

ADDITIVE FERTIGUNG

x-technik

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

Das Fachmagazin für Rapid Prototyping, - Tooling, - Manufacturing



Markteinschätzung

Univ.-Prof. Dr. Mirko Meboldt, ETH Zürich, erklärt, wie die Additive Fertigung die Art und Weise zu produzieren verändern wird.

64



Forschung

Forschungseinrichtungen der Fraunhofer Gesellschaft können auch von Industrieunternehmen für Neuentwicklungen genutzt werden.

66



Industrienah

Wie Leichtbau und Bionik aus der Luft- und Raumfahrttechnik für die Allgemeinindustrie nutzbar gemacht werden.

36



12 **CONCEPTLASER**
AM Factory of Tomorrow

Future Manufacturing Now

Besuchen Sie uns
Halle 3.1
Stand H50

formnext

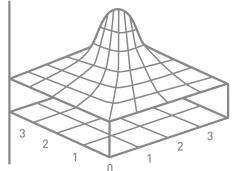
Frankfurt am Main, 15.–18.11.2016

powered by:



SLM Solutions GmbH
Roggenhorster Straße 9c | D-23556 Lübeck
Fon +49.451.16082-0
slm-solutions.com

SLM
SOLUTIONS



Den Prozess verstehen ...



Georg Schöpf

Chefredakteur
georg.schoepf@x-technik.com

Egal ob Systemhersteller, Dienstleister oder Anbieter von Softwarelösungen rund um die Additive Fertigung: Eine grundlegende Meinung zieht sich durch alle Anbieter im professionellen, industriellen Umfeld.

Wer Additive Fertigung wirtschaftlich einsetzen möchte, der sollte die gesamte Wertschöpfungskette verstehen. Es genügt eben schon lange nicht mehr, sich auf den Bauprozess alleine zu konzentrieren. Das wird mittlerweile als Pflichtübung verstanden. Die Anforderungen aus der Industrie haben verstärkt gezeigt, dass der Wunsch besteht, generative Herstellungsverfahren in bestehende Prozessabläufe zu integrieren. Das erfordert ein grundlegendes Verständnis dafür, wo die Schnittstellen zu suchen sind und wie die Übergänge zu konventionellen Abläufen geschaffen werden können.

Als selbstverständlich scheint in diesem Zusammenhang, dass das Thema Aus- und Weiterbildung einen zentralen Stellenwert im Bereich der Einführung der Additiven Fertigung in einem Unternehmen einnimmt. Zwar sind die Angebote derzeit noch überschaubar, aber vielfache Bestrebungen, entsprechende Bildungsangebote bereit zu stellen, sind erkennbar.

Abgestimmte Materialien

Weiterer zentraler Punkt ist die Konzentration auf neue, speziell für die Additive Fertigung entwickelte Materialien. Dass generative Prozesse veränderte Materialeigenschaften mit sich bringen, ist nichts neues mehr. Umso wichtiger erscheint es, dass die Bereitstellung von Materialien, die auf die jeweiligen Verfahren abgestimmt sind, vorangetrieben wird. Insgesamt also Maschinen-/Materialkombinationen zur Verfügung gestellt werden, die den Marktanforderungen hinsichtlich Isotropie, strukturmechanischen Eigenschaften sowie thermischen und chemischen Charakteristika Rechnung tragen.

Insgesamt ist also erkennbar, dass sowohl die Herstellerseite als auch die Nutzer die Bedeutung der begleitenden Themen erkannt haben. Diese tragen zum Gesamtprozess entscheidend bei und nur wer den gesamten Prozess versteht kann die Potenziale der Additiven Fertigung voll ausschöpfen und die Technologie wirtschaftlich zum Einsatz bringen

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

Einfach downloaden und testen ;)
www.x-technik.com/app





Coverstory

Concept Laser stellt neue Maschinen-, Software- und Anlagenarchitektur zur Industriellen Serienfertigung im Sinne von „Industrie 4.0“ vor:

AM Factory of Tomorrow

12



Farbenfroh

Finishlösungen für Lasersinterteile

18



Desktop-SLS

Die Schweizer SLS-Revolution

24

AKTUELLES

6 – 11

- 6 Ausgerechnet ...
- 8 AMX – Alle Erwartungen übertroffen
- 9 Add+it 2016
- 10 Rapid.Tech mit Besucherrekord
- 11 Evolution des Evolizer
- 11 Technologietag zur Bauteiloptimierung

MASCHINEN UND LÖSUNGEN

12 – 31

- 12 AM Factory of Tomorrow – [Coverstory](#)
- 17 3D-Druck mit Robotersystemen
- 18 Sie treiben's bunt
- 21 Fertigungsprozesskette optimiert
- 22 Faserverstärkte Teile auf Industrieniveau
- 24 Schweizer SLS-Revolution
- 28 AKF und Freeformer entwickeln sich weiter

AUS DER PRAXIS

32 – 35

- 32 Refit einer Grand Prix Legende – [Reportage](#)
- 34 Produktivitätssteigerung im Formenbau – [Reportage](#)

Dienstleister

36 – 46

- 36 Additive Fertigung der Oberliga – [Reportage](#)
- 40 Tüfteln in Hightech
- 42 Den Prozess richtig beherrschen – [Nachgefragt](#)
- 44 Vom Pulver zum Präzisionsbauteil
- 46 Schäumverfahren in der Spritzgusstechnik mit Hochglanzflächen

MATERIALIEN

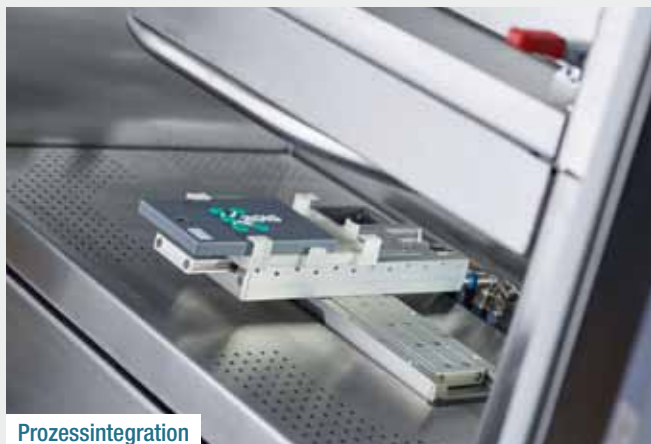
47 – 55

- 47 Individualität groß geschrieben
- 48 Mit Standardgranulaten in die FDM-Maschine
- 50 Operationsbegleitender 3D-Druck
- 52 Schlagzähe Photopolymere
- 55 Elektronenstrahlmodifikation additiv gefertigter Kunststoffteile

SOFTWARE

56 – 63

- 56 In sechs Schritten zum 3D-Druck
- 60 Im Wandel konkurrenzfähig bleiben
- 61 Gut zu Wissen – [Kolumne](#)
- 62 NX 11 setzt auf Convergent Modeling



Prozessintegration

Freeformer entwickelt sich weiter 28



Bionisch

Additive Fertigung der Oberliga 36



Wiedhergestellt

Refit einer Grand Prix Legende 32



Eingepflanzt

Operationsbegleitender 3D-Druck 50

FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG 64 – 71

- 64 Maßlos über- und unterschätzt – [Interview](#)
- 66 Nur wer forscht, der findet – [Reportage](#)
- 70 Bioinspiriertes Bauen – [Ansichten](#)

AUS- UND WEITERBILDUNG 72 – 74

- 72 Erster Studiengang für Additive Fertigungsverfahren
- 74 Additive Forschung und Lehre an der TU Graz
- 74 3D-Druck in der industriellen Fertigung

NACHGEFRAGT

- 42 Den Prozess richtig beherrschen
Hannes Hämmerle und Wolfgang Humml
sowie Markus Schrittwieser, 1zu1.



- 61 Gut zu Wissen
Tobias Haushahn, Topologieoptimierungs-Experte
im Business Development von Cadfem zur
Materialcharakterisierung in der Additiven Fertigung.



- 64 Maßlos über- und unterschätzt
Dr. Mirko Meboldt, Universitätsprofessor für
Produktentwicklung und Konstruktion, ETH Zürich.



- 70 Bioinspiriertes Bauen
Frederik Wulle, Institut für Steuerungstechnik
der Werkzeugmaschinen und Fertigungs-
einrichtungen (ISW), Universität Stuttgart zum
Hybridbaustoff aus Kunststoff und Beton.



STANDARDS: Editorial 3,
Firmenverzeichnis | Vorschau | Impressum 75



Forum Simulation & Additive Fertigung auf der 34. Cadfem Ansys Simulation Conference:

Ausgerechnet ...

Auf der 34. Cadfem Ansys Simulation Conference, die vom 5. bis 7. Oktober in Nürnberg stattgefunden hat, wurde das Thema Additive Fertigung von der Seite der Numerischen Simulation beleuchtet. Im Fachforum Simulation & Additive Fertigung sprachen Vertreter von Industrieanwendern und Systemherstellern über aktuelle Entwicklungen und Erfahrungen.

Autor: Georg Schöpf / x-technik

Numerische Simulation zur Unterstützung bei der Auslegung von Bauteilen kennt man schon lange. Das zeigt sich alleine schon darin, dass die Cadfem GmbH in Verbindung mit dem Simulationssoftwareanbieter Ansys schon zum 34. Mal eine Anwenderkonferenz veranstaltet. Mit regelmäßig an die 800 Teilnehmer und etwa 200 Fachvorträgen zählt die Veranstaltung zu den bedeutendsten wiederkehrenden Ereignissen der Branche. Das Thema Additive Fertigung hat auch bei dieser Veranstaltung mittlerweile seinen festen Platz. Aus diesem Grunde gab es in der diesjährigen Veranstaltung ein spezielles, ganztägiges Fachforum. „Wir freuen uns sehr, dass das Thema bei unseren

Konferenzbesuchern so gut ankommt“, freut sich Tobias Haushahn, der bei Cadfem für den Themenbereich Additive Fertigung zuständig ist. „Die rege Teilnahme zeigt uns, dass wir damit den Nerv der Zeit getroffen haben“, ergänzt er.

Eindrucksvolle Beispiele

Die Liste der Vortragenden umfasst dabei einen bunten Querschnitt aus Anwendern und Systemanbietern. In einem Impulsvortrag bot beispielsweise DI Dieter Hummel von der Airbus Defense and Space GmbH einen Einblick, wie im Unternehmen generative Verfahren genutzt werden. Sein Vortrag mit dem Titel „Se-

lective Laser Melting (SLM) of Injectors for Liquid Rocket Engines“ zeigte auf eindrucksvolle Weise, dass durch den Einsatz Additiver Fertigung signifikante Leistungsverbesserungen bei Bauteilen für Raketenmotoren erreicht werden konnten. Diese Bauteile werden für die neuen Ariane 6 Trägerraketen zum Einsatz kommen. Aber auch im Bereich des allgemeinen Maschinenbaus wurden die Möglichkeiten der Additiven Fertigung beleuchtet. In seinem Vortrag „Standardisierte Strukturmechaniksimulation von Lasersinterteilen für die konstruktionsbegleitende Simulation in Ansys Workbench“ zeigte DI Tobias Scheuerer von der Schunk GmbH & Co. KG Spann- und

Automatisierte Reinigungskabinen für Metallbauteile

- + Reinigen mit gezielter Schwingungsanregung
- + Programmierbares Bauteilschwenken
- + Manuelles Endreinigen mit Druckluft
- + Sichere Reinigung komplexer Bauteilgeometrie
- + Materialschonendes Reinigen in Schutzatmosphäre
- + Bauteile bis 300kg



Dr. Kaj Führer vom DLR zeigte anschaulich, wie Simulation und Additive Fertigung in der Entwicklung von Bauteilen zusammenwirken können.

Greiftechnik, dass die Bauteilsimulation auch im Bereich generativ gefertigter Serienwerkzeuge bessere Aussagen über die Funktion und Haltbarkeit ermöglichen. Dies hat direkte Rückwirkung auf die Einsatzmöglichkeiten der Additiven Fertigung.

Breites Themenfeld

Daneben gab es mehrere Beispiele aus Luft- und Raumfahrttechnik, Medizintechnik und Universitäten, wie berechnungsgestützte Topologieoptimierung und Leichtbau von den Möglichkeiten generativer Fertigung profitieren. „Was uns freut, ist die Tatsache, dass auch die Prozesssimulation ihren Platz gefunden

hat. Dadurch wird erkennbar, dass sich die Berechnungsingenieure nicht nur für die Bauteilauslegung interessieren, sondern auch die Möglichkeiten erkennen, die sich in der Prozessabbildung ergeben. So ist beispielsweise von Professor Ploshikin von der Universität Bremen gezeigt worden, dass die Simulation des Fertigungsprozesses dabei hilft, schon im Vorfeld der eigentlich additiven Bauteilherstellung eine Aussage darüber zu treffen, unter welchen Bedingungen die Herstellung auch wirtschaftlich sinnvoll bewerkstelligt werden kann. Da wird in Zukunft noch viel mehr möglich sein“, meint Haushahn abschließend.

■ www.cadfem.de



“ Durch die Möglichkeiten der Additiven Fertigung gewinnen die Methoden der Topologieoptimierung erst richtig an Bedeutung. Dadurch dreht sich der Weg in der Bauteilentwicklung für die Simulation von der nachträglichen Validierung hin zur aktiven Mitgestaltung neuer Teile und Komponenten.

Erke Wang, Geschäftsführer der Cadfem GmbH



1.700 Besucher waren bei der AM Expo, der Fachmesse für professionellen 3D-Druck in der Schweiz – das übertraf alle Erwartungen.

Das Video zum Bericht



AM Expo – die Fachmesse für professionellen 3D-Druck in der Schweiz:

Alle Erwartungen übertroffen

Die AM Expo ging nach zwei Tagen sehr erfolgreich zu Ende. Die erste Fachmesse für professionellen 3D-Druck in der Schweiz zeigte anschaulich, was heute mit Additiver Fertigung realisiert werden kann und leistete einen einzigartigen Wissenstransfer. Dies überzeugte die Aussteller und Besuchenden gleichermaßen.

„Mit der AM Expo ist es uns gelungen, einen Trend aufzugreifen“, erklärt René Ziswiler, Messeleiter der AM Expo. Der erfreulich große Besucherandrang und die ausschließlich positiven Rückmeldungen der Aussteller beweisen, dass mit der AM Expo ein Bedürfnis der Industrie erkannt wurde.

Ein Trend wird fassbar

Während der zwei Tage präsentierten rund 70 Aussteller ihre bereits am Markt realisierten Projekte und machten damit deutlich, dass die zukunftsweisende Technologie der Additiven Fertigung in der seriellen Fertigung angekommen ist. Dieser praxisnahe Bezug der AM Expo trug wesentlich zur Mobilisie-

rung der insgesamt 1.700 Besucher bei. Im Showcase-Forum erhielten sie detaillierte Informationen zu den präsentierten Anwendungsbeispielen und konnten diese mit Experten besprechen.

AM Expo leistet Aufklärungsarbeit

Die anschauliche Auseinandersetzung mit der Additiven Fertigung wurde auch von den Ausstellern sehr geschätzt. „Mich überzeugte das sehr qualifizierte Publikum. Wir konnten mit Besuchenden konkrete Projekte besprechen, die wir nun weiterverfolgen“, zeigte sich Thomas Teufel von der deutschen Firma Teufel Prototypen zufrieden.



Rund 70 Aussteller präsentierten ihre Projekte und machten deutlich, dass die zukunftsweisende Technologie der Additiven Fertigung in der seriellen Fertigung angekommen ist.

Fachgespräche prägten das Bild in der Messehalle. „Von Beginn weg zeigten die Besuchenden großes Interesse und kamen mit konkreten Fragen auf uns zu“, resümierte Martin Graf, CEO von admantec. So konnte mit der AM Expo wichtige Aufklärungsarbeit geleistet werden, um Einsteiger oder Profis im Bereich der Additiven Fertigung weiterzubringen. Entsprechend ist auch René Ziswiler mit dem Start der AM Expo zufrieden. „Meine Erwartungen sind mehr als übertroffen und ich bin überzeugt, dass wir mit der AM Expo einen ersten Schritt für die Entstehung einer branchenübergreifenden AM-Community gemacht haben.“

Weiter geht es im kommenden Jahr mit einer Tagung zur Additiven Fertigung, bevor dann vom 6. bis 7. März 2018 die zweite AM Expo stattfinden wird.

■ www.messeluzern.ch



Rund 120 Experten aus aller Welt folgten der Einladung zum Profactor-Symposium ins Museum Arbeitswelt nach Steyr.

120 Expertinnen und Experten aus aller Welt beim Profactor-Symposium:

Add+it 2016

Im Museum Arbeitswelt in Steyr wurde Ende September nicht die Geschichte, sondern die Zukunft der Produktion präsentiert. Rund 120 Experten aus zwölf Ländern folgten der Einladung von Profactor und der JKU Linz zum zweitägigen Symposium Add+it.

Die Vortragenden kamen aus der Industrie und Wissenschaft aus insgesamt zwölf Ländern (Australien, Belgien, China, Deutschland, Dänemark, Frankreich, Japan, Niederlande, Österreich, Ungarn, USA, Schweiz,). Anwender von BMW, Phillips und anderen namhaften Unternehmen präsentierten, wie 3D-Technologien und die additiven Fertigungsverfahren in der industriellen Praxis eingesetzt werden – und was sie ermöglichen.

Auf die kleinsten Nenner gebracht

Die „economy of scale“ wird mit der Additiven Fertigung der Vergangenheit angehören, ebenso wie die Einschränkungen bei der Konstruktionsfreiheit. 3D-gedruckte Spritzgussformen ermöglichen eine kosteneffiziente Fertigung von Bauteilen in kleinsten Losgrößen – um nur ein Beispiel zu nennen. Die fast unbeschränkte Designfreiheit beflügelt Hersteller in beinahe allen Branchen zu innovativen und funktionellen Produkten. Spektakulär sind die Anwendungen in der Medizintechnik. Der 3D-Druck von biokompatiblen „Bauteilen“ ist Realität. Die exakte Reproduktion von beispielsweise Knochenteilen während einer Operation wird dem 3D-Drucker in Zukunft einen Fixplatz in den Operationssälen einräumen.

Fazit

Die Anwender aus der Praxis präsentierten den „State-of-the-Art“ rund um 3D-Technologien. Die Wissenschaft-

ter gaben einen Einblick in die Forschung und damit auf neue, bislang undenkbare Produktwelten.

■ www.profactor.at

**NEUHEIT! Robot Extruder
für Schweiss- und 3D-Druck Anwendungen**

- Individuelle Lösungen auch für vorhandene Robotertechnik
- Für Granulat oder Filament

DOHLE
 Dohle Extrusionstechnik GmbH
 Eitorferstr. 1 • 53809 Ruppichteroth
 Tel: +49 (0) 22 95 / 90 29 60 • Fax: +49 (0) 22 95 / 90 29 61
 E-Mail: Info@Dohle-Extruder.de • www.dohle-extruder.de



Die Rapid.Tech erfreute sich auch dieses Jahr über ein breit gefächertes Fachpublikum, was die Aussteller besonders freute.

Das Video zum Bericht



Rapid.Tech mit Besucherrekord

2016 präsentierte sich das Messeduo Rapid.Tech + FabCon 3.D erfolgreich und international wie nie. Rund 4.500 Fachbesucher und Kongressgäste aus 19 Ländern überzeugten sich von der erfolgreichen Kombination aus Fachkongress und Ausstellung. Es waren 176 Aussteller aus 17 Ländern vertreten und die internationalen Vorträge von 88 Referenten aus neun Ländern waren gut besucht

„Das Aussteller-Plus von 21 %, der Zuwachs der Fläche um 24 % und jetzt der Besucherrekord belegen zum einen den gestiegenen Stellenwert der Rapid.Tech und zum anderen die zunehmende Relevanz der generativen Technologien für immer mehr Branchen“, erklärt Michael Eichmann (Stratasys GmbH), Vorsitzender des Messebeirats. „Rapid.Tech + FabCon 3.D haben ihren Ruf als europäische Spitzenveranstaltung im Bereich

der generativen Fertigungstechnologien gefestigt.“

Diese Einschätzung wird auch von der Ausstellerschaft geteilt. Stellvertretend dazu Antonius Köster, CEO der Antonius Köster GmbH & Co. KG: „Die Entscheidung, den Rapid.Tech-Fachkongress mit Messe in diesem Jahr auf drei Tage zu verlängern, hat sich definitiv ausgezahlt. Die Fachbesucher hatten mehr Zeit für

ihren Messebesuch und konnten auch im Fachkongress mühelos zwischen den einzelnen Themenkomplexen wechseln. Zudem sind wir begeistert über die Fülle der Aussteller. Das Thema ‚3D-Druck‘ wird in der Industrie in diesem Jahr sehr viel ernster genommen.“

Internationaler Kongress

Ganz international präsentierte sich das Kongressprogramm: 88 Referenten aus Deutschland, Schweiz, Österreich, Liechtenstein, Italien, USA, Schweden, Niederlande und Israel stellten u. a. in den neuen Fachforen „Additive Lohnfertigung“, „3D Metal Printing“, „Automobilindustrie“ und „Elektronik“ neueste Trends, Visionen und Anwendungen vor. Die Messe-Keynotes von rückten die Serienfertigung in den Fokus.

Termin	20. – 22. Juni 2017
Ort	Erfurt
Link	www.rapidtech.de



Fachbesucher und Kongressgäste aus 19 Ländern überzeugten sich von der erfolgreichen Kombination aus Fachkongress und Ausstellung bei der Rapid.Tech.

Technologietag zur Bauteiloptimierung

Die Westcam Datentechnik GmbH veranstaltete, in Kooperation mit der FH Wels, am 12. Oktober 2016 einen zukunftsweisenden Technologietag. Die Anforderungen an die Produkte von morgen werden komplexer und Produktlebenszyklen immer kürzer. Herkömmliche Konstruktions- und Fertigungsmethoden werden daher zunehmend durch alternative Verfahren ersetzt. Diese Entwicklung beeinflusst auch die nachgelagerten Qualitätssicherungsprozesse.

Mehr als 65 begeisterten Besuchern wurden lösungsstarke Technologien von den Experten der Abteilungen CAD (Topologie Optimierung), 3D Printing (generative Fertigungsmethoden) und 3D Messtechnik (3D Scan und vollflächige Qualitätsanalyse) präsentiert und live vorgeführt. Als Highlight berichtete Mike Hiendlmayer, Teamleader der Kiska GmbH Design & Beratung, wie es in der Praxis aussieht. Unter dem Titel „Wie wir Ideen dreidimensional in Modelle und Prototypen umsetzen“ wurde eindrucksvoll gezeigt, welche Möglichkeiten die vorgestellten Technologien im Bereich Design, Produktentwicklung und Produktion bieten. Aufgrund des großen Interesses wird Westcam weitere Technologietage zu diesem Themenbereich anbieten.



Bei der Entwicklung des KTM X-Bow GT4 Rennwagens wurden viele Komponenten des Design- und Funktionsmodells additiv gefertigt.

■ www.westcam-datentechnik.at

EVO-tech stellt auf Hausmesse neue Maschine vor:

Evolution des Evolizer

Die österreichische EVO-tech GmbH zeigte auf ihrer Hausmesse am 12. Oktober die neue Version des Evolizers. Erweiterte Bedienfunktionen werten das Gerät weiter auf. Mehr Bedienkomfort und bessere Prozessüberwachung für bessere Bausergebnisse.

„Die neue Version des Evolizer bietet jetzt noch mehr Bedienkomfort. Wir haben die Anregungen unserer Kunden mit einfließen lassen. Über den Touchscreen lässt sich die Maschine bequem steuern“, erzählt Markus Kaltenbrunner, Geschäftsführer der EVO-tech GmbH.

Auch das Materialspektrum des Unternehmens hat sich erweitert. Ein hochstabiles Elastomer ergänz die Materialpalette und zeichnet sich durch eine hervorragende Balstbarkeit auch, auch in Z-Richtung, aus.

Neue Märkte erobern

Die überarbeitete Version des Evolizers bringt ein paar neue Features, die den Nutzer erfreuen werden. Neben einer Anbindungsmöglichkeit des Gerätes über USB, LAN und WLAN ist durch den neuen Touchscreen auch eine wesentlich komfortablere Bedienung am Gerät möglich. Eine Überwachung der Maschine über eine App beinhaltet sogar eine Live-Videoüberwachung des Bauprozesses.



Der Touchscreen des neuen Evolizer lässt hinsichtlich Bedienungs-komfort keine Wünsche mehr offen. Über eine App kann der Bauprozess online überwacht werden.

„Die Kombination aus der neuen Maschinenversion und unseren stetigen Entwicklungen im Materialumfeld wird uns ganz neue Möglichkeiten in der Filamenttechnologie bringen. Mehr dazu verrate ich gerne auf der formnext“, so Kaltenbrunner.

■ www.evo-tech.eu
formnext Halle 3.1, Stand J49



Das Video zum Bericht



„AM Factory of Tomorrow“ von Concept Laser für die industrielle Serienfertigung. (Alle Bilder: Concept Laser)

Concept Laser stellt neue Maschinen-, Software- und Anlagenarchitektur zur Industriellen Serienfertigung im Sinne von „Industrie 4.0“ vor:

AM Factory of Tomorrow

Obwohl Additive Manufacturing (AM) lediglich 0,03 % des über zehn Billionen US-Dollar schweren, globalen Produktionsmarktes ausmacht, hat die Additive Fertigung die Experimentierphase verlassen und entwickelt sich zum boomenden Geschäft. Im Jahr 2016 werden laut einer Studie der internationalen Managementberatung Bain & Company die Umsätze weltweit um rund 30 % auf mehr als sieben Mrd. USD ansteigen. Aber das ist erst der Anfang. Nach ihrer Einschätzung steht die Additive Fertigung an der Schwelle der Massenfertigung.

Die industrielle Serienfertigung hat das Additive Manufacturing erreicht. Angesichts der heute schon möglichen Aufbaugeschwindigkeiten und Bauraumgrößen hat die generative Fertigung längst das Stadium des Prototyping überwunden. Nun wartet der Megatrend „Industrie 4.0“ als große Heraus-

forderung auf alle Marktteilnehmer. Laut Peter Sander, Leiter Emerging Technologies & Concepts bei Airbus, plant der Flugzeughersteller im Jahr 2018 Titan, Edelstahl und Aluminium im AM-Serieneinsatz zu verarbeiten. Anwender aus der US-Luft- und Raumfahrtbranche haben AM zur Stan-

dardstrategie erklärt. Die Herausforderungen für eine wirtschaftliche Serienproduktion spielen sich auf drei Ebenen ab: Digitalisierung, Automatisierung und eine Vernetzung der Maschinen bis hin zur Schaffung einer Smart Factory.

The next industrial revolution

General Electric (GE) spricht von sich selbst als „Digital Industrial Company“ und in Bezug auf AM von „The next industrial revolution“. Das Unternehmen kündigte bereits 2014 an, dass binnen fünf Jahren ca. 80 % eines Triebwerks additiv hergestellt werden. Ebenfalls 2014 kündigte GE an, dass eine sogenannte Fluid Nozzle zum Betanken von



Smarte Produktion mit AM-Modulen von Concept Laser auf industriellem Niveau mit minimalem Footprint.



Basisgedanke der neuen Anlagen-Architektur von Concept Laser: Entkoppelung von Handling- und Prozesseinheit.



Flugzeugen, bisher ein Druckgussteil, bis 2016 nur noch gedruckt werden soll. Die Aufbaugeschwindigkeit gibt GE mit nur ca. 18 Stunden an – und, das überrascht sogar Branchenkenner, die Stückzahl liegt weltweit bei 150.000 pro Jahr.

Betrachtung von Kosten und Aufbaugeschwindigkeiten

Immer dann, wenn das generativ aufgebaute Bauteil besser, leistungsfähiger, schneller verfügbar, leichter oder/und kostengünstiger sein wird, ist die Additive Fertigung die richtige Lösung. Die Kosten werden derzeit mit EUR 3,14/cm³ (für Material, Maschine, Energie etc.) angesetzt, sinken aber ständig, was die weitere Verbreitung verbessert. Die Prognosen nach Roland Berger, einer global tätigen Unternehmens- und Strategieberatung, lauten für 2018 EUR 1,60/cm³ und für 2023 EUR 1,10/cm³. Aufbaugeschwindigkeiten sind aus Sicht der Industrie das wohl wichtigste Kriterium zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit. Die Grenzen verschieben

sich durch den Stand der Technik kontinuierlich nach oben (siehe Info-Box).

Wie verändert ein generativer Ansatz das konstruktive Denken?

Bislang legten Einkäufer einen konventionellen Bauteil auf den Tisch und fragten, was es lasergeschmolzen kosten würde. Dies bedeutete faktisch, die Vorzüge des Verfahrens ungenutzt zu lassen. Heute gehen die Konstrukteure systematischer vor. Es werden die Leistungsparameter definiert, und daraus werden „verfahrensgerechte Lösungen“ entwickelt. Das Bauteil kann AM-gerecht „designt“ werden. Das Ergebnis überrascht nicht nur optisch. Bionisch ausgelegte Leichtbauteile können durchschnittlich um bis zu 20 bis 30 % leichter sein als gefräste oder gegossene Bauteile. In einigen Fällen erreicht die potenzielle Gewichtsreduktion auch 60 bis 80 %, wenn z. B. rechtwinklige Metallblöcke auf ihre eigentliche Funktion reduziert werden. Wichtig ist es, die Bauteilanforderungen hinsichtlich thermischer und me-

Prognosen für AM

Die Prognosen für Additive Manufacturing nach Roland Berger, einer global tätigen Unternehmens- und Strategieberatung, lauten:

Kosten in EUR:

2018 = 1,60/cm³
2023 = 1,10/cm³

Aufbaugeschwindigkeiten:

- Jahr 2013 = 10 cm³/h
- Jahr 2018 = 40 cm³/h
- Jahr 2023 = 80 cm³/h

In zehn Jahren eine Steigerung um den Faktor 8 oder 800 %. Das lässt industrielle Größenordnungen erwarten.



“ Als Trendsetter zeigt Concept Laser einmal mehr andere Lösungen als der Wettbewerb. Und das ist auch gut so. Mit der neuen Maschinenarchitektur wird Concept Laser erneut einen Meilenstein und Impuls in der Additiven Fertigung metallischer Bauteile setzen. Dieser Ansatz geht ganz neue Wege und ermöglicht eine wirtschaftliche Serienproduktion. Wir wollen die Wertschöpfung unserer Anwender deutlich steigern.

Oliver Edelmann, Leiter Vertrieb & Marketing bei Concept Laser

nen, sie sind auch leichter und weisen eine andere Geometrie auf.

Wie verändert sich die Verarbeiterszene?

Der Bedarf an generativer Fertigungskapazität nimmt weltweit rapide zu. Aufgrund der Fertigungsoption „on demand“ und „dezentral“ gilt dies für nahezu alle Weltregionen. Aktuell ist zu beobachten, dass sich die Verarbeiterszene formiert und zu strategischen Investitionen in den Metalldruck bereit ist. Dabei zeigen sich zwei idealtypische Modelle: Das Druckzentrum als Dienstleister sowie industrielle Anwender, welche die Entwicklungs- und Fertigungskompetenzen „In-house“ nutzen, um Wettbewerbsvorteile ausspielen zu können.

Als Nebeneffekt bleibt auch noch anzumerken: jene Verarbeiter, die umfassende 3D-Produktlösungen anbieten wollen, bauen ihre metallurgischen und verfahrenstechnischen Kompetenzen aus, suchen Netzwerke und Kooperationen und bieten Bauteile höchst unterschiedlicher Volumina an. Es geht hier um eine Dienstleistung als Full-Service-Anbieter.

Momentaner Stand der Technik

Die bisherigen Maschinenkonzepte konzentrierten sich meist auf Aufbaugeschwindigkeiten, Bauraumgrößen und qualitative Aspekte. Die propagierten Zielsetzungen wurden auf Anbieter- und Verarbeiterseite weitgehend erfüllt, womit sich der 3D-Druck im ersten Schritt



Mehrere Handling-Stationen können eine zentrale Metallpulver-Aufbereitungseinheit bilden.

für das Prototyping und die Kleinserienfertigung etablieren konnte. Doch die Erwartungen an die generative Fertigung steigen weiter. Welche Antworten bieten die Maschinen- und Anlagenbauer auf mittlere Sicht?

Größere Bauräume? – Die X line 2000R mit 2 x 1.000 W von Concept Laser verfügt über den derzeit größten Bauraum der Welt für das pulverbettbasierte Laserschmelzen von Metallen (800 x 400 x 500 mm³). Noch größere Bauräume sind denkbar, aber es treten höhere Spannungen im Bauteil auf – und ein wirtschaftlicher Betrieb ist somit ungewiss. Zudem bieten sich intelligente Fügetechniken an. Die industriellen Anwender sind mit dem heutigen Stand der Technik eher zufrieden.

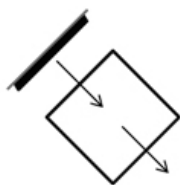
Stärkere Laserquellen? – Hier darf man gespannt sein, wohin der technische

Fortschritt führt, aber auch dieser Weg alleine wird nicht das Allheilmittel sein.

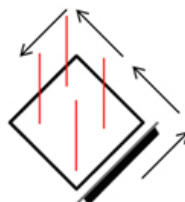
Höhere Aufbaugeschwindigkeiten? – Hier liegt unbedingt ein Ansatz, der sich schnell umsetzen lässt. Stichwort ist die Multilaser-Technik. Allerdings müssen mehrere Laserquellen geschickt eingesetzt werden, damit es bei der Qualität der Bauteile, Stichwort Überlappbereiche und Schmauchentwicklung, keine Abstriche gibt.

Neue Wege in der Maschinenarchitektur

Die Probleme, die sich für die Serienfertigung aus den bisherigen „Stand alone“-Maschinenlösungen ergeben, werden bei Concept Laser nun durch eine neue Maschinenarchitektur überwunden. Dazu findet zunächst eine räumliche Trennung von Produktions- und Handlingprozessen statt. Dies geschieht aber nicht, wie bei allen Anlagenlösungen von Concept Laser innerhalb der Maschine, sondern es entstehen zwei physisch getrennte Bereiche. Zudem ermöglichen das automatisierte Pulvermanagement sowie die Automation weiterer, bis dato manueller Prozesse, die bisherigen Stillstandzeiten auf ein Minimum zu reduzieren. Abgerundet wird das Konzept durch eine Anbindung konventioneller Prozessschritte an die Additive Fertigung – z. B. zur Nachbearbeitung der Bauteile. Insgesamt fügt sich das Bild zu einer automatisierten, digitalisierten und vernetzten Lösung zur wirtschaftlichen



Beschichtung in eine Richtung



Beschichter fährt während Belichtung zurück

Schematische Darstellung des neuen 2-Achsen-Beschichtungsprozesses: Während der Beschichter nun zurückfährt, kann gleichzeitig belichtet werden. Dies geht einher mit einer Zeitersparnis und einem sauberen Beschichtungsprozess, da der Beschichtungsprozess nur in eine Richtung verläuft.

Serienfertigung von metallischen Bauteilen im Sinne des Leitgedanken der Industrie 4.0.

Entkoppelung „Pre Production“ und „Production“

Die neue Anlagenarchitektur ist im Wesentlichen durch eine Entkoppelung von „Pre Production“, „Production“ und „Post Production“ gekennzeichnet. Dies beinhaltet u. a. eine flexible Maschinenbeschickung sowie eine räumliche Trennung der Auf- und Abrüstvorgänge.

Zielsetzung war es dabei, die Prozesskomponenten durch Schnittstellen gezielter abzustimmen und die Flexibilität der Prozessgestaltung zu einem ganzheitlichen Ansatz zu erhöhen. Möglich wird dies durch einen konsequenten modularen Aufbau von „Handling-Stationen“ und „Bau- bzw. Prozess-Einheiten“, der hinsichtlich Kombination und Vernetzung deutlich mehr Flexibilität und Verfügbarkeiten verspricht. Auch wird es möglich sein, die gegebene Materialvielfalt durch eine gezielte Kombination dieser Module besser und letztendlich wirtschaftlicher zu handhaben. So kann der Anlagenutzer künftig mithilfe der Module sehr genau die Produktionsaufgabe hinsichtlich Bauteilgeometrie oder Material „maßschneidern“.

Alles in allem werden Effizienz und Verfügbarkeit des Produktionssystems deutlich erhöht – bei signifikanter Reduktion des Flächenbedarfs. Simulierte Produktionsszenarien haben gezeigt, dass dieser um bis zu 85 % im Vergleich zu bestehenden Möglichkeiten reduziert werden kann. Darüber hinaus wird die Laserleistung pro Quadratmeter Flächenverbrauch um den Faktor 7 gesteigert.

Die modulare Handling-Station

Die neue Handling-Station verfügt über eine integrierte Siebstation und ein Pulver-Management. Es werden nun keine Container mehr für den Transport zwischen Maschine und Siebstation benötigt. Entpacken, Vorbereitungen für den nächsten Baujob sowie Sieben finden somit in einem geschlossenen System statt, ohne dass der Bediener in Kontakt



mit dem Pulver gerät. Eine Handling-Station kann mit zwei Prozess-Stationen zu einer Fertigungszelle verbunden werden. Auch ermöglicht es der neue Werksbaukasten, mehrere Handling-Stationen zu einer Materialaufbereitungsanlage zusammenzufügen und räumlich von den Prozess-Stationen zu trennen.

Die modulare Prozessstation

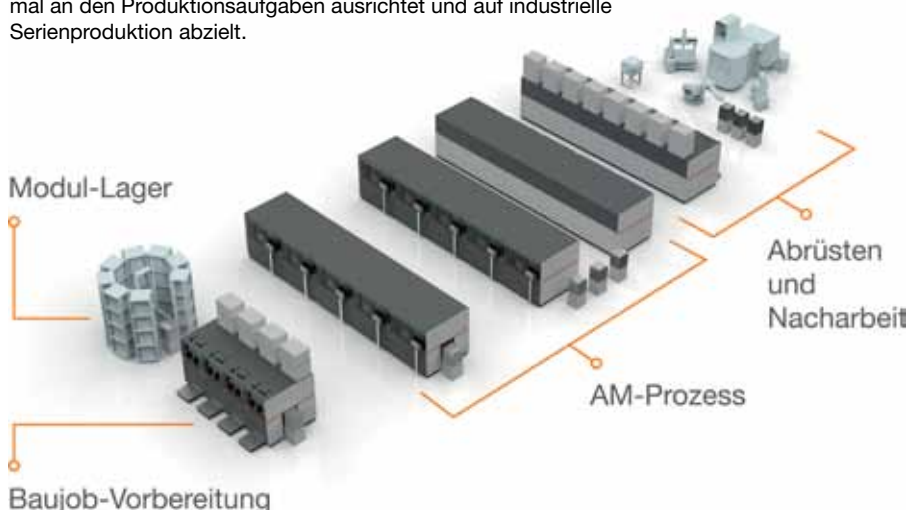
Die Prozessstation selbst verfügt über einen Bauraum von 400 x 400 x >400 mm³. Laserquellen, Prozessgasmanagement und Filtertechnik sind im Modul integriert, die Schichtstärken liegen im gewohnten Bereich. Zudem verfügt die Anlagenlösung über einen variablen Fokussdurchmesser und wird wahlweise mit 1-, 2- oder 4-Laser-Optik mit unter-

schiedlicher Laserleistung von 400 bis 1.000 W verfügbar sein. Eine gegebene Redundanz der Laser sorgt dafür, dass bei Ausfall eines Lasers die verbleibenden drei Laser immer noch die gesamte Bauplate abdecken – der Baujob kann trotzdem fertiggestellt werden. Mehr Laserquellen erhöhen die zu erwartenden Geschwindigkeiten. Sie erhöhen aber auch die Komplexität und Abhängigkeiten, was zu Anfälligkeit führen kann und somit den gewünschten positiven Effekt ins Negative umschlagen lässt.

Verfahrbare Module als Bindeglied

Die Materialbevorratung, die Prozessseinheit sowie die Auffangeinheit des überschüssigen Materials sind bisher fest miteinander verbunden. Dies →

Verkettung der „AM Factory of Tomorrow“: Die „Smart Factory“ ist ein flexibel erweiterbares, hochgradig automatisiertes und zentral steuerbares Meta-Produktionssystem, das sich maximal an den Produktionsaufgaben ausrichtet und auf industrielle Serienproduktion abzielt.

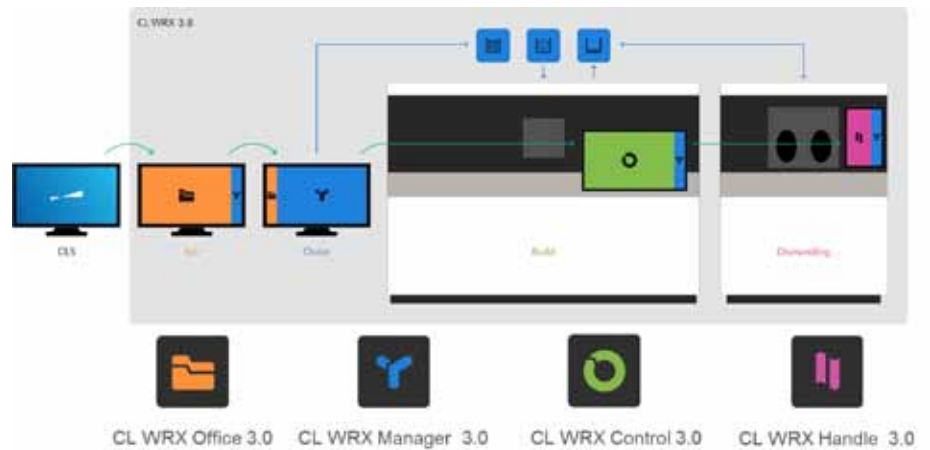


führt dazu, dass z. B. bei neuer Pulverzufuhr der Bauprozess unterbrochen werden muss, was wiederum zu den erwähnten Totzeiten führt. Der neue Ansatz sieht nun eine Trennung dieser drei Teilbereiche in einzelne Module vor. Diese Module sind unabhängig voneinander und können einzeln gesteuert werden. Dabei werden sie über ein Tunnelsystem im Inneren der Prozess- oder Handling-Station bewegt. So kann z. B. bei der Zufuhr von neuem Pulver das leere Modul der Pulverbevorratung durch ein neues Modul sofort automatisch ersetzt werden, ohne dass der Bauvorgang zwingend unterbrochen werden muss. Auch fertige Baujobs können nun mit dem eigenen Modul aus der Maschine gefahren werden und direkt durch ein neues vorbereitetes Baumodul ersetzt werden, sodass der Produktionsbetrieb sofort wieder aufgenommen werden kann.

Bemerkenswert ist die direkte Verknüpfung dieser Module ohne Rohre oder Schläuche sowie deren Identifikation über RFID-Interfaces. Entsprechend ergibt sich ein sicherer Materialstrom bei hohen Materialdurchsätzen und bei gleichzeitiger Flexibilität, wenn es gilt, unterschiedliche Materialtypen dem Bauprozess zuzuführen und zu verarbeiten.

Neuer Beschichtungsprozess und Werkzeugwechselsystem

Das neue Anlagenkonzept verfügt über ein neuartiges 2-Achsen-Beschichtungssystem, das es erlaubt, die Rückfahrt des Beschichters parallel zur Belichtung durchzuführen. Dies führt zu einer wesentlichen Zeitersparnis beim Beschichtungsprozess, ohne die heute marktüblichen Probleme mit Schweißspritzern von Systemen, die in beide Richtungen beschichten. Dieser Ansatz verbindet die Vorteile einer intelligent eingesetzten Multilaser-technik mit höchstem Qualitätsbestreben. Die Beschichterklingen, wahlweise aus Gummi, Stahl oder Carbon, können während des Baujobs automatisch gewechselt werden. Ein automatisiertes Werkzeugwechselsystem – wie in der CNC-Maschinentechnik – verspricht hohe Flexibilität sowie Zeitvorteile beim Rüsten der Maschine und reduziert den manuellen Eingriff des Bedieners.



Workflow der Software-Module CL WRX 3.0.

Neue Software-Architektur: Transparente Prozessüberwachung

Zur Steuerung und Überwachung von Anlagenkomponenten und Datenfluss wurde eine Software-Architektur entworfen, die eine MDE (Maschinendatenerfassung) mit einer BDE (Betriebsdatenerfassung) kombiniert und gleichzeitig den Datenfluss der digitalen Prozesskette organisiert. CL WRX steht für „Concept Laser Works“. Das integrierte Tool soll den Mitarbeitern der AM-Fertigung eine übersichtliche Prozessüberwachung im Monitoring, aktive Prozessgestaltung und Automation bis hin zur Bauteildokumentation in einem Guss anbieten. Relevante Kenndaten schnell zu erfassen ist für den Anwender stets wichtig. So können die verbleibende Pulvermenge eingesehen, der Baufortschritt überprüft, Fehlermeldungen interpretiert oder anstehende Wartungsaufgaben vorhergesehen werden. Gleichzeitig bietet CL WRX 3.0 Schnittstellen für eingehende CLS-Daten, Automatisierungsaufgaben und Verknüpfungen zu ERP-Systemen des Betriebs. Die AM-Fertigung wird so in das betriebliche Umfeld integriert.

Die „AM Factory of Tomorrow“ als Ergebnis

Die neue Maschinenarchitektur erlaubt eine flexible Verknüpfung von Maschinen miteinander. Dabei können Prozess- und Handling-Station beliebig kombiniert werden, aber auch Prozess-Stationen und Handling-Stationen räumlich getrennt voneinander betrieben werden. Es findet eine Vernetzung der

einzelnen Maschinen bzw. von Elementen miteinander statt. Doch der Grundgedanke der „AM Factory of Tomorrow“ geht sogar über diesen Ansatz hinaus und sieht auch eine Vernetzung mit klassischen Fertigungsmethoden – z. B. beim Post Processing – der Bauteile vor. Folglich entstehen Maschinennetzwerke, die nicht nur untereinander sondern auch mit entsprechenden Peripheriegeräten „kommunizieren“.

Neben der Vernetzung ist die Automation zweites Schlüsselement. Bisher manuelle Prozesse wie z. B. das Zuführen von neuem Metallpulver oder die Nacharbeit der Bauteile und die daraus resultierenden Stillstandszeiten werden auf ein Minimum reduziert. Module, die z. B. den Maschinen neuen Werkstoff zuführen oder fertige Baujobs den nachgelagerten Fertigungsschritten zukommen lassen, werden automatisch an die notwendige Position bewegt. Somit werden erhebliche Zeit- und Kostenersparnisse realisiert, welche für die gewünschte Wirtschaftlichkeit in der Serienproduktion sorgen. Nicht ein noch weiteres Plus an Laserquellen oder noch stärkere Laserleistungen stehen im Vordergrund dieses Ansatzes, sondern die bisher fehlende Automation und Vernetzung von Anlagen. Insgesamt gleicht die „AM Factory of Tomorrow“ einer „Smart Factory“ im Sinne des Leitgedankens des „Industrie 4.0“-Konzeptes und ermöglicht so eine wirtschaftliche Serienproduktion metallischer Bauteile.

www.concept-laser.de
formnext Halle 3.1, Stand F48



Der ExOn 8 Extruder bildet die Basis für die direkte Anwendung von Kunststoffgranulat im Fügen und in der Additiven Fertigung

Werkzeug für Industrieroboter zum Fügen und 3D-Drucken:

3D-Druck mit Robotersystemen

Die Fertigung mit Robotersystemen gehört in der industriellen Fertigung mittlerweile zum Standard in vielen Branchen. Präzision, Wiederholung von Abläufen mit stets gleichen Ergebnissen machen Industrieroboter zum kongenialen Partner. Für diese Hightech-Welt stellt Dohle jetzt ein Extruder-Werkzeug zur Verfügung, das sowohl der Fügetechnik dient als auch den 3D-Druck mit Granulat oder Draht beherrscht.

Ob Werkstücke miteinander verbunden werden, Schweißnähte gezogen werden oder beim „Rundlaufen“ im 3D-Druck Exponate von immer wieder reproduzierbaren, gleichen Teilen entstehen sollen: ROBOT von Dohle in Ruppichterath (D) bietet diese Möglichkeiten. Mit Anbindung an 3-Achs-Systemen bis hin zu 5- und 6-Achs-Systemen eröffnet dieses

Werkzeug das gesamte Spektrum industrieller Robotersysteme.

Extrudertechnik mit Anbindung industrieller Robotersysteme

Dohle, seit vielen Jahrzehnten Spezialist für die Extrudertechnik zum Fügen und Verschweißen von Werkstücken, hat es in einem intensiven Forschungs- und Entwicklungsprozess erreicht, dass sich das vorhandene, mechanische und elektronische Know-how in der Herstellung leistungsfähiger Extrudertechnik um die Anbindung an industrielle Robotersysteme erweitert. Gleichzeitig werden so die Fertigungsprozesse der Fügetechnik und der Additiven Fertigung mittels Herstellung von Urformen ohne gesondertem Werkzeug, dem 3D-Druck, gekoppelt an Robotersysteme möglich gemacht.

Die Partnerschaft zu einigen Hochschulen brachte wertvolle Impulse in die Entwicklung des ROBOT-Werkzeugs ein. Auf der Messe „K“ in Düsseldorf zeigte

Dohle mit seinem Partner Herz aus Neuwied (D) mittels eines Versuchsaufbaus die Leistungen des ROBOT, insbesondere im 3D-Druck, live. Mit der Verknüpfung zu Robotersystemen in der industriellen Fertigung wird es in Zukunft möglich, die Exponate des 3D-Drucks computergesteuert in Serie zu produzieren. Dies ist sowohl mit Zuführung von Filament als auch, für die Industrie wichtig, mit Granulat möglich.

Drei Industrie-Extruder zum Start

Zum Start der Serienfertigung des ROBOT-Werkzeugs stehen drei alternative Industrie-Extruder in der Ausführung ROBOT 0,4 sowie ROBOT 0,8 mit und ohne Vorwärmung zum Einsatz in industriellen Anwendungen bereit. Bei Einsatz von 4 mm Schweißdraht erreicht die Schweißleistung bis zu 0,8 kg/h. Die Spezifikation ist individuell im Rahmen der Möglichkeiten auf die Anwendungsbelange hin modifizierbar.

■ www.dohle-extruder.de



Industrie-Extruder ROBOT – Werkzeug für Robotersysteme im 3D-Druck und in der Fügetechnik.

Die DM60 Färbeanlage liefert perfekte Färbeergebnisse. (Greifer: formrise GmbH)



Das Video zur DM60



Münchner Startup liefert clevere Finish-Lösungen für Lasersinterteile:

Sie treiben's bunt

Im Bereich Lasersintern wachsen sowohl Anforderungen als auch Applikationsfelder ständig. Es reicht bei Weitem nicht mehr aus, nur den reinen Fertigungsvorgang dieser Technologie zu beleuchten. Mit der bloßen Herstellung eines lasergesinterten Kunststoffteils ist der Gesamtprozess heute noch lange nicht abgeschlossen. Erst die richtige Oberflächenbearbeitung und Veredelung der Bauteile machen es möglich, hochwertige und langlebige Endprodukte in Serie herzustellen.

Autor: Georg Schöpf / x-technik

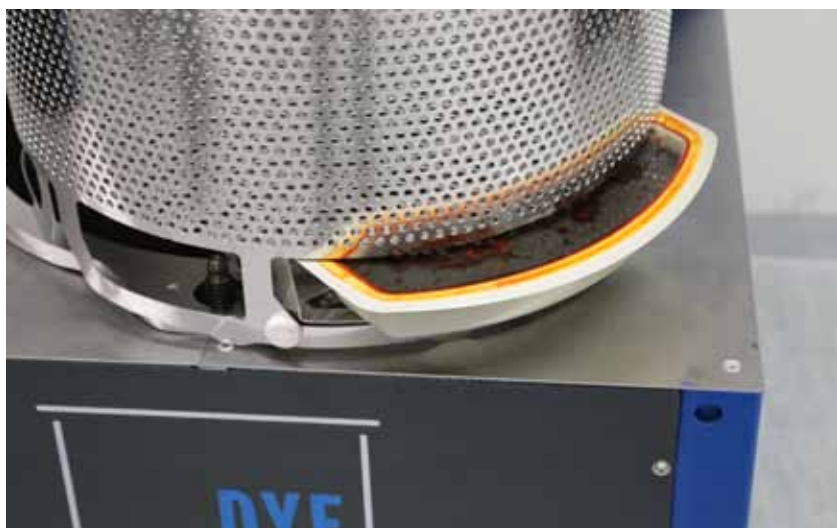
Vor gut drei Jahren wurde die heutige DyeMansion* unter dem Namen Trindo gegründet. Der ursprüngliche Unternehmensansatz war additiv gefertigtes Handyzubehör. Die beiden Gründer Felix Ewald und Philipp Kramer boten Handyhüllen im Corporate Design ihrer Kunden an. Als sich nach den ersten verkauften Hüllen die Hosentaschen der Kunden einfärbten, begannen sie mit der Entwicklung einer geeigneten Färbelösung. Aus Trindo wurde DyeMansion. Seither beschäftigt sich die Firma mit der Entwicklung von Systemlösungen für die Veredelung von lasergesinterten Bauteilen. Mit einem Invest des EOS-Gründers Dr. Hans Langer startete die junge Münchner Firma in die Welt der industriellen Bauteilfertigung durch.

Einfache und skalierbare Färbelösung

„Uns wurde schnell klar, dass wir für industrielle Anwendungen eine Lösung brauchen, die sowohl einfach, zuverlässig und auch skalierbar arbeitet. Bei unseren Entwicklungen haben wir verschiedene Methoden untersucht. Dabei wurde manches Kleidungsstück und einige Einrichtungsgegenstände bunt“, erinnert sich Felix Ewald, der das Unternehmen zusammen mit seinem Gründerkollegen Philipp Kramer leitet, mit einem Schmunzeln. „Weil wir das unseren Kunden nicht zumuten wollten, war wichtig, dass der Anwender eine Lösung bekommt, bei der er möglichst nicht mit dem Färbemittel in Berührung kommt“, ergänzt er.

Volles Farbspektrum möglich

Resultat dieser Entwicklungen ist die DM60. Die erste vollautomatisierte Färbeanlage für Lasersinterteile bietet Werkstücken bis zu einem Durchmesser von 400 mm und einer Höhe von 450 mm Platz. Die Farbe kommt anschließend über ein Kartuschensystem in die Anlage. Derzeit sind 17 Standardfarben verfügbar. DyeMansion kann aber beliebige Farbtöne auf Basis von RAL oder Pantone individuell erstellen, was auch die farbliche Anpassung von Bauteilen an ein Corporate Design problemlos möglich macht und Kunden der DM60 das komplette Farbspektrum auf ihren Lasersinterteilen offenlegt. Die geringe Prozesszeit von nur 2,5 Stunden je Färbedurchgang



Der Farbstoff gelangt über versiegelte Kartuschen ins System. Durch diesen abgeschlossenen Prozess wird eine Verunreinigung der Umgebung sowie aufwendiges Farbpulverhandling vermieden.

mit anschließender, vollautomatischer Reinigung führt zu hoher Flexibilität bei optimalem Färbeargebnis – und das ohne Verschmutzung der Umgebung. In der Praxis ist so beispielsweise das Färben von bis zu 250 Brillengestellen in nur einem Durchgang möglich.

Wiederverwendbarer Farbstoff

„Derzeit arbeiten wir an einer Ergänzung der DM60. Es ist ein Zusatztank, der es ermöglicht, den Farbstoff wiederzuverwenden, was die Leistungsfähigkeit einer Farbkartusche enorm erhöht“, erklärt Ewald. Die DyeMansion-Technologie basiert im Gegensatz zu einer Lackierung von Bauteilen auf der Infiltration des Sinterteils. Dabei dringt der Farbstoff zwischen 0,2 mm und 1,0 mm in das Werkstück ein, was bei dünnwandigen Teilen einer Durchfärbung entspricht. Durch dieses Eindringen entsteht eine abriebfeste Einfärbung, die auch bei Kratzern an der Oberfläche

keine Beeinträchtigung in der Farbechtheit ergibt. Da Lasersinterteile grundsätzlich eine poröse Oberfläche haben, bietet DyeMansion auch Lösungen für das Versiegeln der Oberfläche in Form von zusätzlichen Beschichtungen an. Dadurch können wasser- und schmutzabweisende Eigenschaften eines Bauteils erzielt werden.

Neues Strahlensystem für hochwertige Oberflächen

Ein speziell von DyeMansion entwickeltes Strahlverfahren soll in Zukunft hochqualitative Oberflächen für SLS-Teile ermöglichen. Diese Oberflächenqualität setzt neue Standards und ist Grundlage für die Produktion von Endprodukten. Der Prozess funktioniert ebenfalls automatisiert und benötigt nur geringen Personalaufwand. Dies rundet das Spektrum der Nachbearbeitung ab und bietet allen DyeMansion Kunden in Zukunft eine clevere inhouse Ge- ➔



“Da für einige unserer Kunden eine eigene DM60 momentan noch nicht wirtschaftlich ist, bieten wir neben dem Vertrieb unserer Färbearbeiten einen umfangreichen SLS Färbeservice an. Die einzelnen Bearbeitungsschritte der Oberflächenbearbeitung werden je nach Applikation angepasst.

Felix Ewald, Gründer und Geschäftsführer der DyeMansion GmbH



Von der Idee bis zum serienreifen Produkt sind wir Ihr professioneller Ansprechpartner!

CAM-CNC-Präzisionstechnik

Additive Fertigung

Ultrasonic Schleiftechnik

Sondermaschinenbau & Montage



Seit mehr als 20 Jahren...

**Heute besser als gestern.
Morgen besser als heute.**

Fuchshofer Präzisionstechnik GmbH

Haselbach 100

A-8552 Eibiswald

Tel: +43 (0) 3466 - 47 0 25-0

Email: anfrage@fuchshofer.at

www.fuchshofer.at



samlösung für alle wichtigen Schritte nach der Fertigung eines Bauteils. Die Strahlanlage Powershot wird auf der formnext im November erstmals der breiten Öffentlichkeit vorgestellt.

Reduzierung des Personalaufwandes durch Automation

Neben den Systemlösungen bieten die Münchner ihren Kunden auch einen SLS Färbe- und Finishservice an. Nicht jeder hat einen so hohen Durchsatz im Färben, dass eine eigene Anlage wirtschaftlich ist. „Neukunden ist im ersten Moment oft nicht klar, welche Arbeitsschritte bei einer Veredelung erforderlich sind. Das ist manchmal recht komplex. Da können wir mit unserem Entwicklungsteam im Rahmen einer Dienstleistung oft schneller zu einem brauchbaren Ergebnis verhelfen“, weiß der Geschäftsführer. Deshalb gibt es attraktive Finish-Pakete. Schleifen, polieren, beschichten – die einzelnen Arbeitsschritte der Veredelung können individuell auf die Applikation angepasst werden.

„Die enge Zusammenarbeit mit unseren Kunden und SLS-Maschinenherstellern führte dazu, dass wir unsere Lösungen im letzten Jahr kontinuierlich weiterentwickeln konnten. Bisher fokussiert sich das Verfahren auf Teile aus PA und TPU. Die nächsten Schritte werden aber sicher auch in Richtung der Veredelung weiterer Werkstoffe gehen. Da ist noch ein sehr breites Feld zu bestellen. Für uns stehen dabei stets zwei Grundsätze an oberster Stelle, welche mit unserer Vision, automatisierte Fertigungslösungen für die Produktionsstätten der Zukunft zu entwickeln, einhergehen: Zum



Neben 17 Standardfarben bietet DyeMansion auch individuelle Farbentwicklungen an. Somit können erstmals alle Pantone und RAL-Töne auf SLS Teilen abgebildet werden.



links Neueste Entwicklung bei DyeMansion ist die Strahlanlage Powershot zur Oberflächenbearbeitung von Lasersinterteilen, die auf der formnext erstmals der breiten Öffentlichkeit vorgestellt wird.

oben Auch das sichere und gleichmäßige Einfärben filigraner Strukturen ist mit der DM60 Färbearanlage problemlos möglich.

einen die Reduzierung des Personalaufwandes durch Automation, zum anderen die Bewahrung der Geometrieunabhängigkeit, um die Vorteile der generativen Fertigung zu erhalten“, bemerkt Ewald abschließend.

www.dyemansion.de
formnext Halle 3.1 Stand J80

Die DM60 ist die weltweit erste vollautomatische Färbearanlage für Lasersinterteile. Die bis zu 51 Liter fassende Färbekammer wird über einen Edelstahlkorb mit Bauteilen bestückt. In diesem finden Bauteile mit bis zu 400 mm Durchmesser und 450 mm Höhe Platz. Diese werden frei im Korb schwimmend gefärbt und durch eine Rührereinheit unter Wasser gehalten. Eine Farbkartusche mit Färbemittel und Zusatzstoffen wird am Boden der Anlage über eine Durchstechmembran eingesetzt und das System anschließend mit Wasser befüllt. Das aufwendige Farbpulverhandling ist somit nicht mehr notwendig. Ein spezielles Zirkulationssystem sorgt für eine gleichmäßige Farbverteilung und homogenen Farbaufzug – auch bei komplexen und feinen Hohlstrukturen. Nach dem Färbeprozess wird die Prozesskammer gespült und die Teile können zusammen mit dem Korb entnommen werden. Über einen Touchscreen mit ansprechender Benutzeroberfläche kann das jeweilige Färbeprogramm ausgewählt werden, das auf Volumen und Material abgestimmt wird. Dies reicht von zehn bis circa fünfzig Liter Färbenvolumen. Ein künftiger Zusatztank ermöglicht außerdem ein Wiederverwenden der Färbelösung und erhöht damit die Leistungsfähigkeit einer Farbkartusche erheblich.





links Eine Maschine für Additive Fertigung von GF Machining Solutions: AgieCharmilles AM S 290 Tooling.

rechts 3D-Druck-Formeinsatz mit konturnahen Kühlkanälen: Dank konturnaher Kühlkanäle können die Akteure der Kunststoffindustrie die Produktivität von Spritzgussprozessen steigern und die Qualität von Spritzgussteilen verbessern.



Additive Fertigung nahtlos in den Werkzeug- und Formenbau-Prozessablauf integriert:

Fertigungsprozesskette optimiert

Auf Basis der bestehenden EOS-Technologie deckt die neue AgieCharmilles AM S 290 Tooling den Bedarf der Werkzeug- und Formenbauindustrie an innovativen Formeinsätzen mit konturnahen Kühlkanälen. Mit dieser neuen Lösung fördert GF Machining Solutions die Integration von Additiver Fertigung in die Fertigungsprozesskette. Die Kombination aus einem System 3R MacroMagnum-Spannfutter und spezifischen Bauplatten ermöglicht eine verbesserte Anbindung der Additiven Fertigung an Folgeverfahren wie Fräsen, EDM oder Lasertexturierung.

Die Akteure der Kunststoffindustrie sind sich der Vorteile von konturnahen Kühlkanälen innerhalb der Formeinsätze bewusst. Sie wissen, dass diese Kanäle die Zykluszeit für den Kunststoff-Spritzguss verringern, die Qualität der fertigen Teile verbessern und den Verzug begrenzen können.

Die Partnerschaft zwischen GF Machining Solutions und EOS optimiert den gesamten Prozess durch Lösungen, um die Zeit zwischen den verschiedenen Schritten der Einsatzfertigung zu verkürzen. Die Fallstudie „Druckminderungsventil – DN50“, die bei den International Solution Days von GF Machining Solutions gezeigt werden soll, demonstriert die Machbarkeit eines solchen Integrationsansatzes auf Basis der Anpassungen bei der AgieCharmilles AM S 290 Tooling.

Hybridformeinsatz als wirtschaftlichste Lösung

Wenn konventionelle Bearbeitung und additive Fertigungstechnologien kombiniert werden, können beide ihre indivi-

duellen Vorteile in den gesamten Prozess einbringen. So setzt die Additive Fertigung, die sich auf einzigartige Weise für die Erzeugung eines konturnahen 3D-Kühlsystems eignet, diesen geometrisch komplexen Anteil auf den weniger komplexen Teil des Formeinsatzes, der mit einem herkömmlichen Bearbeitungszentrum hergestellt wurde. Der daraus resultierende Hybridformeinsatz ist die wirtschaftlichste Lösung für Teile, die sich durch geometrisch einfache und

komplexe Abschnitte auszeichnen. Je nach Material und Größe können solche Hybridteile entweder durch direkte Positionierung des additiv gefertigten Teils auf der herkömmlich hergestellten Basis, oder – wie im Beispiel des Druckminderungsventils vorgeschlagen – durch getrennte Herstellung beider Teile und anschließender Montage erzeugt werden.

■ www.gfms.com/at
formnext Halle 3.1, Stand H80

Formeinsatz-Herstellungsprozess

Der Formeinsatz-Herstellungsprozess wird durch die Integration folgender Elemente optimiert:

- Effizientes, konturnahes Kühlsystem durch die AgieCharmilles AM S 290 Tooling.
- Höchste Oberflächengüte und Präzision durch die Mikron MILL 400 U.
- Schneller EDM-Senkerosionsprozess durch die AgieCharmilles FORM 200 für Details, die mit keiner anderen Bearbeitungstechnologie hergestellt werden können.
- Konsequente Verwendung des System 3R MacroMagnum Referenzsystems über die gesamte Abfolge der Bearbeitungsvorgänge.



Der Mark X bietet industrietauglichen FFF 3D-Druck mit Endlosfasern zur Bauteilverstärkung.

Technische Daten Mark X

- Gehäuse: Eloxiertes Aluminium-Unibody
- Bauplattform: Kinematische Kopplung
- Verwindungssteifes Gehäuse: ja
- Interface: 4" Touchscreen
- Software: Cloud-fähig
- Unterstütztes OS: Mac OS 10.7 Lion +, Win 7+, Linux (eingeschränkt)
- Unterstützte Browser: Chrome 30+
- Unterstützte Dateiformate: STL
- Netzwerkanschluss: WiFi, Ethernet, USB Flash Drive

es als seine Aufgabe, stabile, in 3D gedruckte Bauteile für jeden Anwender möglich zu machen und diese Teile aus Kunststoff so stabil wie Aluminium zu fertigen. Markforged 3D-Drucker wurden entwickelt, um Teile mit endlosen Fasern zu verstärken, um so für hohe Stabilität zu sorgen – die automatische Faserverstärkung geschieht bereits während des Druckvorganges.

Kompromisslose Stärke, Präzision und Schönheit

Der Mark X deckt das Portfolio der hochfesten Materialien komplett ab – beispielsweise Kunststoffe wie Nylon und Onyx. Ebenso Endlosfasern aus Kohlenstoff, Glasfaser, Kevlar sowie hochfeste Hochtemperatur-Glasfaser. Es kann alles gedruckt werden – vom Prototyp bis hin zum Fertigteil: prothetische Teile sowie assistive Technologien ebenso wie Roboteranwendungen, Vorrichtungen und industrielle Werkzeuge oder auch hochfeste, präzise Endanwendungsteile. Der Mark X liefert hohe Präzision: Druckbegleitend werden mit der Cloud-

Faserverstärkte Teile auf Industrieniveau

Die Bibus Austria GmbH hat die Markforged-Vertretung für Österreich übernommen und damit ihr umfangreiches Sortiment internationaler Markenprodukte in der Additiven Fertigung nochmals erweitert. Mit dem neuen Mark X ist ein System für die industrielle Herstellung von 3D gedruckten Teilen mit Kohlenstoff-, Glas- und Kevlarfaser-Verstärkung verfügbar.

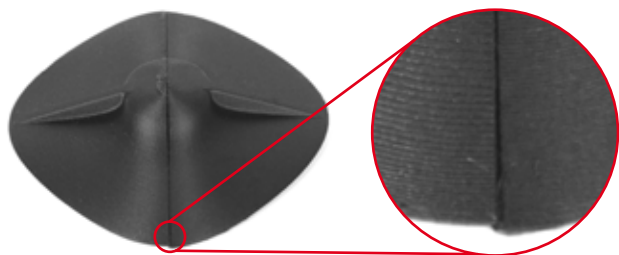
Seit 1989 ist Bibus Austria Partner der österreichischen Industrie für hydraulische, pneumatische und mechatronische Komponenten. Im Bereich Additive Manufacturing zählt das Unternehmen zu

den einheimischen Pionieren und sieht die Zusammenarbeit mit Markforged als weiteren Schritt, die Verbreitung des 3D-Drucks als Fertigungsverfahren noch zu verstärken. Denn Markforged sieht

Das Video zum Mark X

www.additive-fertigung.at/video/125952





oben Mit einer Auflösung von bis zu 50 Mikrometern werden erstaunliche Oberflächenresultate erzielt (rechts im Bild).

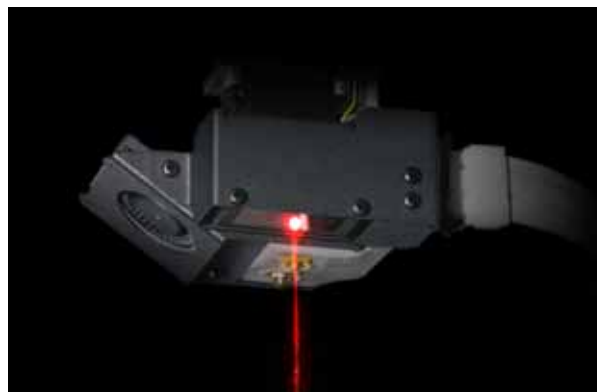
unten Auch die Erstellung von stabilen Formteilen ist problemlos möglich.

basierten Eiger Software und einem Laser-Wegsensor, der am Druckkopf befestigt ist, die Teile gescannt. So wird auch bei den kritischsten Toleranzen während des Drucks die Maßgenauigkeit sichergestellt.

Industrielles Drucken für jede Arbeitsumgebung

Durch eine gesteigerte Stabilität, welche unter anderem durch das steife und robuste Gehäuse sowie durch die leisen und hochpräzisen Schrittmotoren gewährleistet wird, verbessert der Mark X die Wiederholbarkeit über den gesamten Druckprozess hinweg. Dank einer Auflösung von 50 Mikrometer steht auch hoch detaillierten Drucken nichts im Wege. Trotz seines großen Volumens von 573 x 467 x 930 mm³ ist die Grundfläche des Mark X relativ klein. In Kombination mit der Steifigkeit und Stabilität, die durch das eloxierte Aluminiumgehäuse entstehen, eignet sich diese Präzisionsmaschine für zahlreiche Anwendungszwecke.

■ www.bibus.at

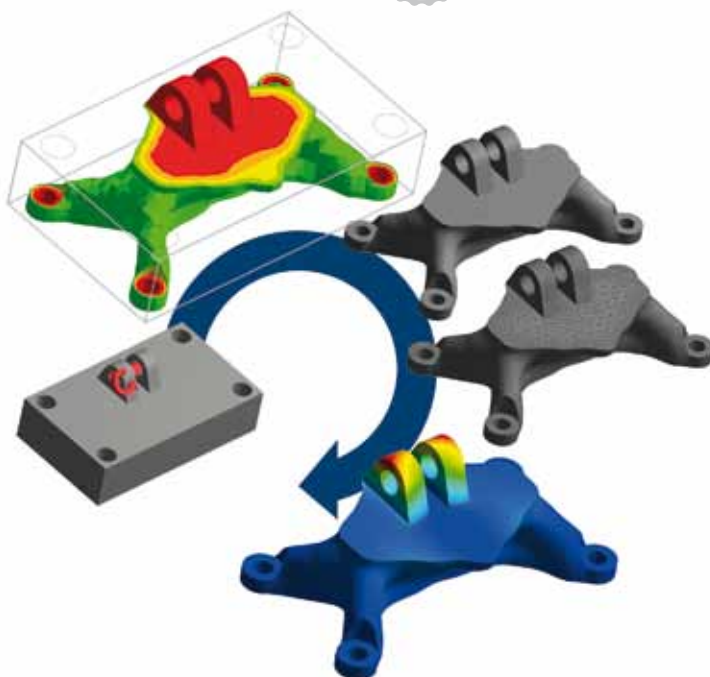


Ein am Druckkopf angebrachter Lasersensor dient zur druckbegleitenden Überwachung des Bauprozesses.

CADFEM®

Simulation ist mehr als Software®

Intuitiv vom Bauraum zur idealen CAD-Geometrie



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

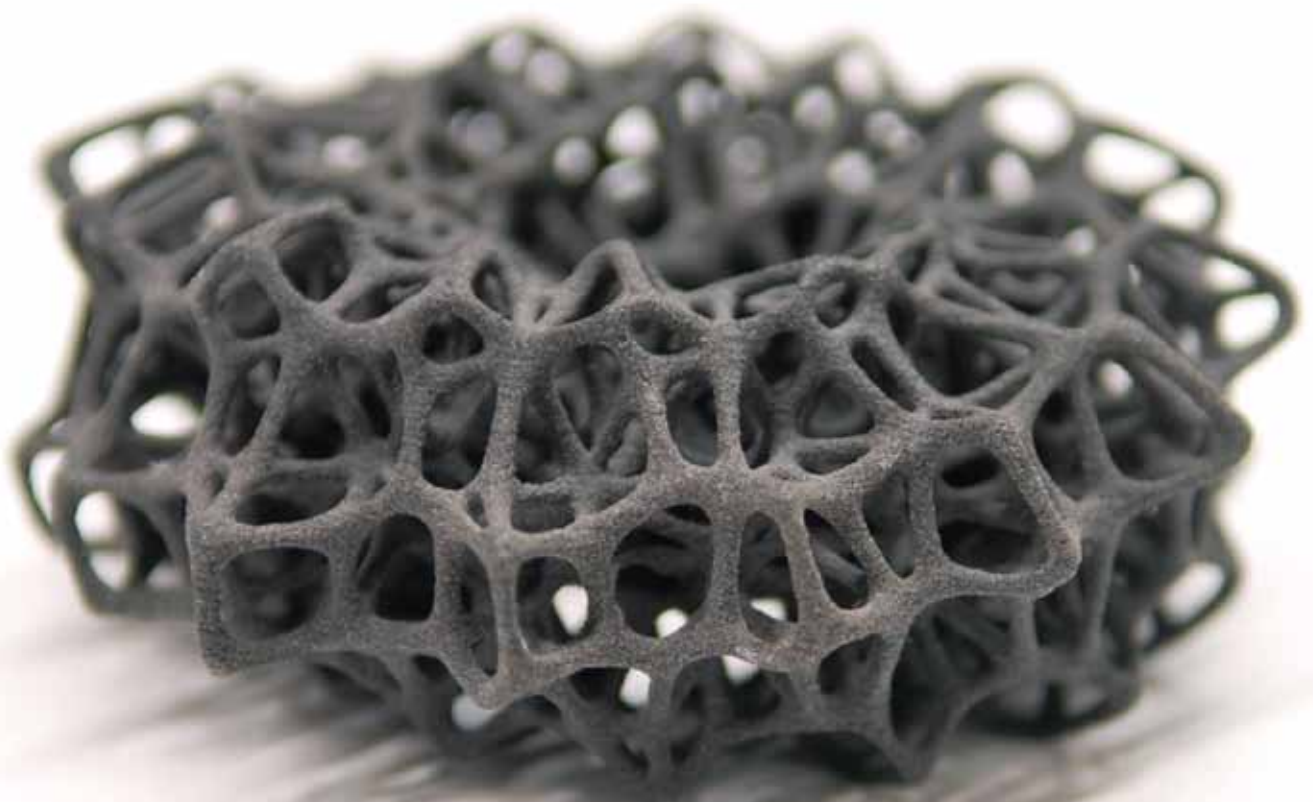
Jetzt zum Info-Webinar „Topologieoptimierung“
am 8. November 2016 anmelden.

cadfem.de/topologie-webinar

CADFEM GmbH
Marktplatz 2
85567 Grafing b. München

T +49 (0) 80 92-70 05-0
info@cadfem.de
www.cadfem.de

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



Das Video
zum Sintratec Kit



Die Ergebnisse der Sintratec S1 steht großen Lasersinteranlagen in nichts nach.

Schweizer **SLS-Revolution**

Eigentlich begann alles nur aufgrund von Unzufriedenheit. Die Sintratec AG ist der erste Anbieter einer Lasersinteranlage im Desktopformat. Mit dem offiziellen Produktlaunch ihrer S1 Maschine wollen die Schweizer den Lasersintermarkt revolutionieren. Ein attraktives Preis-Leistungs-Verhältnis und hervorragende Teilequalität bilden eine gute Ausgangslage dafür.

Autor: Georg Schöpf / x-technik

Startschuss für die Entwicklungstätigkeit der Sintratec AG waren enttäuschende Ergebnisse bei der Arbeit mit Filamentmaschinen. „Zunächst hatten wir uns auf das Erstellen von Bauteilen im FFF-Verfahren konzentriert. Es schien das einzige Verfahren, das für uns als damalige Studenten leistbar war. Leider entsprachen die Ergebnisse so gar nicht unseren Wünschen“, erinnert sich Dominik Solenicki, Mitbegründer und Leiter des operativen Geschäftes bei der Sintratec AG aus Brugg

in der Schweiz. Mit „wir“ meint er sich und seine Gründungspartner Joscha Zeltner und Christian von Burg, mit denen er gemeinsam an der ETH Zürich Elektrotechnik studiert hat.

Selbst entwickeln

Vor etwa vier Jahren sei man dann auf das Selektive Lasersintern aufmerksam geworden, das den Qualitätsanforderungen eher gerecht werden würde. Die drei mussten aber feststellen, dass die

am Markt verfügbaren Maschinen für sie unerschwinglich waren. „Also haben wir überlegt, ob es nicht möglich wäre, eine solche Maschine selbst zu bauen. Als erstes haben wir uns Kunststoffpulver und einen einfachen Diodenlaser besorgt und einfach einmal zu experimentieren begonnen. Dabei haben wir zahlreiche Versuche gemacht, bis das Aufschmelzen des Materials geglückt ist. Danach hat es etwa zwei Jahre und einige Prototypen lang gedauert, bis wir die ersten brauchbaren Ergebnisse



S1 Lasersinteranlage

Die Sintratec S1 ist die erste Lasersintermaschine im Desktopformat. Bei einem Bauraum von 150 x 150 x 200 mm³ (Anm.: wobei der Hersteller empfiehlt, einen Wandabstand von etwa 10 mm einzuhalten) bietet das System eine Auflösung in Z-Richtung von 100 µm. Das System wird vorkalibriert geliefert und ist somit „ready to print“. Trotz der kompakten Bauweise wird ein Betrieb in einer Pulver-unempfindlichen Umgebung empfohlen. Die Betriebssoftware ist auf jedem handelsüblichen PC lauffähig, der über USB mit der Maschine verbunden wird. Mit einem Aufstellmaß von (B x H x T) von 670 x 740 x 350 mm benötigt die S1 erstaunlich wenig Platz. Als Pulver kommt ein mit Kohlenstoff eingefärbtes, anthrazitfarbenes PA 12 zum Einsatz, das eine durchschnittliche Partikelgröße von 60 µm aufweist.

erzielt haben“, so Solenicki weiter. Aber auch bei den Komponenten für ihre Anlage mussten die Schweizer Tüftler feststellen, dass bestehen-

des Material sehr teuer oder schlicht nicht verfügbar war. Was schließlich dazu geführt hat, dass das Trio die gesamte Technologiekette neu →



“ Mit der offiziellen Markteinführung der S1 steht erstmals ein kostengünstiges SLS-System zur Verfügung, das den industriellen Anforderungen gerecht wird und trotzdem für ein KMU erschwinglich ist.

Dominik Solenicki, Leiter des operativen Geschäftes bei der Sintratec AG

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



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

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

Erfahren Sie mehr über uns und unser Additive Manufacturing unter www.1zu1.eu

pro1otypen

**rapid prototyping
rapid tooling
additive manufacturing**

entwickelt hat. So haben sie letztlich nur Kernkomponenten wie Spiegel, Laserdioden und ähnliches zugekauft, die gesamte Mechanik und optische Anordnung aber von Grund auf neu konzipiert. Erklärtes Ziel war es, ein Lösungskonzept zu finden, das in einer erschwinglichen Lasersinteranlage mündet.

Neue Wege gehen

„Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist, dass es keine Restriktionen hinsichtlich Lösungsfindung gibt. Man muss erst mal alles in Frage stellen, weil es ja darum geht, einen eigenen Weg zu finden. So war zunächst die Verarbeitungstemperatur für uns eine besondere Herausforderung. Um die günstigeren Laserdioden verwenden zu können und trotzdem die erforderliche Absorption im Material zu erreichen, die es braucht, um die Schmelztemperatur zu erreichen, hat dazu geführt, dass wir beim Material einen Kompromiss eingehen mussten. So benötigen wir derzeit noch dunkles Material, was sich aber durch die Zugabe von Kohlenstoff relativ einfach bewerkstelligen lässt. Im Nachhinein haben sich daraus aber auch Vorteile ergeben. Das kurzwellige Laserlicht lässt sich besser fokussieren, was sich positiv auf die Bauteilqualität



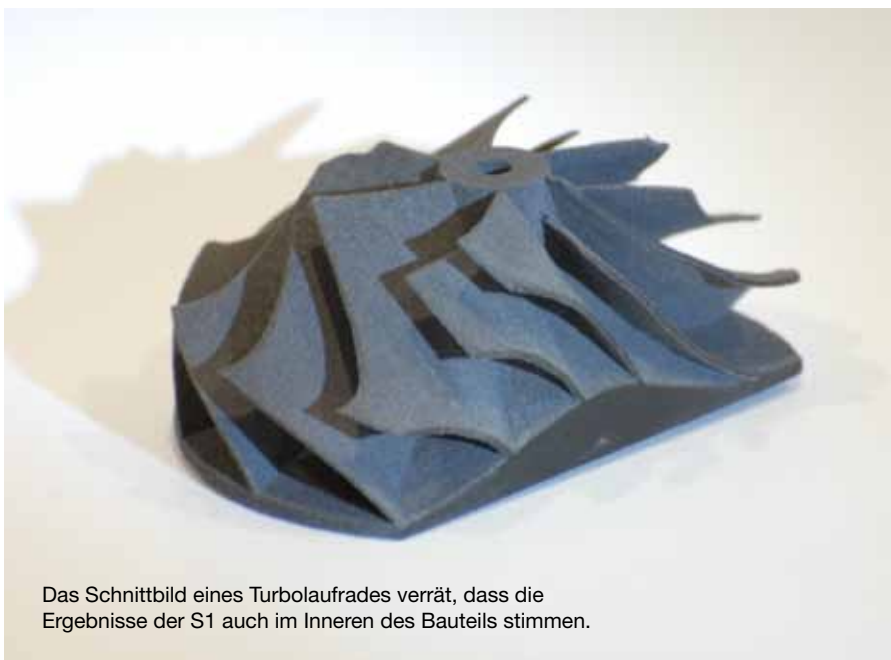
Für die Verwendung in Sintratec-Maschinen ist derzeit noch eingefärbtes Pulver notwendig. An der Verarbeitung von weißem Pulver wird gerade gearbeitet.

und die Oberflächengüte auswirkt“, geht Solenicki ins Detail. Um den Anforderungen der Industrie gerecht zu werden, arbeiten die drei aber bereits an der Möglichkeit, helles Material verarbeiten zu können. Eine weitere Herausforderung bestand aber auch in der Steuerung und der Softwareentwick-

lung. Die erforderlichen Algorithmen mussten ebenso entwickelt werden wie die Elektronik für die Scannersteuerung. „Die Steuerung der drei Grundachsen ist dabei nicht das Problem. Das ist im Grunde einfach, weil man auf bestehende Controllertechnologie zurückgreifen kann. Aber die Steuerung der Spiegel und des Lasers ist schon recht komplex. Glücklicherweise kam uns unser akademischer Hintergrund dabei zugute. Dennoch war das ein wesentlicher Meilenstein in der Entwicklung“, ergänzt der Jungunternehmer.

Zunächst als Bausatz

Das erste richtige Produkt, das Sintratec auf den Markt gebracht hat, wurde durch eine Crowdfunding-Aktion finanziert. Es war der Sintratec Kit – eine Bausatzversion einer kleinen SLS-Maschine mit einem Bauraum von 110 x 110 x 110 mm³. Verarbeitet wird PA12, das mit Kohlenstoff (carbon black) versetzt ist. Dieses System lieferte zwar ansehnliche Ergebnisse, erforderte aber ein gutes Maß an technischem Verständnis um das System zu assemblieren und zu kalibrieren. Da



Das Schnittbild eines Turbolaufrades verrät, dass die Ergebnisse der S1 auch im Inneren des Bauteils stimmen.

aber sämtliche Anfragen aus dem industriellen Umfeld kamen, war schnell klar, dass eine Maschine zur Verfügung gestellt werden musste, die fertig assembliert und mit entsprechender Gewährleistung und Support angeboten werden kann.

Industriereife

Das war die Geburtsstunde der S1, die zur formnext ihre offizielle Markteinführung feiert. Ziel war es, eine Maschine zu entwickeln, die für die Herstellung von funktionalen Prototypen und Kleinserien geeignet ist. Die Maschine sollte so einfach gehalten bleiben, dass für die Bedienung kein speziell ausgebildetes Personal, kein zusätzliches Equipment erforderlich ist und trotzdem industrietaugliche Teile hergestellt werden können. Zusätzlich zur Maschine bietet das Unternehmen ein Research-Package für Materialentwicklung an, das es dem Anwender ermöglicht, die Verfahrensparameter den Bedürfnissen entsprechend anzupassen und somit Materialeigenschaften individuell einzustellen.

„Für uns steht immer noch im Vordergrund, ein leistbares System zur Verfügung zu stellen, das den Einstieg in die SLS-Technik ermöglicht, ohne auf zuverlässige Funktion und hohe Genauig-



Die Sintratec Kit-Version war der Einstieg ins SLS.

keit verzichten zu müssen. Das System kommt fertig kalibriert und eingestellt zum Kunden. Selbstverständlich unterstützen wir unsere Anwender durch eine Einschulung in der Nutzung des Systems. Denn wir wissen aus eigener Erfahrung, dass es wichtig ist, schnell zu einem zufriedenstellenden Ergebnis zu kommen. Nur dann bleibt die Bereit-

schaft erhalten, zu experimentieren und neue Wege in Design und Funktion zu gehen. Damit wird die Kreativität gefördert und das bringt das Thema Additive Fertigung in der Industrie vorwärts“, bekräftigt Solenicki abschließend.

■ www.sintratec.com
formnext Halle 3.1, Stand A50

**KEGELMANN
TECHNIK** | 
Connected Prototyping
Prototypen und Kleinserien in Metall und Kunststoff

Engineering
Ingenieur-
dienstleistungen

Prototyping
Prototypen
und Kleinserien

Tooling
Serien in Metall
und Kunststoff

Manufacturing
SLM Metall-Lasersintern
und SLS Kunststoff-
Lasersintern



**Höchstleistung
in Wertschöpfung**

Besuchen Sie uns auf der Formnext in Halle 3.1 Stand D50.

Kegelmann Technik GmbH · Gutenbergstraße 15 · D-63110 Rodgau-Jügesheim · Tel +49(0)6106-8507-0 · Fax +49(0)6106-8507-55 · www.ktechnik.de · info@ktechnik.de



AKF und Freeformer entwickeln sich weiter

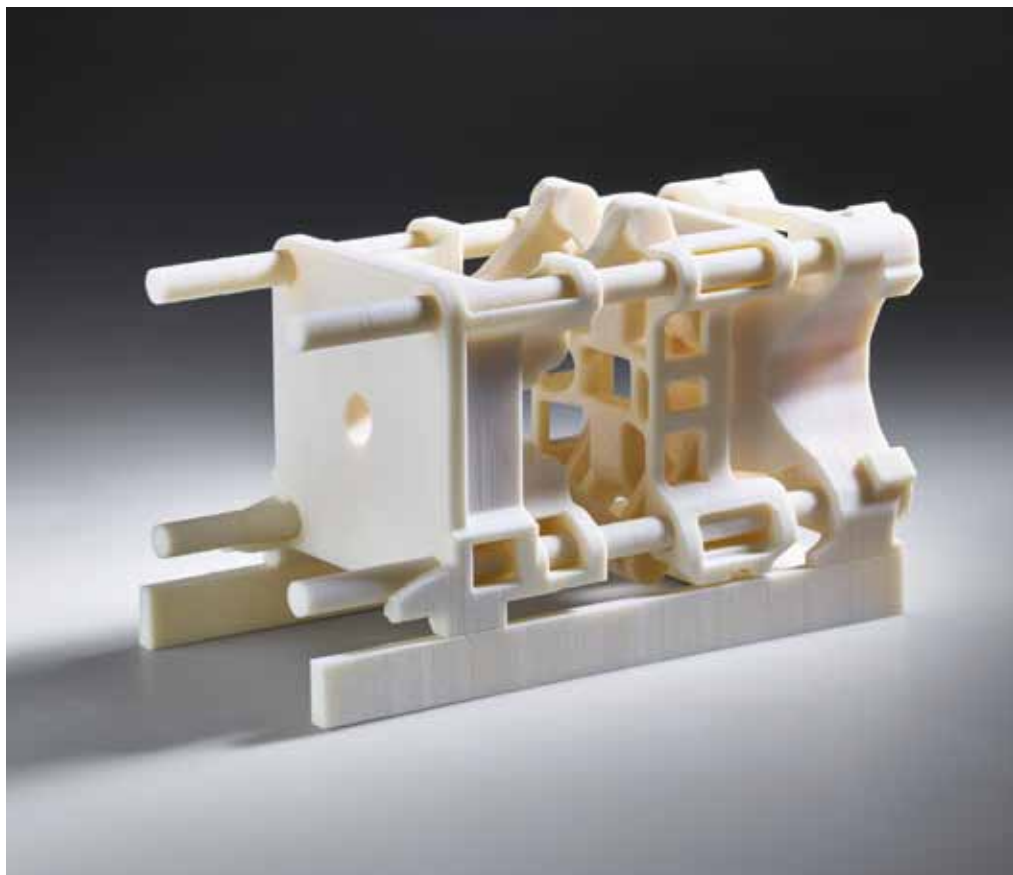
Gegenüber anderen Verfahren der Additiven Fertigung liegt ein Vorteil des Arburg Kunststoff-Freiformens (AKF) und des Freeformers darin, kostengünstige, qualifizierte Standardgranulate zu funktionsfähigen Bauteilen verarbeiten zu können. Die Arburg-Experten entwickeln das innovative, offene System stetig weiter. Mit dem Ziel, die Potenziale des Verfahrens voll auszuschöpfen, werden gemeinsam mit Partnern und Hochschulen neue Anwendungsfelder erschlossen.

links In rund drei Stunden Bauzeit fertigt ein Freeformer aus dem Hochtemperatur-Kunststoff PEI eine Kleinserie von 70 Abstandshaltern.

rechts In rund 200 Stunden fertigt ein Freeformer additiv das Modell (1:16) „Kniehebel“ einer Spritzgießmaschine. Nach Auflösen der Stützstrukturen lässt sich das 738 Gramm schwere Bauteil über rund 30 Gelenke bewegen.

Das Video zum Freeformer

www.additive-fertigung.at/video/122370



Um mit additiven Fertigungsverfahren industrielle Serienteile in möglichst optimaler Qualität zu erhalten, muss die Bauteilkonstruktion dem Verfahren und Herstellprozess gerecht werden. Ein weiteres großes Themenfeld ist die Vorhersagbarkeit von Qualitätsmerkmalen der in Losgröße 1 produzierten Teile, die von vielen variierbaren Slice- und Prozessparametern abhängen. Bei der Additiven Fertigung von „echten“ Funktionsbauteilen sind mechanische Werte wie Zug- bzw. Reißfestigkeit, Dichte oder auch Veränderungen in der Chemie des Ausgangsmaterials von entscheidender Bedeutung. In diesem Kontext erarbeitet Arburg in Kooperation mit namhaften Forschungseinrichtungen derzeit Fortschritte für den Freeformer und das AKF-Verfahren.

Forschungseinrichtungen arbeiten mit Freeformer

So übergab Arburg-Technikgeschäftsführer Heinz Gaub z. B. im April 2016 am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) das neue Arburg Innovation Center (AIC) seiner Bestimmung. Bei der

Eröffnungsfeier machte Prof. Dr. Jürgen Fleischer als Vertreter des Instituts für Produktionstechnik wbk den Wert der gemeinsamen „Industry on Campus“ deutlich: „Das AIC spannt den Bogen vom wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn bis zur Marktfähigkeitsmachung. Hier arbeite Wissenschaft und Industrie professionell Hand in Hand.“ Dazu stehen den Wissenschaftlern in der neuen Einrichtung unter anderem zwei Freeformer zur Verfügung.

Das SKZ in Würzburg, Deutschland, betreibt seit dem Jahr 2011 ein Kompetenzzentrum für Additive Fertigung und legt den Fokus auf die additive Serienfertigung von Kunststoffteilen. In Kooperation mit der IHK wird eine neue Kunststofftechniker-Ausbildung speziell zu Additiven Fertigung angeboten. Zu den verschiedenen Verfahren und Technologien für die Additive Fertigung von Einzelteilen und Kleinserien zählt auch das Arburg Kunststoff-Freiformen (AKF). Die Wissenschaftler arbeiten derzeit z. B. daran, die Materialpalette weiterzuentwickeln und mit dem Freeformer Werkstoffe zu kombi-

nieren, die sich aufgrund ihrer Unverträglichkeit eigentlich nicht verbinden würden. „Wir kooperieren seit Jahrzehnten mit Arburg im Bereich Spritzgießen und freuen uns, auch Partner bei der Weiterentwicklung des Freeformers zu sein“, betont Prof. Martin Bastian, Institutsdirektor des SKZ.

Individualisierte Serienfertigung

Großes Zukunftspotenzial hat z. B. die Individualisierung von Kunststoffteilen unter Einbindung von Industrie-4.0-Technologien. Als Beispiel einer solchen neuen, wegweisenden Anwendung präsentierte Arburg auf der K 2016 „smarte“, personalisierte Kofferranhänger. An mehreren Stationen auf dem Messestand erlebten die Besucher Schritt für Schritt, wie wirtschaftlich in Losgröße 1 produziert werden kann. Die räumlich verteilte Fertigungsabfolge kombinierte eine Allrounder-Spritzgießmaschine, den Freeformer für die Additive Fertigung sowie Automation. Der Freeformer individualisierte das Serienbauteil mit einer zuvor ausgewählten Grafik in 3D. ➔



Große Potenziale für die Additive Fertigung mit Originalmaterial bietet die Medizintechnik. Exemplarisch fertigt ein Freeformer z. B. aus einem medizinischen PLA-Standardgranulat ein individuell angepasstes Implantat für Schädelknochen.

Materialpalette wird stetig erweitert

Ein großer Vorteil des Freeformers ist, dass mit dem offenen System prinzipiell jedes Material plastifiziert werden kann. Das Bedienpanel der Freeformer-Steuerung besteht aus einem leistungsstarken Industrie-PC mit Multi-Touchscreen. Der Bediener muss nur die STL-Daten einlesen und das Material definieren. Die 3D-CAD-Daten der herzustellenden Bauteile werden nach qualitäts- und materialabhängigen Kriterien an einem PC offline aufbereitet. Eine spezielle Software erzeugt dabei durch Slicing die erforderlichen Fertigungsdaten. Daraus generiert die Steuerung selbstständig die Verarbeitungsdaten. Aber auch die individuelle Eingabe von Parametern ist möglich. Besonders wichtig, um gute Teile zu bauen, sind die Verarbeitungstemperatur und Temperaturbeständigkeit. In das anlagenspezifische NC-Programm fließen Aspekte wie Kanten-,

Füll-, Festigkeitsstrategie und Bauraumtemperatur ein. Ergebnis sind voroptimierte Prozessdaten für die einzelnen Materialtypen. Bereits qualifiziert sind Standardmaterialien wie ABS, PC, PA12 und TPU sowie ein wasserlösliches Stützmaterial. Daneben wurden im AKF-Verfahren bereits viele weitere Kunststoffe erfolgreich additiv verarbeitet. Hierzu zählen etwa Blends von PC-ABS mit Flammschutz, medizintechnisches PLA (Resomer) und biologisch abbaubares PHA (Arboblend).

Auf der K 2016 wurde am Beispiel von Abstandshaltern, die in Allrounder-Spritzgießmaschinen verbaut werden, erstmals die Verarbeitung des Hochtemperatur-Kunststoffs Ultem 9085 gezeigt, der zu den Polyetherimiden (PEI) zählt. Dazu ist die Beheizung des Freeformer-Bauraums angepasst. Bemerkenswert ist bei dieser Anwendung auch die Schichthöhe von nur rund 0,14 Milli-

metern. Das ermöglicht eine besonders „enge“ Füllung und hohe Dichte und damit verbunden eine hohe Bauteilqualität und mechanische Festigkeit. Das Material eignet sich daher auch sehr gut für Anwendungen in der Automobilindustrie und Luftfahrt. Die Bauzeit für eine Kleinserie von 70 Stück beträgt rund drei Stunden.

Prozessstabilität

Welche aktuellen Fortschritte hinsichtlich Steigerung der Prozesssicherheit gemacht wurden, demonstriert das „Kniehebel-Modell“ (Maßstab 1:16). Das Bauteil wird in rund 200 Stunden im Dauerbetrieb additiv aus ABS gefertigt. Die zweite Austrageinheit trägt Stützmaterial auf, um die erforderlichen, komplexen Geometrien zu realisieren. Der aus rund 100 Millionen Tropfen entstehende „Klotz“ füllt praktisch den gesamten Bauraum aus, der für max.



Ein in eine vernetzte Industrie-4.0-Anwendung integrierter Freeformer individualisiert „smarte“ Kofferanhänger, indem er eine 3D-Grafik aus TPE aufbringt.

154 x 134 x 230 Millimeter große Teile ausgelegt ist. Nach Auflösen der Stützstruktur im warmen Wasserbad verfügt das 738 Gramm schwere Modell – wie der Kniehebel einer „richtigen“ Spritzgießmaschine – über rund 30 bewegliche Gelenke.

Vielfältige Einsatzbereiche

Hinsichtlich Branchen und Einsatzbereichen sind dem Freeformer prinzipiell kaum Grenzen gesetzt. Ein interessantes Anwendungsgebiet in der Medizintechnik ist die Additive Fertigung von persönlich angepassten Implantaten und Orthesen sowie für Modelle zur Operationsvorbereitung. Spezielle resorbierbare Implantate auf Basis von Polylactid (PLA), wie sie etwa als Schrauben oder Stifte für die Fixierung von Knochen oder Gewebe zum Einsatz kommen, bauen sich nach definierter Zeit im Körper von selbst ab. Dass sich medizinisches

PLA prinzipiell auch mit dem Freeformer verarbeiten lässt, wurde erstmals auf den Arburg Technologie-Tagen 2016 demonstriert. Beispiele waren ein Gesichts- und ein Schädelknochen. Weitere Untersuchungen in diesem neuen Bereich folgen. Interessant ist auch die Möglichkeit der Integralbauweise: Komplette Bauteilgruppen können im bereits montierten Zustand produziert werden. Ein weiterer denkbarer Einsatzbereich ist, Betriebsmittel wie z. B. Montagevorrichtungen und Greifer für Automation schnell, flexibel und kostengünstig zu fertigen. Um eine Gewichtsreduktion und Leichtbau zu erreichen, lassen sich bionisch optimierte Bauteile konstruieren und herstellen, ohne fertigungstechnische Zwänge, wie sie beim Spritzgießen gegeben sind, berücksichtigen zu müssen.

■ www.arburg.com
formnext Hall 3.1, Stand F70

Industrie 4.0: Individualisieren mit dem Freeformer

Auf der Messe K 2016 veranschaulichte Arburg das Thema Industrie 4.0 am neuen, wegweisenden Praxisbeispiel „smarter“ Kofferanhänger: An der ersten Station produziert eine individuelle Turnkey-Lösung, bestehend aus einer Allrounder-Spritzgießmaschine und einer flexiblen, platzsparenden Roboterzelle, das Serienteil. Der Roboter montiert auf das fertige Spritzteil einen NFC-Chip, über den das Produkt Informationen speichern und kommunizieren kann. Im nächsten Schritt wählt der Besucher eine Grafik für das Design des Kofferanhängers aus und lässt seine elektronische Visitenkarte (vCard) erstellen. Die Auftragsdaten für den weiteren Produktionsablauf werden auf dem NFC-Chip gespeichert. Das online kundenspezifisch individualisierte Bauteil selbst wird damit zum Informations- und Datenträger, das sich an den einzelnen Stationen identifiziert und seinen weiteren Herstellprozess selbst steuert. Zudem erhält jeder Kofferanhänger eine eigene Website in der Cloud. Dort werden auch alle vom Arburg Leitrechnersystem ALS erfassten Prozess- und Qualitätsdaten archiviert. Mittels individueller Laserkennzeichnung werden dann die persönlichen Daten und der QR-Code der Visitenkarte (vCard) auf den Kofferanhänger aufgebracht. Im vierten Schritt individualisiert ein Freeformer den Kofferanhänger weiter, indem er die an der ersten Station ausgewählte Grafik aus dem Kunststoff TPE additiv in 3D aufträgt. Letzte Station auf der K 2016 war ein zentraler Infopunkt. Dort wurden die Vorteile und Geschäftsmodelle von Industrie 4.0 nochmals verdeutlicht. Beispiele sind die Rückverfolgbarkeit und weitere datengestützte Aktionen, wie etwa die Online-Bestellung von Broschüren, über den integrierten NFC-Chip im Kofferanhänger.



Das Video zum VX1000
[www.additive-fertigung.at/
 video/125809](http://www.additive-fertigung.at/video/125809)



Delage Type S: Die Rennsportlegende nahm 1914 am Frankreich Grand Prix teil und erlitt 100 Jahre später einen irreparablen Motorschaden.

Neuaufbau eines Delage Rennmotors mit voxeljet 3D-Drucktechnologie:

Refit einer Grand Prix Legende

Der Delage Type S war mit seinem potenten 4,5 Liter Vierzylindermotor einer der bedeutendsten Rennwagen seiner Zeit. Und wohl auch einer der Langlebigsten: Immerhin 100 Jahre überdauerte der Vierzylinder, ehe ein irreparabler Motorschaden das endgültige Aus brachte. Dank Reverse Engineering und 3D-Druck von voxeljet startet die Legende nun in ein zweites Leben.

Der französische Automobilhersteller Delage baute zwischen 1905 und 1935 exklusive Fahrzeuge für betuchte Kunden in aller Welt. Das Unternehmen war auch im Motorsport etabliert und konnte zahlreiche Siege – beispielsweise beim Großen Preis von Frankreich sowie in Indianapolis – erringen.

Heute zählen die Raritäten von Delage wie der Type S zu den unbezahlbaren Meisterstücken der Automobilgeschichte. Das einzig noch erhaltene Fahrzeug hat 1914 am Frankreich-Grand Prix teilgenommen und über 100 Jahre später einen Motorschaden erlitten, der mit herkömmlichen Methoden nicht mehr zu beheben war. Einzig der Aufbau eines komplett neuen Motors konnte die Lösung bringen, das Fahrzeug am Lau-

fen zu halten. Das Problem dabei: Nach einem Jahrhundert stehen weder Ersatzteile noch Konstruktionszeichnungen zur Verfügung.

Defekter Motorblock als Datenbasis

Das aufwendige Projekt würde komplett bei Null starten und hätte kaum Aussicht auf Erfolg, wenn da nicht der zerstörte Motor wäre, über den das benötigte Datenmaterial zu ermitteln sein müsste. Ein Team aus australischen Spezialisten, an dem u. a. CSIRO Lab 22 beteiligt war, konnte die Lösung für das Problem bieten.

„Wir demontierten den defekten Motor und machten uns mit mobilen Messarmen an dessen Rekonstruktion. Über

Reverse Engineering konnten wir in kurzer Zeit alle erforderlichen 3D-Datensätze generieren. Die Überholung solch exotischer Rennsportmotoren, die ohne moderne Messtechnik und 3D-Drucktechnologie ein ziemlich aussichtsloses Unterfangen wäre, gelingt mit unseren heutigen Möglichkeiten schnell und kostengünstig“, so der verantwortliche Projektmanager Phil Guilfoyle.

Dennoch ist für ein solches Projekt jede Menge Know-how gefragt. Die Rekonstruktion der komplizierten Motorenteile verlangt nach sachverständigen Konstrukteuren, die über das nötige Fachwissen in Bezug auf Funktion, Bearbeitung, Gießbarkeit, Anschnitt und Überlaufsysteme der zu konstruierenden Bauteile verfügen. Die nötigen De-



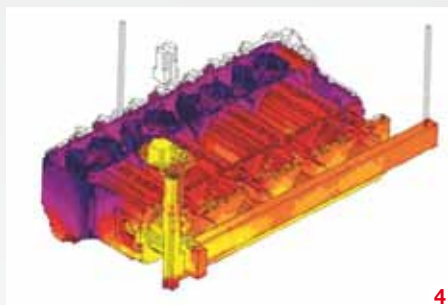
1



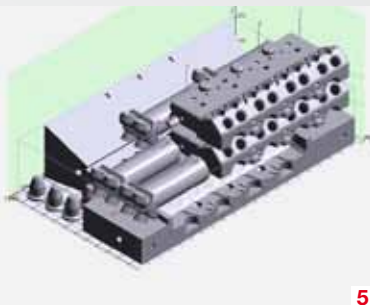
2



3



4



5



6

tailarbeiten erfolgten direkt am Computer. Die generierten CAD-Daten wurden zur Erstellung der druckbaren Sandform verwendet, welche von den Gießern gegengeprüft wurde. Mit Simulationstools schaffte man sich zu guter Letzt Gewissheit über den Gussprozess.

3D-Druck einzig wirtschaftliche Alternative für die Rekonstruktion

Nachdem alle Konstruktionsdaten ermittelt und mit den gießtechnischen Merkmalen wie Metallfluss, -schrumpfung und Lüftungskanäle integriert waren, ging es an die Herstellung der Sandkerne für den späteren Abguss. Die Herstellung der Kerne auf Basis von konventionellen Kernformwerkzeugen kam dabei aus Zeit-, Genauigkeits- und Kostengründen nicht infrage. Die einzige Alternative bestand hier im werkzeuglosen 3D-Druck der Sandformen. Das komplette CAD-Modell ließ sich auf insgesamt 14 Formteile begrenzen, während das Original noch aus mindestens 42 Teilen bestanden hatte. Um auf Nummer sicher zu gehen, entschloss man sich zum Druck eines präzisen Kunststoffmodells, um die Passgenauigkeit aller Komponenten im Vorfeld exakt ermitteln zu können. Dabei punktete das eingesetzte Verfahren mit hoher Auflösung und perfekten Details, die eine abschließende Bewertung und Optimierung der Testformen zuließen. Des Weiteren wurde eine Versuchsform gedruckt und ein Testabguss durchgeführt, um sicher zu

gehen, dass jedes Detail des Motors, das Formendesign sowie der Abguss so nah wie möglich am Original verlaufen.

Abschließend stand jetzt der Druck des kompletten Sandkernpakets auf dem Programm. Dafür kam das 3D-Drucksystem VX1000 von voxeljet zum Einsatz. Die Formen entstehen ohne teure Formeinrichtung vollautomatisch rein nach CAD-Daten im sogenannten Schichtbauverfahren durch den wiederholten Auftrag von 300 Mikrometer dicken Quarzsandschichten, die über den Druckkopf der Anlage selektiv mit einem Binder verklebt werden. Nach dem Druckprozess müssen die Formen nur noch entpackt, also von überschüssigem Sand befreit werden – fertig. Da die Sandformen direkt nach den vorgegebenen CAD-Daten entstehen, setzen sie aufgrund der hohen Auflösung der Printer Maßstäbe in puncto Detailreichtum und Präzision.

Der anschließende Abguss verlief exakt nach Plan, sodass auch die Nachbearbeitung an den Komponenten aufgrund der Qualität und Präzision der Sandformen mit sehr geringem Aufwand zu bewerkstelligen war. Mit diesem Projekt verhalfen das australische Team und die CSIRO-Spezialsiten der Rennsportlegende Delage Type S zu einem zweiten Leben, das hoffentlich wieder ein Jahrhundert überdauert.

■ www.voxeljet.de

Der Rekonstruktionsprozess

Schritt 1: Die Ausführung des 4,5 Liter Vierzylindermotors, Garant für ein Leben über ein volles Jahrhundert, dient als Vorbild.

Schritt 2: Die moderne Messtechnik - hier mit mobilem Faro Messarm - bietet perfekte Möglichkeiten für die Erstellung der genauen CAD-Daten.

Schritt 3: Aus den gescannten und konstruierten Daten entsteht das CAD-Modell des Motors. Generell wurde das Modell um zu bearbeitende Flächen und die Schrumpfungabe erweitert.

Schritt 4: Casting Simulation – bei der Rekonstruktion des Motors bedienten sich die Keech3D-Ingenieure modernster Simulationstools, um ein „right first time casting“ zu erhalten.

Schritt 5: Die CAD-Daten wurden im virtuellen Bauraum des 3D-Drucksystems VX1000 von voxeljet platzsparend angeordnet, um einen schnellen und effizienten Druckprozess zu gewährleisten.

Schritt 6: Um auf Nummer sicher zu gehen, entschloss man sich zum Druck eines maßstabsgetreuen Modells, um die Passgenauigkeit aller Komponenten im Vorfeld exakt ermitteln zu können.

Schritt 7: Nachdem eine Testform und ein Abguss durchgeführt wurden, wurde das Gussteil zerlegt, um zu überprüfen, ob alle Designfeatures und Prozesse optimal ineinander greifen. Hierbei wurden noch kleine Anpassungen vollzogen, um ein perfektes Ergebnis zu erzielen.

Schritt 8: Die Sandformen entstanden auf dem Drucksystem VX1000 von voxeljet.

Schritt 9: Der hochpräzise Guss des Motorblocks gelang dank Reverse Engineering und 3D-Druck in kurzer Zeit und zu vertretbaren Kosten.



7



8



9

Potentiale additiver Fertigungsverfahren im Werkzeug- und Formenbau bei ABB:

Produktivitätssteigerung im Formenbau

Der technologische Wandel durch die Additive Fertigung gewinnt bei immer mehr Unternehmen im Werkzeug- und Formenbau an Bedeutung. Generativ gefertigte Werkzeugeinsätze zur konturnahen Kühlung bieten ein großes Potenzial im modernen Werkzeugbau. ABB konnte am Beispiel einer Verkabelungstülle eine enorme Produktivitätssteigerung aufzeigen.



ABB stellt unter Anderem Kabeltüllen aus TPE in sehr großen Stückzahlen her.

ABB Antriebe und Steuerungen ist einer der weltweit führenden Hersteller von Antrieben und SPS Steuerungen. Das Unternehmen beschäftigt rund 6.600 Mitarbeiter in mehr als 80 Ländern. Die Kundenwünsche werden auf der ganzen Welt durch zwölf Fabrikationsbetriebe abgedeckt. ABB produziert unter anderem Millionen von Kabeltüllen pro Jahr. Die Kabeltülle, die für diese Fallstudie zu Grunde gelegt wurde, ist eine Komponente, die in hohen Stückzahlen aus einem thermoplastischen Elastomer (TPE) hergestellt wird. Das ursprünglich verwendete Spritzgießwerkzeug hatte keine Kühleinsätze und erreichte eine Zykluszeit von etwa 60 Sekunden, einschließlich der Abkühlzeit des TPE von etwa 30 Sekunden.

Die Fallstudie verfolgte mit der Umsetzung einer konturnahen Kühlung für diesen Einsatz gleich mehrere Ziele: Die Effizienz in der Produktion zu verbessern und gleichzeitig die Produktqualität durch die Reduktion der Ausschussquote zu steigern.

Konturnahe Kühlung für Werkzeugeinsätze

Mit dem SLM-Verfahren werden mechanisch und thermisch belastbare, metallische Bauteile mit hoher Präzision erstellt. Dabei werden heute Härtegrade von bis zu 54 HRC, abhängig vom Werkstoff, erreicht. Dieses additive Fertigungsverfahren stellt einen großen Vorteil für die Wertschöpfung im Produktionsbetrieb dar. Der Werkzeugbauer spart Zeit in der Konstruktions- und

Fertigungsphase, außerdem fließen mögliche Änderungswünsche schneller und leichter ein.

Mit der additiven Fertigungstechnologie SLM (Selective Laser Melting) können Kühlkanäle für Spritzgusswerkzeuge sehr nahe unter der Formkontur des Werkzeugs angesetzt werden. Komplexe Teile mit unterschiedlichen Wandstärken bei Verrippungen und Stegen können so bestmöglich gekühlt werden. Neben dem Reduzieren der Zykluszeit kann durch die Kühlung der Verzug im Teil verringert werden. Auch das Temperieren des Werkzeugs kann über diese Kanäle erfolgen. ABB konnte die Zykluszeit für die Kabeltülle durch eine Neugestaltung und Optimierung des Werkzeugeinsatzes enorm reduzieren. Die optimierte Geometrie des Bauteils führt neben einer Verringerung der Zykluszeit auch zu weniger Ausschuss in der Produktion.

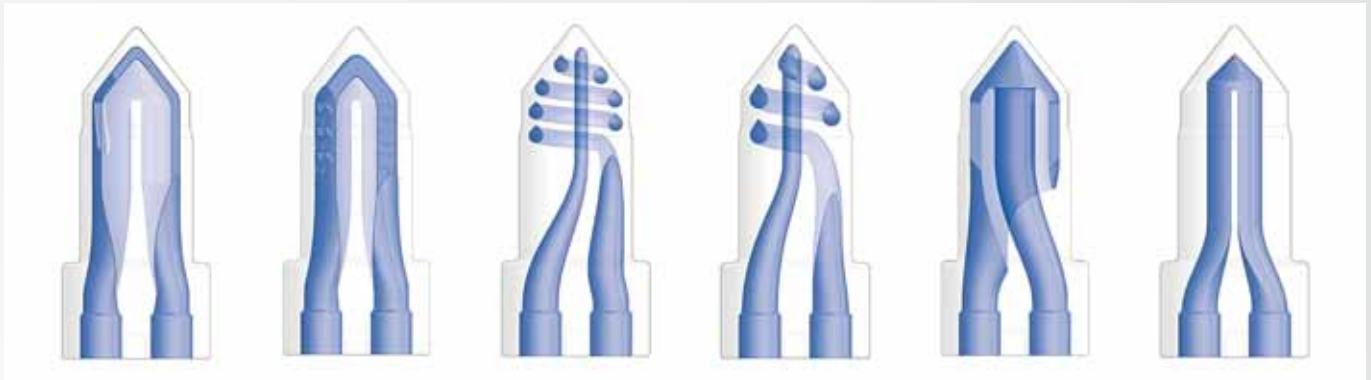
Redesign für konturnahe Kühlung

Für die Studie wurden sechs verschiedene Kanalprofile für den Werkzeugeinsatz neu entworfen. Dabei wurde bewusst eine Version so erstellt, dass sie einer herkömmlichen Kühlung sehr ähnlich ist, um einen Vergleich mit der konventionellen Fertigung durchführen zu können. Die Kanalprofile wurden für die SLM-Fertigungstechnologie unter Berücksichtigung herstellungsrelevanter Faktoren optimiert, wie die Verringerung der Winkel von face-down-Flächen um mit weniger Supportstrukturen auszukommen, Mindestwandstärken



1 Der Kühlungstest wurde mittels Infrarotkamera überprüft.

2, 3 Die Formeinsätze mit konturnaher Kühlung ermöglichten im Spritzgießwerkzeug eine Abkühlzeit von lediglich 6 s für die Kabeltüllen aus TPE.



Sechs verschiedene Kühlgeometrien wurden untersucht, wobei die erste, die vierte und die fünfte (von links) vergleichbar gute Ergebnisse von unter zehn Sekunden erzielten.

zwischen den Kanälen und die Abmessungen und Formen der Kanäle. Bevor die verschiedenen Kühlkanalprofile in die Produktion gingen, wurden Simulationen zu Wasserströmung und Wärmeleitfähigkeit durchgeführt. Bereits bei diesen Simulationen zeigten die neu konstruierten Teile ein leicht verändertes Kühlverhalten.

Die neuen Werkzeugeinsätze wurden von der finnischen VTT Technical Research Centre of Finland Ltd. auf einer SLM®125HL in 1.2709 martensitaushärtbarem Stahl hergestellt. Anschließend erfolgte eine Wärmebehandlung, um die gewünschte Härte von 54 HRC zu erreichen. Die endgültige äußere Form wurde konventionell nachbearbeitet.

Der Kühlttest

Die additiv gefertigten Teile wurden in einem Temperprozess auf eine Tempe-

ratur von 70 °C erhitzt und anschließend auf 20 °C abgekühlt, um einen guten Vergleich mit dem Abkühlen des TPE im Spritzgussverfahren herzustellen. Die Abkühlphase wurde durch Infrarotabtastung gemessen, um das Kühlverhalten aufzuzeigen.

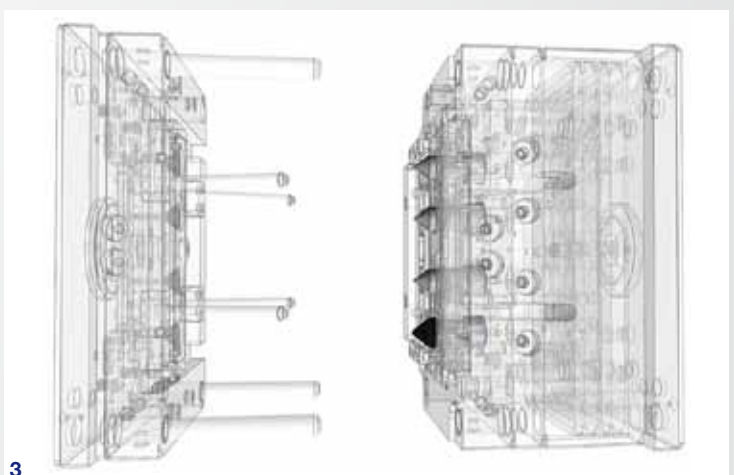
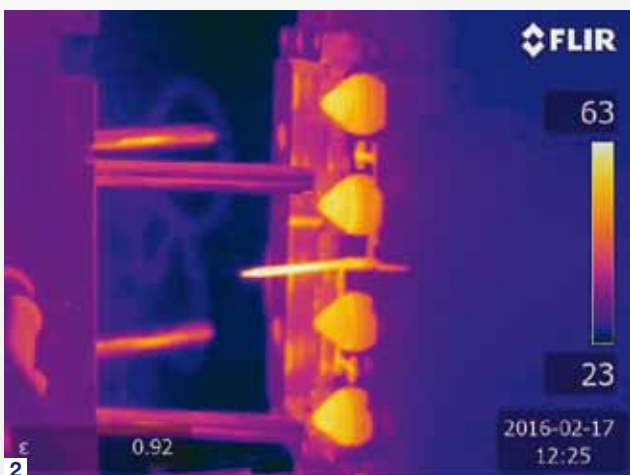
Das beste Kühlungsverhalten mit Kühlzeiten unter 10 Sekunden lieferten die Formen Fontäne, dünnes U und das dicke Spiralprofil. Diese verfügen über relativ kleine Querschnitte für eine schnelle und turbulente sowie gleichmäßige Wasserströmung nahe der Einsatzoberfläche. Der Werkzeugsitzenbereich kühlt auf allen Profilen langsamer ab. Die Fontäne und das dünne U-Profil wurden im Zusammenspiel mit anderen Parametern und Überlegungen zur einfachen Herstellung mit den meisten Potenzialen für die Produktion identifiziert. Die Teile mit der konturnahen Kühlung wurden im Spritzgusswerkzeug einge-

baut. Beim TPE wurde durch den Einsatz der konturnahen Kühlung im Spritzgusswerkzeug eine Reduzierung der Abkühlzeit von etwa 30 Sekunden auf etwa 6 Sekunden erzielt, bei einer Minimierung der Zykluszeit von 60,5 Sekunden auf 14,7 Sekunden.

Fazit

Der Trend zur konturnahen Kühlung hat zahlreiche technische und ökonomische Gründe. Werkzeuge sollen in der Fertigung bei den Stückkosten Geld verdienen, und dies gilt umso mehr bei hohen Stückzahlen. Prozesssichere Werkzeuge, die Zykluszeiten reduzieren helfen, verbessern die Wertschöpfung in der Produktion. Das SLM-Verfahren kann in der Zukunft massgeblich dazu beitragen, Werkzeuge effizienter zu machen und die Produktivität zu steigern.

■ www.slm-solutions.com





Das Video
zum Light Rider



Von der BauteilAuslegung über die Materialentwicklung
bis zur Teileherstellung alles aus einer Hand:

Additive Fertigung **der Oberliga**

Seit drei Jahren beschäftigt sich die Airbus APWorks GmbH, ein Tochterunternehmen der Airbus Group, intensiv mit der industriellen Anwendung additiver Fertigungsmethoden im Metallumfeld. Ziel ist ein wirtschaftlicher Einsatz des Laserschmelzverfahrens und die Entwicklung geeigneter Werkstoffe um dieses Verfahren über die Grenzen der Luftfahrt hinaus in verschiedenste Industriezweige zu transferieren. Als Best Practice Beispiel stellte das Unternehmen den Light Rider vor, der erste additiv gefertigte Motorrad-Prototyp.

Autor: Georg Schöpf / x-technik

„Das Thema Additive Fertigung beschäftigt die Airbus Group jetzt schon eine ganze Weile. Allerdings wurde schnell klar, dass es eine agile, schlagkräftige Truppe von enthusiastischen Ingenieuren benötigt, um moderne Themen abseits der klar definierten Konzernstrukturen zu evaluieren“, eröffnet Joachim Zettler, Geschäftsführer und Hauptinitiator der APWorks GmbH, einer 100 %igen Tochter der Airbus Group. Zettler, der dem Konzern seit über elf Jahren im Bereich Fertigungsoptimierung für metallische Fertigungs- ➔



„Kombiniert man die Vorteile der metallischen Additiven Fertigung mit neuartigen Materialien, so lassen sich die Möglichkeiten für komplexe Bauteile wesentlich ausweiten.“

**Joachim Zettler, Geschäftsführer
der APWorks GmbH**



Mit der Entwicklung von Scalmalloy® gelang APWorks die Bereitstellung eines speziell auf die Anforderungen der Additiven Fertigung abgestimmten Werkstoffes mit außergewöhnlichen mechanischen Eigenschaften.

verfahren zur Verfügung steht, hat deshalb im Rahmen der Airbus Group Nursery Initiative das Unternehmen als eigenständige Einheit ins Leben gerufen. Angesiedelt auf dem Ludwig Bölkow Campus von Airbus in Taufkirchen bei München beschäftigt die Einheit derzeit 17 Mitarbeiter auf einem Betriebsareal von etwa 1.000 m². Dabei besteht die Belegschaft vornehmlich aus Ingenieuren aus den Sparten Materialwissenschaften, Simulation und Produktionstechnik. „Unser Hauptaugenmerk lag von vornherein auf der Entwicklung industrienaher Lösungsansätze. Wir wollten uns bewusst neben der Luftfahrt auch in anderen In-

dustriezweigen positionieren“, erzählt der Geschäftsführer.

Materialentwicklung für die Additive Fertigung

Parallel zur Unternehmensgründung wurde im zentralen Forschungsbereich der Airbus Group die Grundlagenentwicklung eines Aluminium-Werkstoffes für die Additive Fertigung abgeschlossen. Die Entwicklung hin zur Industriereife wird seitdem in der APWorks weitergeführt und hat zur ersten, speziell auf additive Verfahren abgestimmten Rezeptur geführt. Sie steht seit 2007 unter dem Namen Scalmalloy® für die →

Complex



Strong



Functional



Durable polymer parts made with an affordable Sintratec System

Laser Sintering
Made in Switzerland
info@sintratec.com
www.sintratec.com

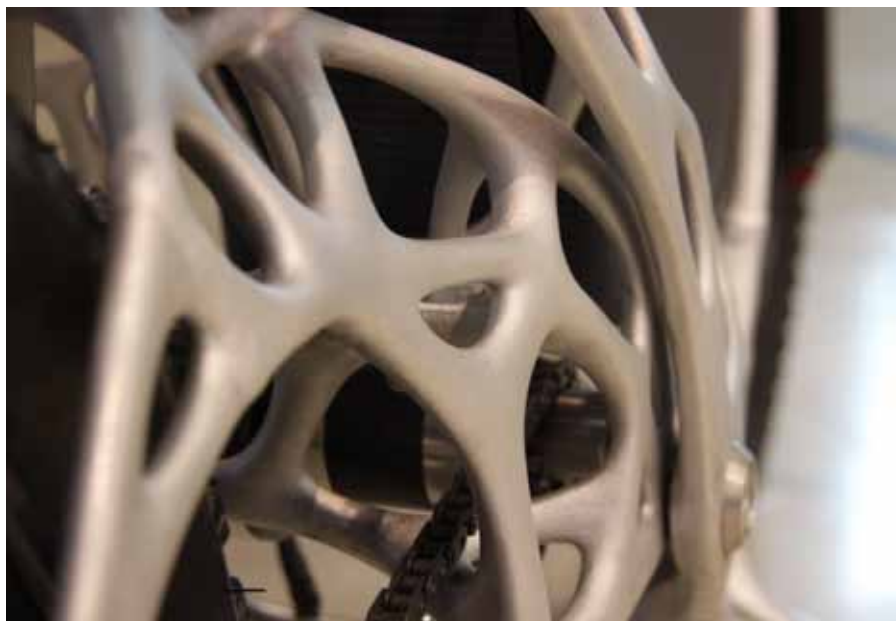


In der Produktionshalle von APWorks kommt unter anderem die MetalFAB1 des niederländischen Herstellers Additive Industries zum Einsatz.

Verwendung in Laserschmelzanlagen zur Verfügung. „Es handelt sich dabei um eine korrosionsbeständige Aluminiumlegierung mit nahezu der spezifischen Festigkeit von Titan und einer außergewöhnlich hohen Duktilität. Das ist eine Eigenschaftskombination, die völlig neue Dimensionen in der Bauteilauslegung ermöglicht. Die Grenzen der Einsatzmöglichkeiten sind derzeit gar nicht in vollem Umfang abzusehen“, freut sich Zettler. Im Vergleich zu Aluminium-Silizium-Pulver AlSi10Mg, das in der Additiven Fertigung eine weite Verbreitung findet, weist Scalmalloy® eine etwa doppelte Festigkeit auf.

Produktionsorientiertes Maschinenkonzept

Der Produktionsbereich von APWorks beheimatet neben einigen Maschinen von



Bionische Hohlstrukturen in Verbindung mit Topologieoptimierung bilden die Grundlage für den Rahmen des Light Riders.



Zum Unternehmen

Die Airbus APWorks GmbH wurde 2013 als 100 %ige Tochter der Airbus Group gegründet. Heute betreibt das Unternehmen auf etwa 1.000 m² Betriebsfläche Laserschmelzanlagen der Firmen EOS und Additive Industries. Als selbstständiges Unternehmen liefert APWorks nicht nur für den Mutterkonzern innovative Lösungen auf der Basis additiver Fertigungsverfahren, sondern bietet ihre Leistungen auch externen Kunden an. Seit Juli dieses Jahres ist APWorks EN9100 zertifiziert.

AIRBUS APWORKS GmbH
Willy Messerschmitt-Straße 1
D-81663 München
Tel. +49 89-607-0
www.apworks.de

EOS die erste Anlage des niederländischen Herstellers Additive Industries, MetalFAB1. „Wir haben uns für diese Maschine entschieden, weil uns das durchgängige Konzept gefallen hat. Die Maschine ermöglicht es, vom Aufbau des Bauteils über das Entpacken bis zur thermischen Nachbehandlung alles innerhalb der Maschine abzuwickeln. Das vereinfacht den Einsatz ungemein und ist ein erster Schritt Richtung Integration in einem kompletten Fertigungsprozess“, führt er weiter aus. Großen Wert legt man bei APWorks auch auf die Berücksichtigung der Nebendisziplinen rund um die Additive Fertigung. Sowohl dem Umgang mit dem Basismaterial, als auch der Nachbearbeitung, der Teile, von der Reinigung bis zur mechanischen Nachbearbeitung, wird dabei besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Mit zusätzlich verfügbaren Fertigungsflächen steht auch einem weiteren Wachstum nichts im Wege.

Neue Materiallegierung für die Additive Fertigung

Außerdem stand für die Münchner bei der Maschinenauswahl im Vordergrund, dass sie bei der Entwicklung eigener Materialien Unterstützung seitens des Maschinenherstellers finden und das System soweit offen gelassen wird, dass Verarbeitungsparameter und Rahmenbedingungen frei definiert werden können. „Das war uns im Hinblick auf Scalmalloy® ein echtes Anliegen. Unsere Arbeit baut darauf auf,

dass wir nicht nur komplexe und funktionsintegrierte Teile für unsere Kunden entwickeln können, sondern auch durch eine entsprechende Materialdefinition mit fundierter Metallurgie klar umrissene Materialeigenschaften des fertigen Teils zusichern können. Das geht aber nur, wenn man fundierte Kenntnis über die Eigenschaften des Werkstoffs hat und die Verarbeitungsparameter genau auf den Werkstoff abstimmen kann“, geht der Geschäftsführer ins Detail.

„Um einen Einblick zu geben, wie ein derartiges Lösungskonzept aussehen kann wollten wir ein Beispielprojekt initiieren, das alle Bereiche, die wir anbieten können, umfasst. Eine Kombination aus Engineering, Materialoptimierung und Produktion. Da es aber schwierig ist, das anhand eines konkreten Kundenprojektes zu machen, die ja meist mit entsprechenden Vertraulichkeitsstufen belegt sind, haben wir uns entschlossen, ein eigenes Projekt zu starten. Ergebnis war der ‚Light Rider‘ – der erste additiv gefertigte Prototyp eines Motorrads, den wir im Rahmen einer weithin beachteten Veranstaltung am 20. Mai 2016 der Öffentlichkeit vorgestellt haben“, erzählt Zettler.

Erfahrungen fließen in Kundenprojekte ein

Mit diesem Projekt konnte das Unternehmen auf eindrucksvolle Weise zeigen,

Modellprojekt „Light Rider“

Das Projekt des Light Rider, des weltweit ersten additiv gefertigten Prototyps eines Elektromotorrades, diente als Showcase, um aufzuzeigen, wie mithilfe Additiver Fertigung funktionsgetriebener Leichtbau realisiert werden kann. Der Rahmen des Motorrades besteht aus Scalmalloy®, einem von APWorks speziell für die Additive Fertigung entwickeltem Werkstoff auf Aluminiumbasis.

In der Umsetzung wurde eine topologieoptimierte Hohlrahmenstruktur geschaffen, die nicht nur eine enorme Gewichtseinsparung brachte, sondern auch möglich macht, dass Leitungen und Kabel innerhalb des Rahmens geführt werden können. Das Ergebnis erinnert nicht zufällig an ein Exoskelett – schließlich wurde ein Algorithmus angewandt, der bionisch arbeitet: Natürliche Wachstumsprozesse geben dabei vor, welche Lastpfade stärker auszuführen sind und welche weniger stark. „Eine derart verzweigte Hohlstruktur ist mit konventionellen Herstellungsprozessen wie beispielsweise Fräsen oder Schweißen nicht realisierbar“, erläutert Joachim Zettler, Geschäftsführer der APWorks GmbH.

Das Ergebnis nach insgesamt einem Jahr Projektzeit, von dem das bionische Design mit Teileherstellung gerade einmal zwei Monate ausgemacht hat, ist ein nur 35 kg leichtes Elektromotorrad, das die Beschleunigung von 0 auf 45 km/h mithilfe eines 4 kW starken Elektromotors in unglaublichen drei Sekunden bewältigt und eine Höchstgeschwindigkeit von bis zu 80 km/h erreichen kann. Der Rahmen aus Scalmalloy® wiegt dabei lediglich sechs Kilogramm und ist damit etwa 30 % leichter als vergleichbare, konventionelle Rahmenkonstruktionen.

Bei der Projektvorstellung im Mai diesen Jahres wurde das Motorrad vom Airbus CEO Tom Enders Probe gefahren und der Öffentlichkeit vorgestellt. Wer den „Light Rider“ live erleben möchte, kann sich auf dem Stand von APWorks auf der formnext in Frankfurt einen persönlichen Eindruck verschaffen.



dass die Additive Fertigung es weit über das Versuchsstadium und das Prototyping hinaus geschafft hat. „Für den Rahmen des Light Riders war es erforderlich, nicht nur die benötigten Teile additiv herzustellen,

sondern auch die Themen Fügen und Finish zu bewältigen. Die daraus gewonnenen Erfahrungen fließen in Kundenprojekte mit ein und helfen dabei, bei künftigen Aufgaben noch bessere Lösungen

präsentieren zu können“, bemerkt der Geschäftsführer abschließend.

■ www.apworks.de
formnext Halle 3.1, Stand D51



FORMRISE

3 D P R I N T I N G

Besuchen Sie uns auf der **formnext**
Vom 15. – 18.11.2016 in Frankfurt am Main, Stand 3.1 B84



Lightweight Tütengreifer aus der Lebensmittelindustrie für den Einsatz
an einem Highspeed Delta-Roboter
Entwickelt mit unserem langjährigen **Know How**

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

• Engineering • Lasersintern • Prototyping • Manufacturing

FORMRISE GMBH
Werkstrasse 13
84531 Töging am Inn

(+49) 08631 - 394420
info@formrise.com
www.formrise.com



Etwa zwanzig Anlagen für den 3D-Druck betreibt 1zu1 Prototypen derzeit in seinem Rapid-Prototyping-Center. (Alle Bilder: Darko Todorovic)

Tüfteln in Hightech

1zu1 Prototypen mit Sitz in Dornbirn (Vbg.) gehört europaweit zu den führenden Anbietern von Rapid Prototyping, Rapid Manufacturing und Rapid Tooling. Das Unternehmen bietet eine Vielzahl moderner Fertigungs- und Bearbeitungsverfahren für Kunststoffe und Metall an. 2015 erwirtschafteten knapp 150 Mitarbeiter einen Umsatz von rund 15 Millionen Euro.

Die Geschichte vieler erfolgreicher Unternehmen beginnt in einer Garage. Jene von 1zu1 Prototypen beginnt in einem Rohbau in Dornbirn. Auf Biertischen und Rigips-Platten stellten Wolfgang Humml und Hannes Hämmerle bei der Firmengründung 1996 ihre beiden Vakuumguss-Maschinen auf. Zusammen mit zwei Mitarbeitern boten sie vakuumgegossene Kunststoffteile an.

2002 erfolgte die Umbenennung in 1zu1 Prototypen. Der Name ist Programm: Das Unternehmen fertigt Prototypen, die „1 zu 1“ am späteren Serienprodukt sind – soweit das technisch

überhaupt möglich ist. Sie werden, meist binnen weniger Tage, mit einer Genauigkeit bis auf wenige hundertstel Millimeter produziert. Auch die Eigenschaften der Werkstoffe müssen dem Serienprodukt möglichst nahekommen. Zum 20-Jahr-Jubiläum 2016 zählt 1zu1 Prototypen 150 Mitarbeiter. Das Hightech-Unternehmen ist europaweit tätig, zu den Kunden zählen Konzerne wie Playmobil, MTU Aero Engines oder Roche Diagnostics. Das Unternehmen fertigte bereits das Skelett eines menschenähnlichen Roboters, Bauteile für ein Mondfahrzeug und Motorenteile für die Formel 1.

Vielfalt an Verfahren

Für solche Projekte setzt 1zu1 Prototypen eine große Zahl an Fertigungsverfahren ein: Selective Laser Sintering, Stereolithografie und Fused Deposition Modeling für den 3D-Druck, dazu verschiedene Kunststoff- und Metallgussverfahren. Auch für das Drehen und Fräsen von Teilen stehen moderne Maschinen zur Verfügung.

Der Geschäftsbereich Rapid Tooling stellt Werkzeuge aus Aluminium her. Sie sind deutlich günstiger und schneller zu fertigen als herkömmliche Spritzguss-



Für die Herstellung von Aluminium-Werkzeugen investiert 1zu1 Prototypen heuer in eine zusätzliche HSC-Fräsmaschine. Sie wird von Robotern automatisch bestückt.



Nur wenige Monate nach der Inbetriebnahme seines Reinraums hat 1zu1 Prototypen wegen der großen Nachfrage bereits eine dritte Spritzgussmaschine bestellt.

Werkzeuge. Damit ist die Produktion kleinerer Serien von bis zu 50.000 Teilen auf den eigenen Spritzgussanlagen möglich. Seit 2015 verfügt 1zu1 Prototypen zudem über einen Reinraum der ISO-Klasse 8. Dort ist die bakterien- und keimfreie Fertigung von Spritzgussteilen unter anderem für die Medizintechnik möglich. „Jedes Kundenprojekt ist einzigartig, hat eigene Anforderungen und Abläufe“, schildert Geschäftsführer Wolfgang Humml, der das Unternehmen bis heute gemeinsam mit Hannes Hämmerle leitet. „Wir verstehen uns deshalb als Hightech-Tüftler, ständig auf der Suche nach der optimalen Lösung für die Anforderungen des Kunden.“

Mitarbeiter im Zentrum

Ihre Mitarbeiter, Technologieführerschaft und Innovation sehen die beiden geschäftsführenden Gesellschafter als Erfolgsfaktoren. „Wir investieren in Menschen und Maschi-

nen, denn Technik ohne menschliches Know-how ist sinnlos“, betont Hämmerle. Einen großen Teil der für das rasche Wachstum nötigen Fachkräfte bildet der Prototypen-Bauer selbst aus. Derzeit absolvieren 32 Jugendliche eine Lehre – mehr als ein Fünftel der Belegschaft. Um den Lehrlingen die bestmögliche Ausbildung zu garantieren, hat das Unternehmen die Lehrwerkstätte in den vergangenen Jahren mehrmals modernisiert.

„Allen Mitarbeitern ein gutes und spannendes Arbeitsumfeld zu bieten, ist uns ein großes Anliegen“, sind sich Humml und Hämmerle einig. Das Angebot reicht von der eigenen Kantine mit gesunder Ernährung über Betriebspensionen bis hin zu gemeinsamen Freizeitaktivitäten wie Lauftraining, Mountainbiken und Rückentraining.

■ www.1zu1.eu
formnext Halle 3.1, Stand D20

**DYE
MANSION**

HIGH QUALITY SLS PARTS



COLORING.

Developed for PA 11/12 and TPU.
Every RAL/Pantone color possible.
Up to 1 mm penetration depth.
UV-stable and abrasion resistant.

/ DM60 coloring system
/ SLS coloring service

SURFACE FINISH.

Shot peening.
Depowdering.
Tumbling.
Polishing.

/ Powershot blasting system

COATING.

Hydrophobic.
Brilliantly shiny.
UV-resistant.
Antibacterial.

GET IN TOUCH WITH US.

www.dyemansion.de
hallo@dyemansion.de

Formnext
3.1-J80



Den Prozess richtig beherrschen

Seit zwanzig Jahren nützt 1zu1 Prototypen eine Vielzahl von Herstellungsverfahren für Prototypen und immer häufiger auch Kleinserien. Nun hält Additive Fertigung auch in die Serienproduktion Einzug. Die beiden Geschäftsführer Hannes Hämmerle und Wolfgang Humml sowie der Leiter des Rapid-Prototyping-Centers, Markus Schrittwieser, benennen im Interview die aktuellen Herausforderungen: exakte Spezifikationen, Wiederholbarkeit in der Produktion und die Positionierung des Unternehmens in einem sich rasant verändernden Markt.

Das Interview führte Wolfgang Pendl / Pzwei

Herr Hämmerle, Herr Humml, vor zwanzig Jahren haben Sie Ihr gemeinsames Unternehmen gegründet. Sie hatten zwei Mitarbeiter und eine Vakuumguss-Maschine. Heute sind es 150 Mitarbeiter und dutzende Maschinen. Was waren die Erfolgsfaktoren für 1zu1 Prototypen?

Wolfgang Humml: Hannes und ich wussten von Beginn an, wo wir hinwollen. Wir haben uns konsequent abgestimmt und hart gearbeitet. In der Startphase sind zudem einige Aufträge, die uns bereits zugesagt waren, nicht gekommen. So mussten wir von Beginn an raus zum Kunden.

Hannes Hämmerle: Entscheidend war aus meiner Sicht, dass wir unseren Kunden Lösungen anbieten konnten, die sie noch nicht kannten. Wir konnten sie mit Neuigkeiten gewinnen. Mit unseren Rapid-Technologien waren die Kunden mit ihren Erfindungen schneller am Markt als ihre Konkurrenz.

Außerdem haben wir immer mit Geschwindigkeit gepunktet. Ab dem dritten Jahr haben wir zusätzlich zum Vakuumguss auch Metallguss angeboten. Die Fräsbearbeitung der Gussteile hat bei einem externen Partner fünf Wochen gedauert. Also haben wir eine 5-Achs-Fräsmaschine angeschafft und dasselbe in drei Tagen erledigt. Das meine ich mit Geschwindigkeit.

Ein dritter Faktor war, dass wir immer gut ausgebildete Fachkräfte gefunden haben. Unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter wagen Neues, machen die Änderungen im Berufsbild mit. Dieses Interesse für Neues hat die Entwicklung von 1zu1 Prototypen geprägt.

Humml: Ein weiterer Erfolgsfaktor ist für mich die Lehrlingsausbildung. Wir haben schon zwei Jahre nach der Gründung unseren ersten Lehrling eingestellt. Heute gehören wir zu den großen Ausbildungsbetrieben in der Region. Wir haben 32 Lehrlinge, das sind zwanzig Prozent der Belegschaft. Damit können wir die Hälfte unseres Bedarfs an Facharbeitern decken.

Sie haben die Fertigungsverfahren dann konsequent weiter ausgebaut.

Humml: Wir wollten ganz bewusst ein drittes Standbein – ein Stuhl mit drei Beinen fällt bekanntlich nicht um. 2001 hatten wir die erste wirklich große Fused-Deposition-Modeling-Anlage in Österreich und der Schweiz, 2003 unsere erste EOS Lasersinteranlage und 2006 dann die erste Stereolithografie-Anlage. Im Jahr darauf folgte die erste Spritzgussmaschine, parallel starteten wir mit der Herstellung von Spritzguss-Werkzeugen.

Der 3D-Druck verspürt aktuell einen starken Aufwärtstrend. Wie entwickelt sich dieser Geschäftsbereich?

Hämmerle: Wir haben heute zwanzig Anlagen in unterschiedlichen 3D-Druck-Technologien – ein extrem wichtiges Geschäftsfeld für uns. Der Markt verändert sich gerade von der Herstellung von Prototypen hin zu Kleinserien und Serienprodukten. Dadurch steigen die Stückzahlen identisch gefertigter Bauteile. Durch das Mengenwachstum, aber auch durch verstärkten Wettbewerb entsteht gleichzeitig Preisdruck, der uns kräftig fordert.

Es gibt immer noch große Unsicherheiten, für welche Bauteile 3D-Druck sinnvoll ist.

Markus Schrittwieser: Ja, aber wir können diese Frage recht gut beantworten, weil wir viele Technologien im Haus haben und eine große Vielfalt an Teilen herstellen. Bei Bedarf unterstützen wir unsere Kunden in der Entwicklung, um die Lösung zu finden, die ihnen den größten Nutzen aus der Additiven Fertigung bringt. Sinnvoll ist es, sich zuerst Wissen über die neuen Einsatzmöglichkeiten von 3D gedruckten Bauteilen mit ihren Werkstoffparametern anzueignen. Dann lassen sich Baugruppen und Teile so designen, dass der 3D-Druck auch einen echten Nutzen für den Kunden bringt. Aus unserer Sicht ist es nur selten sinnvoll, Bauteile im 3D-Druck herzustellen, die für den Spritzguss mit seinen Werkstoffparametern konstruiert sind.



Ing. Hannes Hämmerle (rechts) und Wolfgang Humml (mitte) gründeten 1996 gemeinsam die HTS Humml & Hämmerle Tooling Service GmbH, die sie 2002 in 1zu1 Prototypen umbenannten. Die beiden sind bis heute Alleingesellschafter und Geschäftsführer des Unternehmens. Dipl.-Ing. Markus Schrittwieser (links) ist der Leiter des Rapid-Prototyping-Centers bei 1zu1 Prototypen. Er verantwortet damit die Technologien im Bereich Additiver Fertigung.

Was unterscheidet 1zu1 Prototypen dabei von anderen Unternehmen?

Schrittwieser: Die Vielfalt an technischen Lösungen im Haus und unser Know-how aufgrund der großen Menge an unterschiedlichen Teilen, die wir produzieren. Viele Kunden brauchen nicht einfach nur „ein Sinterteil“. Sie haben Anforderungen wie Transparenz, Transluzenz oder Lebensmittelechtheit. Sie brauchen ein Silikonteil für ihre Baugruppe, 2-Komponenten-Teile und vieles mehr. Wir können im Haus die optimale Technologie für jede Anforderung anbieten.

Welche Veränderungen ergeben sich durch den Einsatz von 3D-Druck in der Produktion?

Schrittwieser: Wir müssen über lange Zeit sicherstellen, dass die Teilequalität wiederholgenau ist. Dazu brauchen wir über einen langen Zeitraum verlässliche Materialqualität, eine hohe Prozessstabilität, gute Maßhaltigkeit. Das ist eine riesige Herausforderung. Wir haben diesen Prozess für uns analysiert und haben über 120 Einflussfaktoren auf die Qualität gefunden.

Humml: Bis jetzt galt beim 3D-Druck oft das Motto: Augen zu und durch. Mit dem Einstieg in die Serienproduktion sind aber auch deren Anforderungen verbunden: Qualitätssicherung, Normung, Dokumentation, Rückverfolgbarkeit und so weiter. Wir versuchen, diese Anforderungen zu erfüllen – durch laufend überprüfte, sauber eingestellte Anlagen, genaue Spezifikation des Materials und der Teile sowie durch ISO-zertifizierte Prozesse.

Wie geht es mit der Additiven Fertigung weiter?

Hämmerle: Ich sehe eine Segmentierung des Marktes. Zum einen entsteht ein Low-Cost-Markt bei sehr einfachen Geometrien oder konstruierten Spritzgießteilen. Die Marktbearbeitung erfolgt meistens über Online-Shops, da die Preise keinen persönlichen Kundenkontakt mehr zulassen.

Ein zweites Marktsegment entsteht bei Vorrichtungen und Einzelteilen für den Maschinenbau. Das ist oft beratungs- und damit kostenintensiv. Aber die Kunden lernen schnell und konstruieren bald schon Baugruppen, die optimal für den 3D-Druck gestaltet sind und hohen Nutzen stiften.

Schließlich entwickelt sich ein Markt für Teile in mittleren Stückzahlen bis 1.000, die die Vorteile des 3D-Drucks nützen, indem sie sehr viele Funktionen auf kleinstem Raum vereinigen. Die Unternehmen entdecken erst nach und nach diese Chancen. Wir unterstützen sie dabei mit unserer Beratung und bieten ihnen individuell abgestimmte Workshops an.

Klar ist: Der Markt für die Additive Fertigung wird stark wachsen. Mit unserem Know-how und durch die Nähe zum Kunden sind wir sicher vorne mit dabei und gestalten diesen Markt mit.

Vielen Dank für das Gespräch.

■ www.1zu1.eu



1 Beispiel Luft- und Raumfahrt: Sitzgurtschloss aus dem Werkstoff EOS Titanium Ti64. Quelle: 3T RPD Ltd/ The SAVING Project

2 Die FAM GmbH nutzt die Bearbeitungsmöglichkeiten der Fuchshofer Präzisionstechnik GmbH für das Finish additiv gefertigter Teile.

Vom Pulver zum Präzisionsbauteil

Weil es für die Entwicklung und Herstellung von Präzisionsbauteilen mittels Additiver Fertigung mehr braucht als nur den generativen Herstellungsprozess, haben sich führende Unternehmen aus dem Bereich metallischer 3D-Druck und Präzisionszerspanung sowie Know-how aus der Pulvermetallurgie zusammengefunden. Die neu gegründete FAM GmbH (Fuchshofer Advanced Manufacturing) vereint alle diese Disziplinen unter einem Dach, um neue Standards bei der Herstellung additiv gefertigter Präzisionsbauteile zu setzen.

Auf der Gründerseite steht einerseits die Firma Fuchshofer Präzisionstechnik GmbH als langjähriger und erfahrener Partner in der CAM-CNC Fertigung von hochpräzisen und komplexen Prototypen, sowie Serienfertigungen. Zahlreiche namhafte Kunden aus den Bereichen Luft- und Raumfahrt, Automobil, Elektronikindustrie und Medizintechnik sind vom hohen Qualitätsstandard der Bauteile überzeugt. Als zweiter Gesell-

schafter verfügt die AM Ventures Holding GmbH durch ihre Kooperation mit der EOS GmbH über die Kernkompetenzen in der Entwicklung und Anwendung von DMLS Systemen. EOS ist einer der weltweiten Markt-, Technologie- und Qualitätsführer für High-End-Lösungen im Bereich der Additiven Fertigung und steht international für Innovation, Qualität, Zuverlässigkeit und gesicherte Prozesse. Abgerundet wird das Profil der

FAM GmbH durch die Teilhaberschaft von Herrn Edmar Allitsch, welcher sein technisches Know-how als Pulverexperte im Metallwerkstoffbereich miteinbringt. Das verwendete Material spielt eine wesentliche Rolle für die Fertigungsqualität. Von Aluminium und martensitischhärtbarem-Stahl über Edelstahl und Titan bis hin zu Nickel- und Kobalt-Chrom-Legierungen bietet EOS eine umfassende Auswahl an Metallpul-

Treibende Kraft in der Additiven Fertigung

Die AM Ventures Holding GmbH wurde von Dr. Hans Langer, Gründer und CEO von EOS, und Scanlab, dem Technologieführer bei hochpräzisen Laserscanningsystemen, vor 18 Monaten gegründet. Die Zielsetzung der jungen Gruppe mit bereits nahezu 20 Beteiligungen ist die industrielle additive Serienfertigung von Bauteilen voranzutreiben. Dazu errichtet die AM Ventures für Kunden mit passenden Anwendungen additive Fertigungslinien, die neben der Kerntechnologie des Lasersinterns auch Handling, Automation und Verknüpfung mit konventionellen Prozessen abdecken.

Entwicklungsunterstützung

Meist wird die Kooperation zur Produktion von additiv gefertigten Serienbauteilen in Form eines Joint Ventures vereinbart, wobei der Kunde das Recht erhält, den AMV Anteil zu übernehmen, wenn sich diese Produktionslinie für ihn zu einer Kerntechnologie entwickelt oder er diese in seiner konventionellen Produktion integrieren will. Ein weiterer Tätigkeitsbereich der AM Ventures ist die Entwicklung von Start-ups, die neue Technologien im Segment des industriellen 3D-Drucks entwickeln.



vern und Edmar Allitsch unterstützt und berät die zukünftigen Kunden, um spezifische Produkte mit neuartigen Materialeigenschaften in erstklassiger Qualität zu entwickeln und zu fertigen.

Hinter jedem Bauteil steckt eine Idee

„Die Additive Fertigung verlangt vom Anwender einen völlig neuen Denkansatz. Die Möglichkeiten der Formgebung und das Potenzial zur Optimierung von Bauteilen sind nahezu grenzenlos. Die Planung und Konstruktion ist entscheidend um ein funktionsfähiges und serienreifes Produkt entstehen zu lassen, welches die Stärken der Additiven Fertigung optimal ausreizt“, erklärt Hannes Fuchshofer, Geschäftsführer der Fuchshofer Präzisionstechnik GmbH.

Zusätzlich hat die FAM GmbH eine Kooperation mit der Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH geschlossen um neben der Design- auch in der Materialentwicklung neue Wege zu gehen. Die Joanneum Research betreibt Spitzenforschung auf internationalem Niveau und nimmt eine Schlüsselfunktion im Technologie und Wissenstransfer

in Österreich ein. Sie entwickelt Lösungen und Technologien für Wirtschaft und Industrie in einem breiten Branchenspektrum. In Zusammenarbeit mit der FAM GmbH werden spezifische und neuartige Bauteile mittels Direct Laser Metal Sintering-Verfahren entwickelt und hergestellt.

Kooperation als Schlüssel für Innovation

Diese Kooperation ist ein perfektes Beispiel von Integration zwischen Industrie und F&E-Institutionen mit dem gemeinsamen Ziel, einen effizienten Wissenstransfer durchzuführen und neue industrielle Anwendungen für den metallischen 3D-Druck zu erschließen sowie diese mit konventionellen Produktionsmethoden zu kombinieren.

Die Kombination aus führender Anlagen-, Prozess- und Materialtechnologie für den metallischen 3D-Druck verbunden mit großer Erfahrung in der konventionellen Bearbeitung und kundennaher Entwicklung gemeinsam mit Joanneum Research werden der Fuchshofer Advanced Manufacturing (FAM) GmbH



Zum Unternehmen

Die Fuchshofer Präzisionstechnik GmbH ist seit mehr als 20 Jahren im Bereich CAM-CNC Fertigung tätig und beschäftigt 70 Mitarbeiter. Durch ständiges Wachstum und Weiterentwicklung hat sich das innovative Unternehmen nunmehr auf vier Kernbereiche spezialisiert und seine Kompetenzen ausgebaut:

- CAM-CNC-Präzisionstechnik
- Ultrasonic-Schleiftechnik
- Sondermaschinenbau & Montage
- Additive Fertigung

Die Fuchshofer Präzisionstechnik GmbH deckt alles von der Planung und Entwicklung über die Prozessabstimmung und Werkstoffauswahl bis hin zum fertigen, serienreifen Produkt ab.

**Fuchshofer
Präzisionstechnik GmbH**
Haselbach 100
A-8552 Eibiswald
Tel. +43 3466-47025-0
www.fuchshofer.at

erlauben, neue Anwendungsfelder und Bauteile zu erschließen.

■ **www.fuchshofer.at**



„Unser Ziel ist das Wachstum des 3D-Drucks in industriellen Anwendungen voranzutreiben und junge Unternehmen auf ihrem Weg zu dieser revolutionären Technologie zu unterstützen. Wir nehmen unseren Partnern die technischen und wirtschaftlichen Risiken beim Einstieg in diese für sie neue Technologie weitestgehend ab und unterstützen und beschleunigen sie mit unseren in der noch jungen additiven Branche einmaligen Ressourcen.“

Edmar Allitsch, Managing Partner der AM Ventures Holding GmbH



Form mit isolierenden Wabenstrukturen und Kanälen zur konturnahen Kühlung.

bkl-lasertechnik präsentiert neues Verfahren:

Schäumverfahren in der Spritzgusstechnik mit Hochglanzflächen

Die Schäumtechniken im Spritzgussverfahren bringen Materialersparnis und Geschwindigkeitsgewinn, gehen aber leider auch mit einem Qualitätsverlust an den Oberflächen der Teile einher. Der nordbayerische Laserspezialist bkl-lasertechnik hat nun ein Verfahren entwickelt, mit dem auch Hochglanzflächen möglich werden.

Aber warum hat sich gerade ein Laserspezialist dieser Problematik angenommen? „Ganz einfach: Die für dieses Verfahren notwendigen Geometrien zur konturnahen Kühlung lassen sich nur mit der Additiven Fertigung im Laserschmelzverfahren realisieren“, erläutert Bernd Klötzer, Inhaber der bkl-lasertechnik.

Denn der für die Qualität der Oberflächen entscheidende Arbeitsschritt ist die gezielte Aufheizung und Abkühlung der Form an den richtigen Stellen und zur richtigen Zeit im Spritzgießzyklus. Mit einer neu entwickelten Temperiertechnik wird ein spezielles, heißes Fluid in die Kühlkanäle

gespritzt, um die Oberflächen an den entscheidenden Stellen aufzuheizen, bevor der Kunststoff in die Form gespritzt wird. Danach wird die Form blitzschnell wieder mit einem kalten Fluid abgekühlt.

Konturnahe Kühlung

Die Geometrien für solche Werkzeuge lassen sich nur mit additivem Laserschmelzen realisieren. Denn nur so lassen sich Formen erstellen, die sich mittels feiner Kanäle oder isolierender Wabenstrukturen schnell und gezielt erhitzen oder kühlen lassen. Zusätzlich zur Oberflächenqualität bietet dieses Spritzgussverfahren

weitere Vorteile: Neben der Materialeinsparung um bis zu zehn Prozent reduziert sich auch die Fertigungszeit für die Werkzeuge um bis zu 25 Prozent – dank der Additiven Fertigung. Zudem wird aufgrund der kurzen Aufheizzeiten merklich Energie eingespart. Insgesamt reduziert sich auch die Belastung der Spritzgussmaschine, da lediglich mit einem Spritzdruck von 200 bar gearbeitet wird und auch das Gewicht der Form – durch die feinen Wabenstrukturen – um einiges geringer ist.

■ www.bkl-lasertechnik.de
formnext Halle 3.1, Stand C80



links Das im Schäumverfahren gespritzte Teil kann mit glänzenden Oberflächen überzeugen und das sogar in diversen Narbungen.

rechts Links: im herkömmlichen Schäumverfahren gespritztes Teil; rechts: im bkl-Verfahren gespritztes Teil.

bkl-Narbkatalog

bkl-lasertechnik ist nicht nur in der Lage, Spritzguss-Werkzeuge für Hochglanzflächen im Schäumverfahren zu entwickeln. Das Unternehmen kann diese Flächen zudem mit attraktiven Narbungen versehen, die mittels Laserstrukturierung dreidimensional und verzerrungsfrei in die Form eingebracht werden können. Um Kunden bei der Gestaltung zu unterstützen, bietet bkl-lasertechnik einen umfangreichen Narbkatalog an.

Herz bietet
ein vielfältiges
Filamentsortiment.



An die Bedürfnisse angepasste
Filamente direkt vom Hersteller:

Individualität großgeschrieben

Herz ist auf dem Gebiet des Kunststoffschweißens und des Fügens von Werkstücken ein Anbieter, der sein Know-how konsequent im Sinne der Anwender weiter entwickelt. So produziert man bereits seit über 15 Jahren Schweißdrähte in Eigenproduktion. Mit dieser Erfahrung wird seit drei Jahren ein Filament-Sortiment für den 3D-Druck als innovativer Produktbereich mit Erfolg im Markt platziert.

Einhergehend mit der rasanten Verbreitung des 3D-Drucks beim privaten Nachfrager und im professionellen Bereich, seien es Industrie, Architekten, Produktdesign und andere, hat Herz sein Filament-Sortiment jetzt gezielt in neue Leistungsbereiche geführt. So werden in der Premium Line die Materialien ABS und PLA angeboten. In der zweiten Produktgruppe, der Tech Line, reicht das Spektrum von PMMA, HIPS, PVA, PA-6.66 bis hin zu PP, TPE, PETG und PC/PBTP-Qualitäten. Diese zehn Filamentsorten werden standardmäßig in den Durchmessern 1,75 mm und 2,90 mm sowie in einer ganzen Bandbreite von Farben, jeweils rund auf Spulen, vorgehalten. Hierbei ist die 0,75 kg-Spule bis hin zur 3 kg-Spule genauso vertreten wie individuelle Mengen.

Produktidee umsetzen

„Was die Individualität von Herz-Filament jedoch besonders auszeichnet, ist, dass wir dem Anwender jederzeit die Möglichkeit bieten, seine Produktideen mit eigens für ihn kreiertem Filament umzusetzen“, präzisiert Oliver Adrian, Vertriebsleiter bei Herz. Dabei können für individuelle Lösungen viele Aspekte in ein neues Filament-Konzept einfließen. Mit dem Einsatz von bestimmtem Material, von Zusatzstoffen, der Berücksichtigung von Formen, angepassten Farben oder Durchmessern sind ganz eigene Filamentwelten und 3D-Produkte zu realisieren. Bei Anwendungen in der Industrie, der Medizintechnik, insbesondere der Zahnmedizin, aber auch in der bunten Welt der Spielzeugindustrie konnte der hohe Filamentanspruch von Herz bereits mehrfach unter Beweis gestellt werden. „Wer eine 3D-Druckidee hat und noch das passende Filament sucht, sollte uns ansprechen. Gemeinsam finden wir eine schöpferische Lösung für einen Filament-Mix entsprechend dem Premium-Anspruch von Herz“, ist sich Adrian sicher.

■ www.herz-gmbh.com



LAMIX 
LASER SOLUTIONS



1270



WFL YouTube Channel



Das führende Maschinenkonzept
für die Fertigung komplexer und
präziser Werkstücke.

**EINMAL SPANNEN -
KOMPLETT BEARBEITEN**



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

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

Funktionsprototyp des Re-Fila.



Mit Standardgranulaten in die FDM-Maschine

Die Industrie nutzt gerne, was schon da ist. Das gilt auch für die Additive Fertigung. Speziell im FDM-Bereich ist jedoch oft der Weg über das erforderliche Filament der begrenzende Faktor. Ein Münchner Start-up liefert die Lösung. Die Re-Fila Materialkassette, die aus Standardgranulat „online“ ein Filament erzeugt, das in der FDM-Maschine direkt verarbeitet werden kann.

Während des Studiums wurden den beiden heutigen Ingenieuren Maximilian Dietrich und Maximilian Gunzelmann immer wieder die spannenden Möglichkeiten der Additiven Fertigung und im speziellen des 3D-Drucks im FDM-Verfahren

nähergebracht. Doch universitätstypisch waren die Erfahrungen eher im Bereich der Theorie angesiedelt. Aus Neugier entstand aber schnell der Wunsch, eigenständig herauszufinden, was mit dieser Technologie tatsächlich möglich ist.

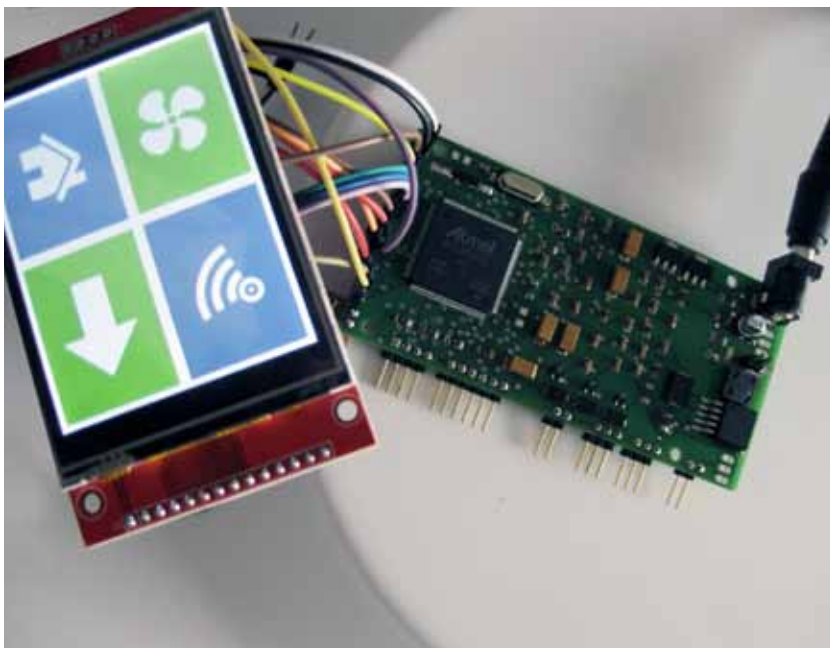
Eigentlich sollte es ein Drucker werden

Zusammen mit dem dritten Gründer Moritz Kölbel, einem Kaufmann und Innovation Consultant, entstand der Wunsch nach dem Schritt in die Selbstständigkeit, der zunächst in die Entwicklung und den Bau einer eigenen FDM-Maschine mündete. Dabei lernte das Trio aber auch die Probleme des FDM-Drucks kennen. Eine der größten Schwachstellen – bis heute – ist die Materialzufuhr. Schon nach den ersten eigenen Erfahrungen kam man zu dem Schluss, dass das Spulensystem unprak-



“ Als junges und dynamisches Start-up Team werden wir durch innovative Entwicklungen die Materialzufuhr für FDM-Drucker nachhaltiger, günstiger und flexibler gestalten.

Moritz Kölbel, Kaufmännische Leitung bei mcubus



Aus vielen Kabeln wird eine Einheit – die Platine mit Touchscreen des Re-Fila.

tisch sei. Außerdem spielt das Thema Nachhaltigkeit in diesem Bereich noch kaum eine Rolle.

Kontinuierliche Filamentherstellung „on demand“

Aus diesen Beobachtungen heraus entwickelte sich die Idee des Filamentextruders, der später den Namen Re-Fila bekam. Ein Gerät mit dem sich viele der Probleme lösen lassen. Mit der Eigenherstellung von Filament zu Hause werden zwar die Probleme der Nachhaltigkeit und der Druckkosten bewältigt, aber viele Probleme die durch die Verwendung von Spulen entstehen bleiben bestehen: Verheddern der Spule, Spulenreste, die zu kurz sind um sie noch zu verdrucken und eingeschränkte Farbgebung würden auch mit den herkömmlichen Filamentextrudern weiterbestehen.

Deshalb arbeitet das Team, an einem innovativen Produkt, das all diese Probleme löst. Der Re-Fila ist im Kern ein Filamentextruder, der aber noch viele weitere, sehr wichtige Funktionen mit sich bringt. In dem Gerät sind Sensoren verbaut, die genau messen mit welcher Geschwindigkeit der Drucker das Filament momentan verbraucht. Somit kann über eine Just-in-time-Steuerung die Extrusionsgeschwindigkeit genau an den Verbrauch an-

gepasst werden. Das Verwenden und Zwischenspeichern auf Spulen ist dadurch nicht mehr nötig. Der Re-Fila kann endlos Filament produzieren das direkt an den Drucker weitergegeben wird. Und das ganze ohne Eingriffe in die Drucker Soft- oder Hardware. Die einfache Bedienung des Re-Fila steht dabei besonders im Fokus. Dazu gehört auch die Steuerung per intuitivem Touchscreen und für Fortgeschrittene Benutzer die Möglichkeit, individuelle Druckprofile und neuartige Materialdaten als Voreinstellung zu speichern und jederzeit abrufbar zu machen.

Es geht weiter

Auch für die Zukunft des prämierten Start-ups existieren Pläne. So arbeitet das Team gerade an einem direkten Farbgebungssystem mit dem es möglich ist, die Farben des Filaments zu bestimmen und während des Drucks zu verändern. Um den Gedanken der Nachhaltigkeit abzurunden wird derzeit auch noch ein Schredderaufsatz für den Re-Fila entwickelt. Mit dem „Re-Grinder“ kann man auch Alt- und Fehldrucke, Filamentreste oder sogar Altplastik ohne Umwege wieder zum Drucken verwenden.

■ www.mcubus.com
formnext Halle 3.1, B60N



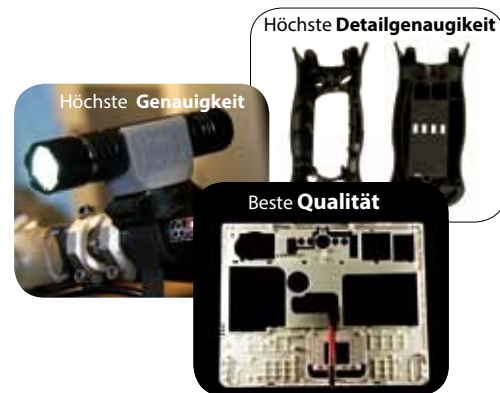
BDSYSTEMS

AUTHORIZED RESELLER

Einfache Bedienung Genauigkeit SLA® Qualität



ProJet® 6000 & ProJet® 7000 Professional 3D Drucker



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

MANUFACTURINGTHEFUTURE

BIBUS®
SUPPORTING YOUR SUCCESS

www.bibus.at

Schädelimplantate können auf der Basis von CT-Daten während der Operation hergestellt werden.



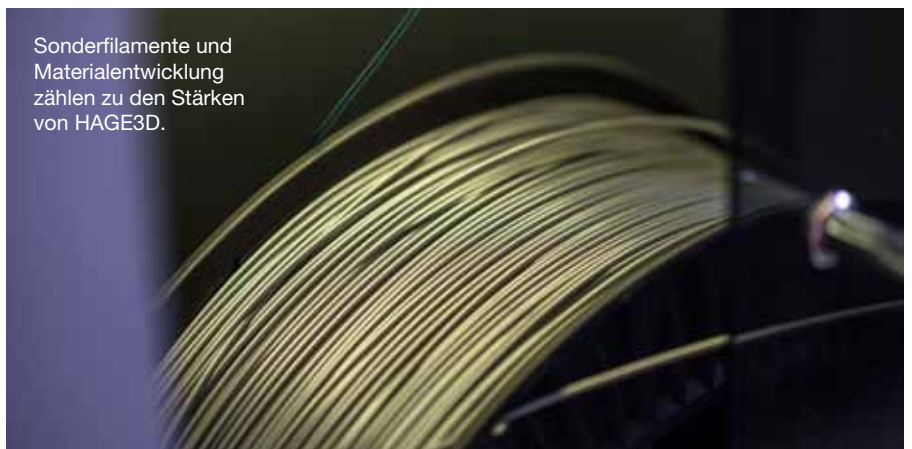
PEEK, PPS, PPSU & Co – mit HAGE3D auf Hochleistungskurs:

Operationsbegleitender **3D-Druck**

Additiv gefertigte Prothesen und Operationshilfen kennt man schon. Nun ist es Hage zusammen mit der Med-Uni Graz und der Montanuniversität Leoben gelungen, im Rahmen eines Vorzeigeproyektes Schädelimplantate operationsbegleitend aus Hochleistungskunststoffen zu drucken.

Als österreichisches, mittelständisches Sondermaschinenbauunternehmen setzt Hage auf 3D-Drucklösungen für industrielle Anwender. Mit den Modellen HAGE3D 72l und HAGE3D 140l werden laufend neue technische Kunststoffe getestet sowie optimale Drucksettings bestimmt, welche Kunden aus den verschiedensten Branchen zur Verfügung gestellt werden. Intensive Forschung ermöglicht es außergewöhnliche Eigenschaften zu erreichen. So holte sich das steirische Hightech-Unternehmen zusammen mit Forschungspartnern den steirischen Wirtschaftspreis Fast Forward Award. Mit der Entwicklung eines PEEK-Druckverfahrens im Rahmen des prämierten Projekts iPrint zur Fertigung von Schädelimplantaten, hinterlässt HAGE3D nun auch essentielle Spuren in der Medizintechnik.

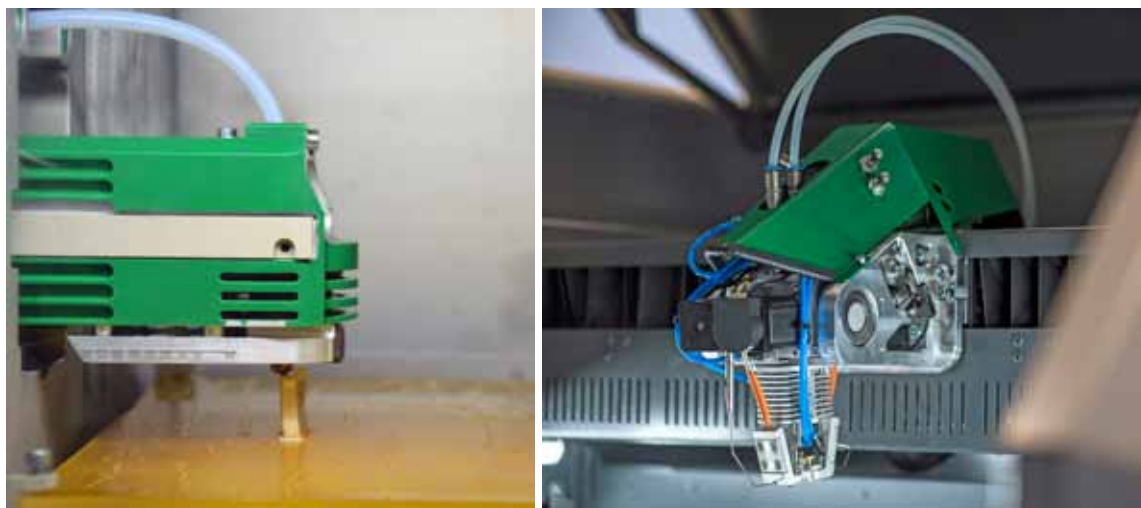
Sonderfilamente und Materialentwicklung zählen zu den Stärken von HAGE3D.



Medizinische Weltneuheit mit PEEK

Bei Verletzungen oder zur Entfernung von Tumoren im Kopf ist es medizinisch notwendig, die Schädeldecke zu öffnen.

Nach der Operation werden mit den CT-Daten des Patienten Implantate passgenau aus Kunststoff gefräst und in einer zweiten Operation eingesetzt. Nun haben die Obdacher Automatisierungsspezialis-



links Der HAGE3D-med erlaubt die Verarbeitung komplexer Werkstoffe unter genau definierten Umgebungsbedingungen.

rechts Der neue Hage Druckkopf zeichnet sich durch höhere Leistungsfähigkeit bei exakterer Materialplatzierung aus.

ten gemeinsam mit Wissenschaftlern der Med-Uni Graz und der Montanuniversität Leoben ein Verfahren entwickelt, bei dem das Implantat auf dem Drucksystem HAGE3D-med während der Operation gefertigt wird.

Mit der Med-Uni Graz sowie der Montanuniversität Leoben fand HAGE3D zwei kompetente Partner zur Entwicklung dieses hochkomplexen 3D-Drucksystems. Dieses erstellt das einsatzbereite Implantat innerhalb von zwei bis drei Stunden auf Basis der Bilder aus der Computertomographie. Dazu wird primär der bereits medizinisch zugelassene Hochleistungskunststoff PEEK mit einer Verarbeitungstemperatur von ca. 400° C eingesetzt. So kann der HAGE3D-med intraoperativ ein passendes Implantat anfertigen. Der große Vorteil für den Patienten liegt darin, dass er nun neben der

optimalen Versorgung nur mehr einmal operiert werden muss. Neben diesem medizinischen Vorzeigeprojekt befinden sich viele weitere, spannende, materialspezifische Forschungsprojekte in der HAGE3D-Pipeline, angefangen vom Betondruck bis hin zur Additiven Fertigung von Stahl und Keramiken. Die Hage Automatisierungsspezialisten transferieren die gewonnenen Forschungserkenntnisse über Branchengrenzen hinweg und integrieren so auch das spezielle Know-how über das Material Peek in den Druckprozess für industrielle Anwendungen.

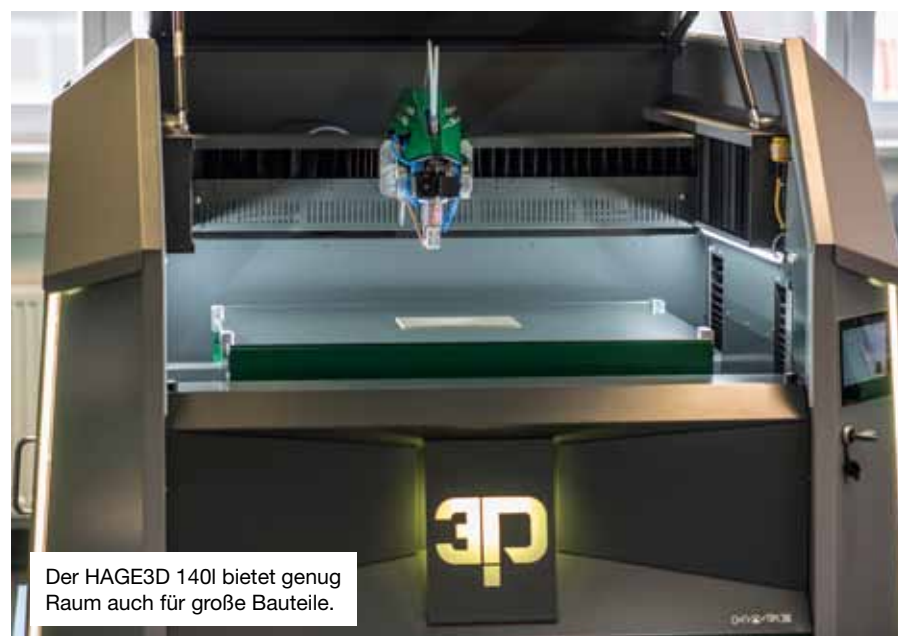
Exakt in Form gebracht

Die additive Fertigungsmaschine HAGE3D 72i, konstruiert und gefertigt nach Maschinenbaugrundsätzen, bietet optimal abgestimmte Druckersettings für

ausgewählte technische Kunststoffe wie u. a. ASA, M-ABS, PET-G, PC-ABS und PMMA. Der HAGE3D 140i kann Hochleistungskunststoffe wie PPSU und PEEK von 300° C bis zu 450° C exakt drucken.

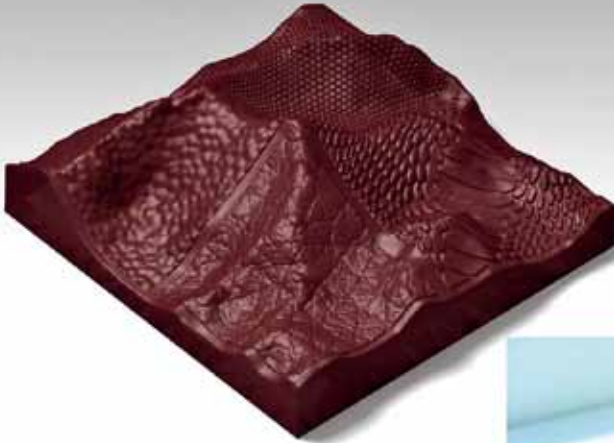
Die 3D-Drucklösung überzeugt mit einem Bauraum für Teile bis zu 700 x 500 x 400 mm, optimiertem User-Comfort, einer Industriesteuerung sowie dem individuell entwickelten HFFS-System für optimalen Filamentvorschub, welches das konventionelle Extruderrad ersetzt. HAGE3D Anwender können ihre Bauteile mit einer ausgezeichneten Oberflächenbeschaffenheit präzise produzieren. Ein weiteres Highlight ist die Möglichkeit des smarten Filamentrollentauschs, da der Drucker den Filamentleerstand erkennt und den Anwender automatisch per Mail informiert, wobei der Druck bis zum Wechsel pausiert. Die Maschinensteuerung inkl. Touchscreen liefert eine zusätzliche Besonderheit für Materialexperten: Erfahrene User können bei Materialtests einfach und direkt in die Steuerung eingreifen, um die Druckgeschwindigkeit, Drucktemperatur oder Betttemperatur in Echtzeit anzupassen.

Das HAGE3D-Team sieht zukünftig vielfältige Anwendungsfälle für Hochleistungskunststoffe, wie beispielsweise Funktionsprototypen für hohe thermische und mechanische Belastungen, Spezialanfertigungen im Bereich Luftfahrt & Automotive sowie in der Medizin und weiters auch im Rapid Tooling, d. h. Formeinsätze (Spritzguss) für Bauteilentwicklungen.



Der HAGE3D 140i bietet genug Raum auch für große Bauteile.

■ www.hage.at
formnext Halle 3.1, Stand D30



Mit Cubicure-Technologie lassen sich texturierte Oberflächen strukturieren. Entsprechend dem CAD-Modell links oben können beliebige Texturen, wie in den Detailaufnahmen abgebildet, 3D-gedruckt werden. (Quelle: A. De Blas Romero, A. Lantada, Universidad Politecnica de Madrid)



Polymere für hochpräzise und hochfeste Produkte aus generativer Herstellung:

Schlagzähe Photopolymere

3D-Druck und Additive Fertigung haben sich in den letzten Jahren rasant entwickelt. Zurückzuführen ist diese erfolgreiche Entwicklung vor allem auf den Übergang von „Rapid Prototyping“ hin zu „Additive Manufacturing“, auch im großflächigen industriellen Einsatz. Dieser industrielle Einsatz fordert aber auch immer neue Materialien mit besonderen Eigenschaften. Deshalb entwickelt man an der Technischen Universität Wien schlagzähe Polymere, die diesen Anforderungen gerecht werden.

Seit 2013 ist die Branche weltweit um durchschnittlich 31 % pro Jahr gewachsen. Solche Wachstumsraten sind aber erst durch die Entwicklung von Anwendungen, die die Additive Fertigung (AF) in Richtung eines großflä-

chigen industriellen Einsatzes bringen, möglich. Die AF wird so zu einer etablierten Fertigungstechnik. Additiv gefertigte Bauteile müssen im Zuge dieser Entwicklung immer anspruchsvollere Qualitätskriterien erfüllen, um für einen

Einsatz im Alltag geeignet zu sein. Diese Anforderungen betreffen sowohl die Materialeigenschaften (mechanische, optische und funktionelle Eigenschaften) als auch geometrische Eigenschaften (Oberflächenqualität, Präzision). Natürlich darf auch nicht auf ökonomische Aspekte vergessen werden.



“ Mit der Bereitstellung schlagzäher Photopolymere lassen sich erstmals Stereolithographiebauteile herstellen, die von den Materialeigenschaften mit Spritzgussteilen vergleichbar sind.

Dr. Robert Gmeiner, Geschäftsführer der Cubicure GmbH

Polymere für den industrietauglichen 3D-Druck

Diese Herausforderung nachhaltig zu meistern ist die Grundintention der additiven Fertigungsindustrie. Die gemeinhin unter 3D-Druck zusammengefassten Technologien wollen die Palette

der formgebenden Kunststoffverarbeitungsmethoden erweitern und versprechen mitunter schnelle Ergebnisse bei vergleichsweise niedrigen Einzelstückkosten.

Obwohl die Anzahl an verfügbaren „3D-Druckverfahren“ recht breit ist, bleibt der grundlegende Gedanke stets derselbe: Ein Bauteil (oder ein ganzer Produktionssatz an Bauteilen) wird additiv, also durch Materialzugabe im Schichtverfahren, aufgebaut. Die Form jeder Einzelschicht ist durch den Prozess individuell definierbar, wodurch (beinahe) beliebig komplexe Geometrien realisierbar werden. Den dadurch entstandenen neuen Möglichkeiten der geometrischen Formgebung wurde hierbei in der Vergangenheit besonders viel Aufmerksamkeit geschenkt und so manch additives Verfahren hat bewiesen, dass es in Sachen Oberflächengüte und Detailgenauigkeit durchaus mit Spritzgusstechnologien mithalten kann.

Als besonders mächtiges Formgebungswerkzeug hat sich dabei die Stereolithographie erwiesen, ausgerechnet jenes Verfahren, welches in den 1980er Jahren die Entwicklung von additiven Produktionsverfahren erstmals in Gang setzte. Seit dieser Zeit wurden zahlreiche lithographische, also lichterhärtende, Druckprozesse konzipiert und umgesetzt. Moderne Verfahren arbeiten mit Laser oder DLP (digital light processing) Systemen, welche eine hochpräzise selektive Belichtung der einzelnen

Methode	Geometrie	Materialien	Wirtschaftlichkeit
Selective Laser Sintering (SLS)	+ Hohe Auflösung - Raue Oberfläche	+ Polyamide (hohe Zähigkeit) + Viele Metalle	- Teure Systeme - Langsam
Inkjet Photopolymere	0 Mittlere Oberfläche + Hohe Auflösung	- Spröde Photopolymere	+ Billig + Schnell
Fused Deposition Modelling (FDM)	- Schlechte Auflösung - Raue Oberfläche	- ABS	+ Sehr billig 0 Mittel bis langsam
Stereolithographie (STL)	+ Gute Oberfläche + Hohe Auflösung	- Spröde Photopolymere - Nicht temperaturbeständig	+ Billig + Schnell
TU Wien + Cubicure (STL)	+ Gute Oberfläche + Hohe Auflösung	+ Hohe Zähigkeit + Temperaturbeständig	+ Billig + Schnell

Schlagzähe Polymere im Detail

Zugfestigkeit	40 MPa
Schlagzähigkeit (Charpy Test)	>100 kJ/m ²
Bruchdehnung	40 %
Temperaturbeständigkeit	100 °C

Die bereits erreichten Materialkennwerte können sich sehen lassen: Dadurch erlangen 3D-gedruckte Kunststoffbauteile erstmals die Qualität von Spritzgussteilen.

Bauschichten ermöglichen und dadurch Objektdetails bis zu einer Auflösung von 10 µm umsetzen können.

Auch im Bereich der verarbeiteten Materialien, der Photopolymere, hat sich einiges getan, wobei hier nach wie vor die größte Schwäche der lichterhärtenden Verfahren zu finden ist: Die unzureichende Materialbeständigkeit in Form von Sprödigkeit und mangelnder Temperaturbeständigkeit.

TU Wien gelingt Durchbruch

Es ist dieses „Dilemma des 3D-Drucks“, welches Prof. Jürgen Stampfl vom Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie der Technischen Universität Wien seit Jahren beschäftigt und welches er zu lösen mit seiner Forschungsgruppe angetreten ist. „Bis heute ist im Kunststoffbereich kein ökonomisch sinnvolles additives Formgebungsverfahren bekannt, welches der Oberflächengüte und Formgenauigkeit von Spritzgussteilen entspricht und gleichzeitig die technisch-mechanischen Anforderungen des Marktes an die Bauteile erfüllen kann. Eine realistische Möglichkeit sehen wir seit Kurzem im Bereich der Stereolithographie, da es uns an der TU Wien gelungen ist, neuartige Photopolymere zu entwickeln, die sowohl schlagzäh als auch temperaturbeständig sind“, so der Wissenschaftler. Um diesen Durchbruch zu erreichen, wird an der TU Wien mit bis zu 30 Personen institutsübergreifend und interdisziplinär an dieser und ähnlicher Herausforderungen gearbeitet.

Gemeinsam mit der Fachgruppe um Prof. Robert Liska vom Institut für →



Herstellung von Hochleistungspolymeren im Labor.

Angewandte Synthesechemie entstehen laufend neuartige und vielversprechende Photopolymersysteme sowie begleitende chemische Produkte, wie etwa zur Polymerisation benötigte Initiator Moleküle. In der noch jungen Disziplin der Additiven Fertigung sind neue Materialien alleine zu wenig. Nur durch die gleichzeitige Weiterentwicklung der vorhandenen stereolithographischen Drucktechnologien können revolutionäre Produktionsinnovationen entstehen. Denn es gilt: Neue Materialien lassen sich nicht automatisch mit der bestehenden Prozesstechnologie vereinen. Es ist dieses interdisziplinäre Umfeld an der TU Wien, in dem Chemiker, Maschinenbauer, Verfahrenstechniker, Physiker und Informatiker an der nächsten Revolution in der Kunststofftechnik arbeiten, aus dem bereits in der Vergangenheit beeindruckende Fortschritte zu vermelden waren, wie der erste Hochpräzisions-3D-Druck von Keramik, der nun von dem Spin-Off Lithoz in die industrielle Anwendung gebracht wird.

Jetzt konnte die TU Wien auf der Hannover Messe 2016 die ersten Details der neu entwickelten Photopolymere präsentieren: 3D-gedruckte Kunststoffteile mit hervorragender Bauteiloberfläche und einzigartigen mechanischen Eigenschaften. Die gezeigten Objekte weisen neben einer üblichen Zugfestigkeit von ca. 40 MPa eine Bruchdehnung von 40 % und eine Schlagzähigkeit von über 100 kJ/m² (Charpy) auf. Komplettiert werden diese Eigenschaften von einer bis dato unerreichten Temperaturbeständigkeit von knapp 100 °C, welche einen industriellen Einsatz dieser Bauteile bis zumindest 80° C zulässt. Einziger Wermutstropfen: Die neuen Materialien lassen sich nicht mehr in herkömmlichen Stereolithographiemaschinen verarbeiten.

Entwicklung neuartiger Prozesstechnik

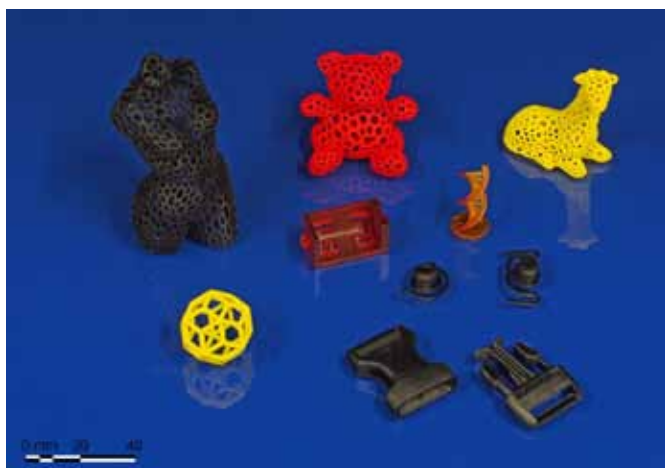
Auch an der Entwicklung neuer stereolithographischer Verfahren wurde erfolgreich gearbeitet. Im Jahr 2015 wurde das TU Wien Spin-Off Cubicure GmbH gegründet, welches sich um die Bereitstellung der benötigten Verfahrenstechnologie sowie die Marktreife der neuen Photopolymere kümmert. Cubicure ist es erstmals gelungen, die bestehende Stereolithographietechnik so weit voranzubringen, dass die neuen



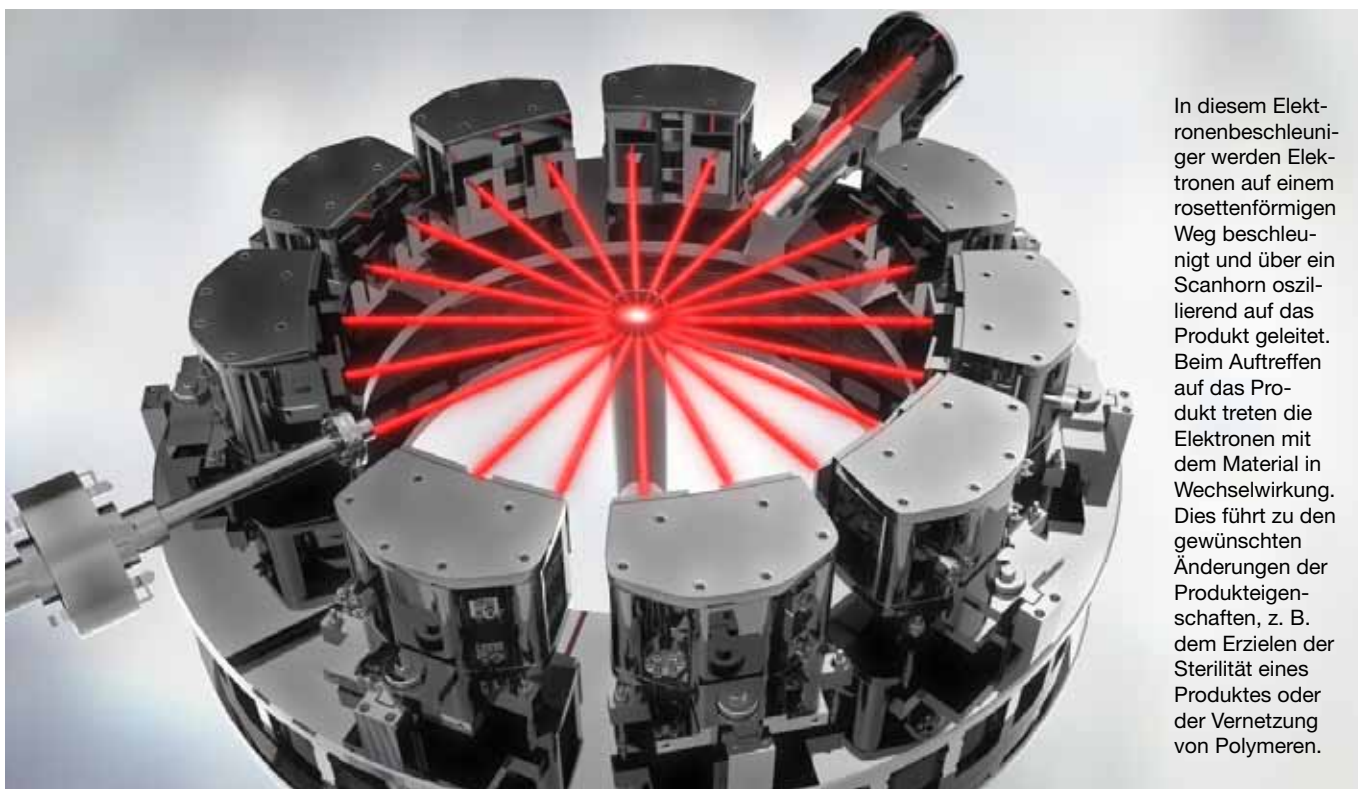
DI Robert Gmeiner (links) und Prof. Jürgen Stampfl (rechts) am neu entwickelten 3D Drucker.

Photopolymere auch in höchster Auflösung verbaut werden können. Neben der Herstellung von Präzisionsbauteilen wird so auch die Fertigung von Bauteilen mit mikrotextrierten Oberflächen ermöglicht. Solche mikrostrukturierten Oberflächen ermöglichen die Herstellung von Bauteilen mit völlig neuen haptischen und oberflächenfunktionellen Eigenschaften.

Zwar sind die Details der Prozessführung zurzeit noch ein wohlgeheutes Geheimnis, doch wurde damit die Tür zu einer völlig neuen Photochemie aufgestoßen, welche die Verarbeitung eines breiten Feldes zusätzlicher Molekülsysteme zulässt. Die ersten bereits zur Verfügung stehenden Photopolymere können sich jedenfalls sehen lassen – hier liegt man im Bereich der mechanischen Eigenschaften ganz deutlich vor der Konkurrenz. Es war dieser letzte technologische Puzzlestein, der es nun ermöglicht, hervorragende physikalische und chemische Materialeigenschaften mit den Vorzügen der digitalen Produktion eines 3D-Drucksystems zu verbinden. Eines scheint jedenfalls sicher: Die Zeiten, in denen der Kunststoff-3D-Druck nur für die Herstellung von Vorserienbauteilen und Prototypen gut genug war, sind vorbei.



Beispiele für aus den neuen Photopolymeren hergestellten Teilen.



In diesem Elektronenbeschleuniger werden Elektronen auf einem rosettenförmigen Weg beschleunigt und über ein Scanhorn oszillierend auf das Produkt geleitet. Beim Auftreffen auf das Produkt treten die Elektronen mit dem Material in Wechselwirkung. Dies führt zu den gewünschten Änderungen der Produkteigenschaften, z. B. dem Erzielen der Sterilität eines Produktes oder der Vernetzung von Polymeren.

Elektronenstrahlmodifikation additiv gefertigter Kunststoffteile

Z2 Innovations untersucht gemeinsam mit der Greiner Gruppe, unter der Führung der Greiner Technology & Innovation GmbH, sowie mit wissenschaftlicher Begleitung durch die JKU die Möglichkeiten der Eigenschaftsmodifikation von Kunststoffen mittels Elektronenstrahltechnologie.

Kunststoffbauteile weisen oft Schwachstellen an den Bindenähten auf. Gleiches gilt dabei auch für den schichtweisen Aufbau von im FFF Verfahren hergestellten Bauteilen in Z-Richtung. Die Elektronenstrahltechnologie, die hauptsächlich im industriellen Maßstab im Medizinbereich zur Sterilisation von Medizinprodukten zum Einsatz kommt, kann auch zur Eigenschaftsmodifikation von Kunststoffen eingesetzt werden. Die dabei verwendete ionisierende Strahlung beeinflusst die Molekülketten in Kunststoffbauteilen, mit dem Ergebnis verbesserter Temperatur-, Abrieb- und Festigkeitseigenschaften. Die Elektronenstrahlbehandlung kann dadurch Metallsubstitution bzw. auch den Ersatz von hochpreisigen Kunststoffen durch Massenkunststoffe ermöglichen.

Prinzipiell ist die Anwendung von Elektronenstrahlvernetzung bei langlebigen

Bauteilen wirtschaftlich sinnvoll, beispielsweise bei Kunststoffzahnradern in Getrieben. Auch beim Thema eMobility wird die Elektronenstrahlmodifikation noch stärker in den Automotive Bereich vordringen – Stichwort Leichtbau/Metallersatz. Ein wesentlicher Vorteil der Strahlenvernetzung besteht darin, dass die Modifikation des Kunststoffes in einem dem additiven Fertigungsprozess nachgelagerten Schritt durchgeführt wird. Weiters ermöglicht es diese Technologie, unternehmensspezifische Materialien zu entwickeln, die als Alleinstellungsmerkmal Marktvorteile verschaffen können. Die Z2 Innovations fungiert hierbei als externer Innovationsberater und Projektleiter, mit dem Ziel, Problemstellungen einer Branche durch branchenfremde Technologien zu lösen.

■ www.z2innovations.com

INN^Z2VATIONS
Future. As a Service.

Wissenswertes zum Unternehmen

Z2 Innovations mit Geschäftsführer DI Christoph Zipko, MBA, sieht sich als unabhängiger Material- und Technologiescout, der für seine Kunden kontinuierlich die wichtigsten Material- und Technologieentwicklungen in deren Interessensgebiet bzw. unternehmerischen Umfeld erfasst. Damit wird es möglich, frühzeitig technologische Erneuerungen zu erkennen und diese auf neue Chancen und Risiken für das eigene Unternehmen zu bewerten. Aufbauend auf Ideen oder Kundenwünschen werden Machbarkeitsstudien und Konzepte erstellt, die den Rahmen und die notwendigen Maßnahmen für Produktentwicklungsprojekte definieren.



Modellaufbereitung für die Additive Fertigung mit Ansys SpaceClaim:

In sechs Schritten zum 3D-Druck

Die Datenübernahme aus allen möglichen 3D-CAD-Systemen, das Anbringen fertigungstechnisch notwendiger Veränderungen durch Direktmodellierung, die schnelle Erstellung von Stützkonstruktionen oder einfach die Bearbeitung und Ausgabe von STL-Dateien: mit dem Ansys SpaceClaim als einfachem 3D Engineering-Werkzeug ist es möglich, in sechs Schritten alle Prozesse rund um den 3D-Druck im Griff zu haben.

Schritt 1: Import und Bearbeitung beliebiger Geometriedaten

In Ansys SpaceClaim können alle markt-gängigen nativen CAD-Daten, die neutralen Formate und STL-Dateien anstandslos importiert und geöffnet werden. Das

hilft, wenn ein Produktentwickler die Aufgabe hat, CAD-Daten für die Vorse-rien-Fertigung oder den Prototypenbau aufzubereiten.

Eine schlechte, fehlerbehaftete Geometrie aus den Ausgangssystemen kann mit

einem Reparaturwerkzeug automatisch oder teilautomatisiert repariert und in einen „wasserdichten“ Volumenkörper verwandelt werden. Falls nun Konstruktionselemente zu klein oder Wände zu dünn sein sollten, um in einem Rapid-Prototyping-Verfahren gefertigt zu wer-

Große Materialvielfalt



1000 x 800 x 600 mm

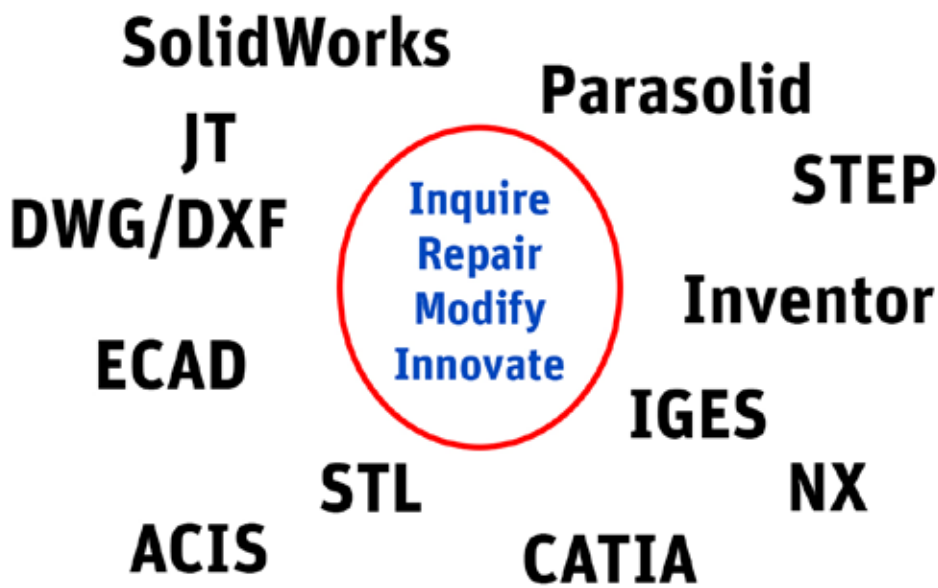
Der X1000
Made in Germany

Großraum-
3D-Drucker

Industriestandard

Hohe Prozesssicherheit

German
RepRap | 
www.germanreprap.com



links Stützstrukturen können mit SpaceClaim problemlos nachträglich eingefügt werden.

oben Fremde CAD-Formate lassen sich bearbeiten, als wären sie in Ansys SpaceClaim entstanden.

den, lässt sich die Geometrie mit Tools wie etwa „Auswählen“, „Ziehen“, „Füllen“, „Verschieben“ und „Kombinieren“ intuitiv bearbeiten.

Schritt 2: Zielorientiert die Geometrie anpassen und erstellen

An dieser Stelle im Prozess ist es wichtig, den Entwickler von der aufwendigen Bedienung Feature-basierter CAD-Systeme zu entlasten: Die Definition neuer Konstruktionsfeatures und die Auseinandersetzung mit der – womöglich von einem Dritten erzeugten – Logik der Konstruktionshistorie sind dabei nur hinderlich. Gefragt sind Möglichkeiten, rasch die Geometrie zu erstellen oder direkt in der Schnittansicht zu arbeiten. Es sollte möglich sein, Supportgeometrie für den Schichtbauprozess einfach zu erzeugen oder störende Geometrieelemente zu entfernen. Modelle sollten binnen kurzer Zeit angepasst werden können, um Bauzeit, Materialverbrauch und Kosten zu senken.

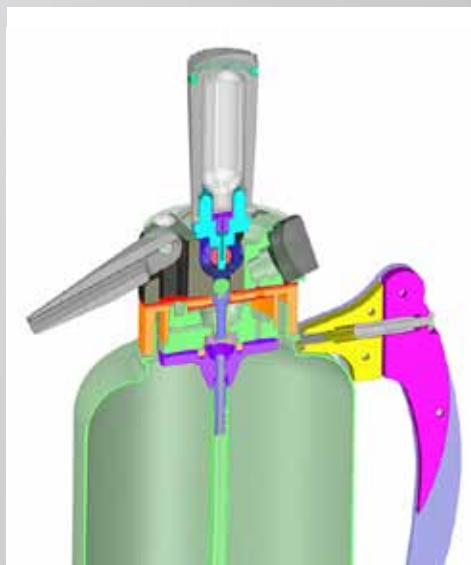
Schritt 3: „Hybrides Modellieren“ von STL-Daten

Diese Möglichkeit erstreckt sich bei Ansys SpaceClaim auch auf das „Hybride Modellieren“ von STL-Dateien: das bedeutet, dass

Der Link zum Bericht



Anwender Solid-Modelle zur Beeinflussung von STL-Dateien verwenden können. Es lassen sich einfach beliebige Solids definieren, die mit der STL-Datei verschmolzen →



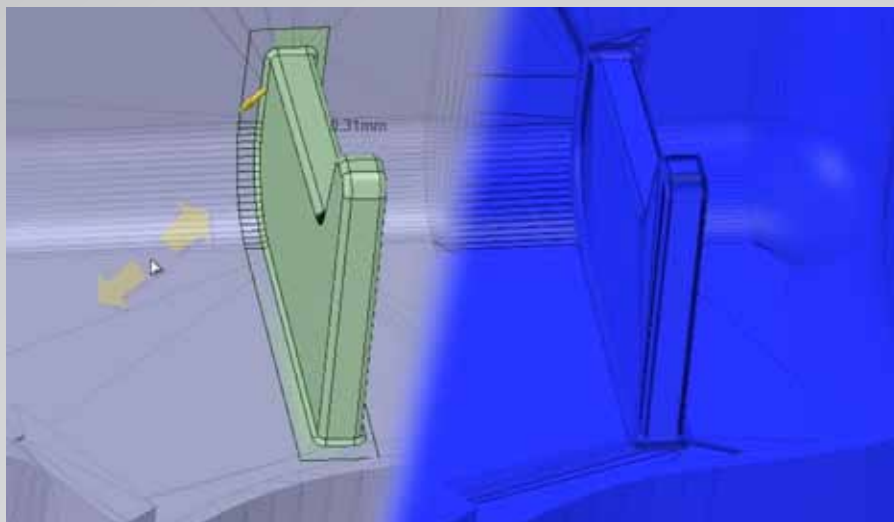
Selbst komplexe Bauteile und Baugruppen können in der Schnittansicht bearbeitet werden.

oder von ihr abgezogen werden können. So wird es z. B. einfach, einer komplexen STL-Freiformflächen-Geometrie maßhaltige Anschlüsse hinzuzufügen.

Auch andere typische Aufgaben werden mit Ansys SpaceClaim schneller erledigt. Dazu gehören das Ummanteln und Verdicken von Geometrie oder das Füllen von Lücken. Ebenso gehören das Skalieren von Modellen auf die ideale Größe sowie das Splitten von großen Teilen in mehrere Stücke, die dann parallel und Zeit sparend bearbeitet werden können, dazu – und auch das rasche Erzeugen und Verifizieren von Verbindungselementen wie Lippen oder Verzapfungen für das spätere Zusammensetzen der Teile. Ebenso einfach lassen sich STL-Netzdaten mit Ansys SpaceClaim für die richtige Auflösung der verwendeten Prototyping- oder 3D-Drucker-Hardware tessellieren.

Schritt 4: Vorbereitung für den 3D-Druck

Doch die Möglichkeiten zur Vorbereitung von STL-Daten auf den 3D-Druck sind damit noch lange nicht erschöpft. Anwender ohne CAD-Ausbildung können STL-Dateien auf Wasserdichtigkeit und Überschneidungen prüfen und bereinigen. Löcher, falsch ausgerichtete Normale oder lagegleiche Dreiecke werden



In die blaue STL-Datei wird ein Solid eingebracht und verschmolzen – eine besondere Funktion von Ansys SpaceClaim.

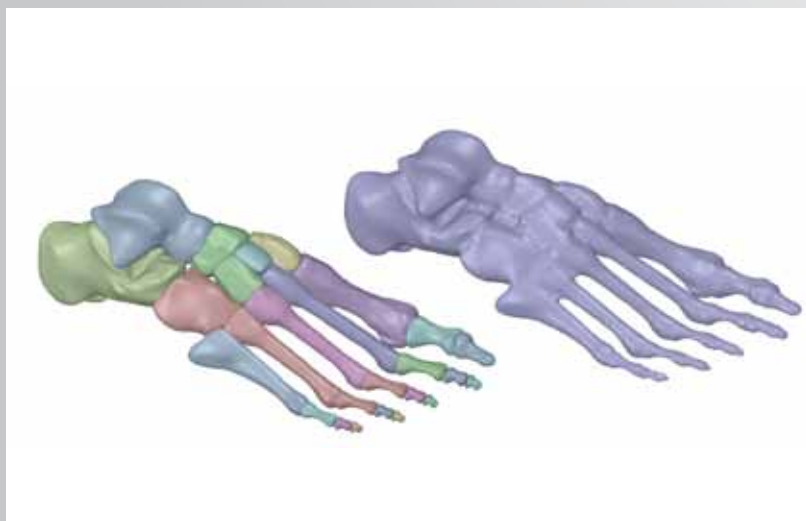
erkannt. Mit wenigen Befehlen lassen sich Bauteile entkernen oder aushöhlen, um Gewicht zu sparen. Umgekehrt lassen sie sich mit unterschiedlichen 2D- und 3D-Gitterstrukturen ausfüllen, um Stabilität zu gewinnen.

Mit der neuen Shrink Wrap-Funktion erhalten die ausgewählten Körper eine wasserdichte, gleichmäßig facettierte Außenhaut. So lassen sich auch schlechte Scan-Daten oder 3D-Modelle in kürzester Zeit für den 3D-Druck aufbereiten. Die Arbeit wird auch dadurch erleichtert, dass ein Teil sofort in der Originalposition auf den Bildschirm gebracht wird,

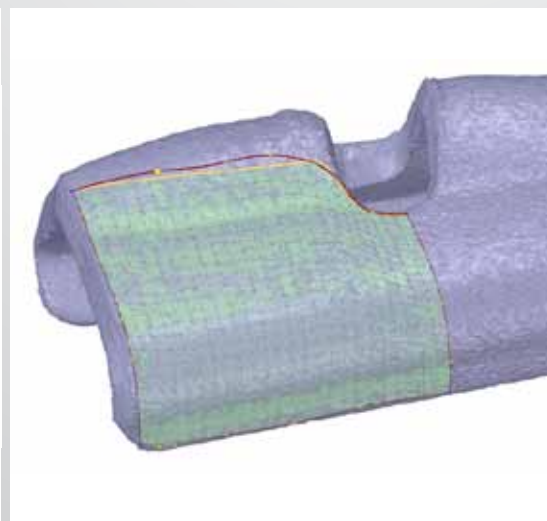
wozu „magnetische“ Schnappfunktionen auf Achsen und Flächen verwendet werden. Dies ist auch bei der anschließenden Fertigung hilfreich.

Schritt 5: Reverse Engineering

Oft besteht die Anforderung, auf Basis der STL-Datei eine exakte Geometrie für Folgeprozesse in Entwicklung und Fertigung zu erzeugen. Dies lässt sich mit praktischen Funktionen beschleunigen: Man kann z. B. Kurven dynamisch an STL-Daten anlegen. Im Anschluss vergleicht ein Abweichungswerkzeug das STL-Netz mit dem erstellten Volumen-



Shrink wrapping eines STL-Modelles.



Flächen lassen sich über STL legen.

DESIGN. MATERIAL. 3D-DRUCK.

Optimieren Sie Ihre Bauteile.

Design: Leichtbau, komplexe Geometrie oder funktionale Integration. Wir lösen das Problem für Sie.

Material: Aluminium, Titan oder Stahl. Wir finden das optimale Material. Wenn nötig, entwickeln wir es. So ist auch Scalmalloy® entstanden.

3D-Druck: Wir fertigen für Sie schnell, effizient und hochperformant. Vom Prototyp bis hin zur Serie.

Noch unsicher? Dann sprechen Sie mit uns und vereinbaren ein Bauteile-Screening vor Ort.



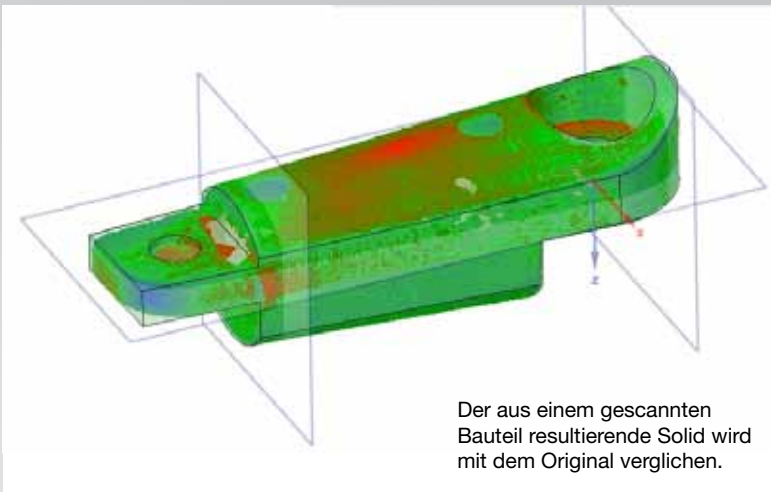
Unser Best Practice-Beispiel: der Light Rider. Der erste Motorrad-Prototyp designoptimiert und in 3D gedruckt. Das Ergebnis: sechs Kilogramm Rahmen- und 35 Kilogramm Gesamtgewicht.

Mehr Infos
erhalten Sie unter:
www.apworks.de

Besuchen
Sie uns auf
der **formnext**
Stand 3.1.-D51

oder direkt bei

Airbus APWorks GmbH
Willy-Messerschmitt-Straße 1
82024 Taufkirchen
Telefon: +49 (0) 89 607 28237
E-Mail: info@apworks.de



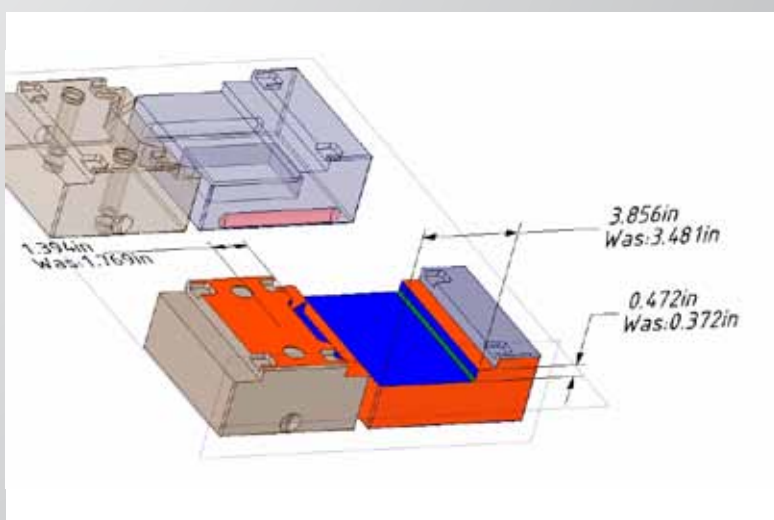
Der aus einem gescannten Bauteil resultierende Solid wird mit dem Original verglichen.

körper. Unterschiedliche Farben markieren, wo sich der Volumenkörper außerhalb oder innerhalb des STL-Netzes befindet. Die Toleranzmaße können individuell festgelegt werden. Mit der neuen Funktion Skin Surface lassen sich sehr organische Körper einfach einscannen und in Ansys SpaceClaim mit facettierten Daten repräsentieren. Mit ein paar Mausklicks lassen sich Facetten oder wiederkehrenden Schleifen verbinden und dadurch Flächen schaffen.

Schritt 6: 3D-Direktmodellierung zur Freigabe

Wenn Fertigungsspezialisten an den Ursprungsmodellen diverse Änderungen vornehmen wollen, um die Fertigung oder den 3D-Druck zu ermöglichen, müssen sie die beabsichtigten Änderungen an den Kunden oder die eigene Entwicklungsabteilung kommunizieren. Dies geht schnell mit Ansys SpaceClaim, wo die Ergebnisse im Standard STEP, in STL oder nativen Parasolid- oder Catia-Formaten ausgegeben werden. Damit erhalten die Ingenieure alle Vorteile durchgehender Entwicklungsprozesse ohne unnötige Zeitverluste.

■ www.spaceclaim.com



Änderungen an Bauteilen werden farblich und zahlenmäßig dokumentiert.

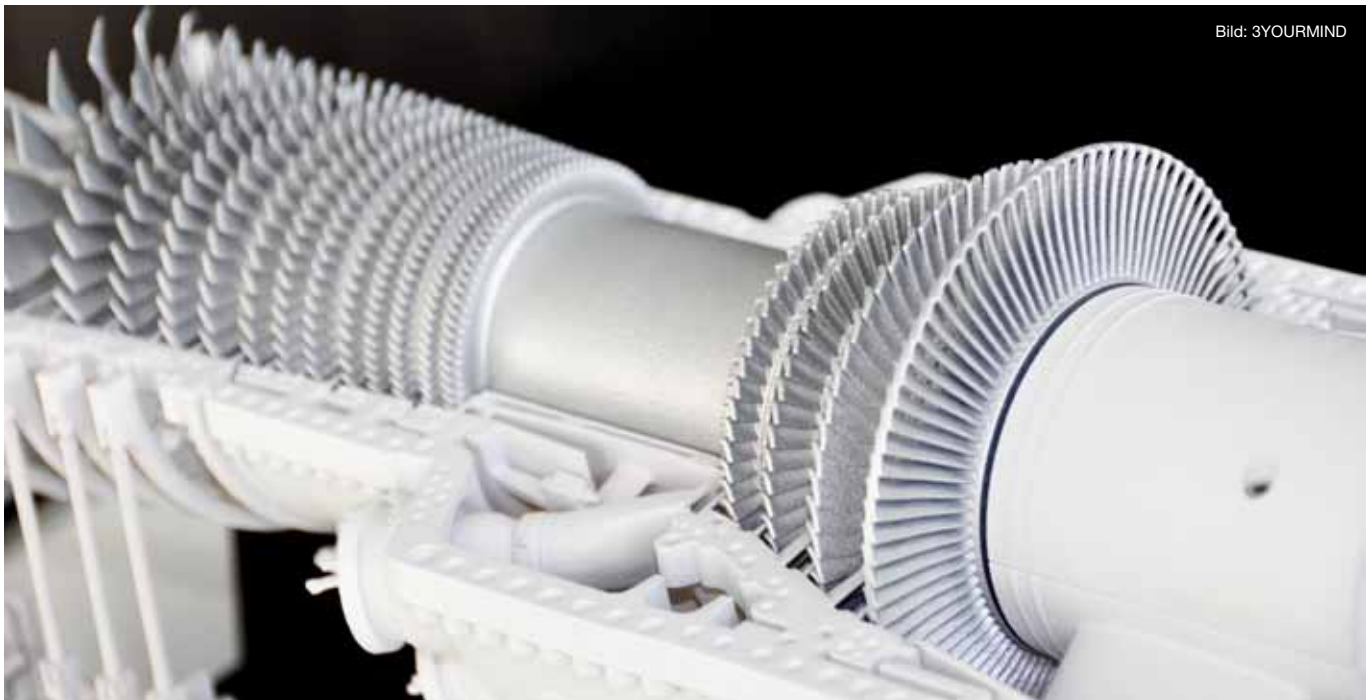


Bild: 3YOURMIND

Additive Fertigungsabläufe optimieren:

Im Wandel konkurrenzfähig bleiben

Es wird zunehmend schwerer, neue Technologien zu meistern, Arbeitsabläufe zu organisieren und Dienstleister einzuschätzen. 3YOURMIND entwickelt professionelle Software zur Qualitätssicherung und Organisation interner und externer Produktionsschritte in einem einzigen, optimierten Verfahren.

Mit der zunehmenden Verbreitung additiver Fertigungstechnologien steigt auch der Bedarf an Fachwissen zur Bedienung der Maschinen, und jedes neue Material bedingt hohe Investitionen in den Maschinenpark. In der Folge bilden sich Herstellernetzwerke heraus, die neue Managementstrukturen erfordern.

3YOURMIND hat dafür eine Softwarelösung entwickelt, für die das Unternehmen 2016 bereits mit dem deutschen Innovationspreis ausgezeichnet wurde. Zum ersten Mal sind die Optimierung der Maschinennutzung und der einfache Zugriff für Mitarbeiter in einem Softwarepaket enthalten. Die Onlineplattform stellt Funktionen zur Qualitätssicherung der Produktion und zur Optimierung der Arbeitsabläufe und der Zusammenarbeit bereit.

Arbeitsabläufe optimieren

Stephan Kühr, Geschäftsführer der 3YOURMIND GmbH, wollte einen Ser-

vice entwickeln, der Additive Fertigung auf höchstem Niveau zugänglich und fehlersicher macht. Der erste Schwerpunkt dabei ist die Qualität. Es wurden führende Anbieter gewonnen, die mit mehr als 150 Materialien und Oberflächenstrukturen arbeiten. Alle Anbieter wurden geprüft, sodass niedrige Kosten und Lieferzeiten keine Qualitätseinbuße bedeuten.

Der zweite Schwerpunkt ist die Zugänglichkeit. Die Steuerung von Produktionskapazitäten innerhalb einer Organisation erfordert normalerweise maßgeschneiderte ERP-Programme oder ein spezielles Produktionsmanagement. 3YOURMIND erlaubt es jedem Mitarbeiter, 3D-Dateien hochzuladen, auf Druckbarkeit zu prüfen und zur Druckerwarteschlange hinzuzufügen. Wenn das benötigte Material intern nicht zur Verfügung steht, kann alternativ ein externer Anbieter ausgewählt werden. Hierfür bietet 3YOURMIND einen schnellen Leistungs- und Preis-

vergleich von professionellen Druckdienstleistern. Der dritte Schwerpunkt ist Einfachheit. Die Plattform kann über Plug-Ins von allen führenden CAD-Programmen aus bedient werden. Dabei werden branchenübliche Dateitypen verwendet und Materialdaten im Programm angezeigt. Die Firmenversion erlaubt zudem einen Zugriff auf Team- oder Projektbasis.

Lösungen für 3D-Druckdienstleister

Führende Anbieter verwenden zunehmend fortgeschrittene Produktionssoftware, um ihre Dienste on- und offline anzubieten. Dies sichert die Wirtschaftlichkeit und den reibungslosen Fertigungsablauf. 3YOURMIND vereinfacht den Bestellprozess sowohl für Kunden als auch für Druckdienstleister selbst und sorgt mit der Software für einen optimierten Arbeitsablaufs.

■ www.3yourmind.com
formnext Halle 3.1, Stand B60H



Tobias Haushahn

Topologieoptimierungs-Experte
im Business Development von Cadferm

Materialcharakterisierung in der Additiven Fertigung:

Gut zu Wissen

Eine große Herausforderung bei der Verwendung von additiven Fertigungsverfahren ist die Bewertung der mechanischen Eigenschaften der damit erstellten Bauteile. Die Bauteileigenschaften hängen nicht nur vom verwendeten Material ab, sondern auch von der eingesetzten Fertigungsmethode.

Prozessabhängig entsteht z. B. durch den schichtweisen Aufbau oft eine Anisotropie im Materialgefüge. Auch weitere Prozessparameter wie Fertigungsgeschwindigkeit und -temperatur können zu Unregelmäßigkeiten oder Dichteunterschieden im Bauteil führen und dadurch die mechanischen Eigenschaften des Bauteils zusätzlich beeinflussen. Daher weichen diese oft stark von den Eigenschaften des Rohmaterials ab.

Geeignete Materialmodelle

Um realitätsnahe Aussagen zum Bauteilverhalten treffen zu können, ist die Auswahl eines geeigneten Materialmodells eine unabdingbare Voraussetzung. Entscheidend für die Wahl des Materialmodells sind die erforderlichen Eigenschaften, die durch das gewählte Modell inhärent abgebildet werden müssen – beispielsweise Anisotropie, Kriechen oder Plastifizierung. Plakatativ ausgedrückt lässt sich z. B. mit einem linear-elastischen Materialmodell kein Bauteilversagen berechnen. Dies verdeutlicht, dass für eine zuverlässige Bewertung des Verhaltens von additiv gefertigten Bauteilen ein gewisses Simulations-Know-how erforderlich ist. Dies gilt insbesondere für die Bestimmung der Materialparameter sowie für die Etablierung eines gesicherten Workflows zum Abgleich von Simulation und Versuch.

■ www.cadferm.de

DIE NEUE DIMENSION HAGE3D 140L

NOCH MEHR FREIRAUM FÜR ADDITIVE HIGHEND-PROZESSE

- Bringt auch Hochleistungskunststoffe von 300°C bis zu 450°C exakt in Form
- Das neuartige HFFS-System für optimalen Filamentvorschub ersetzt das Extruderrad
- Professionelle Industriesteuerung mit Touchscreen ermöglicht Prozesseingriffe in Echtzeit
- Keine Schrittverluste durch das Closed Loop-Konzept für ein hochwertiges Druckbild
- Verschließbarer XXL-Bauraum

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

www.hage3D.com

Made in Austria





Die Siemens Convergent Modeling-Technologie unterstützt Konstrukteure dabei, Bauteile für den 3D-Druck aufzubereiten.

Durchbruch für die Produktkonstruktion:

NX 11 setzt auf Convergent Modeling

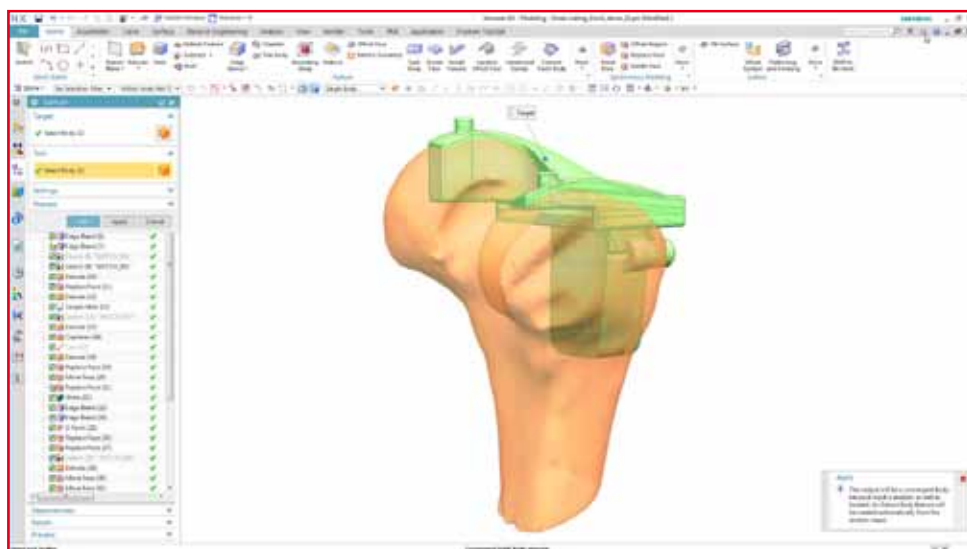
NX 11 von Siemens PLM Software sorgt für den nächsten großen Durchbruch in der digitalen Produktentwicklung: Die brandneue Modellierungsmethode Convergent Modeling vereinfacht es erheblich, mit Geometrien zu arbeiten, die aus einer Kombination aus Facetten-, Flächen- und Volumenkörpern bestehen. Eine zeitaufwendige Datenumwandlung erübrigt sich.

Convergent Modeling unterstützt Konstrukteure dabei, Bauteile für den 3D-Druck aufzubereiten. Gleichzeitig beschleunigt sie den gesamten Konstruktionsprozess und ermöglicht es, Reverse-Engineering-Technologien als effizientes Vorgehen in der Produktentwicklung zu etablieren. NX 11 enthält darüber hinaus zahlreiche weitere Verbesserungen über die gesamte Computer Aided Design, Manufacturing und Engineering (CAD/CAM/CAE)-Lösung hinweg. Dazu zäh-

len die nächste Generation von 3D CAE, unterstützt durch die vor Kurzem angekündigte Software Simcenter 3D, sowie verbesserte CAM-Produktivität mit Werkzeugen für Robotik und Hybrid Additive Manufacturing.

„Siemens investiert kontinuierlich in die zentralen Produkte, um innovative Funktionen wie Convergent Modeling zu bieten. Die Technologie wird die digitale Produktentwicklung grundlegend verän-

dern“, so Joe Bohman, Vice President, Product Engineering Software, Siemens PLM Software. „Wir gehen davon aus, dass sich Convergent Modeling zu einem entscheidenden Werkzeug für den effizienten Umgang mit Facettengeometrien entwickelt. Die völlig neue Technologie wird für eine enorme Kosten- und Zeitersparnis sorgen und die fehleranfällige Phase der Nachbearbeitung komplett eliminieren, die im Umgang mit gescannter Geometrie bisher an der Tagesordnung



Die brandneue Modellierungsmethode Convergent Modeling vereinfacht es erheblich, mit Geometrien zu arbeiten, die aus einer Kombination aus Facetten-, Flächen- und Volumenkörpern bestehen.

ist. Sie füllt zudem die bisherigen Lücken der traditionellen CAD-Modellierung, wenn es um die Optimierung von Teilen für den 3D-Druck geht. NX 11 vereinfacht den Konstruktionsprozess und treibt die Weiterentwicklung Additiver Fertigung voran. So unterstützen wir Unternehmen dabei, ein ganz neues Level an Kreativität in der Produktentwicklung zu erreichen.“

Konstruktionen für die Additive Fertigung

Die Produktentwicklung basiert zum Teil auf traditionellen Werkstoffen und gängigen Fertigungsansätzen. Neue Techniken wie die Additive Fertigung öffnen die Tür für Konstruktionen mit neuen Formgebungen, die verbesserte Produkteigenschaften ermöglichen. Traditionelle CAD-Technologien für herkömmliche Fertigungsmethoden kommen an ihre Grenzen, wenn es darum geht, Konstruktionen für die Additive Fertigung zu optimieren. Convergent Modeling beseitigt diese Einschränkungen: Konstrukteure können flexibel und schnell neue, optimale Formen kreieren, indem sie die Werkstoffe und Techniken nutzen, die durch die Additive Fertigung zur Verfügung gestellt werden.

In ähnlicher Weise vereinfacht Convergent Modeling den Arbeitsprozess mit gescannten Daten. Anwender aus verschiedenen Branchen wie der Medizin-, Automobil- und Konsumgüterindustrie verwenden zunehmend gescannte 3D-Daten als Teil des Kon-

struktionsprozesses. Reverse-Engineering bestehender Konstruktionen war bisher ein teuer und langwieriger Prozess: Gescannte Daten bedeuteten, dass die Facettengeometrie unter großem Zeitaufwand manuell in Flächen und Volumenkörper umgewandelt werden mussten, bevor sie für die weitere Modellierung verwendet werden konnten. Convergent Modeling reduziert die Notwendigkeit für diese Nachbesserung, indem die gescannten Daten als Facetten bereitgestellt werden, die direkt in NX 11 bearbeitet werden können. So entfällt die Notwendigkeit, Flächen abzubilden, Volumenkörper zu erstellen oder anderer manueller Arbeiten zur Geometrierstellung.

Mit Convergent Modeling können Anwender darüber hinaus gescannte Daten sofort für den Formenbau verwenden, sie in eine Baugruppe integrieren, analysieren oder einen beliebigen herkömmlichen CAD-Arbeitsschritt ausführen. In Kombination mit der neuen 3D-Druckfunktion in NX 11, die Anwendern 3D-Druckkonstruktionen direkt in NX 11 ermöglicht, vereinfacht die Technologie den additiven Fertigungsprozess maßgeblich. Diese bahnbrechende Neuerung erlaubt einen ganz anderen Arbeitsprozess für Scans, Bearbeitung und Druck. Er basiert auf den neuen 3D-Druckfunktionen von Microsoft und unterstützt das 3MF-Format, um umfassende Kompatibilität zu gewährleisten.

■ www.siemens.com/plm

voxeljet



3D-Drucksysteme

- Industrietaugliche 3D-Drucksysteme
- Effektiver Dauereinsatz durch robuste, hochwertige Komponenten
- Druck von Formen mit komplexen Geometrien und Hinterschnitten



Dienstleistungs-Center für Sandguss-Kerne und Formen

- Großformatige Bauräume bis 8 m³
- geeignet für den Guss aller gängigen Leichtmetall-, Eisen- und Stahllegierungen
- Seriennahe Abgüsseigenschaften



Feinguss-Modelle

- Modelle bis 1.000 x 600 x 500 mm
- Ideal für Feinguss dank optimalem Ausbrennverhalten
- werkzeuglose Herstellung der Ausschnitzmodelle

voxeljet AG

Paul-Lenz-Straße 1a
86316 Friedberg Germany
info@voxeljet.com www.voxeljet.com
Americas EMEA AsiaPacific

Maßlos über- und unterschätzt



Bild: Darko Todorovic

“Man kann bestehende Bauteile nicht einfach kopieren, sondern muss die Konstruktion und die Wertschöpfungskette von Grund auf neu denken. Es gibt immer die Aufgabe, dass man die Vorteile des Fertigungsverfahrens in die Konstruktion und die Gestaltung integrieren muss.

Univ.-Prof. Dr. Mirko Meboldt

Department of Mechanical and Process Engineering, ETH Zürich

3D-Druck ist derzeit zweifellos ein Hype-Thema. Liest man die Zeitungen, kommt ja bald alles aus dem 3D-Drucker – vom Auto über das Haus bis hin zur Nahrung. Wie lautet denn Ihre Einschätzung zu Chancen und Risiken des 3D-Drucks?

Additive Fertigung wird zeitgleich maßlos über- und unterschätzt. Die Chancen liegen auf der Hand: Es ergeben sich eine Vielzahl neuer Möglichkeiten in der Konstruktion und Logistik. Das größte Risiko ist es meines Erachtens, dass man die Möglichkeiten der Technologie

Additive Fertigung wird die bestehenden Technologien zur Serienfertigung nicht ersetzen, sondern ergänzen, ist Dr. Mirko Meboldt, Universitätsprofessor für Produktentwicklung und Konstruktion an der ETH Zürich, überzeugt. „Die Kunst ist, die richtigen Anwendungen zu finden.“ Auf Einladung der Wirtschaftsstandort Vorarlberg GmbH sprach er bei 1zu1 Prototypen über Chancen und Risiken des 3D-Drucks.

Das Interview führte Wolfgang Pendl / Pzwei

für bestimmte Anwendungen falsch einschätzt. Kurz gesagt: Die Kunst ist es, die richtigen Anwendungen zu finden.

Wird die Additive Fertigung die Art und Weise, wie produziert wird, grundlegend verändern?

Das ist die Frage, die immer kommt: Ist die Additive Fertigung eine disruptive Innovation? Darauf gibt es keine klare Antwort. Es ist immer die Frage, was man damit macht. Es gibt Beispiele, bei denen Additive Fertigung wirklich disruptiv wirkt – zum Beispiel bei Dentalimplantaten. Da haben sich additive Verfahren inzwischen durchgesetzt.

Die Verfahren werden in den nächsten Jahren sicher kontinuierlich günstiger. Heute sind sie noch sehr teuer. Das heißt, man muss Anwendungen finden, wo der Nutzen den hohen Preis legitimiert. In diesen Nischen setzen sich die Technologien durch – und diese Nischen werden wachsen.

Bei 1zu1 Prototypen gibt es immer mehr Anfragen, bei denen versucht wird, bestehende Fertigungsprozesse durch additive Verfahren zu ersetzen. Das rechnet sich fast nie.

Die additiven Verfahren brauchen kein Tooling, arbeiten also werkzeuglos. Sie haben deshalb einen Prozessvorteil bei Zeit und Kosten. Deswegen nützt man diese Verfahren schon seit 20 Jahren im

Prototypenbau. Konstruiert wird dabei aber immer für ein anderes Verfahren, das später in der Serienfertigung zum Einsatz kommt. Ich konstruiere also beispielsweise ein Gussteil. Das additive Fertigungsverfahren nutze ich nur, solange ich die Werkzeugform noch nicht habe und das Design noch nicht zu Hundert Prozent feststeht.

Wenn ich additive Verfahren in der Serienfertigung einsetze, kann ich auch Designvorteile nutzen. Ich kann Geometrien realisieren, die nur mit diesen Verfahren möglich sind. Bei den bekannten Erfolgsbeispielen für Additive Fertigung – etwa einem kleinen Fräser mit innenliegender Kühlung von MAPAL – wird genau dieser Designvorteil genützt.

Das heißt: Man kann bestehende Bauteile nicht einfach kopieren, sondern muss die Konstruktion und die Wertschöpfungskette hier von Grund auf neu denken. Es würde ja auch niemand auf die Idee kommen, ohne eine Anpassung der Konstruktion aus einem Drehteil ein Gussteil zu machen. Es gibt immer die Aufgabe, dass man die Vorteile des Fertigungsverfahrens in die Konstruktion und die Gestaltung integrieren muss.

Die Preise für 3D-Druck fallen kontinuierlich. Es wird also immer interessanter, dieses Verfahren einzusetzen.

Heute stehen die meisten Unternehmen vor der Herausforderung, dass sie die

se Technologie zwar kennen, aber nicht wissen, wo sie sie sinnvoll einsetzen können. Man muss also erst das Einsatzgebiet finden, wo die Technologie wirklichen Mehrwert generiert. Das ist ein Lernprozess.

Bei den Firmen, die weltweit führend in der Additiven Fertigung sind, wird immer General Electric genannt. Dieser Konzern setzt solche Bauteile zum Beispiel bei Einspritzdüsen von Flugzeugtriebwerken schon heute erfolgreich ein. Die sind aber seit über zehn Jahren dran und haben eine wirkliche Lernkurve durchgemacht. Viele Unternehmen unterschätzen diesen Aufwand.

Diesen Lernprozess müssen in erster Linie die Entwickler durchmachen?

Genau. Dabei geht es im ersten Schritt nicht um das Konstruieren selbst. Viele Dienstleister und Fachhochschulen bieten im Moment Konstruktions-Schulungen an. Das ist aus meiner Sicht kein zielführender erster Schritt. Entscheidend ist zu beurteilen, wo die Technologie Wertschöpfung generieren kann. Die Anzahl von Personen, die tatsächlich für die Additive Fertigung konstruiert, ist meist sehr gering. Auch heute schon sitzen die Experten für bestimmte Produktionsverfahren wie Spritzguss meist bei den Zulieferern.

Für mich ist das Wichtigste: Die Firmen müssen verstehen, wann und wo die Technologie sinnvoll eingesetzt werden kann. Dann können sie zum Experten gehen, um mit ihm das Bauteil zu entwickeln, wenn sie das Know-how noch nicht im Unternehmen haben.

Wie können Unternehmen erkennen, welche Bauteile sich für die Additive Fertigung eignen?

Wir haben dazu gemeinsam mit dem Schweizer Branchenverband für Ma-

schinenbau SWISSMEM ein Vorgehen entwickelt. Dabei begleiten wir die Unternehmen, die infrage kommenden Teile zu identifizieren und in möglichst kurzer Zeit ein erstes Projekt aufzusetzen. Wenn ein Unternehmen diesen Weg gegangen ist, ist der Keim eingepflanzt. Dann kommt meistens ein paar Monate später das zweite, dritte und vierte Teil.

Für kleine Unternehmen ist der Einstieg vermutlich noch schwieriger?

Wir arbeiten mit vielen KMU zusammen. Die können es sich nicht leisten, viel Zeit und Energie zu investieren, ohne dass ein direkter Mehrwert im Produktportfolio entsteht. Deshalb schlagen wir vor, kleine Schritte zu gehen und immer Projekte aufzugleisen, die eine kurze Laufzeit und klare, messbare Ergebnisse haben. Das stärkt auch das Vertrauen in die Technologie.

Wie gehen Sie dabei konkret vor?

Wir beginnen damit zu überlegen, wo wir die Technik einsetzen können. Die Unternehmen entwickeln in Begleitung bis zu 80 Ideen für additiv gefertigte Lösungen und Bauteile. Dann geben wir den Entwicklern ein systematisches Feedback, warum welches Teil geeignet oder nicht geeignet ist. So lernen die Mitarbeiter im Unternehmen, die Technologie in Bezug auf ihre eigenen Einsatzfelder einzuschätzen. Zum Schluss wählen wir dann das vielversprechendste Teilsystem oder Bauteil aus, das im nächsten Schritt realisiert wird.

Welche Kriterien gibt es denn bei dieser Auswahl?

Da gibt es neben der technischen Machbarkeit zwei Aspekte: Ich kann einen Anbieternutzen generieren, weil verkürzte Wertschöpfungszyklen und kostengünstige Kleinserien möglich werden. Auch eine digitale Wertschöpfungskette von

der Konstruktion bis zur Produktion wird möglich. Auf der anderen Seite kann ich durch additiv gefertigte Produkte Kundennutzen schaffen: Effizienzsteigerung, höhere Wartungsfreundlichkeit, Individualisierung.

Im Idealfall finden wir Anwendungsbe-reiche, wo durch Additive Fertigung sowohl Anbieter- als auch Kundennutzen entsteht.

Wagen Sie zum Abschluss noch einen Blick in die Zukunft?

Es gibt ja nicht „die Additive Fertigung“ oder „den 3D-Druck“. Es gibt weit über 300 kommerzielle Materialien für 3D-Druck in über einem Dutzend Prozessen. Man muss die Entwicklung der Technologie immer spezifisch für jedes Verfahren beurteilen.

3D-Druck hat in den vergangenen 20 Jahren Einzug in die Fertigung von Prototypen gehalten. Jetzt werden die Verfahren zunehmend für Endkundenteile genutzt. Dieses Einsatzfeld wird sehr, sehr stark wachsen und die Additive Fertigung wird zunehmend zu einem Innovationstreiber und einem Verfahren für hoch wettbewerbsfähige Lösungen. Aber jedes Bauteil, das ich drehen, fräsen oder gießen kann, wird auch in Zukunft besser und günstiger sein, wenn ich es drehe, fräse oder gieße.

Zu allererst muss man verstehen, wie man aus dem 3D-Druck Wertschöpfung generieren kann. Dies geht einher mit viel Kreativität und neuen Lösungen in der Konstruktion und in den Wertschöpfungsketten. Zu sagen, dass Teile, die heute konventionell hergestellt werden, zukünftig additiv produziert werden – das ist Träumerei.

Vielen Dank für das Gespräch.

■ www.mavt.ethz.ch



Gewichtsoptimierte und additiv gefertigte Innenreibahle.

Das Fraunhofer IGCV bietet Forschungskompetenz auch für die Industrie:

Nur wer forscht, der findet

Wissenschaftliche Einrichtungen wie die Fraunhofer-Gesellschaft stehen in dem Ruf, hervorragende Grundlagenforschung für unterschiedlichste Industriezweige zu bieten. Dass diese Forschung auch unmittelbar von der Industrie genutzt und in laufende Projekte eingebunden werden kann, ist vielen nicht bewusst. Das Fraunhofer IGCV in Augsburg bietet über Industriekooperationen einen unkomplizierten Zugang zur Forschung in der Additiven Fertigung.

Autor: Georg Schöpf / x-technik

Bereits 1991 wurde das Anwenderzentrum des Instituts für Werkzeugmaschinen- und Betriebswissenschaften (iwb) der Technischen Universität München als Außenstelle am Standort in Augsburg gegründet. Da die Additive Fertigung seit über 20 Jahren im Fokus der Forschung liegt, beschäftigte man sich als eines der ersten akademischen Institute schon sehr früh mit den Methoden und Verfahren. Lag der Schwerpunkt damals auf der Evaluie-

rung genereller Möglichkeiten additiven Fertigungs mittels Stereolithografie, so hat sich im Laufe der Jahre nicht nur das Institut gewandelt, sondern mit ihm auch die Bandbreite der Verfahren. Lief man seinerzeit noch unter einem Projektkonstrukt, das über das bayerische Wirtschaftsministerium gefördert war, erweiterte man sich seit 2009 unter dem Dach der Fraunhofer-Gesellschaft. Heute werden Anlagentechnik und Mitarbeiterkompetenz in der Addi-

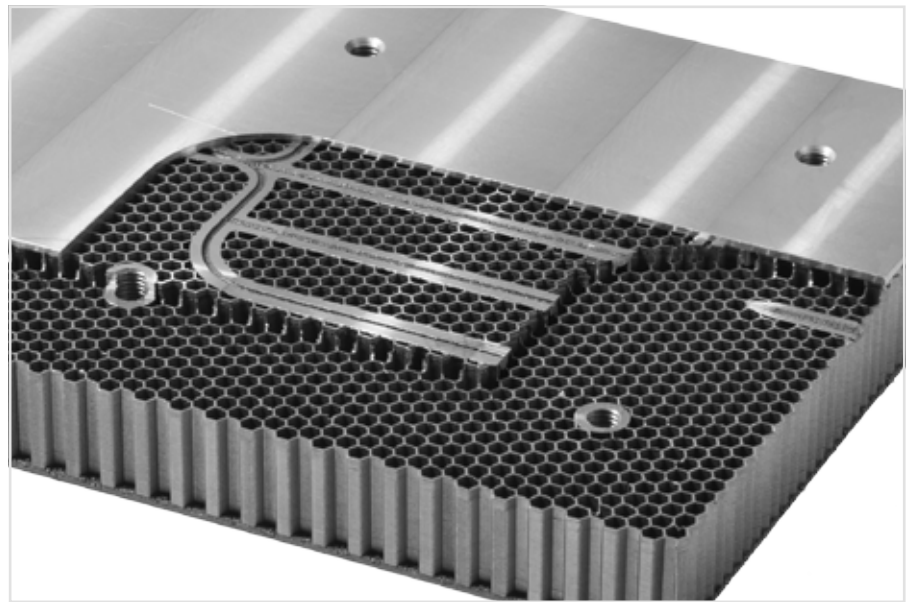
ven Fertigung im sogenannten AMLab – Additive Manufacturing Laboratory – gebündelt, das vom „iwb“ der Technischen Universität München und dem Fraunhofer IGCV (Institut für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik) betrieben wird.

Im Laufe der Jahre entstand so ein Mitarbeiterstamm von 20 wissenschaftlichen Mitarbeitern, die um mindestens die gleiche Anzahl studentischer Mit-

arbeiter ergänzt wird. Die Arbeitsfelder wurden um die Themen Material und Verfahrenstechnologie permanent erweitert. Auch der Maschinenpark wurde um zahlreiche Anlagen ergänzt. „Wir verfügen mittlerweile über etwa 1.000 m² Betriebsfläche für das AMLab. Dabei nimmt die Additive Fertigung mit Materialprüfung und Labor gut 800 m² in Anspruch. Außerdem betreiben wir eine Mechanische Werkstatt von 200 m², um Betriebsmittel und Laborausstattung selbst herstellen zu können“, erzählt Christian Seidel, der am Fraunhofer IGCV für die Tätigkeit des AMLabs maßgeblich verantwortlich zeichnet. „Für uns ist es wichtig, sowohl in der Erforschung der eigentlichen Fertigungstechnologie autark zu sein, als auch die Möglichkeiten an der Hand zu haben, unabhängige Materialprüfungen vornehmen zu können“, ergänzt er.

Bestens ausgestattet

Dabei ist die Ausstattung der Einrichtung wirklich sehenswert. Neben kleineren FDM-Anlagen beherbergt das AMLab Laserstrahlschmelzanlagen von Concept Laser, EOS und SLM Solutions sowie eine Lasersinteranlage von EOS, eine selbst gebaute EBM-Anlage (Anm.: Electron Beam Melting) und eine Binder-Jetting-Versuchsanlage. Zahlreiche Messeinrichtungen für die mechanische und optische Teileprüfung stehen zur Verfügung und eher exotische Verfahren wie Pulver-Rheometer und Heiß-



Oft sind Kombinationen aus Gewichtsoptimierung und Funktionsintegration der Schlüssel für wirtschaftlichere Bauteile und Systemlösungen.

gasextraktor ermöglichen sogar eine umfangreiche Pulverprüfung.

„Für uns ist es wichtig, die Grenzen der Verfahren auszuloten, was beispielsweise zur Herstellung eines Multimaterial-Prüfwürfels aus 1.2709 und CCZ oder aber einem Hybridbauteil aus einem Kunststoff-Lasersinterenteil mit implementierter SMD-Technologie, also Elektronikbauteilen, geführt hat“, schildert der Bereichsleiter das Arbeitsspektrum des AMLabs. Ob Kunststoff, Metall oder Hybride: Beim Fraunhofer IGCV bleibt nichts unerforscht. Auch außergewöhnliche Ansätze sind erlaubt – ja

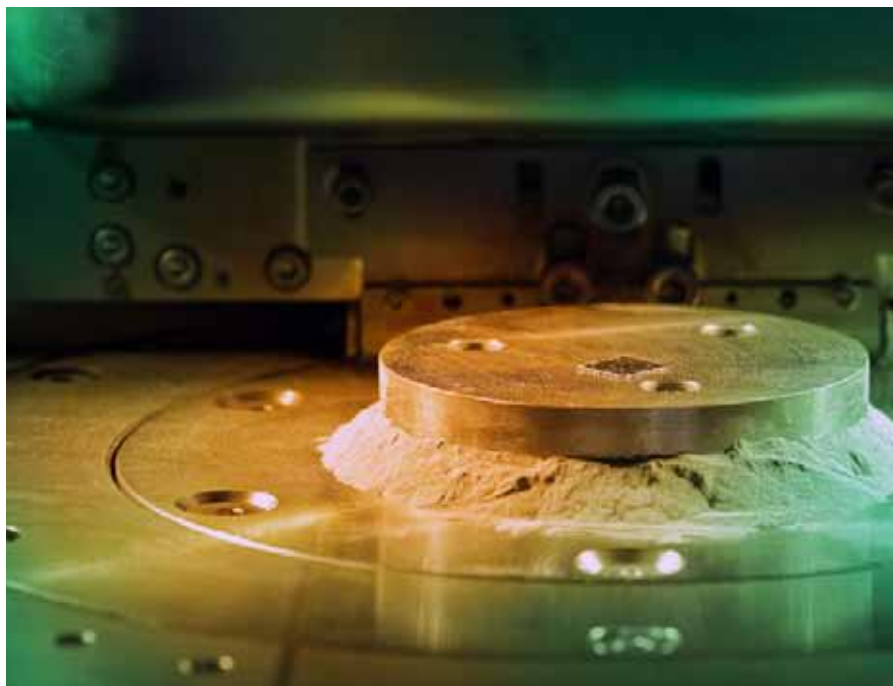
sogar gewünscht. Auch hinsichtlich der Entwicklung von Bauteilen und in der Konstruktion. „Unsere studentischen Mitarbeiter bekommen regelmäßig Aufgaben, bei denen nur ein paar Rahmenbedingungen vorgegeben sind. So zum Beispiel ein einfaches, elektrisch angetriebenes Fahrzeug. Dieses wird konstruiert und anschließend über Nacht gedruckt. Es gewinnt, wer die höchste Fahrleistung erzielt“, so Seidel.

Für die Praxis

Dabei forscht man am Institut aber nicht zum Selbstzweck oder aus- ➔



Im AMLab können umfangreiche Untersuchungen an Bauteilen, aber auch an Technologiegrundlagen durchgeführt werden.



Die Erstellung und Untersuchung von Verfahrensproben helfen dabei, den Verarbeitungsprozess besser zu verstehen und zur Optimierung beizutragen.

schließlich zum Bildungszweck. Natürlich hat die Grundlagenforschung einen großen Stellenwert, jedoch besteht der Anspruch, Forschungsfelder zu bearbeiten, die einen direkten Bezug zur industriellen Anwendung der Technologien haben. Sämtliche Leistungen werden über Industrieprojekte der praktischen Nutzung zugeführt (Anm.: Details siehe Box). Das Leistungsangebot des IGCV umfasst dabei klar umrissene Kernkompetenzen.

Prozessentwicklung und -überwachung

Neben der Erforschung neuer, auch hybrider Materialien betrachtet man am AMLab die gesamte Prozesskette der additiven Teilegenerierung. Dazu zählen auch Themen wie technische Sauberkeit, Materialhandling und damit verbundene Maschinenverunreinigung bei Materialwechsel, Pulveranalyse und vieles mehr rund um die Maschine. Begonnen wird aber bereits in der

Teileentwicklung. Angefangen bei Konstruktionsrichtlinien über Funktionsintegration und Leichtbau bis hin zu simulationsgestützter Untersuchung von Materialverzügen und dem Zusammenwirken von Hybridelementen aus der Elektronik mit additiv hergestellten Trägerkörpern in Binder-Jetting-Technologie. „Für uns ist es immer wichtig, den gesamten Verlauf der Teileentstehung zu berücksichtigen. Also von der Idee und dem Ausgangsmaterial bis hin zum fertigen Teil mit umfangreicher Qualitätsprüfung“, erklärt Seidel.

Simulation

Im Bereich der Simulation geht man am AMLab den Weg über zwei Ebenen. Einerseits liegt ein klarer Fokus auf geeigneter, detaillierter Bauteilmodellierung, was sowohl eine simulationsgestützte Teilequalifizierung beinhaltet, als auch eine vorangegangene mögliche Verzugssimulation berücksichtigt. Hier kommen zum Beispiel unterschiedliche

Materialkombinationen, wie Bindervariationen im Binder-Jetting zum Ansatz als auch Materialvarianzen bei Pulverbettverfahren. Daneben werden aber auch Verfahrenssimulationen durchgeführt, um die Fertigungsprozesse besser verstehen zu lernen und daraus Aussagen über mögliche künftige Materialeigenschaften des fertigen Bauteils ableiten zu können.

Implementierung

Für Unternehmen die Wohl spannendste Teildisziplin des Instituts ist wohl die Aufgabenstellung der Implementierung. Hier bietet das Institut konkrete Unterstützung bei der Frage, ob und wie die Additive Fertigung in einem Betrieb eingesetzt wird oder werden kann. „Das ist eine unserer wesentlichen Schnittstellen in die Industrie“, so Seidel. „Hier bieten wir einen klaren Fahrplan, anhand dessen ein Unternehmen prüfen kann, welchen Wert die Additive Fertigung für das



“ Als Teil der Fraunhofer-Gesellschaft haben wir die Möglichkeit, umfangreiche Forschungstätigkeiten in enger Zusammenarbeit mit dem akademischen Bereich durchzuführen. Viele wissen nicht, dass auch für Industriebetriebe eine Zugriffsmöglichkeit auf diese Forschungsleistungen besteht. Oft mit Unterstützung aus der öffentlichen Hand.

**Dr. Christian Seidel, Bereichsleiter Additive Fertigung
an der Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei- und Verarbeitungstechnik IGCV**



links Selbst ungewöhnliche Aufgabenstellungen, wie die Herstellung eines Werkstoffhybriden im Pulverbett (Anm.: hier eine Kombination aus 1.2709 und CCZ) haben am Institut ihren Platz.

oben Die umfangreiche Ausstattung des AMLab mit unterschiedlichsten Methoden und Verfahren erlaubt es dem Fraunhofer IGCV in enger Zusammenarbeit mit der TU München auf breiter Ebene zu forschen.

Unternehmen hat. Unser Angebot beginnt dabei mit einer Potenzialanalyse, in der die Relevanz der Technologie für das Unternehmen evaluiert wird und zusätzliche Potenziale erhoben werden. Danach wird eine Implementierungsstrategie erarbeitet, bei der alle relevanten Handlungsfelder wie Bauteil, Organisation und Prozesskette berücksichtigt werden. Abschließend erfolgt eine Labor- und Produktionsplanung, eine Ermittlung erforderlicher Sicherheitskonzepte sowie eine Umsetzungsbegleitung, bei der definiert wird, welche Anpassungen in den betroffenen Unternehmensbereichen vorzunehmen sind.“

Design for AM

Dass in der Entwicklung von Bauteilen, die additiv hergestellt werden sollen, andere Regeln gelten als bei konventioneller Fertigung ist schon lange nicht mehr neu. Welche Richtlinien aber anzuwenden sind, darüber scheiden sich die Geister wohl noch eine Weile. „Klar ist auf jeden Fall, dass im Design neben dem anzuwendenden Verfahren auch eine ganze Reihe zusätzlicher Kriterien beachtet werden wollen“ erklärt der Bereichsleiter und führt weiter aus: „Abhängig von Bauteilgeometrie, Material und Verarbeitungsbedingungen kommt es zu ganz bestimmten Restriktionen, die man beachten muss. Dabei vermitteln wir Prozess-Know-how be-

zogen auf Materialanforderungen, Bau-barkeitsgrenzen, unternehmensspezifische Prioritäten und daraus ableitbaren Design-Rules. Zusätzlich stellen wir fortschrittliche Methoden vor, wie im Unternehmen der Fokus auf funktionales Denken gelegt werden kann und die vollen Potenziale der Additiven Fertigung ausgeschöpft werden können.

Schlussendlich unterstützen wir noch bei der Auswahl geeigneter Software-Tools, um fortschrittliche Designs umsetzen zu können und eine sinnvolle Hard- und Software-Prozesskette zu gestalten.“

■ www.igcv.fraunhofer.de
formnext Halle 3.1, Stand E60

Forschung am Fraunhofer IGCV betrieblich nutzen

Bilaterale Industrieprojekte

- Direktes Zusammenwirken zwischen einem Unternehmen und Fraunhofer IGCV
- Geeignet für vertrauliche Forschungsarbeiten
- Schnelle Reaktionszeiten möglich

Öffentlich geförderte Projekte

- Auch in Zusammenarbeit mit KMUs
- Geeignet für weniger dringende, nicht vertrauliche Projekte

Industrielle Arbeitsgemeinschaften

- Zusammenschluss mehrerer Firmen
- Gemeinsames Finanzierungskonzept für die Fraunhofer Dienstleistung
- Projektnutzen für Alle Beteiligten

Schulungen

- Individuelles Schulungsangebot
- Leistungsangebot in Zusammenarbeit mit der Fraunhofer Academy

Vermittlung innerhalb der Forschungslandschaft

- Zugriff auf Fraunhofer-Allianz generative Fertigung
- Gute Vernetzung innerhalb der Hochschullandschaft

Hybridbaustoff aus Kunststoff und Beton ermöglicht ungeahnte Formgebung:

Bioinspiriertes Bauen

Das interdisziplinäre Forschungsprojekt Biological Design and Interactiv Structures, gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), untersucht die Übertragbarkeit biologischer Prinzipien auf das Design und die Herstellung von Gebäudesegmenten. Dazu werden Methoden der freien Formgestaltung, Funktionsintegration und Multimaterialfähigkeit der Additiven Fertigung am Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW) der Universität Stuttgart untersucht.

Autoren: Frederik Wulle, Prof. Alexander Verl / Universität Stuttgart



“Die Natur bedient sich mannigfaltiger Methoden um tragfähige Strukturen zu bilden. Am Beispiel des Schalenwachstums von Landschnecken kann man die Kombination aus flexiblem Membranstrukturen und harten Kalkschichten sehen, die als Vorlage für eine hybrides Baustoffkonzept dienen kann.

Frederik Wulle, Universität Stuttgart - Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW)

Durch die Evolution ist seit Jahrtausenden die Gestalt von Lebewesen für deren spezielle Überlebensstrategien optimiert worden. Das Resultat sind leichte, effiziente und funktionale Strukturen, bei denen häufig eine Systematik wie die Festigkeitssteigerung durch Integration von hochbelastbaren Fasern oder Leichtbauweisen mittels innerer Porosität zu erkennen ist. Neben generellen Prinzipien werden in diesem Projekt explizite, biologische Systeme untersucht und in geeignete Modelle abstrahiert. Diese dienen als Inspiration, die auf technische Strukturen und deren Fertigung übertragen werden sollen.

Schneckenhaus als Ideengeber

Ein konkretes Beispiel ist etwa das Schnecken-schalenwachstum als Ideengeber für eine Weiterentwicklung der Additiven Fertigung. Schnecken-schalen von Landschnecken bestehen aus einem Material-

verbund von einer dünnen Proteinschicht, die Periostrakum genannt wird, und einer sich daran anlagernden Calciumcarbonatschicht, welche die Festigkeit und Stabilität der Schale gewährleistet. Dabei wird das Periostrakum, das spezielle Oberflächenstrukturen und -eigenschaften aufweist, als Membran über Drüsen abgesondert. Die Muskeln der Schnecke formen das Periostrakum, bis dieses aushärtet und schließlich die Schalengeometrie vorgibt.

In diesem biologischen Konzept stecken innovative Ansätze, die auf die Übertragbarkeit auf das Drucken von leichten, funktionalen Gebäudesegmenten untersucht werden. Dazu gehört in erster Linie die systematische Trennung eines Bauteiles in eine formgebende und eine sich daran anpassende, tragende Schicht. Diese werden entlang des Formverlaufs additiv erzeugt und ändern spezifische Eigenschaften mit

der Zeit. Speziell die Nachformung der formgebenden Schicht nach dem Drüsenaustritt eröffnet viele Möglichkeiten in der Form- und Oberflächenherstellung.

Hybrid aus Kunststoff und Beton

Die technische Realisierung der formgebenden Schicht erfolgt hierbei auf Grundlage des Fused Deposition Modeling Verfahrens (FDM), welches an das abstrahierte Modell angepasst wird. Dabei wird das Material (HDPE) nicht wie gewöhnlich schichtweise mit einer festgelegten Druckrichtung aufgebracht, sondern entlang einer geplanten 3D-Bahnkurve. Dabei wird die Designsoftware mit der Anlagensteuerung verknüpft, die das Erstarrungs- und Schwindungsverhalten des Kunststoffes mitberücksichtigt. Herkömmlicherweise hat die Düse einer FDM-Anlage einen kreisförmigen Querschnitt, um möglichst große, geometrische Vielfalt von ge-



links Versuchskörper – 4 cm breite formdefinierende HDPE-Membran, die zur besseren Anbindung an den gegossenen Beton mit Basaltfasern verstärkt wurde.

rechts Untersuchung von biologischen Vorbildern für die Anwendung innerer Porositäten von architektonischen Bauteilen. Die Struktur wurde als Negativform mittels FDM-Verfahren gedruckt, mit Beton ausgegossen und anschließend durch Erhitzen aus der Form extrahiert.

unten Die Herstellung der Werkstoffhybride orientiert sich am Beispiel des Schalenwachstums von Landschnecken.

druckten Werkstücken zu ermöglichen. Dieser wäre jedoch für das Drucken von Membranen nicht effektiv, weshalb auf eine Extruderschnecke mit angeflanschter Breitschlitzdüse zurückgegriffen wird. Die ausgedruckte Schicht kann dabei wie beim biologischen Vorbild durch diverse Stempel, Walzen etc. im viskosen Zustand nachverformt werden. Um eine Formstabilität des Kunststoffes zu erzielen, wird das Extrudat mit gezielter Luftkühlung ausgehärtet. Dadurch kann eine Freiformmembran gedruckt werden, welche die Geometrie des Composites definiert. Räumlich

verzögert erfolgt dann die Herstellung der tragenden Schicht.

In diesem Forschungsprojekt wird der technische Druckprozess der tragenden Schicht mit einer Betonspritzanlage realisiert, die Beton auf die Kunststoffoberfläche aufträgt. Diese Drucktechnologie wird vom Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren (ILEK) untersucht. Die Anlage kann gradierten Beton auftragen, was bedeutet, dass die Dichte des Betons und damit auch die lokalen Festigkeitswerte in einem Bauteil, unter Zuhilfenahme von Luft- und Styroporeinschlüssen, einstellbar sind. Diese können für eine belastungsorientierte Topologieoptimierung genutzt werden.

Signifikante Gewichtseinsparung

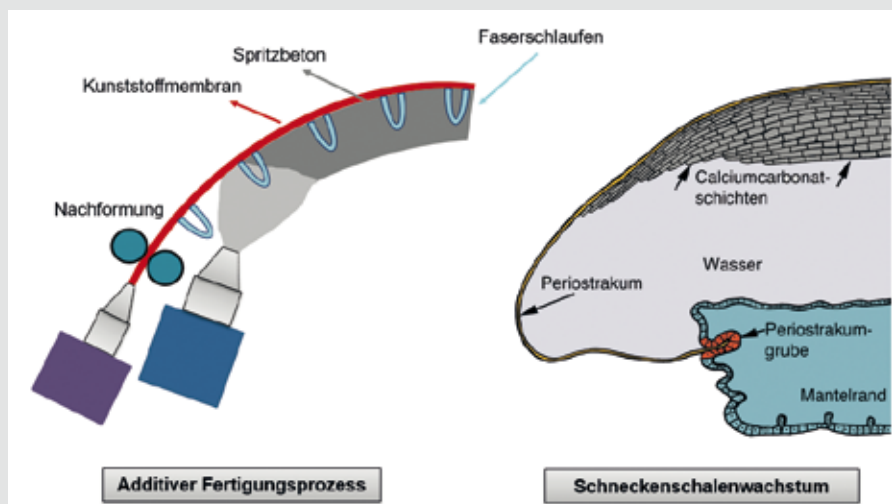
Für einfache Balkenelemente ist mit dieser Technologie eine Gewichtersparnis von 50 % bei gleichen Festigkeitseigenschaften erzielbar. Um die Anbindung der tragenden an die formgebende Schicht zu verbessern, wurden mittels konventioneller FDM Drucktechnik freihängende Schläuche aus ABS auf die Membran gedruckt,

die ebenfalls durch externe Kühlung Formstabilität erhalten. Um diesen Effekt zu optimieren, arbeiten die Wissenschaftler an einer gezielten Integration von matrixgebundenen Kohlenstoff- und Glasfasern zusammen mit dem ITFT Denkendorf. Diese Weiterentwicklungen sollen auch in Hinsicht auf die Herstellung der Membran und der Betonverarbeitung erfolgen, um die Festigkeitseigenschaften zu erhöhen.

Ziel: Druckkopf für Simultane Fertigung

Die bisher getrennten Fertigungsschritte werden in einem modularen Druckkopf integriert und sollen über eine zentrale industrielle Steuerung betrieben werden. Das kontinuierliche Extrudieren einer Kunststoffschale in Kombination mit dem Betonspritzprozess und zusätzlichen Beschichtungsverfahren und Faserintegrationen stellt eine Herausforderung in fertigungstechnischer Realisierbarkeit und steuerungstechnischen Lösungen dar.

Neben der fertigungstechnischen Fragestellung wird herausgearbeitet, inwieweit durch Maßstabeffekte die biologischen Phänomene, Herstellungstechniken und der Werkstoffeinsatz Rückwirkungen aufeinander haben und ob diese gegebenenfalls modifiziert werden müssen, um geforderte Eigenschaften und Funktionen im hochskalierten Zustand zu gewährleisten. Ziel dieser Untersuchung sind steuerungstechnische Optimierungen des Druckprozesses und die Skalierung des Fertigungsverfahrens für den architektonischen Einsatz. Letzteres könnte beispielsweise durch die Einbindung des Druckkopfes in eine Seilkinematik realisiert werden. So soll sich die Herstellung von bioinspirierten Gebäudeteilen oder Segmenten mittels Additiver Fertigung im Bauen der Zukunft etablieren.



Auf einen Blick:

- Studiengang:
Anwendungstechniker (FH)
für Additive Verfahren/Rapid-
Technologien
- Studienform: berufsbegleitend
- Studiendauer: 2 Semester
- Abschluss:
Hochschulzertifikat
- ECTS: 30
- Studienbeginn:
Sommersemester 2017
- Studiengebühr: EUR
3.900,- pro Semester zzgl.
Semesterbeitrag
- Studienorte: Schmalkalden,
Aachen, Duisburg,
Lüdenscheid



Erster Studiengang für Additive Fertigungsverfahren

Zum Sommersemester 2017 bietet die Hochschule Schmalkalden (D) in Kooperation mit dem VDWF, dem Institut für werkzeuglose Fertigung (IwF) der FH Aachen und dem Lehrstuhl für Fertigungstechnik der Universität Duisburg-Essen als Bildungspartner ein Studium für Additive Verfahren und Rapid-Technologien an.

„Seit zehn bis vorsichtigen fünfzehn Jahren fließt die Additive Fertigung bereits in den Werkzeug- und Formenbau sowie in die Produktentwicklung ein – sei es bei Einsätzen mit konturnaher Temperierung, bei perforierten Kavitäten zur Werkzeugentlüftung oder auch bei den Themen Leichtbau und Prototypen-Herstellung. Die Additive Fertigung ist in der Branche ein Fertigungsverfahren unter vielen wie z. B. das Fräsen oder das Erodieren – das übrigens auch erst vor rund 30 Jahren Einzug in die Werkzeugmacher-Betriebe hielt“, erklärt VDWF-Präsident Professor Thomas Seul, der gemeinsam mit seinen Kollegen Professor Andreas Gebhardt und Professor Gerd Witt das neue Stu-

dienangebot initiierte. Der Prorektor der Hochschule Schmalkalden stellt klar: „Nur die Ausbildung macht uns hier in Deutschland überlebensfähig. Daher bieten wir als VDWF auch verschiedene Weiterbildungs-Studiengänge an, um in diesem volatilen Markt, mit ständig neu-

en Technologieentwicklungen, immer vorn dabei zu sein. Deutschland lebt von der Qualifizierung – nicht nur der Prozesse, auch der Menschen. Doch beim Thema Additive Fertigung hatten wir bisher nicht einmal eine Erstausbildung zu bieten.“



“ Wir als VDWF bieten verschiedene Weiterbildungs-Studiengänge an, um in diesem volatilen Markt, mit ständig neuen Technologieentwicklungen, immer vorn dabei zu sein.

Prof. Thomas Seul, VDWF-Präsident



links Anwendungsbeispiel:
Strahlgeschmolzenes Demobauteil
zur Temperierung mit verschiedenen
Isolierungsstufen – Institut für werkzeuglose
Fertigung (IwF) der FH Aachen.

rechts Anwendungsbeispiel:
Strahlgeschmolzene Turbinenschaufel,
entwickelt für Innenströmungsversuche –
Institut für werkzeuglose Fertigung (IwF)
der FH Aachen.

unten Additiv gefertigte Schachfiguren
– Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl
Fertigungstechnik.

Standards und Richtlinien vermitteln

Genau hier liegt die Herausforderung: Mit dem neuen zweisemestrigen Weiterbildungs-Studiengang „Anwendungstechniker (FH) für Additive Verfahren/Rapid-Technologien“ soll nun eine gemeinsame Grundlage von Ausbildungsinhalten geschaffen werden. Thomas Seul: „Im Additiv-Bereich sind auf der einen Seite viele Autodidakten unterwegs, die ihren Job richtig und gut machen – auf der anderen Seite fehlt uns eine generelle Basis, auf die wir uns verlassen könnten, sei es bei der Qualitätssicherung, bei der Technologiebewertung und -handhabung, bei der Nachwuchsgewinnung oder einfach auch beim Ein-

stellen neuer Mitarbeiter.“ Standards und Richtlinien in Bezug auf Werkstoff- und Verfahrenseigenschaften, auf das Engineering aber auch auf die Werkzeugkonstruktion zu vermitteln, seien ebenso erklärte Ziele wie dabei zu helfen, die Additiven Fertigungsverfahren als „ernsthafte“ Möglichkeiten für den Werkzeug- und Formenbau zu etablieren.

Unternehmen sollen Studiengang mitgestalten

„Die deutschen Unternehmen unserer Branche haben einen Weltruf und diesen wollen sie auch beibehalten“, so Seul. Mit dazu gehöre hier, sich neuen Themen offen anzunehmen – aktuell eben auch

diesem äußerst spannenden Bereich der Additiven Fertigung. Hierfür suchen Seul und seine Kollegen Professor Andreas Gebhard vom IwF der FH Aachen und Professor Gerd Witt vom Lehrstuhl für Fertigungstechnik der Universität Duisburg-Essen nun auch Unternehmen aus diesem Industriezweig als Kooperationspartner für das Studium. So soll gewährleistet werden, dass die Ausbildung praxisnah und „am Puls der aktuellen Entwicklungen“ stattfindet. „Das ist Wunsch und Ziel zugleich“, erklärt Seul, der sich auf die neue Herausforderung freut – als Hochschullehrer in Schmalkalden ebenso wie als Präsident des VDFW.

■ www.vdww.de





Prof. Dr. Rudolf Pichler betreut am Institut für Fertigungstechnik den Arbeitsbereich Advanced Manufacturing.

Additive Forschung und Lehre an der TU Graz

Mit Juli 2016 wurde am Institut für Fertigungstechnik der TU Graz eine Laserschmelzanlage der Fa. SLM Solutions GmbH in Betrieb genommen. Damit wird das Forschungs- und Lehrangebot im Bereich Additive Fertigung an der TU Graz ganz wesentlich erweitert und bereichert.

Projektleiter Prof. Dr. Rudolf Pichler, der am Institut für Fertigungstechnik den Arbeitsbereich Advanced Manufacturing betreut, will die einzigartigen Möglichkeiten dieser zukunftssträchtigen Fertigungstechnologie auf universitä-

rem Boden nicht nur den Studierenden, sondern auch der umliegenden Industrie vorstellen und mit ihnen innovative Lösungen zur Produktoptimierung entwickeln.

Arbeitsschwerpunkte werden die computerunterstützte Topologie-Optimierung von Bauteilen und die additive Produzierbarkeit solcher Bauteile mit bekannten und auch neuen Werkstoffen sein. Die notwendige und sinnvolle Betrachtung neuer Werkstoffe im Zu-

sammenwirken mit der jungen Fertigungstechnologie des Selektiven Laserschmelzens wird an der TU Graz auch insofern verstärkt, als ab März 2017 am benachbarten Institut für Werkstoffkunde und Schweißtechnik zusätzlich eine Professur für Materialien der Luftfahrt eingerichtet wird. Die institutsübergreifende Zusammenarbeit wird so sicher zu interessanten Forschungsergebnissen führen.

■ www.tugraz.at/institute/ift

3D-Druck in der industriellen Fertigung

Wo stehen die Technologien, wie weit gelingen Serienanwendungen und wo sind die Grenzen der Additiven Fertigung? An einem Tag die generative Denkweise erlernen und mehr über die Anwendungsfelder und Potenziale von 3D-Drucken erfahren – am 1. Dezember 2016 in Salzburg und am 31. Jänner 2017 in Wien.

Das Tagesseminar vermittelt die Potenziale der Additiven Fertigung (AF), gibt einen Verfahrensüberblick und zeigt die Auswirkungen auf die einzelnen Unternehmensbereiche. Zudem wird im konkreten auf die Möglichkeiten der AF in der industriellen Anwendung – also in der Fertigung von Produk-

ten für Endanwender – eingegangen. Die Potenziale werden hinsichtlich der Rentabilität und Generierung von Kundenmehrwerten gezeigt – wie auch die Bereiche After-Sales, Ersatzteilmanagement und welche neuen Geschäftsmodelle sich durch den Einsatz von generativen Verfahren erschließen können. Außerdem erarbeitet man in einem Anwendungsworkshop die Grenzen, die Konstruktion und Prozesskette von generativer Fertigung. Das Praxisseminar richtet sich an Personen aus den Bereichen Engineering, Konstruktion, Design, Produktion, Produktentwicklung, Technologie- & Innovations-

management, Unternehmensstrategie und Unternehmensentwicklung etc.

**AUSTRIAN
3D-PRINTING
SEMINAR**

Termin 1. Dezember 2016
31. Jänner 2017
Ort Salzburg, Wien
Link www.3d-printing-forum.at/praxisseminar.html

Firmenverzeichnis

1zu1	25, 40, 42, 64
3yourmind	60
ABB	34
Additive Industries	36
admantec	8
Airbus	6, 36, 59
AM Ventures	44
Ansys	6
APWorks	36, 59
Arburg	28, 76
Bibus	22, 49
bkl	46, 54
BMW	9
CadFem	6, 23, 61
Concept Laser	1, 12, 66
Csro Lab 22	32
cubicure	52
DFG	70
DLR	6
Dohle	9, 17
Dyemansion	18, 41
EOS	18, 21, 36, 44, 66
ETH Zürich	64
EVO-tech	11
FAM	44
Faro	32
FH Aachen	72
FH OÖ Campus Wels	11
Formrise	18, 39
Fraunhofer	10, 66
Fuchshofer	19, 44
German RepRap	57
GF Machining Solutions	21
Greiner	55
Hage	50, 61
Herz	17, 47
Hochschule Schmalkalden	72
ITFT	70
JKU	55
Keech3D	32
Kegelman	27
Kiska	11
Köster	10
Markforged	22
mcubus	48
Medizinische Uni Graz	50
Messe Erfurt	10
Messe Luzern	8
Montanuniversität Leoben	50
MTU Aero Engines	40
Phillips	9
Playmobil	40

Profactor
Roche
Schunk
Siemens PLM
Sintratec
SLM
solukon
SpaceClaim
stratasys
succus
System 3R

9	TU Wien	52
40	Teufel	8
6	TU Graz	74
62	Universität Duisburg-Essen	72
24, 37	Universität Stuttgart	70
2, 34, 66, 74	VDWF	72
7	voxeljet	32, 63
56	VTT	34
10	Westcam	11
74	WFL	47
21	Z2 Innovations	55

Impressum

Medieninhaber

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

Geschäftsführer

Klaus Arnezeder

Chefredakteur

Georg Schöpf
georg.schoepf@x-technik.com

Team x-technik

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

Grafik

Alexander Dornstauder

Titelbild: Concept Laser

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

Auflage: 10.000 Stück

Vorschau Ausgabe 1/Februar

- Maschinen und Lösungen
- Dienstleister
- Richtlinien und Normierung
- Finish und Nachbearbeitung

Anzeigenschluss: 01.02.17

Erscheinungstermin: 15.02.17

Bei Interesse:

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



ADDITIVE FERTIGUNG.
Interaktiv neu erleben.

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



Jetzt downloaden auf

www.x-technik.com/app oder QR-Code scannen



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

OSA SOGNARE
你好, 梦想 ATRÉVETE A SOÑAR
DARE TO DREAM
HALLO TRÄUME
OSEZ RÊVER



powered by:
formnext



15.-18.11.2016
Hall 3.1, Booth F70
Frankfurt am Main, Germany

WIR SIND DA.