3D Wash · Palmyra · Glasdruck
SpaceX

18 SCHRÄG GEDACHT

» Nicht nur eine Frage des Geschmacks

07



12



05 FORMNEXT NEWS

» formnext knackt Vorjahreszahlen sechs Monate vor Messebeginn

05 BRANCHENNEWS

» Über das Cover
» Urbanmaker druckt Designerlampen und optimiert Prozessketten
» MAN · Concept Laser
Desktop Metal · Wohlers-Report

07

BRANCHENNEWS

FORMNEXT ZEIGT BEEINDRUCKENDES WACHSTUM – 100 NEUAUSSTELLER AUS 22 LÄNDERN

Bereits ein halbes Jahr vor dem Messestart der formnext 2017 hat die Ausstellungsfläche die Größe des Vorjahres übertroffen: Über 19.000 m² Ausstellungsfläche sind bereits gebucht (Stand Mitte Mai 2017).

»Die formnext wächst auch im dritten Jahr weiter rasant und bestätigt unser innovatives Messekonzept«, so Sascha F. Wenzler, Bereichsleiter formnext beim Messeveranstalter Mesago Messe Frankfurt GmbH. »Bis zum Messebeginn werden wir die schon erfolgreichen Vorjahreszahlen noch einmal deutlich übertreffen. Damit ist die formnext die Leitmesse für die nächste Generation intelligenter industrieller Produktion.«

Erstmals wird die formnext 2017 zwei Halbenebenen in der Halle 3 der Messe Frankfurt belegen. Basis für das starke Wachstum ist unter anderem die hohe Zahl der Neuaussteller.



100 Unternehmen aus 22 Ländern haben sich erstmalig als Aussteller angemeldet, darunter prominente Namen wie BASF, Desktop Metal, Protiq, Sodick und Wacker. Mit 288 gemeldeten Ausstellern (Mitte Mai) ist schon fast das Niveau des Vorjahres (307) erreicht.

+ MEHR INFOS UNTER:
» formnext.de/Aussteller

DIE LEUCHTENDE »HANNI« ENTSTEHT ÜBER NACHT

In metallisch-geschmeidigem Orange leuchtete ein wabenförmiges Objekt auf der Titelseite der März-Ausgabe des »fon«-magazins. Hinter den eleganten Strukturen verbirgt sich »Hanni«, ein 3D-gedrucktes Lampen-Modell von Urbanmaker. Dieses schmückte auch auf der formnext 2016 den Messestand des westfälischen Start-ups und ist seitdem auch im Schaufenster des Unternehmens in Münster zu finden.

Mit »Hanni« nutzt Urbanmaker die Vorteile der Additiven Fertigung: Kunden können die Lampen individualisieren. Farbe und Größe lassen sich frei wählen, zudem hat der Kunde die Wahl zwischen Hängelampe und Stehleuchte. 49 Euro kostet »Hanni« in der Standardausführung (ca. 25 x 20 cm).

Die Idee zur eigenen Lampenkreation hatte ein Mitarbeiter von Urbanmaker, der nach dem Wohnungsumzug keine passende Leuchte fand und einfach selbst eine entwarf und druckte.

»In Zukunft wollen wir die Lampe auch über einen Onlineshop verkaufen«, erklärt Mitbegründer und Mitgeschäftsführer Juri Boos, der auch darauf stolz ist, dass »Hanni« aus einem recycelbaren PLA (Biokunststoff aus Maisstärke) gefertigt wird.

Gedruckt wird nach Bedarf und über Nacht. Acht Stunden laufen die Lampenschirme. Die grobe Oberfläche ist bewusst gewählt und entsteht durch die optimierte Fertigung in nur einer PLA-Schicht.

Von den Standarddruckern der großen Hersteller haben sich die umtriebigen Jungunternehmer von Urbanmaker bei der Produktion von »Hanni« inzwischen verabschiedet: Die Leuchten entstehen auf dem »beri-boy« – einem 3D-Drucker, der in Zusammenarbeit mit der Firma Feintechnik Rittmeyer aus Münster entwickelt wurde. »Mit dieser Maschine haben wir uns mehr Potenzial für eigene Druckvarianten und für unsere eigenen Filamente

ermöglicht«, erklärt Boos.

Das Hauptgeschäft von Urbanmaker sind allerdings keine Designleuchten, sondern Lösungen für gewerbliche Kunden. Hier entwickeln die Münsteraner Jungunternehmer Prototypen, produzieren Kleinserien, optimieren bestehende Prozessketten und implementieren additive Lösungen in der Industrie.



Quellen: Desktop Metal (6), Mecuris GmbH (8), Arburg (12) Neptun/Lab/KIT (17)

Fotos: Klerx (oben), Urbanmaker

BRANCHENNEWS

MAN MACHT 3D-DRUCK ZUM STANDARD

MAN Diesel & Turbo stattet Gasturbinen nun mit Komponenten aus dem 3D-Druck aus. »Als weltweit erster Hersteller setzen wir komplexe Komponenten aus dem metallischen 3D-Druck nicht nur in Probeläufen, sondern ab sofort in der Serienfertigung ein«, berichtet der Vorstandsvorsitzende Dr. Uwe Lauber.

Um das Potenzial der Technologie weiter auszuschöpfen, investiert MAN Diesel & Turbo in das »MAN Center for Additive Manufacturing«, ein produkt- und standortübergreifendes Expertenzentrum am Turbomaschinen-Werk in

Oberhausen. Im »Mancam« kommen Designspezialisten, Werkstoffingenieure und Fertigungstechniker zusammen, um die Vorteile der Additiven Fertigung auf weitere Komponenten und Produkte auszuweiten, etwa für Laufräder von Kompressoren oder Kraftstoffdüsen von Motoren.

»Wir investieren derzeit rund 2,6 Millionen Euro, um die zahlreichen Vorteile der Additiven Fertigung entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu nutzen«, erklärt Dr. Roland Herzog, Leiter Materialtechnologie in der Geschäftseinheit Turbomaschinen.

Für die Produktpalette von MAN Diesel & Turbo bringe die Additive Fertigung ein enormes Potenzial, das sich vor allem bei der Herstellung von Gasturbinen-Komponenten zeige. »Additiv gefertigte Leitschaukelsegmente, die wir ab sofort in unseren Gasturbinen vom Typ MGT6100 verbauen, haben sich als besonders geeignet erwiesen«, so Herzog. Die Freigabe für die Serienproduktion sei das Ergebnis einer intensiven Zusammenarbeit mit hochspezialisierten Zulieferern und Entwicklungspartnern wie dem Fraunhofer Institut für Lasertechnik.

GE MACHT DEUTSCHLAND ZUM ZENTRUM SEINER ADDITIVEN FERTIGUNG

GE und Concept Laser investieren rund 100 Millionen Euro in das Wachstum des industriellen 3D-Metalldrucks. Am deutschen Standort Lichtenfels soll bis Anfang 2019 ein neuer 3D-Campus entstehen und 700 Arbeitsplätze schaffen. Damit will GE die globale Marktführerposition in diesem neuen Bereich industrieller Fertigung ausbauen.

Wie Concept Laser mitteilte, wird der Spatenstich für den 3D-Campus an einem neuen Standort im oberfränkischen Lichtenfels im Herbst 2017 erfolgen. Auf einer Fläche von rund 35.000 Quadratmetern werden künftig Forschung und Entwick-

lung sowie Produktion, Service und Logistik unter einem Dach vereinigt sein. Die neuen Räumlichkeiten sollen Anfang 2019 bezugsbereit sein. Damit wird der Standort Lichtenfels von Concept Laser zu einem Zentrum für die Entwicklung der 3D-Metalldruck-Technologie von GE weltweit werden.

»Durch den 3D-Campus wird gleichzeitig der unternehmerische Geist und die Start-up-Kultur des Unternehmens erhalten und gestärkt«, äußert sich Frank Herzog, Gründer und Vorsitzender Geschäftsführer von Concept Laser. »Ich freue mich sehr, dass das Bekenntnis zum Wachstum

am Standort Lichtenfels von GE nun mit Taten untermauert wird.«

Bereits heute wird die 3D-Metalldrucktechnologie bei GE vor allem im Bereich Luftfahrt für verschiedene Bauteile in Serie eingesetzt. Einschließlich der Übernahmen der Mehrheitsanteile von Concept Laser und Arcam hat GE bereits mehr als 1,5 Milliarden US-Dollar in den Bereich Additive Manufacturing investiert. »Unsere Investition in einen zusätzlichen Standort für Concept Laser ist Teil unserer langfristigen Strategie zur Fertigung der Zukunft«, sagt Mohammad Ehteshami, Vice President von GE Additive.

Der geplante 3D-Campus von Concept Laser am Standort Lichtenfels. Bild: Concept Laser.

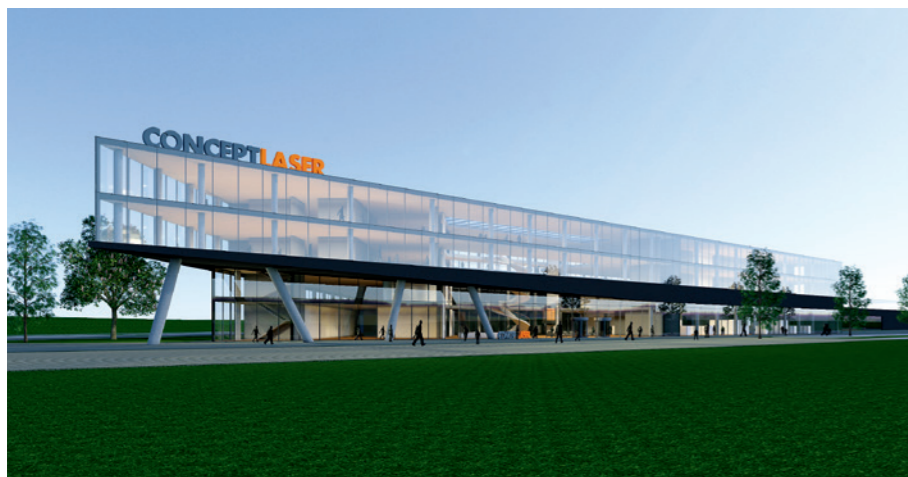


Foto: Concept Laser

Fotos: Desktop Metal (oben), Autodesk (rechts)

BRANCHENNEWS

»GESETZE DER METALLFERTIGUNG ÄNDERN SICH«

Die reinen Zahlen könnten für den Metall-3D-Druck einen neuen Meilenstein bedeuten: Mit einer bis zu 100-mal schnelleren Produktionsgeschwindigkeit macht Desktop Metal nach eigenen Angaben die Serienproduktion für den Metall-3D-Druck wirtschaftlich.

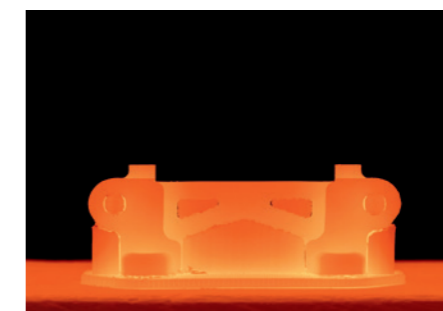
Das US-Unternehmen aus Burlington hat zwei Systeme vorgestellt, die für das Prototyping sowie für die Serienproduktion den gesamten Produktionszyklus abdecken sollen. Die Systeme verfügen über einen Bauraum von 330 x 330 x 330 mm. Laut Hersteller würden sie mit einer Baurate von bis zu 8.200 cm³ pro Stunde um 100-mal schneller produzieren als herkömmliche Metall-3D-Druck-Systeme und damit »die Gesetze der traditionellen Metallfertigung ändern«.

Technologisch basieren die Systeme auf der »Single Pass Jetting-Technologie« (SPJ): Zuerst werden die Bauteile mit einer Mischung aus Metallpulver und Bindematerial geformt (Bound Metal Deposition). Danach werden die Teile im vollautomatischen, bis zu 1400° C heißen Ofen gesintert. Eine große Vereinfachung verspricht Desktop Metal unter anderem auch durch die integrierte Software, die einen nahtlosen Druck aus CAD-Daten ermögliche.

Seit der Gründung im Oktober 2015 hat das US-Unternehmen 97 Millionen Dollar von Investoren erhalten, darunter GV (bisher Google Ventu-

res), BMW, GE, Saudi Aramco und Stratasys. Die heute über 100 Köpfe starke Belegschaft hat mehr als 138 Patente auf den Weg gebracht. Zum Gründungsteam zählen MIT-Professoren und Vordenker der Branche. Lieferbar soll das DM Studio System ab August 2017 sein, das DM Production System ab Anfang 2018.

» Weitere Infos und Videos unter fon-mag.de



AM-BRANCHE IM JAHR 2016 UM 17,4 PROZENT GEWACHSEN

Laut dem Wohlers Report 2017 ist die 3D-Druckbranche im vergangenen Jahr um 17,4 Prozent gewachsen und hat ein Marktvolumen von 6,063 Milliarden US-Dollar erreicht. Dass das Wachstum deutlich unter der Steigerung des Vorjahres (25,9 Prozent) lag, führt der Wohlers Report auf die schwächere Entwicklung bei den größten Herstellern der Branche zurück. Ohne diese hätte das Wachstum bei der restlichen Branche bei rund 25 Prozent gelegen.

Darüber hinaus beschreibt der von Consultingunternehmen Wohlers Associates herausgegebene Report auch eine immer stärker werdende Konkurrenz am Markt: Während 2014 noch 49 Hersteller Systeme für Additive Fertigung verkauften, waren es laut Wohlers im vergangenen Jahr bereits 97. Diese Entwicklung habe zu einem Wettbewerb geführt, der neu für die Branche sei.

Für den 344 Seiten langen Report hatte Wohlers Associates 100 Dienstleister und 80 Hersteller von Systemen und Materialien befragt.

Profisport-Prothese aus dem 3D-Drucker: Gewichtsreduzierte Prothesen aus dem 3D-Drucker ermöglichen heutzutage außergewöhnliche Wege im Behindertensport zu gehen. Durch ihren verkürzten Herstellungsprozess bringen sie Profisportler trotz körperlicher Einschränkungen schnell und effektiv zu Höchstleistung. Wie additive Technologien als Motor für mehr Leistungskraft noch eingesetzt werden können und warum sie den Alltag speziell für kleine Kinder mit Handicap grundlegend verändern, erfahren Sie auf den folgenden Seiten.

+ NEU! DAS FORMNEXT MAGAZIN IST AUCH ONLINE VERFÜGBAR:

» fon-mag.de

IM FOKUS: LEBENSQUALITÄT IN NEUER DIMENSION

Wie 3D-Drucktechnologie den Alltag für Menschen mit Handicap grundlegend verändern kann.



Mecuris FirStep 1.0 –
Emma betrachtet sich stolz
vor dem Spiegel

Die vierjährige Emma ist ein fröhliches Mädchen. Sie liebt es zu tanzen und mit Gleichaltrigen herumzutollen, zu klettern, zu rutschen – einfach Spaß zu haben wie andere in ihrem Alter auch. Ganz ungezwungen und frei. Doch das konnte sie nicht immer. Seit ihrer Geburt hat Emma mit einem Handicap zu kämpfen: Aufgrund des sogenannten Amniotischen Bandsyndroms wurden ihr noch im Mutterleib unter anderem der rechte Fuß bis zum Sprunggelenk und manche Zehen an ihrem linken Fuß abgeschnürt. Doch Emma ist eine Kämpferin. Schon im Alter von einem halben Jahr bekam sie ihre erste Prothese – manuell durch das Gipsdruckverfahren sehr aufwendig produziert und im Verhältnis zu Prothesen für Erwachsene deutlich teurer in der Herstellung.

PROTHETISCHE VERSORGUNG FÜR KINDER UNTER FÜNF JAHREN BISHER SCHWIERIG

Die prothetische Versorgung für Kinder unter fünf Jahren gestaltet sich äußerst schwierig, erklärt Emmas Vater René Siebenlist:

»Ein Problem sehe ich persönlich bei der Aufklärung bzw. Beratung zum Thema Orthesen und Prothesen« und ergänzt, dass er insbesondere auch die Krankenkassen in dieser Hinsicht in der Pflicht sehe, trotz der glücklicherweise

geringen Fallzahlen. Eine weitere Schwierigkeit sei, dass es laut Experten keine konkrete ISO-Norm gebe, die Kinderfüße in dieser Größe abdecke. Mit der Situation wollten sich Emmas Eltern nicht zufrieden geben. Eine bessere Lebensqualität für ihre Tochter versprachen sie sich durch die 3D-Drucktechnik und wandten sich auf Anraten ihres Orthopädie-Spezialisten an einen Branchenneuling auf diesem Gebiet – die Mecuris GmbH. Seit Mitte 2016 nimmt sich das Münchner Unternehmen mit ihrem »FirStep«-Modell für Kleinkinder der Problematik einer individuellen prothetischen Versorgung eines Kinderfußes an.

PASSGENAUE PROTHESEN FÜR KINDER JEDES ALTERS

»Dank der additiven Fertigung mit selektiven Lasersintern von Kunststoffpulvern (Polyamid) konnten wir Emmas Prothese nach einem komplett parametrisch aufgebauten CAD-Modell ihres Fußes passgenau herstellen und drucken lassen. Unsere Druckpartner nutzen vor allem Maschinen von EOS, wie die Formiga, die P395/396 oder auch die P760/770, welche es erlauben, ein ganzes künstliches Bein am Stück und liegend herzustellen«, erklärt Manuel Opitz, CEO Mecuris GmbH. »

Text: Carolin Manggold

Fotos: Mecuris GmbH (links), Optimus GmbH (rechts)



Das zukunftsweisende
Kinderfußmodell Mecuris
FirStep 1.0



Paralympionikin Denise Schindler mit 3D-gedruckter Sportprothese

Und nicht nur Emma ist von ihrem »neuen, pinkfarbenen Fuß« aus dem 3D-Drucker begeistert.

FIRSTSTEP 1.0 ÜBERZEUGTE DESIGN-AWARD-JURY

Das Modell überzeugte auch eine hochkarätige Jury des Design-Awards »Purmundus Challenge« im Rahmen der formnext 2016. Bei dem Wettbewerb präsentierten 18 Finalisten aus aller Welt herausragende Designs zum Thema »3D-Druck für den mobilen Menschen«. Die Mecuris GmbH wurde für die zukunftsweisende Idee ihres »FirStep 1.0«-Kinderfußes mit der begehrten Trophäe in Gold ausgezeichnet.

Und die Designer sind stolz auf ihre 3D-Konstruktion. Manuel Opitz erklärt, warum die neue 3D-Drucktechnik das Leben und das damit verbundene Selbstwertgefühl vieler Kinder grundlegend verändern kann:

»Wir sind überzeugt davon, dass auch Kinder mit Amputation ein Recht darauf haben, selbstbewusst erste Schritte im Leben zu machen. Dazu gehört, dass sie nicht nur funktional, sondern auch »schick« versorgt werden. Wir wollten etwas Altersgerechtes, Schönes anbieten und dies auch der Welt vorstellen – die Purmundus Challenge bot dafür eine ausgezeichnete Plattform.«

Mithilfe von Additiver Fertigung und deren digitaler Qualitätssicherung verspricht Mecuris ganz neue Möglichkeiten der Prothesenversorgung für Kinder im Vergleich zu Serienherstellern.

»Mit unserer Plattform können wir anhand von Bilddaten Prothesen in der Cloud konstruieren und dann vor Ort »drucken« lassen. Dies ersetzt keinesfalls den Fachmann, aber steigert dessen Produktivität um bis zu 400 Prozent, so dass er sich mehr auf seine Patienten statt auf die Produktion konzentrieren kann«, ergänzt Opitz.

BIS ZU 400 PROZENT PRODUKTIVITÄTSSTIEGERUNG DURCH 3D-DRUCK »ON-DEMAND«

Auch Emma und ihre Eltern freuen sich über die schnelle additive Produktion der Kinderfuß-Prothese, genau dann wenn sie gebraucht wird. Eine solch »on-demand«-Versorgung hat große Vorteile: Zahlreiche Fahrten zum Orthopädietechniker bleiben ihnen erspart.

Nicht zu unterschätzen: Der Kostenfaktor, denn die Krankenkasse erstattet laut Manuel Opitz bei Kindern weniger als für Erwachsenenfüße. Da Emma kontinuierlich wächst, braucht sie alle drei bis sechs Monate eine neue Prothese. In den vergangenen vier Jahren wurden für sie insgesamt sieben Prothesen angefertigt. Die 3D-gedruckte Variante ermöglicht laut Mecuris eine noch individuellere Versorgung für Kinder jeden Alters. Und kann könne vor allem innerhalb einer Woche und kostengünstiger hergestellt gestellt werden als in herkömmlicher Produktion. Die eingebaute Carbon- oder Glasfaserfeder sorgt darüber hinaus für eine gute Energierückgabe, wie es auch bei hochpreisigen Prothesenfüßen für Erwachsene der Fall ist.

Für Emma heißt das, es eröffnen sich durch ihre moderne Prothese von Jahr zu Jahr größere Chancen, noch eigenständiger zu leben und ihre Träume trotz Handicap ungehindert zu verfolgen.

Dank der Prothese aus dem 3D-Drucker »ist es Emma möglich, anderen auf Augenhöhe zu

begegnen«, freut sich René Siebenlist und fügt hinzu, dass sie dadurch noch eigenständiger wurde.

NEUES FREIHEITSGEFÜHL AUS DEM 3D-DRUCKER

Dieses neue Freiheitsgefühl kennt auch Denise Schindler. Die 31-Jährige ist erfolgreiche Paralympionikin. Seit sie im Alter von zwei Jahren ihren rechten Unterschenkel bei einem Unfall verloren hat, ist sie auf eine Prothese angewiesen. Seit 2010 gibt diese der Athletin auch Kraft bei der Ausübung ihrer Profisportaktivitäten. Denise Schindler möchte außergewöhnliche Wege im Behindertensport gehen und strebt deshalb nach technischer Perfektion.

ADDITIVE TECHNOLOGIEN ALS MOTOR FÜR MEHR LEISTUNGSKRAFT

Besondere Aufmerksamkeit kommt hierbei der Technik des 3D-Drucks zu, wie Schindler als Keynotespeakerin auf der Konferenz der formnext powered by tct 2016 in Frankfurt am Main erläuterte. Die Weltmeisterin sieht in der Additiven Fertigung einen »Türöffner, um ein selbstbestimmtes, sportliches Leben führen zu können.«

Gemeinsam mit Autodesk, einem US-amerikanischen Software-Spezialisten für 3D-Design, und ihrem Prothesenhersteller Reha-Technik Wellmer aus der Nähe von Regensburg, startete sie bereits vor zweieinhalb Jahren ein Verfahren, um ihre sportlichen Karriere voranzutreiben. Ihr Ziel: Medaillen bei den Paralympischen Spielen in Rio de Janeiro 2016 zu gewinnen. An ihrem persönlichen Beispiel schilderte Denise Schindler, wie additive Technologien sportliche Höchstleistungen ermöglichen und sie dadurch ihren Erfolg im Rennradfahren in Rio versilbern konnte. Mehrere Unternehmen tüftelten an ihrer perfekten Sportprothese. Zunächst wurde mit Laserscanning Denise Schindlers rechter Stumpf digital vermessen.

Fotos: Autodesk

Mit additiven Technologien zur Höchstleistung auflaufen

Autodesk Produktdesigner Paul Sohi aus London stellte im Anschluss mit der Software Fusion 360 ein Modell und die Prothese wurde in nur einem Tag durch den Stratasys Fortus 450 MC 3D-Drucker im »Autodesk's Workshop Pier 9« in San Francisco produziert.

EXPERTEN AUS ALLER WELT BETEILIGT – UNABHÄNGIG VON ORT UND ZEIT

Insgesamt mehr als 20 Personen waren international an diesem Projekt involviert.

»Das Spannendste an diesem Projekt war, dass Experten aus der ganzen Welt beteiligt waren und wir von überall aus arbeiten konnten«, erklärt Schindler und fügt hinzu, alle Mitwirkenden hätten unabhängig von Ort und Zeit Zugriff auf die »Cloud-Software«, wodurch der digitale Herstellungsprozess weniger umständlich und zeitaufwendig gewesen sei. Darüber hinaus bestehe mehr Spielraum, mit dem Design zu experimentieren und aerodynamische Aspekte noch gezielter einfließen zu lassen. Unterstützung fand die Profisportlerin

in dieser Hinsicht auch durch das Institut für Forschung und Entwicklung von Sportgeräten (FES) in Berlin. Um das Gewicht der Prothese gering zu halten, wurde zusätzlich die Software Autodesk Within verwendet.

DANK »DIGITALEM GIPSABDRUCK« IN 48 STUNDEN ZUR PROFISPORTPROTHESE

Während manuell gefertigte Prothesen laut Schindler mehrere Wochen in der Herstellung dauern und viele Besuche beim Orthopädietechniker erfordern, konnte ihre Sportprothese aus Polycarbonat in nur 48 Stunden hergestellt werden. Diese basiere auf einem »digitalen Gipsabdruck, der für immer hält« und es ermögliche, die Daten beliebig digital zu verändern und individuellen Belastungsproben im Training anzupassen. Wichtig, um vor allem Entzündungen an ihrem Stumpf zu vermeiden.

Denise Schindler hat ihre Zukunft bereits fest im Blick und sieht in der 3D-Technologie für sich weiterhin großes Potenzial. Bei den Paralympischen Spielen in Tokio 2020 will sie

wieder höchst motiviert und top in Form angreifen, um nach Silber und Bronze die Goldmedaille zu erkämpfen. Dann mit einer noch besseren, passgenaueren Prothese aus dem 3D-Drucker.

Die Profisportlerin will Menschen mit Behinderung und insbesondere kleine Kinder wie Emma motivieren an sich selbst zu glauben, Dinge zu wagen, Träume zu leben und fügt hinzu »wenn ich da eine Inspiration sein kann, freut es mich.«

Ihr Beispiel kann auch Emma helfen, dank digitaler 3D-Drucktechnik neue Wege zu gehen. Unterstützung findet die Vierjährige weiterhin in der Zusammenarbeit mit Mecuris. Das Unternehmen hat bereits ein verbessertes Nachfolgermodell ihrer Prothese – den »FirStep 1.1« – entwickelt und tüftelt auch künftig an neuen kreativen Designprozessen.

Vor allem sieht Mecuris-Chef Manuel Opitz große Chancen darin, dass Additive Fertigung bei Prothesen in wenigen Jahren nicht mehr die Ausnahme, sondern die Regel sein werde: »Es gibt bereits ermutigende Signale aus anderen Bereichen der Medizintechnik. Erste additiv gefertigte Implantate sind auf dem Markt. Chirurgen üben bereits Operationen an additiv gefertigten Anatomiemodellen. Auch Hörgeräte oder Dentalimplantate kommen vermehrt aus 3D-Druckern. Und das sind erst die Anfänge einer Entwicklung, die wir noch gar nicht abschätzen können.«



Denise Schindlers Sportprothese

+ MEHR INFOS UNTER:

» fon-mag.de

» mecuris.com

» denise-schindler.de

IM INTERVIEW

»KEIN ERSATZ, SONDERN EINE SINNVOLLE ERGÄNZUNG«

Mit dem Freeformer hat sich der deutsche Maschinenbauer Arburg in die Welt der Additiven Fertigung begeben. Über die technologischen und weiteren Besonderheiten aus dem schwäbischen Familienunternehmen haben wir mit Eberhard Lutz, Bereichsleiter Vertrieb Freeformer bei Arburg, gesprochen.



Interview: Thomas Masuch

Fotos: Arburg

Herr Lutz, Arburg ist ein traditionelles Maschinenbauunternehmen. Wie beschreiben Sie die Unterschiede zu den reinen »Additiven« Unternehmen? Wo kommen diese Unterschiede am stärksten zum Tragen?

LUTZ Als deutsches Familienunternehmen mit großem Kunststoff-Know-how ist uns ein nachhaltiger Erfolg des Kunden wichtiger als der schnelle Verkauf der Maschine. So liefern wir weltweit auch nur in die Regionen, in denen wir unseren bewährten Service gewährleisten können. Technologisch sehe ich die großen Unterschiede neben der Offenheit für Materialien auch in der Qualität der Maschine: Wir verwenden für den Freeformer viele qualitativ hochwertige Komponenten aus dem Bereich unserer Spritzgießmaschinen, zum Beispiel Schaltschrank, Plastifizierung und Steuerung. Die Schlüsselkomponenten unserer Maschinen entwickeln und bauen wir zentral an unserem Produktionsstandort in Loßburg. Indem wir für den Freeformer die Fertigungsqualität aus dem Maschinenbau übernehmen, erreichen wir im Vergleich zu einfachen »3D-Druckern« auch eine deutlich höhere Präzision bei den Bauteilen.

Wie erreicht man trotz freier Materialwahl eine gesicherte und reproduzierbare Qualität?

LUTZ In der Additiven Fertigung ist die Vorhersagbarkeit von Qualitätsmerkmalen des in Losgröße 1 produzierten Bauteils generell ein

großes Thema. Denn die Bauteilqualität hängt von vielen variierbaren Slice- und Prozessparametern ab. Bei der Additiven Fertigung von »rechten« Funktionsbauteilen sind mechanische Werte wie Zug- bzw. Reißfestigkeit, Dichte oder auch Veränderungen in der Chemie des Ausgangsmaterials von entscheidender Bedeutung. Jedes Material für den Freeformer wird vorab qualifiziert, daraus werden die voroptimierten Prozessdaten ermittelt. Besonders wichtig, um gute Teile zu bauen, sind die Verarbeitungstemperatur und Temperaturbeständigkeit. Viele Kunden übernehmen das selbst, wir unterstützen aber auch gern mit unserer umfangreichen Datensammlung zum Beispiel für ABS, PA 12, PC oder TPU.

Wie kam Arburg auf die Idee, additiv »tätig zu werden« und wie waren die Reaktionen der Branche?

LUTZ Bereits 2004 kamen bei Arburg grundsätzliche Überlegungen auf, Kunststoffteile ohne Werkzeug herzustellen. Denn die Anforderungen haben sich in den vergangenen Jahren verändert hin zu kurzen Produktlebenszyklen, zunehmender Variantenvielfalt und dem Wunsch nach individuellen Produkten. Der Idee des »fliegenden Kunststofftropfens« folgten erste Konzepte und Basisversuche und in Folge die Patentanmeldungen zum Verfahren Arburg Kunststoff-Freiformen (AKF). Im Jahr 2007 begann die Zusammenarbeit mit einer namhaften Hochschule im Bereich Tropfenerzeugung, drei Jahre später wurden erste Bauteile gefertigt.

Der große Vorteil unseres offenen Systems ist, dass die Anwender auf viele verschiedene amorphe Spritzgießgranulate zurückgreifen können.

2013 haben wir den Freeformer erstmals vorgestellt und 2015 den weltweiten Vertrieb gestartet. Die Branche war begeistert, dass mit Arburg sich erstmals ein Maschinenbauer, der zudem über umfassendes Know-how in der Verarbeitung von Kunststoff verfügt, mit der Additiven Fertigung befasst und eine Maschine auf den Markt gebracht hat.

Welche Preisersparnis kann der Anwender hier erreichen?

LUTZ Ein großer Vorteil des Freeformers ist, dass er auf Basis von qualifizierten Standardgranulaten arbeitet, und das in der Regel abfallfrei. Stützmaterial lässt sich auswaschen. Die Granulate, wie sie auch für das Spritzgießen verwendet werden, sind um ein Vielfaches kostengünstiger als zum Beispiel Kunststofffilamente von der Rolle. Bei teuren Sondermaterialien kommt das abfallfreie System mit sehr kleinen Mengen aus.

Soll der Anwender selbst einkaufen oder Berater oder Dienstleister hinzuziehen? Gibt es weitere Vorteile durch die freie Materialwahl?

LUTZ Das hängt unter anderem von der Menge des benötigten Materials ab. Kunden aus der Spritzgießbranche haben in der Regel ihr eigenes Material im Haus, das sie, sofern sauber und staubfrei, auch für das Arburg Kunststoff-Freiformen einsetzen können. Der große Vorteil unseres offenen Systems ist, wie gesagt, »

dass die Anwender auf viele verschiedene amorphe Spritzgießgranulate zurückgreifen und daraus nicht nur Anschauungsmuster, sondern echte Funktionsbauteile fertigen können. So haben wir mit dem Freeformer zum Beispiel Elektrostecker aus einem PC/ABS-Blend mit Flammenschutz, Implantate aus medizinischem PLA und Luftkanäle aus PC, das für die Luft- und Raumfahrt zugelassen ist, verarbeitet. Das können herkömmliche »3D-Drucker« nicht.

Welche Stellung nimmt der Bereich Arburg Kunststoff-Freiformen im Unternehmen ein?

LUTZ Wir sehen für unseren Freeformer in Zukunft ein großes Potenzial und rechnen mit einer steigenden Bedeutung der additiven Fertigung. Entsprechend dieser Zukunftsstrategie ist das Arburg Kunststoff-Freiformen im Topmanagement verankert: Die technische Verantwortung liegt in den Händen von Bereichsleiter Dr. Eberhard Duffner, der auch den gesamten Entwicklungsbereich verantwortet. Für den weltweiten Vertrieb des Freeformers zeichne ich als Bereichsleiter verantwortlich.

Wie ist der Anteil zwischen Start-up und Traditionsunternehmen bei den Kunden?

LUTZ Der Freeformer ist vor allem für diejenigen interessant, die auf Materialvielfalt setzen, mit einem offenen System arbeiten wollen und können und dabei ihr Know-how in der Kunststoffverarbeitung und speziellen Werkstoffen einbringen. Es ist erstaunlich, wie viele unserer klassischen Spritzgießkunden den Bedarf nach Fertigungsmaschinen für Einzelteile und Kleinserien haben. Kunststoffverarbeiter nutzen additive Verfahren verstärkt auch in der eigenen Fertigung, etwa um kostengünstig Betriebsmittel wie Montagevorrichtungen und Greifer für die Automation schnell und flexibel fertigen zu können. Darüber hinaus stößt der Freeformer bei namhaften Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie Materialherstellern auf großes Interesse. Start-up-Unternehmen sind eher eine Randgruppe des Kundenkreises.

Ist der Freeformer für Ihre Kunden eher eine Ergänzung des bestehenden Maschinenparks? Gibt es auch Kunden, bei denen der Freeformer den klassischen Spritzguss teilweise verdrängt?

LUTZ Die 3D-Drucktechnik erschließt neue Möglichkeiten in der Kunststoffverarbeitung

und findet derzeit den Weg in die industrielle Anwendung. Das Interesse am Freeformer nimmt kontinuierlich zu, nicht nur in Europa, sondern zum Beispiel auch in den USA und in China. Individuell gefertigte Kunststoffteile für Konsumgüter, medizinische Implantate und funktionale Ersatzteile sind nur drei von vielen Bereichen, für die unser offenes System für die Additive Fertigung prädestiniert ist. Der Freeformer und die Additive Fertigung generell werden aber auch in fünf oder zehn oder 50 Jahren kein Ersatz, sondern eine sinnvolle Ergänzung zum Spritzgießen sein.

Seit kurzem gibt es ein eigenes Prototyping Center für die Erstellung von Musterteilen. Wie lange dauert es üblicherweise von der Anfrage über den Testlauf bis zur Auslieferung der Maschine? Wie sieht dieser Prozess in der Regel aus?

LUTZ Der Prozess unterteilt sich in zwei Phasen: In der ersten wird das Musterbauteil erstellt, um die Anforderungen abzugleichen und die Eignung des Freeformers zu belegen. Danach erfolgt die Bestellung. Die Dauer bis zur Auslieferung hängt von der aktuellen Auslastung von Produktion und Montage sowie dem Kunden ab. Der gesamte Prozess kann innerhalb von drei Monaten abgeschlossen sein.

Können Sie uns abschließend einige Beispiele für die Individualisierung von Produkten nennen?

LUTZ Als Beispiele für rückverfolgbare »smarte« Produkte haben wir die Fertigung personalisierter Büroschere, Lichtschalter und Kofferranhänger gezeigt. Der Freeformer individualisiert jeweils das spritzgegossene Großserienteil, in dem er eine zuvor vom Besucher ausgewählte Grafik oder einen Schriftzug aus Kunststoff additiv als 3D-Geometrie aufträgt. In der Medizintechnik haben wir individuell angepasste Implantate und Orthesen sowie Modelle zur Operationsvorbereitung erstellt. Ein innovatives Material ist dabei resorbierbares Polylactid (PLA, Resomer), das sich nach definierter Zeit im Körper auflöst.

Herr Lutz, wir danken Ihnen für das Gespräch.

+ MEHR INFOS UNTER:

- » arburg.com
- » fon-mag.de



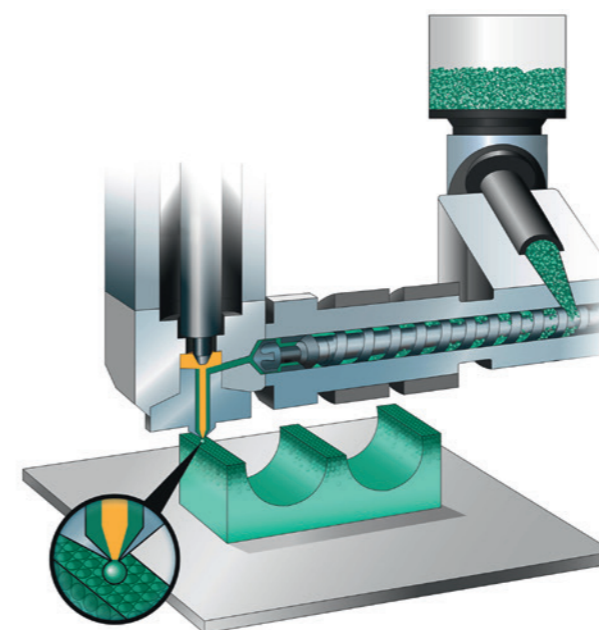
Foto oben:
Im neuen Arburg Prototyping Center produzieren sechs Freeformer Musterteile für Kundenanfragen.

Über Arburg

Das deutsche Familienunternehmen Arburg gehört weltweit zu den führenden Maschinenherstellern für die Kunststoffverarbeitung. Arburg ist mit eigenen Organisationen in 25 Ländern an 33 Standorten und über Handelspartner in mehr als 50 Ländern vertreten. Produziert wird ausschließlich im deutschen Stammwerk in Loßburg. Von den insgesamt rund 2.700 Mitarbeitern sind rund 2.200 in Deutschland beschäftigt, weitere rund 500 in den weltweiten Arburg-Organisationen.



+ Im Arburg Kunststoff-Freiformen (AKF) lassen sich aus qualifizierten Standardgranulaten funktionsfähige Bauteile herstellen. Auf der formnext 2015 wurde das »Nautilus Gear« aus PC/ABS mit Flammschutz additiv gefertigt.



Tröpfchenfunktion

Der Freeformer bringt geschmolzenes Kunststoffgranulat tröpfchenweise auf den Bauteilträger auf. Die Temperatur im Bauraum wird an das Material angepasst, so dass sich die Tröpfchen optimal verbinden. »Damit erreichen wir eine Stabilität von 80 bis 90 Prozent im Vergleich zum Spritzguss«, so Eberhard Lutz. Zwei Auftragseinheiten ermöglichen die Erstellung einer Stützstruktur oder die Produktion von Bauteilen aus zwei Materialien oder Farben.

TRENDS

ERSATZTEILE AUS MÜLL

Wie man zwei Probleme dieses Planeten gleichzeitig angehen kann, zeigt ein Forscherteam der australischen Deakin University School of Engineering: Es hat speziell für Entwicklungsregionen einen 3D-Drucker entwickelt, der Kunststoffabfälle zu Bauteilen zum Beispiel für Hygiene- und Sanitärversorgung verarbeitet.

Bei dem Projekt »3D-Wash« werden Kunststoffabfälle wie leere Getränkeflaschen geschreddert und zu Filamentespulen verarbeitet.

In der ersten Projekt-Phase werden daraus Ersatzteile für die Wasserversorgung produziert. Da der Drucker solarbetrieben wird, ist eine solche Produktion auch in sehr abseits gelegenen Orten möglich.

Der Testlauf soll voraussichtlich auf den Salomonen-Inseln starten. »Wenn wir die Technologie zuverlässig machen, kann sie auch in weiteren verschiedenen Bereichen eingesetzt werden«, so Dr. Mazher Mohammed, der das Forscherteam leitet.



LEBENDIGES VIRTUELLES VERMÄCHTNIS

Zweimal wurde die syrische Weltkulturerbestätte Palmyra in den vergangenen Jahren von der Terrormiliz IS erobert, zahlreiche Kulturschätze wurden von den Terroristen zerstört. Das Projekt #Newpalmyra will mithilfe von modernster Scan-Technik und 3D-Druck das kulturelle Erbe der mehr als 2.000 Jahre alten Stadt bewahren.

So wurde jüngst auf dem Creative Commons Summit in Toronto der Tetrapylon vorgestellt, eines der berühmtesten Denkmäler Palmyras und inzwischen leider zerstört. Der zwei Meter hohe, 3D-gedruckte Nachbau wurde auf Grundlage von Daten des Projekts #Newpalmyra realisiert. Das texanische Unternehmen re:3D konnte damit den rund 2 Meter hohen und 91 kg schweren Nachbau in 800 Stunden »drucken«.

Das #Newpalmyra-Projekt wurde bereits 2005 vom damals 24-jährigen Bassel Khartabil, einem palästinensisch-syrischen Software-Entwickler, ins Leben gerufen. Bis 2012 konnte er mit seinem Team zahlreiche Kulturdenkmäler Palmyras virtuell nachbauen. Dann wurde Khartabil vom Assad-Regime verhaftet, und später offenbar verschleppt und ermordet. Als

Non-Profit-Organisation wird #Newpalmyra von Khartabil Familie, Freunden und einer Community fortgeführt, die die virtuellen Modelle von Khartabil weiter verwendet.

»Indem wir Daten verfügbar machen und deren Nutzung fördern, wollen wir das kulturelle Verständnis weiter fördern«, so Barry Threw, Geschäftsführer von #Newpalmyra. So ist das 3D-Modell des Tetrapylon mittels einer

CC0-Lizenz zur Ansicht und Weiterbearbeitung verfügbar.

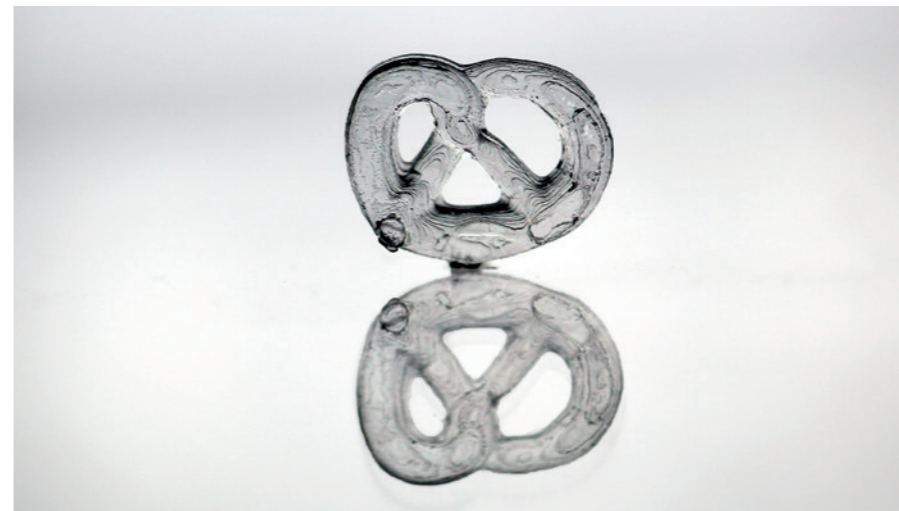
Dass die Restauration von Kulturdenkmälern durch 3D-Druck eine große Unterstützung hat, haben jüngst italienische Experten bewiesen, die teilweise zerstörte, fast 2.000 Jahre alte Grabbüsten aus Kalkstein restauriert haben.

» Weitere Bilder und Videos unter fon-mag.de



Fotos: Deakin University School of Engineering (oben), #Newpalmyra

TRENDS



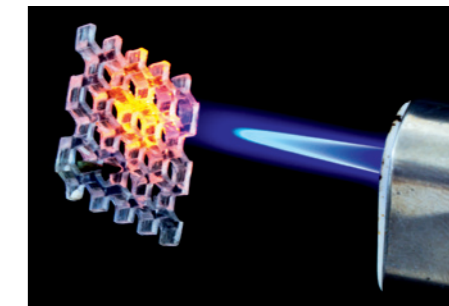
3D-DRUCK AUCH MIT GLAS MÖGLICH

Durch ein am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) entwickeltes Verfahren lässt sich erstmals auch Glas für den 3D-Druck nutzen. Aufgrund seiner Eigenschaften wie Transparenz, Hitzebeständigkeit und Säureresistenz eröffnen sich damit neue Anwendungsmöglichkeiten zum Beispiel in der Optik, der Datenübertragung und der Biotechnologie.

In dem von einem interdisziplinären Team um den Maschinenbauingenieur Dr. Bastian E. Rapp entwickelten Verfahren werden Nanopar-

tikel hochreinen Quarzglases mit einer kleinen Menge flüssigen Kunststoffes gemischt und mittels Stereolithografie an bestimmten Stellen ausgehärtet. Das übrige Material wird herausgewaschen und durch Erhitzen entfernt. »In einem letzten Schritt wird das Glas gesintert, also so weit erhitzt, dass die Glaspartikel miteinander verschmelzen«, erklärt Rapp.

Einsetzen lässt sich 3D-geformtes Glas zum Beispiel in der Datentechnik. »Die übernächste Generation von Computern wird mit Licht rechnen, das erfordert komplizierte Prozessorstruk-



turen«, erläutert der Maschinenbauingenieur. Für die biologische und medizinische Technik lassen sich kleinste Analysesysteme aus Miniatur-Glasröhrchen fertigen. Zudem können 3D-geformte Mikrostrukturen aus Glas in unterschiedlichsten Anwendungsgebieten der Optik zum Einsatz kommen, vom Brillenglas mit besonderen Anforderungen bis zur Linse der Laptop-Kamera.

» Weitere Bilder und Videos unter fon-mag.de

ADDITIVE FERTIGUNG VERKÜRZT DISTANZ ZUM MOND

Geht alles nach den ehrgeizigen Plänen von Elon Musk, dann bringt die Raumsonde Dragon bereits 2018 die ersten privaten Passagiere zum Mond. 46 Jahre nach der »Apollo 17«-Mission geht es dann zwar nicht direkt auf die Mondoberfläche, aber doch zumindest um den Erdtrabanten herum.

Bereits mit der Raketenstufe, die sicher wieder zur Erde zurückkehrt, hat Musks Unternehmen SpaceX Raumfahrtgeschichte geschrieben. Die Mondtour mit dem Dragon könnte diese fortführen – dabei hilft auch Additive Fertigung. Auf 3D-Druckern von EOS wurden zum Beispiel die Brennkammern der Super-Draco Triebwerke gedruckt und in den vergan-

genen zwei Jahren erfolgreich getestet. Bei den jüngsten Tests am SpaceX-Entwicklungsstandort in Texas konnte die Düse insgesamt 27-mal erfolgreich gezündet werden (siehe Video im fon-mag online). Mit der Additiven Fertigung konnte SpaceX die Produktion insgesamt günstiger und flexibler gestalten.

Der SuperDraco ist eine verbesserte Version der bisherigen Draco-Triebwerke. Diese kommen bereits im Dragon-Frachtmodul zum Einsatz, um im Weltall und während des Wiedereintritts in die Atmosphäre zu manövrieren.

Bevor es zum Mond geht, wird der »Dragon« (Version 2) zur internationalen Raumstation aufbrechen – bereits mit Passagieren an

Bord. Damit wird eine geplante Serie von vier Dragon2-Flügen pro Jahr starten. Für 2018 plant SpaceX die erste Dragon-Mission zum Mars, ab 2024 dann auch mit Menschen an Bord.



Fotos: NeptunLab/KIT (oben), SpaceX (rechts)

SCHRÄG GEDACHT



Nicht nur eine Frage des Geschmacks

Im Prinzip haben schon während der gesamten Menschheitsgeschichte technologische Revolutionen dazu beigetragen die Qualität menschlichen Lebens zu verbessern: angefangen von der Steinaxt über das Rad bis zur Dampfmaschine und dem Internet.

Vor Kurzem erreichte uns nun die Meldung eines US-Unternehmens, in der es um nicht weniger ging als »zu revolutionieren, wie Essen gemacht wird«. Das US-amerikanische Unternehmen Beehex verkündete eine Partnerschaft mit Cali' Flour, die den Druck eines veganen Pizzabelags beinhaltet.

Nun muss man erwähnen, dass die Pizza ursprünglich aus Neapel stammt, und auch

heute noch dort die wohl besten Pizzen zu haben sind. Allerdings nicht vegan und aus dem 3D-Drucker, sondern ganz klassisch als Marinara oder Margherita aus dem Steinofen. Selbst Einheimische nehmen vor den besten Restaurants mittags Wartezeiten von einer halben Stunde in Kauf, um zum Beispiel den Klassiker aus Mehl, kaltgepresstem Olivenöl, Meersalz, südtaliesischen Tomaten, Knoblauch und Oregano zu genießen.

Das Revolutionäre der amerikanischen Pizza-Drucker ist dagegen wohl weniger der Geschmack als der mögliche Einsatz in Großküchen oder Autobahnraststätten. Revolution bedeutet ja eine grundlegende und nachhal-

tige Veränderung. Sie bedeutet nicht zwangsläufig, dass die späteren Zustände besser werden.

Insgesamt wird nicht alles, was unter Marketingaspekten als revolutionär angepriesen wird, tatsächlich eine Revolution sein. Im Falle der Pizza haben wir immer noch die Wahl, ob das nach guter alter Tradition bei unserem Lieblingsitaliener hergestellte Backwerk nicht doch die bessere Alternative darstellt.

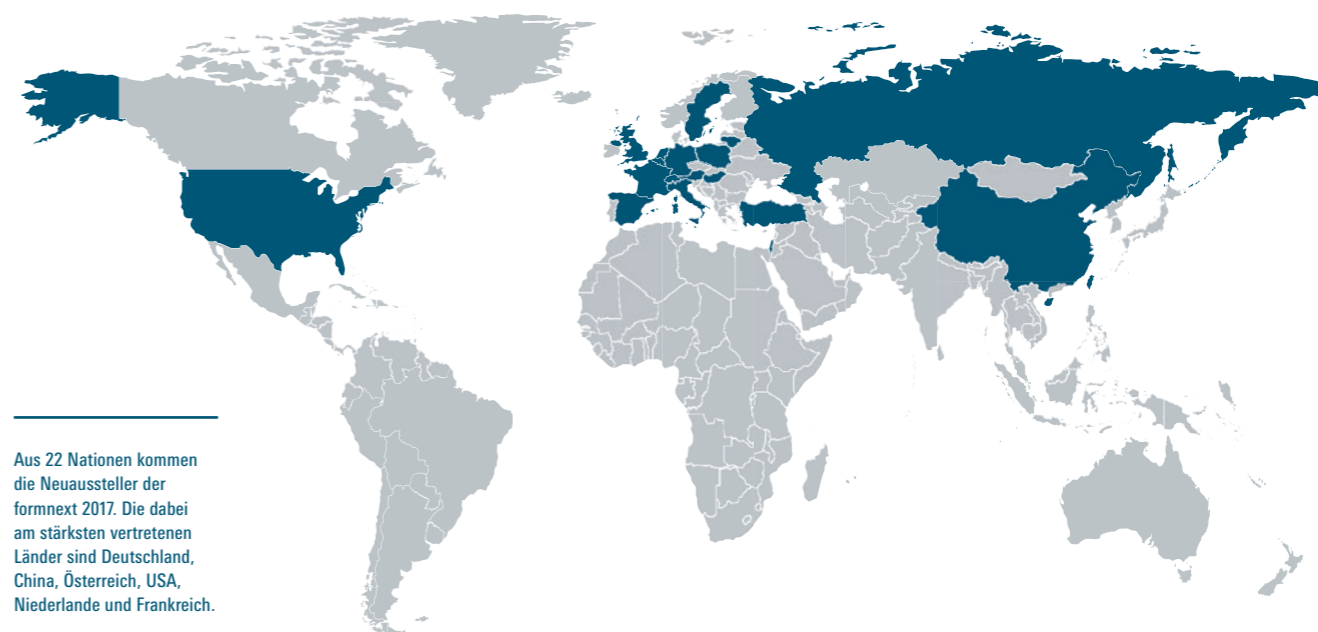
Text: Thomas Masuch, Illustration: iStock.com/LenkaSerbina

powered by:

formnext



NEUAUSSTELLER AUS DER GANZEN WELT



Aus 22 Nationen kommen die Neuaussteller der formnext 2017. Die dabei am stärksten vertretenen Länder sind Deutschland, China, Österreich, USA, Niederlande und Frankreich.

+ WICHTIGE DATEN ZUR MESSE:

» 14. – 17.11.2017
» Messe Frankfurt, Halle 3

» Weitere Infos unter:
formnext.de

@ KONTAKT:

» Hotline: +49 711 61946-828
» formnext@mesago.com

ERLEBEN SIE MEHR:

» formnext.de/film

IMPRESSUM fon | formnext magazin Ausgabe 02/2017

HERAUSGEBER

mesago

Messe Frankfurt Group
Mesago Messe Frankfurt GmbH
Rotebühlstraße 83 – 85
70178 Stuttgart, Deutschland
Tel. +49 711 61946-0
Fax +49 711 61946-91
mesago.com

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

REDAKTION

ZIKOMM – Thomas Masuch
thomas.masuch@zikomm.de

GESTALTUNG
feedbackmedia.de

DRUCK UND BINDUNG
Offizin Scheufele Druck und Medien, Stuttgart

ERSCHEINUNGSWEISE
Das Magazin erscheint 3-mal jährlich.

AUFLAGE

15.000 Exemplare

LESERSERVICE

Katharina Spohn – Senior Projektleiterin Kommunikation
formnext-magazin@mesago.com
Telefon +49 711 61946-296

© Copyright Mesago Messe Frankfurt GmbH

Alle Rechte vorbehalten.

formnext

powered by:



Frankfurt am Main, 14. – 17.11.2017

formnext.de

Einfach grenzenlos.

Ingenieure denken wie Kinder. In Möglichkeiten und nicht in Grenzen.
Lassen Sie sich inspirieren. Auf der formnext – der internationalen
Messe und Konferenz für Additive Manufacturing und die nächste
Generation intelligenter industrieller Produktion.

Where ideas take shape.



@formnext_expo
#formnext



mesago
Messe Frankfurt Group