



Grenzenloses Inconel

So verkürzt sich die Produktionszeit bei Inconel extrem. | 04

Kooperation mit Saturn

Carl Fruth erklärt die Hintergründe. | 30

Vorteil 3D-Druck

Wie ThincTec 3D die Vorteile von HP Jet Fusion voll ausspielt. | 46

Revolution in 500.000 Farben

Mit dem neuen J55-Drucker eröffnet Stratasys Produktdesignern völlig neue Möglichkeiten. | 04

Change the System



Wie heißt es so schön: „Never change a running system!“ Nachvollziehbar, vor allem, wenn die Geschäfte gut laufen und man alle Hände voll damit zu tun hat, die bestehende Nachfrage zu decken. Derzeit befinden sich viele aber in einer anderen Phase. Unabhängig der Auftragslage, stellen sich etwa Lieferketten oft als sehr fragil heraus. Fertigende Unternehmen müssen sich mehr denn je die Frage stellen, wie sie wettbewerbsfähig bleiben. Flexibilität ist da ein wichtiger Faktor. Dass die Additive Fertigung da eine Schlüsselrolle einnehmen kann, konnte sie in jüngster Vergangenheit unter Beweis stellen. Gerade als es vor allem im Medizinbereich an vielem mangelte, konnten die additiv fertigenden Unternehmen zeigen, wie schnell und flexibel mit dem Einsatz der Technologie auf solche Probleme reagiert werden kann. Das ist ein dickes Plus und darf zum Umdenken anregen. Das ist aber natürlich nicht alles. Um im Medizin-Sektor zu bleiben: Hier ist die individualisierte Serienfertigung immer mehr im Kommen. Was da möglich ist, erklärt Franziska Fuchs von EOS auf Seite | **26**. Viel Spaß beim Lesen.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Gerhard Maier'.

Gerhard Maier,
Chefredakteur AddMag



12

Fotos: Harald Klieber | EOS



26

TITELSTORY

04 Produktdesign neu erfinden

Mit 500.000 Farben Produktideen sofort umsetzen.

MESSE

10 Verstehen, sehen und erleben

Expertentreff Rapid.Tech 3D rüstet sich schon für das kommende Jahr.

ANLAGEN

12 Grenzenloses Inconel

So lassen sich große Bauteile aus Inconel sehr schnell fertigen.

18 Ein Meilenstein

Mehrere Fertigungstechnologien auf einer Anlage vereint.

22 Ideal für komplexe Teile

Wie leistungsfähig sind die Drucker von Formlabs?

26 Additive Minds

Wie sich 3D-Druck erfolgreich in der Medizintechnik etabliert.

DIENSTLEISTUNG

30 Kooperation mit Zukunft

Carl Fruth erklärt die Zusammenarbeit mit Media Markt Saturn.

36 Die Herangehensweise macht's

Was beim Einstieg in die Additive Fertigung wichtig ist.

MATERIAL

37 Luftfahrtbauteile günstiger

Eine echte Alternative zum Druck mit Ultem für die Luftfahrt.

38 Königsweg zum Pulver

Die gewünschte Partikelverteilung in nur einem Prozessschritt erreichen.

AUTOMATISIERUNG

42 Schneller mit Automation

Automatisierung von AM in der Automobilindustrie voran treiben.

ANWENDUNG

46 Vorteil 3D-Druck

Die Vorteile des 3D-Drucks voll ausschöpfen.

50 Stillstand war gestern

Nutzungsgrad von Zerspanungsanlage durch gedrucktes Bauteil erhöht.

KOMPONENTEN

54 Präzision auf sechs Füßen

Hochgenau positionieren mit Hexapoden.

SOFTWARE

58 Prozesssicher dank Simulation

Kritische Bereiche schon vor dem Druck bestimmen.

EDITORIAL / INHALT / IMPRESSUM

02 Editorial 03 Inhalt 61 Impressum

Produktdesign neu erfinden

Yariv Sade, Director of Applications Engineering bei Stratasys

MIT DEM NEUEN J55-DRUCKER BIETET STRATASYS DESIGNERN DIE MÖGLICHKEIT, IHRE IDEEN DIREKT MIT VERSCHIEDENEN MATERIALIEN UND RUND 500.000 FARBEN UMZUSETZEN – GLEICH IM BÜRO.



Der J55-Drucker von Stratasys fertigt detailgetreue Muster und kann so Entwicklungszeiten entscheidend verkürzen.

Fotos: Stratasys



Im Laufe der vergangenen Jahrzehnte hat sich die Vorstellung von Design sowohl bei Unternehmen als auch bei Verbrauchern geändert. Wenn ein Produkt heutzutage eine Chance auf eine erfolgreiche Markteinführung haben soll, muss man besonderen Wert auf das Produktdesign legen. In einer kürzlich von McKinsey durchgeführten [Studie](#), die sich mit dem Zusammenhang zwischen Produktdesign und Geschäftserfolg befasste, wurde festgestellt, dass designorientierte Unternehmen 32% mehr Umsatz und 56% höhere Gesamtrenditen erzielen als Unternehmen, die sich weniger auf Design konzentrieren. Die Ergebnisse zeigen, dass Unternehmen, die das Verbraucherverhalten im Blick und ein Verständnis für das Erscheinungsbild eines Produkts haben – von der Farbauswahl bis zur Oberflächenbearbeitung – der Konkurrenz voraus sind. Dies gilt für nahezu alle Branchen. Somit wächst bei Designern von Produktkonzepten der Druck, ein erfolgreiches Design für den nächsten Verkaufsschlager abzuliefern. Es gibt dabei einige Hürden, die es den Designern erschweren, während des Designprozesses leicht realistische Darstellungen ihrer Ideen zu erstellen und zu vermitteln. Ein entscheidendes Problem für Designer ist der CMF-Prozess. Im Design bezieht sich CMF auf





Farblich sind den Druckergebnissen mit dem J55 kaum Grenzen gesetzt.



den Prozess, in dem Farbe, Material und Finishing (Oberflächenbeschaffenheit) für ein Produkt bestimmt und ausgewählt werden. Diese Elemente machen am Ende das ‚Erscheinungsbild‘ eines Produkts aus. Designer stehen oft vor dem Problem, dass CMF im Entwicklungsprozess nicht genug berücksichtigt wird und sich erst im Erscheinungsbild des Endprodukts wieder spiegelt. Oft sind - wenn sie es überhaupt nutzen - Designstudios bei ihrer Infrastruktur auf einfarbigen 3D-Druck angewiesen, um ihre digitalen Entwürfe in die Realität umzusetzen. Diese Prototypen werden erstellt, um die Geometrie und Funktionalität des Designs zum Ausdruck zu bringen.

Mangel an bezahlbaren Lösungen

Der Mangel an einer einfachen, schnellen und bezahlbaren Lösung für die Erstellung von Vollfarb-Konzeptmodellen oder realitätsgetreuen Prototypen, um Geometrie, Funktionalität und Erscheinungsbild eines Produkts zu testen und zu präsentieren, ist ein inhärentes Problem. Einige Designstu-

dios lagern die Erstellung von Vollfarbprototypen aus, damit sie am Ende des Designprozesses einen Prototyp in Form des Endprodukts haben. Dadurch ist die Lieferzeit für Modelle langwierig und dauert in der Regel mehrere Wochen. Zudem ist es sehr kostenintensiv. Ein weiteres Problem besteht darin, dem externen Anbieter das genaue CMF-Erscheinungsbild zu vermitteln – da die geometrische Form in einer 3D-Datei gespeichert ist, die CMF-Information jedoch in anderen Medien enthalten ist. Die Lösung liegt im Vollfarb-3D-Druck mit mehreren Materialien. Bisher nutzen nur wenige Unternehmen das Potenzial dieser Technologie für ihre internen Designanforderungen. Eine dieser Technologien ist die PolyJet-basierte J-Serie von Stratasys, mit umfassenden, Pantone-validierten Farbmöglichkeiten und einer Auswahl von bis zu sieben unterschiedlichen Polymermaterialien - all dies mit einem einzigen Druckvorgang.

Farblich fast alles möglich

Die Technologie der J-Serie bietet bis zu 500.000 unterschiedliche Farbkombinationen und ermöglicht Designern nicht nur eine beispiellose Gestaltungsfreiheit, sondern auch ein Instrument für die vollständige Integration von CMF-Prototypen in den laufenden Designpro-

Näher am
Endprodukt kann
man Design-Muster
kaum produzieren.



GALVO- SCANNER VON AEROTECH

Unsere Scanner bieten jetzt Aperturen von bis zu 30 mm Strahleingang.

- Größere Aperturen für größere Strahldurchmesser und höhere Lichtleistung
- Kleinere Modelle für beengte Platzverhältnisse, mit verbesserter Dynamik und optimiertem Sichtfeld
- Strahlzuführung von rechts oder links möglich
- Viele verschiedene Linsen- und Spiegeloptionen, einschließlich Beschichtungen für multiple Wellenlängen
- Gleiche Performance mit mehr Möglichkeiten für Ihre Applikation

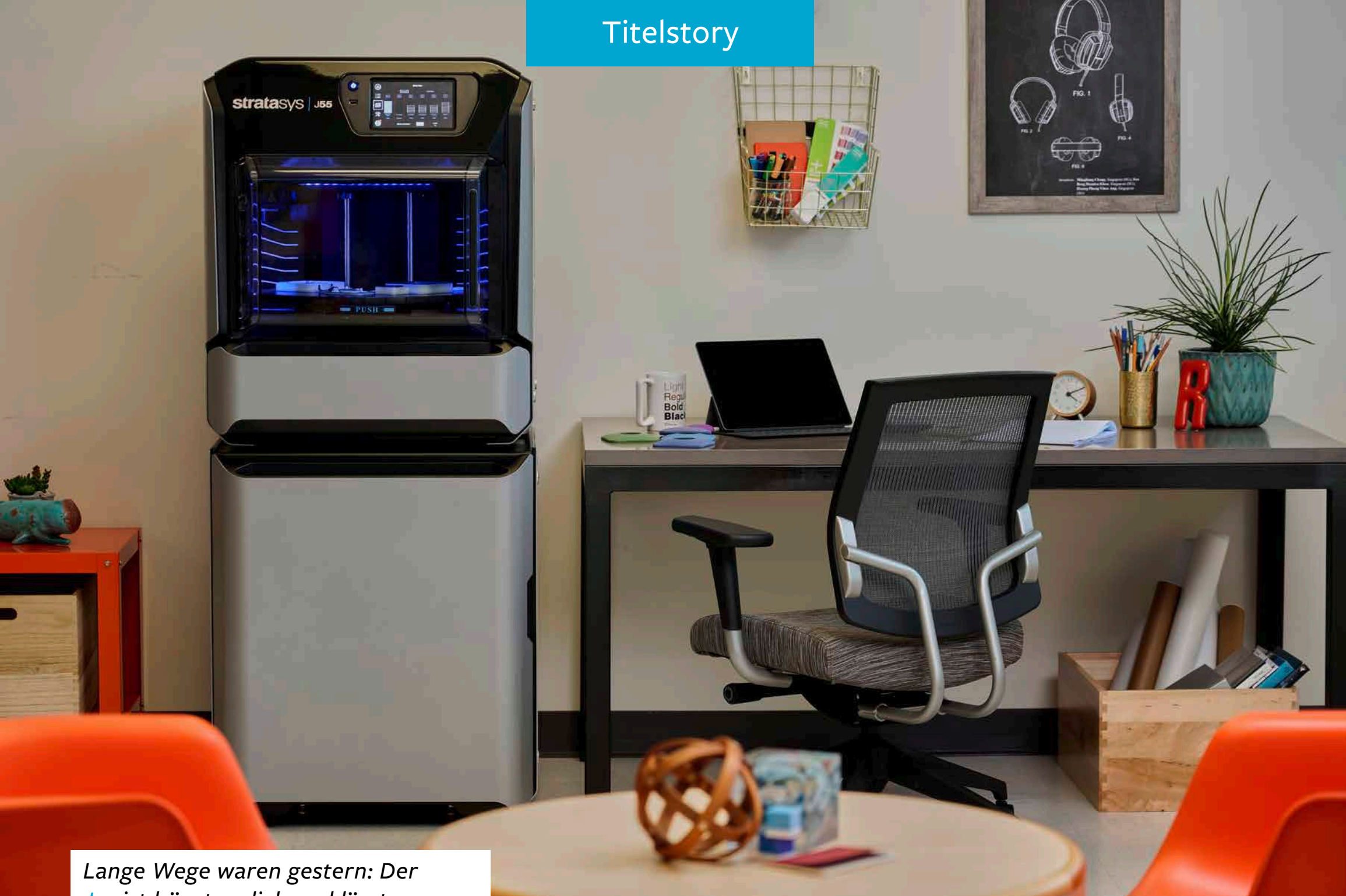
Kontaktieren Sie uns für detaillierte Informationen oder besuchen Sie unsere Website unter go.aerotech.com/agv

Der Nmark AGV-HPO erzielt Genauigkeiten im einstelligen μ -Bereich



AEROTECH
50 YEARS IN MOTION

Erfahren Sie mehr über Aerotech unter aerotechgmbh.de oder kontaktieren Sie uns unter +49 911-967 9370



Lange Wege waren gestern: Der **J55** ist bürotauglich und lässt Designideen gleich Wirklichkeit werden.

zess. Ausführlichere Informationen zum **J55** bietet Stratasys auch in einem [Whitepaper](#) an. Dank schnellerer Entscheidungen, verbesserter CMF-Design-Iterationen und dem Wegfall externer Lieferzeiten für Modelle spart dies sowohl Zeit als auch Geld. Designer können außergewöhnlich realistische 3D-gedruckte Prototypen als Instrument nutzen, um ihre Designideen potenziellen Kunden vorzustellen.

Kombination von mehreren Materialien möglich

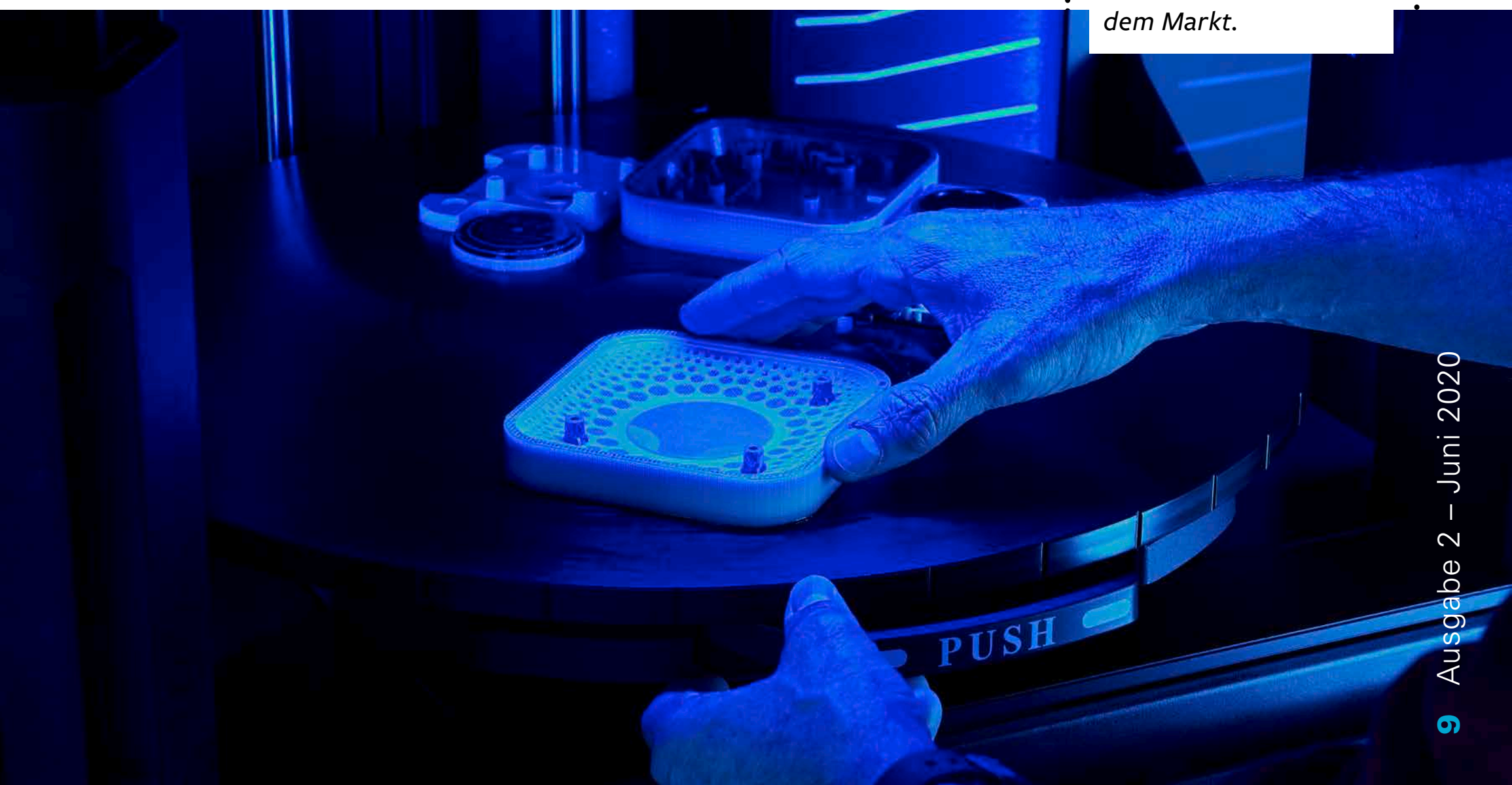
Wenn man bei einem Druckvorgang unterschiedliche Materialien kombinieren kann, eröffnet dies sehr viel größere Designmöglichkeiten. Um sich von der Materialqualität überzeugen zu können, bietet Stratasys die Möglichkeit sich [Musterteile zusenden](#) zu lassen. Man kann die Umsetzung des Designs verbessern, da die Texturen und unterschiedliche Materialoberflächen genau dargestellt werden können – etwa eine Holzstruktur, Marmoreffekte oder Glas. In Kombination mit Pantone-validierten Farbspektren gelangt CMF direkt in den Prozess der Erstellung von Prototypen und er-

möglicht Designern, 3D-gedruckte Modelle mit realitätsgetreuer Genauigkeit zu erstellen, die nicht vom Endprodukt zu unterscheiden sind. Designern steht mit Vollfarb-Multi-material-3D-Druck ein Instrument zur Verfügung, mit dem sie die bestehenden CMF-Designbarrieren überwinden und Produktentwürfe genau so umsetzen können, wie sie es sich vorgestellt haben. Der neue 3D-Drucker J55 zählt zu diesen Technologien, die CMF erschließen und Designern unendliche Designmöglichkeiten bieten können. Mit dem J55 hat man von Anfang bis Ende die Kontrolle über die Entwürfe und kann Modelle kostengünstig im eigenen Unternehmen entwickeln. Er bietet Zugang zu einer bürotauglichen, kompakten, ultraleisen und erschwinglichen Technologie für die Erstellung von Prototypen. Die [Studie](#) von McKinsey aus dem Jahr 2018 betont, dass „Forschung, Prototyping im Frühstadium und Design-Iterationen“ zu den Schlüsselementen für mehr Geschäftserfolg durch Design zählen. Auf hart umkämpften Märkten, auf denen realitätsgetreue Entwürfe noch wichtiger sind, ist es entscheidend, dass die Endprodukte, die auf den Markt gelangen, nicht nur technisch einwandfrei sind, sondern die bestmöglichen Farben, Materialien und Finishing haben. ■

 **Web-Wegweiser:**
www.stratasys.com

Mit dem J55 immer die Kontrolle über die Entwürfe haben und Modelle kostengünstig im eigenen Unternehmen entwickeln.

Stratasys verspricht mit dem J55 das beste Platz- und Bauraumverhältnis auf dem Markt.





Von führenden Experten lernen und gleichzeitig die neueste Technik sehen: Das ist die Rapid.Tech 3D.

Verstehen, sehen und erleben

**DIE NÄCHSTE RAPID.TECH
3D FINDET NUN VOM 4. BIS
6. MAI 2021 IN ERFURT SATT.
SCHON JETZT DÜRFEN SICH
INTERESSIERTE AUF EIN
TOLLES PROGRAMM FREUEN.**

Fotos: Messe Erfurt

Vom 4. bis 6. Mai 2021 findet die Rapid.Tech 3D, die älteste deutsche Kongressmesse für additive Technologien, in Erfurt statt. Es werden erneut mehr als 4.500 Kongress- und Messeteilnehmer zu dieser europäischen Leitveranstaltung im Bereich des Additive Manufacturing erwartet, die in einer Vielzahl fachspezifischer Foren das Thema professioneller 3D-Druck in all seinen Facetten beleuchtet. Wissenschaftler, Entwickler, Konstrukteure und Anwender aus dem In- und Ausland sind aufgerufen, ihre aktuellen Forschungsergebnisse, Branchenneuheiten und Praxisbeispiele vorzustellen.

„Unter dem Motto ‚Verstehen.Sehen.Erleben‘ bringen wir Nutzer und Anbieter noch gezielter zusammen“, sagt Michael Kynast, Geschäftsführer der Messe Erfurt GmbH, und verweist auf die drei wesentlichen Elemente dafür: „Das ist zum einen der internationale Fachkongress, auf dem führende Wissenschaftler und Experten aus der Praxis neueste Erkenntnisse zum industriellen 3D-Druck branchenspezifisch vermitteln. Zum zweiten präsentieren Firmen und Forschungseinrichtungen in der Fachausstellung aktuelle Produkte und Technologien. Und zum dritten bieten

wir viel Raum für den gemeinsamen Ideenaustausch und die Anbahnung von Projekten beim Netzwerken sowie digital beim Matchmaking mit der Rapid.Tech 3D-App. Zusammengefasst ist die Rapid.Tech 3D der perfekte Dreiklang: „Kongress – Messe – Networking“, erläutert Michael Kynast den Mehrwert für Aussteller und Besucher.

Hochkarätiger Designwettbewerb

Zentraler Bestandteil der Rapid.Tech 3D ist der hochkarätige und internationale Designwettbewerb 3D Pioneers Challenge (3DPC), welcher dank der Unterstützung des Thüringer Ministeriums für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft als einer der am höchsten dotierten Designwettbewerbe für Innovation in additiven Fertigungsverfahren gilt. 2020 gingen Einreichungen aus 28 Ländern und 6 Kontinenten ein. Mit einer außergewöhnlichen digitalen Preisverleihung und um den Preis und den Preisträgern eine besondere Plattform zu bieten, sollen die Auszeichnungen am 15. Juli online verliehen werden. Mit der digitalen Preisverleihung wird sich die Messe Erfurt sowie die 3DPC und nicht zuletzt der Freistaat Thüringen in der AM-Community als starke und innovative, zukunftsweisende Institution und Region präsentieren. ■

 **Web-Wegweiser:**
www.rapidtech-3d.com / www.3dpc.io/de

Natürlich darf auch die Pioneers Challenge 2021 nicht fehlen.



Einmalig feine Gitterstruktur aus Inconel: Der multifunktionale Abluftmischer ist sehr stabil, kann mit Kühlluft temperiert werden und wiegt dabei nur rund 2 kg.

Grenzenloses Inconel

Harald Klieber

GF MACHINING SOLUTIONS HATTE ZUSAMMEN MIT 3D SYSTEMS MEHRERE BAUTEILE AUF DER FORMNEXT PRÄSENTIERT. HIGHLIGHTS WAREN HOCHQUALITATIVES INCONEL 718 UND DIE MASSE. „UNSERE FACTORY 500 MACHT DIE TEILE IN RUND 50 STUNDEN.“ GFMS-ADDITIV-EXPERTE BERND MARTINÉ ERKLÄRT DIE DETAILS.

Es waren Highlights auf der letzten Formnext – der Aerospace-Schalldämpfer, der gepolsterte Abluftmischer, mit seiner sehr feinen Gitterstruktur aus Inconel. Advanced-Manufacturing-Technologies-Teamleiter Bernd Martiné erklärt das ganz einfach mit dem Gewicht: „Dieser Abluftmischer hat tatsächlich mehrere Funktionen. Die feine Gitterstruktur aus Inconel ist unglaublich stabil, hält also sehr hohe Belastungen aus, wiegt in Summe aber nur 2 kg – und kann durch die Gitterstruktur sogar mit Kühlluft ideal temperiert werden.“ Offiziell designt wurde der Abluftmischer zur Reduzierung der Triebwerkslautstärke. GF Machining Solutions fertigt den Dämpfer auf deren additivem Flaggschiff, der [DMP Factory 500](#), eben aus Ni 718 (A). „Die Baukammer der Factory 500 ist ideal für Inconel ausgelegt. Highlight ist wie bei unserer Aluminium-Produktionsmaschine, der [DMP Flex 350](#), dass vor dem Baubeginn erst ein Vakuum in der Maschine aufgebaut wird und dann erst mit Argon geflutet wird. Dadurch ist zum einen der Verbrauch minimiert. Aber vor allem können so chemisch reine Gefüge hergestellt werden.“

Größtes Inconel-Bauteil

Unterm Strich braucht die Factory 500 nur 52 h, um das Inconel mit einer Schichtdicke von 60 µm zu dem filigranen Abluftmischer aufzubauen, der immerhin einen Durchmesser von 450 mm und eine Höhe von 400 mm aufweist. „Die Factory 500 kann aber noch größer“, betont Bernd Martiné. Mit der großen Z-Achse und dem neuen Kammerkonzent können Teile wie die trichterförmigen Antennenhörner problemlos in einem Stück gefertigt werden. „Entscheidend ist die Bauraumgröße, die bei der Factory 500 rund 500 x 500 x 500 mm beträgt. Die vier Trichter stellen wir mit einer Layerdicke von 60 µm komplett in nur 80 Stunden her. Diese Teile zeigen tatsächlich das ganze Potenzial der Factory 500



Das ist die DMP Factory 500:

Fotos: Harald Klieber



Turbinenschaufel aus Inconel: Die Factory 500 braucht dafür nur rund 48 h.

auf. So lassen sich eben auch sehr große Inconel-Teile mit sehr feiner Struktur in sehr kurzer Zeit fertigen.“ Wie fein bei hochqualitativem Material die Teile sein können, demonstriert Bernd Martiné mit der ‚hinteren Turbinenschaufel‘, deren zwei Ringe und feine Stege komplett aus Inconel mit rund 0,5 m Durchmesser gefertigt wurden. „Wenn Sie diese Turbinenschaufel aus dem Vollen fräsen, dauert schon das Fräsen ein paar Tage. An die Beschaffung des Materials gar nicht zu denken. Unsere Factory 500 verkürzt den ganzen Prozess auf rund 48 Stunden, weil die Anlage natürlich die zwei Tage durchläuft.“ Stolz ist Bernd Martiné vor allem darauf, weil GF mit dem hinteren Turbinenrad das momentan wohl größte nahtlos gefertigte Inconel-Bauteil fertigt.

Automatisierung im Fokus


Für kompakte Funktionsbauteile empfiehlt Bernd Martiné aber die Produktionsmaschine: Die DMP Flex 350 verfügt ebenso über eine hohe Z-Achse und eine luftdichte Prozesskammer. „Ideal ist die Flex 350 vor allem aber nicht nur für Prototypenteile aus Aluminium. In nur einem Tag haben wir damit das Gehäuse für einen neuen Akkuschauber aufge-



Bernd Martiné: „Die Leistungsfähigkeit unserer Maschinen ist enorm.“

baut. Der Kunde hatte nicht nur ein griffiges Anschauungsmodell, sondern ein Funktionsmodell, mit dem viele Tests sofort durchgeführt werden können.“ Das Powertool-Gehäuse fertigt die [Flex 350](#) in nur 21 h und 51 min aus AlSi10Mg. Material und Maschine sind wichtig beim additiven Prozess. Nicht zu unterschätzen im Produktionsprozess ist nach Erfahrung von Bernd Martiné aber auch die Software. „Die Software ist ein entscheidender Faktor. In diesem Punkt – von Reverse-Engineering bis zur Teilesimulation – arbeiten wir mit den Experten von 3D Systems eng zusammen. Die Produktionsbasis, unsere DMP Factory 500, haben wir aber selbst entwickelt und gebaut. Die Maschine ist einmalig“, betont Bernd Martiné. Die [Factory 500](#) sei so gut, dass GF Machining Solutions den Herstellern aus den High-tech-Branchen deutlich höhere Produktivität, Teilequalität und Prozesssicherheit bei gleichzeitig signifikanter Reduzierung der Gesamtbetriebskosten und einer nahtlosen Integration der additiven Metallfertigungstechnologie in die gesamte Fertigungskette anbieten kann. „Das klingt zwar sehr werblich, trifft es aber sehr gut: Die Leistungsfähigkeit unserer Maschinen ist schon enorm und auf einem





In nur einem Tag wurde mit der DMP Flex 350 ein Gehäuse für einen neuen Akkuschrauber aufgebaut.

sehr hohen Niveau. Deshalb fokussieren wir unsere Entwicklung mittlerweile darauf, den additiven Prozess für unsere Kunden immer weiter zu automatisieren. Stand heute läuft der additive Prozess mit unseren modularen Anlagen schon fast komplett mannlos und autark. Anwender müssen sich nur noch um den Pulvernachschub und den Teileabtransport kümmern. Alles Weitere übernehmen die Systeme von GF und 3D Systems“, versichert Bernd Martiné. Als bahnbrechendes Produkt für die Welt der additiven Fertigung bezeichnet Bernd Martiné vor allem die [DMP Factory 500](#), weil damit workflow-optimierte 3D-Metalldrucklösungen mit überragender Skalierbarkeit machbar sind und sich damit wiederholbare und qualitativ hochwertige Teile bei hohem Durchsatz und niedrigen Gesamtbetriebskosten herstellen lassen. Die Teile können mit bis zu 500 x 500 x 500 mm Größe hergestellt werden. Dafür entwickeln die

Metalldruckspezialisten von GF mit 3D Systems Strategien zur Minimierung von Splits, indem sie bestimmte Druckköpfe bestimmten Zonen zuordnen. „Einer der drei Laser in der Factory 500 kann aber auch die gesamte Plattform erreichen und für beste Qualität bei den Konturen großer Teile sorgen“, betont Bernd Martiné. Wichtig für die Qualität sei auch die konstant niedrige O₂-Umgebung. GF garantiert demnach nicht nur ein O₂-Niveau von unter 20 ppm in der Baukammer, sondern zudem eine konstante Pulverqualität zur Produktion von hochwertigen Teilen. Das geschlossene Pulverkonzentrat erhält die Materialintegrität und ermöglicht den Druck auch von sehr reaktiven Legierungen, wie eben Aluminium und Inconel.

Darüber hinaus kann die Factory 500 mit ihren fünf Modulen (Powder-Management-, Parking-, Removable-Print- und Transport-Modul) auf die Produktion des Kunden zugeschnitten werden. Die Module können schrittweise bis zum kompletten Fabriksystem automatisiert werden. Im Detail verfügt die [DMP Factory 500](#) über bis zu drei Fiber-Laser mit je 500 W. Die Layerdicke kann zwischen 30 und 90 µm betragen, die Wiederholgenauigkeit der Factory 500 gibt GFMS in X, Y und Z mit 50 µm an. ■

»Die Software ist ein entscheidender Faktor. In diesem Punkt arbeiten wir mit den Experten von 3D Systems eng zusammen.«

Bernd Martiné



Web-Wegweiser:
www.gfms.com



HOSOKAWA ALPINE
Process technologies for tomorrow.

3D-DRUCK DER EXTRAKLASSE

Setzen Sie auf noch mehr Wirtschaftlichkeit und Flexibilität durch moderne Technologien.

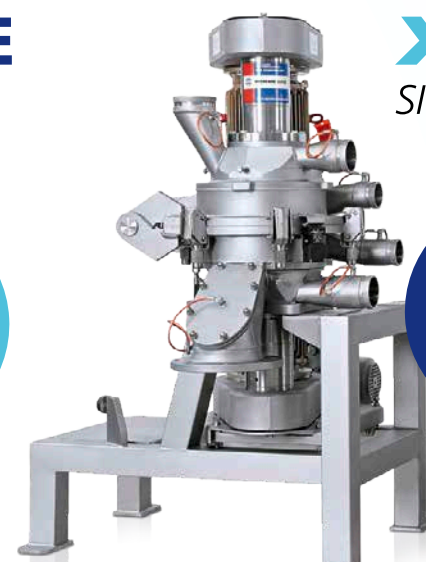
» **PROFITIEREN SIE JETZT DAVON!**

» **POLYMERE**
MAHLEN & SICHTEN



NEUE
CW 250 II
ZUR CRYO-
MAHLUNG

» **METALL**
SICHTEN



PREMIUM
SOLUTION
TTSP



Mit der Hage3D 175 Convertible lässt sich neben Filamenten nun auch Granulat verarbeiten.

Ein Meilenstein

DER HAGE3D 175 CONVERTIBLE VEREINT MEHRERE ADDITIVE FERTIGUNGSTECHNOLOGIEN IN EINER ANLAGE. NEBEN DEM DUAL-DRUCK MIT FILAMENTEN, KANN DER 175 CONVERTIBLE AUCH GRANULATE AUF EINER FLÄCHE VON RUND 1.200 X 1.200 X 1.000 MM VERARBEITEN.

Die beiden Modelle 175C und 175X von Hage3D zeigten sich immer schon sehr flexibel. Während der 175C mit Dual- oder wahlweise Dreifach-Extruder und Bau-raumgröße von 1.200 x 1.200 x 1.200 mm überzeugt, ist der 175X laut Hersteller der weltweit größte 5-achsige 3D-Drucker in Gantry-Bauweise. Dank des in B- und C- Achsen schwenk- und rotierbaren Druckbetts könne beim 175X ein bis zu 500 x 500 x 450 mm großes Bauteil ganz ohne Supportstrukturen gefertigt werden.

Jetzt wurden diese beiden Maschinen in einem Industrie 3D-Drucker vereint und bietet zudem noch eine weitere Innovation. Die neue [Convertible Maschine](#) verfügt nun auch über einen Granulat-Druckkopf. Innerhalb von rund 15 Minuten kann der Anwender laut Hage3D seinen 175 Convertible selbstständig umrüsten. Egal ob von Filamentdruck zu Granulatdruck oder von 3-Achs- (1.200 x 1.200 x 1.000 mm) auf 5-Achs-Druckbett (500 x 500 x 450 mm), das Umrüsten dauert jeweils nur rund 15 Minuten. Damit ist der Anwender sehr flexibel und kann bauteilabhängig die optimale Maschinenkonfiguration verwenden - beispielsweise vormittags 5-achsige Bauteile wie z.B. Rohre ohne Support drucken und danach umrüsten, um mit Granulat einen metergroßen Prototyp aus ABS zu fertigen. Die Konfiguration kann zudem softwareseitig einfach umgeschaltet werden.

Unzählige Möglichkeiten

Im Februar 2020 wurde die erste [Hage3D 175 Convertible-Maschine](#) in Deutschland in Betrieb genommen. Für den Kunden war es wichtig, die 5-Achs-Drucktechnologie nutzen zu können, aber auch flexibel große Bauteile fertigen zu können – sowohl in der Formmasse Filament als auch mit Granulat. Diese sehr hohen Anforderungen konnte Hage3D nach rund einjähriger Entwicklungs- und Montagezeit erfolgreich erfüllen.

Mehr zu Hage 3D 175 Convertible:



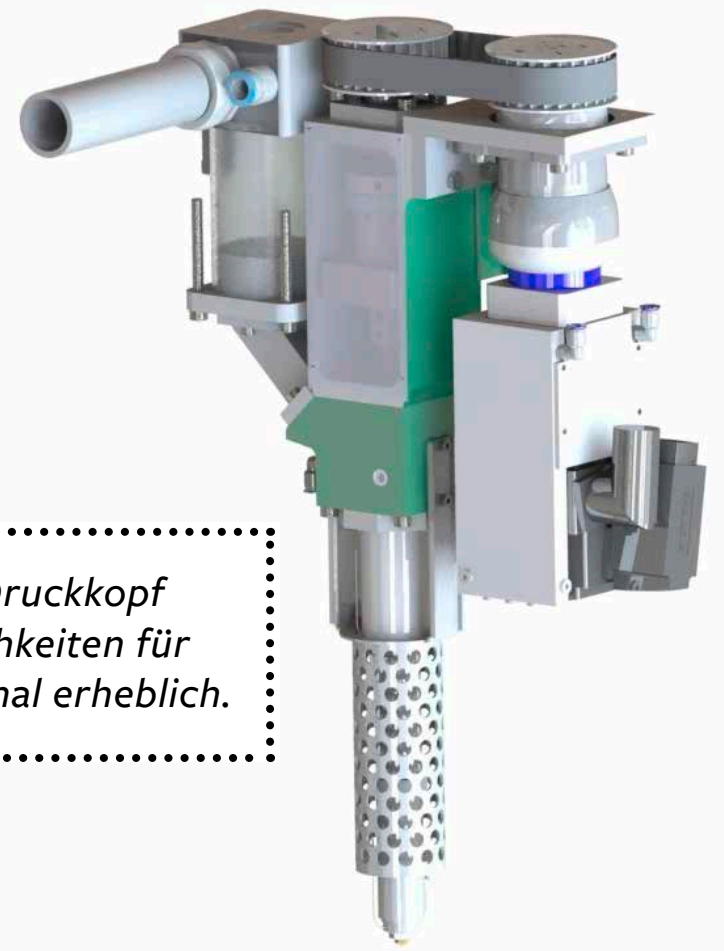
Fotos: Hage3D



*Mit dem Dual-Druckkopf
erweitert sich der 175
Convertible sehr flexibel.*

»Die Lösung
ist in dieser
Kombination
weltweit ein-
zigartig.«

Thomas Janics



*Der neue Granulat-Druckkopf
erweitert die Möglichkeiten für
Anwender noch einmal erheblich.*

„Seit Jahren gibt es von Kunden und Interessenten zwei wesentliche Forderungen: den Druck mit Granulat und der Druck in 5-Achsen für Verstrebungen und Verstärkungen in Z-Richtung für quasi-isotrope Bauteileigenschaften. Dass es uns nun gelingt, beide Forderungen und den Standarddruck mit einem Dreifach-Druckkopf in einer Convertible Maschine zu vereinen, macht uns sehr stolz. Die Lösungen an sich sind schon besonders und in dieser Kombination weltweit einzigartig. Und erste Maschinen dazu sind auch bereits ausgeliefert“, so der zufriedene Hage3D Geschäftsführer Thomas Janics.

Siemens Sinumerik an Bord

Standardmäßig wird der [Hage3D 175 Convertible](#) mit Siemens Sinumerik Industriesteuerung und der Siemens NX Slicing Software für den 5-Achs-Druck ausgeliefert. Als einer der bestimmenden Anbieter für industrielle Großraum 3D-Drucker vertraut Hage3D auf eigens entwickelte, wassergekühlte Druckkopfsysteme im 80°C beheizten Bauraum, beheiztem Druckbett, Freihub der inaktiven Düse(n) sowie integrierter Reinigungsstation. Im 3-Achs-Druck wird weiterhin Simplify3D mit Hage3D entwickeltem Post-Prozessor für das Slicing verwendet. Der von Hage3D entwickelte Granulat-Druckkopf baut auf eine patentierte Lösung auf und wird als Single-Druckkopf verwendet. ■

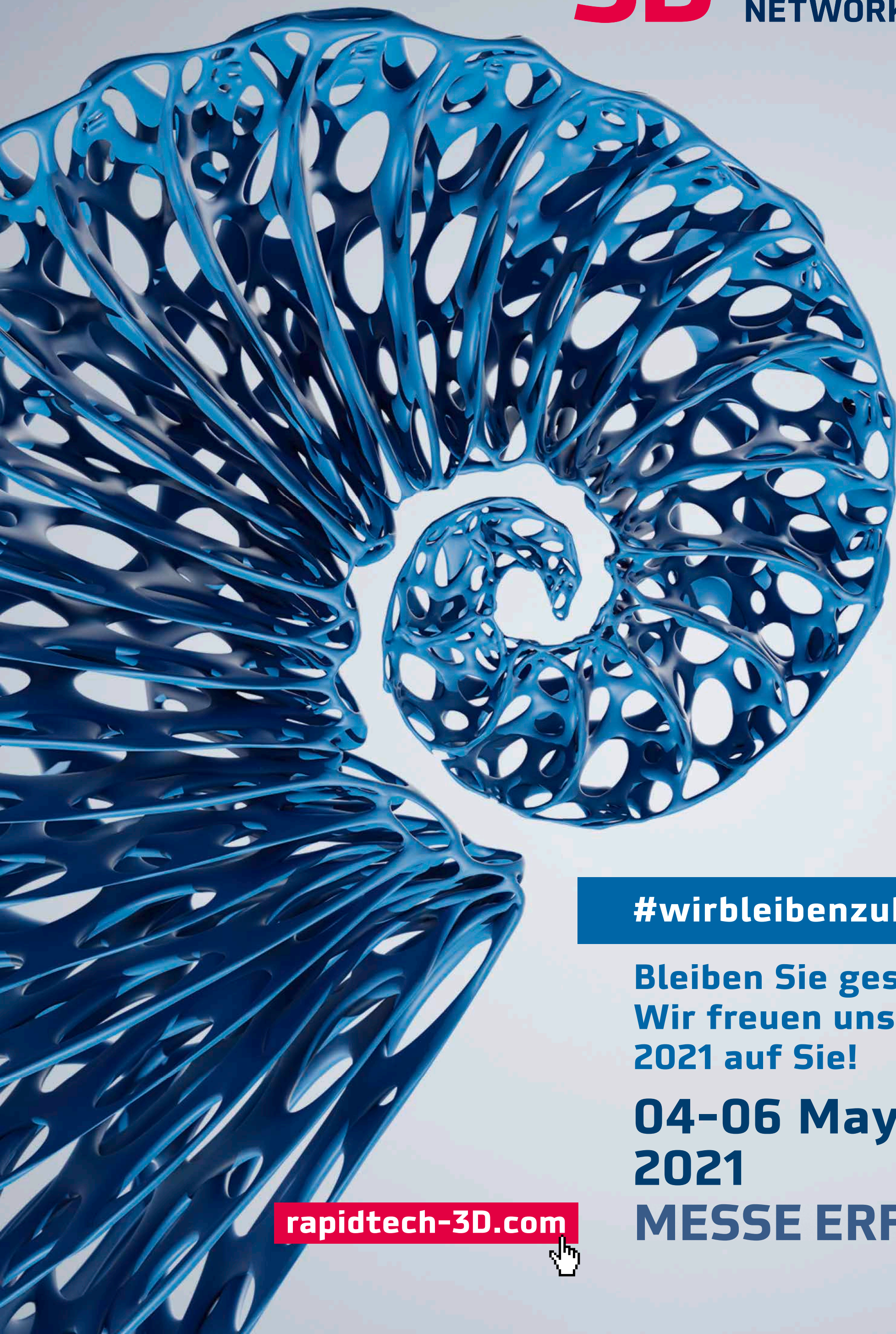


Web-Wegweiser:
www.hage3d.com

rapid.tech

3D

CONFERENCE
EXHIBITION
NETWORKING



#wirbleibenzuhause

**Bleiben Sie gesund.
Wir freuen uns in
2021 auf Sie!**

**04-06 May
2021**

MESSE ERFURT

rapidtech-3d.com



Ideal für komplexe Teile

Gerhard Maier

MIT FÜHREND IN DER STEREO-LITHOGRAFIE IST FORMLABS. WIR SPRACHEN MIT MARKUS MAGER, CUSTOMER DEVELOPMENT MANAGER, WAS MIT DEN FORMLABS-DRUCKERN MÖGLICH IST.

Markus Mager: „Was die Stückzahl angeht, spreche ich da schon von Losgrößen über 10.000.“

Fotos: Formlabs

Herr Mager, wie reif ist der 3D-Druck für die Serienfertigung? Eine Frage, die nicht leicht zu beantworten ist, da der Begriff Serienfertigung sehr dehnbar ist. Wie weit ist Formlabs schon auf diesem Weg?

Wir sind mit unseren [Druckern](#) durchaus in der Lage kleine bis mittlere Serien zu fertigen und das überwiegend bei höherwertigen Teilen. Was die Stückzahl angeht, spreche ich da schon von Losgrößen über 10.000.

Aber liegen wir da preislich nicht meist über einer herkömmlichen Fertigungsmethode?

Natürlich wird es bei großen Serien - etwa mit Spritzguss - günstiger als mit 3D-Druck. Je kleiner aber die Serien sind, desto mehr fallen dort die Werkzeugkosten ins Gewicht. Bei komplexen Bauteilen, die im Bereich von wenigen tausend Stück benötigt werden, können wir mit dem

3D-Druck durchaus günstiger sein. Ein entscheidender Vorteil ist aber die höhere Flexibilität, die ich mit dem 3D-Druck erreichen kann, da ich das Produkt beispielsweise auch in einer laufenden Serie abändern kann. Das kann sich bei hochwertigen Teilen eben auszahlen. Bei Massenteilen, die auch keine hohe Komplexität aufweisen, wird der Spritzguss auch weiterhin das Mittel der Wahl sein. Es geht aber auch nicht darum hier in Konkurrenz mit dieser Fertigungstechnologie zu treten.

Formlabs bringt ja die Stereolithografie zum Einsatz.

Wo liegt denn hier der größte Vorteil?

Das ist mit Sicherheit die hohe Oberflächengüte, die wir mit dieser Technik erzielen können.

Erspare ich mir da die Nacharbeit?

Das kann man nicht pauschal sagen. Bei vielen Anwendungen kann das der Fall sein, aber es gibt auch Teile die trotz allem eine Oberflächenpolitur benötigen. Allerdings kommen häufig Stützstrukturen zum Einsatz, die entfernt werden müssen. Dies ist aber abhängig vom Produktdesign. Dort kann man schon viel steuern, um eventuell auf Stützstrukturen verzichten zu können.

Stützstrukturen und deren Entfernung sind ein wichtiges Thema. Manche Hersteller setzen da auf einen Materialmix, der es erlaubt mit Wasserlöslichkeit oder unterschiedlichen Temperaturen zu arbeiten. Welche Strategie verfolgt Formlabs hier?

Wir gehen da andere Wege, da wir das nicht für sonderlich effizient halten. Allein schon was den Materialverbrauch angeht. Einerseits setzen wir schon beim Produktdesign an und versuchen auf Stützstrukturen verzichten zu können. Andererseits setzen wir bei unserer neuesten Druckergeneration darauf, dass wir mit noch feineren Kontaktpunkten arbeiten können. Diese ermöglichen es im Anschluss, Stützstrukturen sehr leicht herauszubrechen, was dann in der Nachbearbeitung Zeit und Kosten spart.

Inwieweit können Sie Ihre Kunden denn schon vorab, wie etwa eben angesprochen, beim Design unterstützen?

Unsere Kunden suchen Problemlösungen und da stehen wir ihnen von Beginn an zur Seite. Sei es beim Material, in dessen Entwicklung wir viel





Ein Formlabs Druckerpark: dieser kann bei überschaubarem Invest wachsen.

investieren oder eben schon in der Planungsphase eines Prozesses. Dazu haben wir unsere eigene Software im Portfolio und Experten, die unsere Kunden schon beim optimalen Produktdesign unterstützen.

Lassen Sie uns auch noch einmal über das Material sprechen. Welche Materialien lassen sich denn für die Stereolithografie verwenden?

Man darf das nicht mit den klassisch eingesetzten Kunststoffen vergleichen. Diese ließen sich für die Stereolithografie nicht verwenden. Wir entwickeln daher [eigenes Material](#), meist acryl-basierend.

Wir haben dadurch in unserem Portfolio sehr elastische, aber auch sehr steife [Materialien](#). Sehr Hitzebeständige, biokompatible oder auch druckbare Keramik – die Vielfalt ist da sehr groß und wir entwickeln ständig weitere. Zudem entwickeln wir auch speziell nach Kundenanfrage spezifische Materialien. Wir können dadurch sehr viele herkömmliche Materialien ersetzen und erreichen manchmal sogar bessere Materialeigenschaften.

Lassen sie uns zum Abschluss noch über die Zukunft sprechen. Wie sieht aus der Sicht von Formlabs die Zukunft des 3D-Drucks aus?

Wir sehen eine ähnliche Entwicklung wie in der Computerbranche. So wie die Entwicklung zum distriputed computing, also zur Vernetzung mehrerer Drucker. Wenn ich 50 [Drucker](#) zusammenschalte, dann fällt ein einzelner Ausfall nicht ins Gewicht. Da ist Formlabs mit seinen kleineren Maschinen prädestiniert. So kann auch ein ‚Drucker-Park‘ Stück für Stück wachsen, bei einem überschaubaren Investment. ■

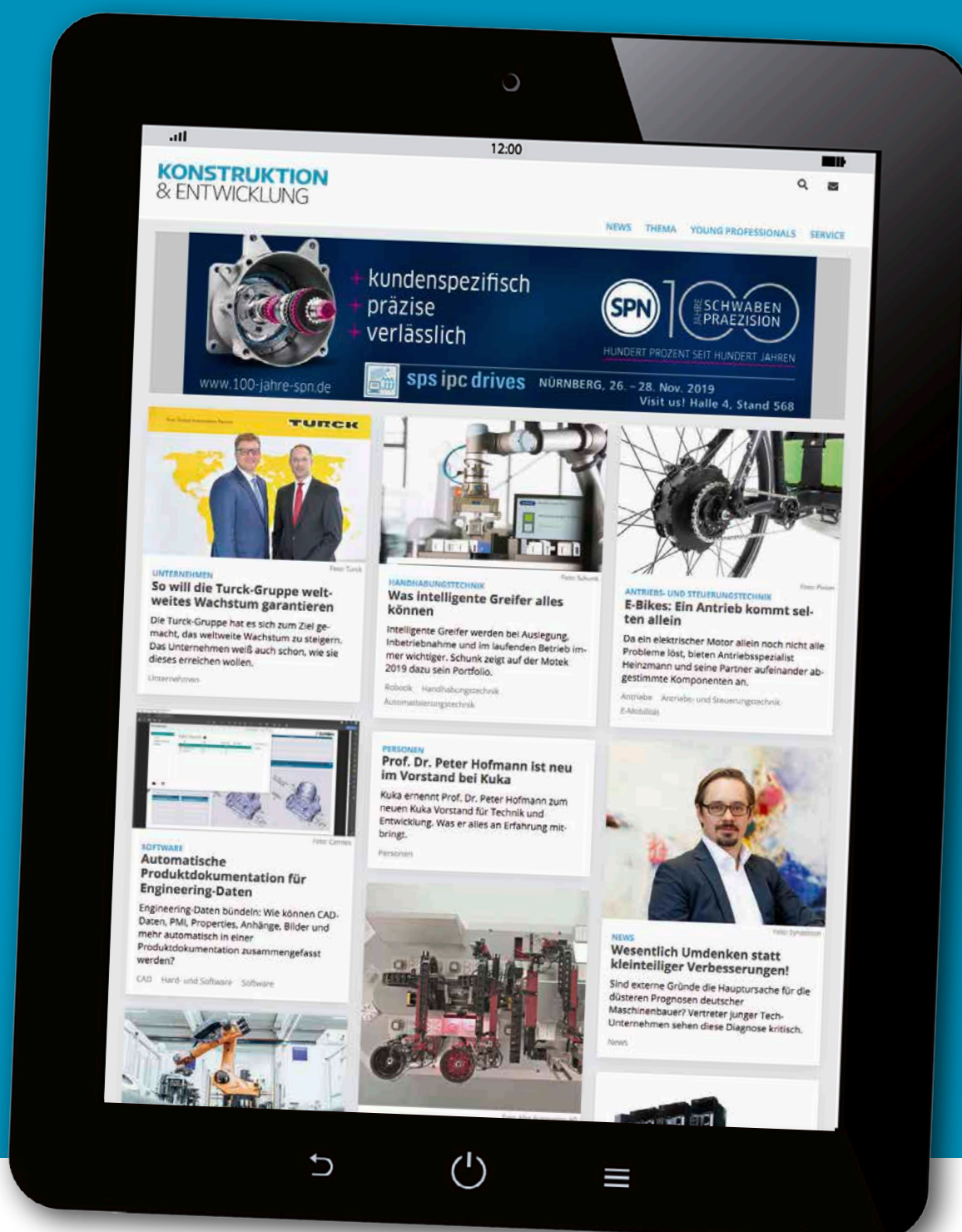


Web-Wegweiser:
www.formlabs.com

KONSTRUKTION & ENTWICKLUNG

WIE SIEHT DIE KONSTRUKTIONSWELT VON MORGEN AUS?

Wir zeigen Ihnen auf konstruktion-entwicklung.de die Technologien von morgen!



Besuchen Sie uns: KONSTRUKTION-ENTWICKLUNG.DE



Additive Minds für Medizintechnik

Gerhard Maier

DIE MEDIZINTECHNIK IST EIN SEGMENT, DAS VIELE EINSATZBEREICHE FÜR ADDITIVE FERTIGUNG BIETET. DR. FRANZISKA FUCHS, BUSINESS DEVELOPMENT MANAGER MEDICAL BEI EOS ERKLÄRT, WAS DAS UNTERNEHMEN HIER ZUM STARKEN PARTNER MACHT.

Fotos: EOS

Dr. Franziska Fuchs: „Der Anspruch von EOS ist seit jeher, nicht nur einen Drucker zu liefern, sondern eine Lösung.“



Frau Fuchs, wie hat sich denn aus Ihrer Sicht der 3D-Druck in den letzten Jahren in der Medizintechnik entwickelt?

In den letzten 10 Jahren hat sich hier einiges getan. Gerade die digitalen Prozessketten und neue Produkte haben viel zur positiven Entwicklung des Marktes beigetragen. So haben wir bei EOS bestehende und neue Materialien auf Biokompatibilität, das heißt die Eignung für den Einsatz am und im menschlichen Körper, hin untersuchen und zertifizieren lassen. Gemeinsam mit Industriepartnern wurden einsatznahe Belastungsstudien nach Normvorgaben durchgeführt, was besonders wichtig ist, um die Sicherheit für die Patienten zu gewährleisten und gleichzeitig die Akzeptanz der additiv gefertigten Medizinprodukte in der Industrie zu erreichen. EOS hat neue Materialien entwickelt, wie etwa das EOS PA 1101 Material, das zusätzlich zur Biokompatibilität gem. DIN EN ISO 10993 noch optimierte mechanische Eigenschaften

hat. Dieses Material hat eine hohe Bruchdehnung und vor allem splittert es nicht, wenn es doch brechen sollte. Das ist gerade bei Orthesen und Prothesen, die nicht nur im Alltag, sondern auch im Spitzensport eingesetzt werden, besonders wichtig. Zudem haben wir uns in den letzten Jahren intensiv mit den länderspezifischen Gesetzgebungen im Medizintechnik-Sektor weltweit beschäftigt um genau zu wissen, welche Anforderungen dort an die Medizinprodukte-Hersteller und uns als Technologie- und Werkstofflieferant gestellt werden. Diese Branchenexpertise stellen wir unseren Kunden mit Hilfe des [Additive Minds](#) Teams zur Verfügung.

Was wären denn im Medizinischen Bereich Serien-Produkte, für die der 3D-Druck prädestiniert ist?

Besonders jetzt während der Corona-Krise hat sich der Einsatz und die vielseitigen Möglichkeiten des industriellen 3D-Drucks im Markt bewährt. Beispielsweise nutzen namhafte Beatmungsgerätehersteller unsere Drucker und biokompatiblen Werkstoffe, um fehlende Teile wie z.B. Adapter in Serie herzustellen. Gerade wenn Lieferengpässe entstehen oder globale Lieferketten gestört sind, kann der industrielle 3D-Druck eine schnelle und zuverlässige Alternative sein. Auch wenn wir von Serienfertigung sprechen, sollte in der Medizintechnik die Möglichkeit der Individualisierung nicht außer Acht gelassen werden. Gerade Prothesen, die sich in Größe und Design auf dem ersten Blick nur marginal unterscheiden, können mit Hilfe der additiven Fertigung in Serie gefertigt werden. Wir haben aber auch ein Projekt bei dem wir mit unserem Kunden und Partner, Aetrex, zusammen individualisierte Schuheinlagen entwickelt haben und mit unserer Technologie in Serie herstellen. Bei dem Beispiel wird über eine Messstation der Fußabdruck genommen, dem individuellen Fußabdruck voll automatisiert das Design und die Materialeigenschaft zugewiesen und dann anschließend gedruckt.

Sie sprachen die verschiedenen Regularien in der Medizintechnik schon an. Warum ist es für EOS als Anlagen-Hersteller so wichtig hier eine umfangreiche Expertise zu besitzen?

Natürlich muss das Unternehmen, das die medizintechnischen Produkte auf den Markt bringt, die entsprechenden Regularien beachten. Viele Unternehmen tasten sich mit dem 3D-Druck aber noch an das Thema heran. Der Anspruch von EOS ist aber seit jeher, nicht nur einen Drucker



Bei EOS verfügt man über eine umfangreiche Expertise, was Anforderungen im Medizin-Sektor angeht.



zu liefern, sondern eine Lösung. Wir wollen unseren Kunden den Einstieg in die Technologie bzw. in eine bestimmte Branche so leicht wie möglich gestalten. Da gehört für uns dazu, dass wir dem Kunden auch beratend zur Seite stehen, was die Dokumentationspflicht in den verschiedenen Prozessschritten speziell für die additive Fertigung angeht. Medizintechnikingenieure, zertifizierte Berater für Medizinprodukte und Qualitätsmanagementexperten können somit ideal unsere Kunden bei der Prozesseinführung beratend begleiten. So lassen sich die entsprechenden Hürden in Punkto Regularien für unsere Kunden schnell meistern. Genauso wichtig ist es aber auch, dass wir unseren Kunden zu wesentlichen Materialeigenschaften eine dokumentierte Vorprüfung mitliefern. Mit dieser Zertifizierung der Materialien, abgestimmt auf die Fertigungsprozesse heben wir uns im Markt durchaus ab.

Und wie fließt diese Expertise in die EOS-Anlagen mit ein?

Das wirkt sich vor allem auf die Dokumentation und Prozess-Überwachung aus, da in der Medizintechnik die Rückverfolgbarkeit der produzierten Teile ein großes Thema ist. Wir liefern entsprechende Messeinheiten und Sensoren, damit der Produktionsprozess optimal dokumentiert werden kann. Diese Dokumentation kann dann zum Beispiel der digitalen Patientenakte mit beigefügt werden.

Auch ein Qualitätsreport ist über eines unserer erhältlichen Software Tools erstellbar.

Wie wichtig ist es heute für Anbieter von 3D-Druckern sich in bestimmten Bereichen ein weitreichendes Know-how aufzubauen?

Sehr wichtig. EOS hat schon seit Firmengründung vor dreißig Jahren den Anspruch, das entsprechende Branchenverständnis mit aufzubauen. Wir

wollen verstehen, was unsere Kunden beschäftigt und brauchen, um entsprechende Antworten für deren Herausforderungen geben zu können. Diese Erfahrung und Expertise zeichnet uns gerade bei einer wachsenden Zahl von Marktbegleitern aus und wird immer wichtiger.

Nicht für alle medizinischen Anwendungen ist die EOS-Technologie die ideale für eine optimale Umsetzung. Wie gehen Sie damit um, wenn ein Kunden mit solch einer Fragestellung auf Sie zukommt?

Offen und ehrlich. Natürlich haben die verschiedenen Verfahren ihre unterschiedlichen Stärken. Wir bei EOS haben das erkannt und verfügen über ein umfangreiches Partnernetzwerk und Ecosystem. So können wir für unsere Kunden das optimale Verfahren bzw. den optimalen Werkstoff zum Einsatz bringen und ihn aus einer Hand beraten. Insgesamt betrachtet muss aber die ganze Prozesskette ideal abgestimmt sein. Darauf legen wir großen Wert und wollen hier immer einen Schritt voraus sein und mit unseren Kunden die gesamte Prozesskette als Lösung entwickeln. ■



Web-Wegweiser:
www.eos.info

PROFIWISSEN

FÜR ENTSCHEIDER

SCHNEIDBERENNEN
METALL
MECHATRONIK
INNOVATIONEN

Wörterwolke: LASERZELLE, RATIONALISIERUNG, KONSTRUKTION, ROBOTER, MASCHINENBAU, SPANGEBENDE, METALLBEARBEITUNG, TRANSPORT, FERTIGUNGSPROZESSE, BILDVERARBEITUNG, WAFERHANDLING, TRANSPORTSYSTEME, LASERSCHNEIDEN, ANTRIEBE, LASERTECHNIK, BLECHBEARBEITUNG, WERKZEUGMASCHINEN, ECNC, FERTIGUNG, SCHMIEREN, MESSTECHNIK, MATERIALFLUSSLÖSUNGEN, ANLAGENBAU, ELEKTROTECHNIK, FAHRZEUGBAU, AUTOMATION, ENTWICKLUNG, WERKZEUGE, HANDLING, STEUERUNG, STANZEN, KÜHLEN, WERKSTÜCKTRÄGER, 3D-SCHWEISSEN, PROZESSSICHERHEIT, PRODUKTIVITÄT, REINIGEN, FÜR ENTSCHEIDER, SCHNEIDBERENNEN, METALL, MECHATRONIK, INNOVATIONEN.



schlütersche

SCHLÜTERSCHER VERLAGSGESELLSCHAFT MBH & CO. KG

Gögginger Str. 105 a | 86199 Augsburg | Telefon 0821 319880-0 | Fax 0821 319880-80
www.schluetersche.de | vg-augsburg@schluetersche.de



Carl Fruth: „Wer einen eigenen 3D-Drucker hat, muss mit den Stärken und Schwächen dieses Gerätes leben.“

Fotos: Günter Kögel / FIT

Kooperation mit Zukunft

Günter Kögel

WARUM MEDIA MARKT SATURN UND FIT BEI DER ADDITIVEN FERTIGUNG ZUSAMMENARBEITEN.

3D-gedruckte Bauteile bei Media Markt Saturn kaufen? Kein Problem. Eine Kooperation mit der FIT AG macht's möglich. Ein Interview mit FIT-CEO Carl Fruth gibt Aufschluss über interessante Details der Zusammenarbeit.

Herr Fruth, wie kam es zur Kooperation von FIT mit Media Markt Saturn?

Wie arbeiten schon lange mit Media Markt Saturn zusammen. Denn DIG:ET, ein Unternehmen aus der Region, liefert seit vielen Jahren Digitalisierungslösungen an Media Markt Saturn. DIG:ET hat zudem schon vor einigen Jahren damit begonnen, Lösungen mit Additiver Fertigung für Media Markt Saturn bereitzustellen. Ein Beispiel dafür ist die Scanstation, mit der sich Menschen scannen lassen können, um auf Basis dieser Daten kleine lebensechte Figuren – so genannte Figurins – 3D-drucken zu können. Zudem haben wir uns in letzter Zeit zusammen mit Media Markt Saturn intensiv darum gekümmert, welche Auswirkungen die Additiven Fertigungstechnologien auf ihr Geschäft haben und welche Anforderungen auf ein Unternehmen wie Media Markt Saturn in Zukunft zukommen.

Und die wären?

Einer der wesentlichen Veränderungen ist der Umgang mit defekten Produkten: Hier gibt es prinzipiell zwei Möglichkeiten: Reparieren oder durch ein neues Gerät ersetzen. Vor allem bei kleinen und einfacheren Geräten wird aus Gründen der Produkthaftung in den ersten zwei Jahren meistens das Gerät ausgetauscht. Bei größeren elektrischen Geräten wäre aber ein Austausch bei jedem Defekt wirtschaftlich nicht darstellbar. Diese Geräte werden repariert und dafür müssen die entsprechenden Ersatzteile bereitgestellt werden. Hier gehen unsere gemeinsamen Überlegungen dahin, diese Ersatzteile nicht mehr auf Lager zu legen, sondern bei Bedarf additiv zu fertigen.

Welche Vorteile hätte denn die Additive Fertigung der Ersatzteile?

Ein großes Problem und ein großer Kostenfaktor ist heute die Bevorratung der Ersatzteile: Niemand weiß, welches Ersatzteil wie oft benötigt wird. Deshalb gehen die Unternehmen auf die sichere Seite und lagern erhebliche Mengen

>>Wir haben uns zusammen mit Media Markt Saturn darum gekümmert, welche Auswirkungen Additive Fertigungstechnologien auf ihr Geschäft haben.<<

Carl Fruth





Carl Fruth (li.): „Wir haben uns zusammen mit Media Markt Saturn darum gekümmert, welche Auswirkungen die Additiven Fertigungstechnologien auf ihr Geschäft haben und welche Anforderungen auf ein Unternehmen wie Media Markt Saturn in Zukunft zukommen.“

an Bauteilen ein, von denen dann die meisten irgendwann weggeworfen werden. Diese Ressourcenverschwendung lässt sich aber mit dem Zeitgeist und der angestrebten Nachhaltigkeit nicht mehr vereinbaren. Dies hat auch der Gesetzgeber erkannt und entsprechend reagiert: Im nächsten Jahr soll es für bestimmte Produktklassen verboten werden, dass die defekten Geräte einfach weggeworfen und durch Neugeräte ersetzt werden. Heißt: Die Unternehmen werden gezwungen, defekte Geräte zu reparieren. Hierfür braucht es Lösungen und daran arbeiten wir. Denn Media Markt Saturn ist ein Unternehmen, das sich sehr mit diesem Thema beschäftigt und intensiv an der Entwicklung nachhaltiger Lösungen arbeitet und FIT kann hier seine langjährigen Erfahrungen mit der Additiven Fertigung einbringen.

Was ist denn die Schwierigkeit bei der Additiven Fertigung von Ersatzteilen?

Es geht nicht darum, ein konventionell hergestelltes Bauteil 1:1 nachzubauen, sondern die benötigte Funktion umzusetzen in ein additiv gefertigtes Bauteil. Die Additive Fertigung ist nun mal ein anderes Verfahren mit anderen Anforderungen. Wir können deshalb meistens nicht das Teil 1:1 nachbauen, aber wir können praktisch immer ein Teil herstellen, das die Funktion 1:1 erfüllt.

Dafür ist aber eine Analyse nötig und ein Konzept, wie man mit additiven Technologien entsprechende Ersatzteile herstellen kann. Das sind aufwendige Entwicklungen und dafür braucht man erfahrene, stabile Partner – wie FIT und Media Markt Saturn. Die Ersatzteilversorgung ist übrigens nur ein Teil unserer Zusammenarbeit.

Und was ist dann der andere Teil?

Media Markt Saturn verfügt auch über eine Business-Sparte, bei der speziell geschulte Berater kleinere Unternehmen coachen und bei der Beschaffung geeigneter Elektrogeräte unterstützen. So gibt es speziell ausgebildete Mitarbeiter, die zum Beispiel Arztpraxen in Sachen Elektrogeräte beraten. Da kommt es immer wieder vor, dass sich bestimmte Anforderungen nicht mit Standardlösungen erfüllen lassen. Wir schulen die Businessberater, welche Möglichkeiten die Additive Fertigung bietet, um Sonderwünsche erfüllen zu können.

Können Sie uns denn ein Beispiel für solche Sonderlösungen nennen?

Ein aktuelles Beispiel ist ein Zahntechniker mit mehreren Arbeitsplätzen, auf denen Zahnprothesen oder ähnliches hergestellt werden. Hier sind durch besondere örtliche Gegebenheiten speziell geformte Halterungen oder Absaugungen nötig – ganz alltägliche Dinge, die sich sehr gut additiv herstellen lassen. Und das können wir bei FIT sehr gut. Wir haben bei uns im Unternehmen bestimmt 1.000 oder sogar 2.000 additiv gefertigte Teile im Einsatz, die unseren Mitarbeitern die Arbeit erleichtern.

Die große Mehrheit der Unternehmen in Deutschland hat gar nicht den Zugang zu entsprechenden Maschinen zur Additiven Fertigung, selbst wenn die Ideen vorhanden wären. Die Business Berater des Mediamarkts wissen jetzt aber nicht nur, was möglich ist. Sie haben mit FIT auch ein Unternehmen als Partner im Hintergrund, das diese Ideen sehr schnell umsetzen kann. Wie ich finde, eine sehr gute Win-Win-Situation, denn wir als FIT könnten dies nie alleine stemmen: der Aufwand, auf die einzelnen Unternehmen zuzugehen, würde sich für uns niemals rechnen. Und die Firmenkundenbetreuer des Mediamarktes haben zusätzliche Möglichkeiten, um die Zufriedenheit der Kunden zu steigern und die Kundenbindung zu erhöhen. Die ersten Schulungen der Business Berater sind schon gelaufen und die neuen Leistungen wurden auch schon in die Website des Mediamarktes aufgenommen. Aktuell starten wir mit den ersten Projekten und Aufträgen und dies ist für uns alle sehr spannend.



Ersatzteilherstellung braucht ein Konzept und ist eine Sache für Spezialisten.



Aber die Unternehmen könnten sich doch auch einen eigenen 3D-Drucker kaufen und die entsprechenden Teile selbst herstellen...

Das könnten Sie, aber ich bezweifle sehr, dass der Aufwand im Verhältnis zum Nutzen steht. Lassen Sie mich etwas ausholen: Wir bei FIT versuchen immer bei neuen Entwicklungen ganz vorn dabei zu sein, um unseren Kunden früh Zugriff auf neue Technologien geben zu können. Und gerade die Entwicklung in den letzten zwei oder drei Jahren hat gezeigt, dass dies der richtige Ansatz ist. Gleichzeitig hat sich aber auch gezeigt, dass es für den Großteil der Unternehmen keinen Sinn macht, eigene Geräte für die Additive Fertigung anzuschaffen. Es gibt inzwischen so viele unterschiedliche Verfahren und Systeme, dass nur große und auf die Additive Fertigung fokussierte Unternehmen wie FIT hier noch mithalten und sich alle relevanten Systeme ins Haus holen können. Wer einen eigenen 3D-Drucker hat, muss mit den Stärken und Schwächen dieses Gerätes leben. Wer mit einem Partner wie FIT zusammenarbeitet, kann für jede Aufgabe die optimale Technologie nutzen. Ich glaube deshalb, dass die Additive Fertigung immer mehr auf spezialisierte Unternehmen übergehen wird, die ein großes Spektrum abdecken können. ■



AddMag

FASZINATION ADDITIVE FERTIGUNG

Druckauflage: 30.000 Exemplare
Buchen Sie jetzt Ihre Anzeige!

**Präsentieren Sie
Ihre Marke in der
Herbstausgabe
von AddMag und
erreichen Sie Ihre
Zielgruppe in der
Industrie!**

Sprechen Sie uns an:
David Holliday
Tel: 0821 31988066
holliday@schluetersche.de



Die Herangehensweise macht's

ERFOLGREICH BAUTEILE ADDITIV ZU PRODUZIEREN IST KOMPLEX. GERADE DER EINSTIEG FÄLLT SCHWER. MIT DER RICHTIGEN BERATUNG KANN DAS ABER GELINGEN, WEISS JOHANNES LUTZ VON DER 3D INDUSTRIE GMBH.



Johannes Lutz: „Oft fehlt der gezielte Aufbau von Wissen.“

Foto: Johannes Lutz

Eine neue Fertigungstechnologie wie der 3D-Druck verlangt ein neues Zusammenspiel von Menschen, Maschinen, Orten und Abläufen. Der erfolgreiche Einsatz eines industriellen 3D-Druckers sowie die Realisierung von 3D-gedruckten Bauteilen setzt also laut Johannes Lutz eine andere Denk- und Herangehensweise voraus, als dies mit bekannten traditionellen Fertigungsverfahren der Fall ist. Aus seiner Erfahrung setzt sich das aber manchmal nur schwer durch, und werde in Unternehmen oft durch die Unsicherheit blockiert, ob sich der Einsatz von 3D-Druck überhaupt lohne. „Es gibt Unklarheit über die passende Drucktechnologie sowie die Angst eine Fehlentscheidung für die Zukunft zu treffen. Oft fehlt hier Orientierung und ein klarer Plan zu Beginn, sowie der gezielte Aufbau von Wissen“, erklärt Johannes Lutz. Um hier gegen zu wirken ist eine herstellerneutrale und auf Anwendungen basierte Potenzialanalyse, wie sie 3D Industrie anbietet, sehr hilfreich. Dabei lassen sich bisher verborgene Anwendungen finden und auf Machbarkeit mit 3D-Druck analysieren. Diese Vorgehensweise habe schon viele neue Anwendungen hervorgebracht. „Wenn Sie also in diese Zielgruppe fallen und erfolgreich mit 3D-Druck beginnen wollen, ohne auf die falsche Technologie zu setzen, stehen wir gerne in einem kostenfreien Erstgespräch zur Verfügung“, lädt Johannes Lutz ein. Wer sich erst einmal grundsätzlich informieren will, der findet viele interessante Informationen und Interviews in den [Podcasts](#) von Johannes Lutz. ■



Web-Wegweiser:
www.3dindustrie.de

Luftfahrt- bauteile günstiger



Günter Kögel

EVO-TECH GELINGT 3D-DRUCK MIT LEXAN, WAS GEGENÜBER ULTEM ZU ERHEBLICHEN KOSTENVORTEILEN FÜHRT.

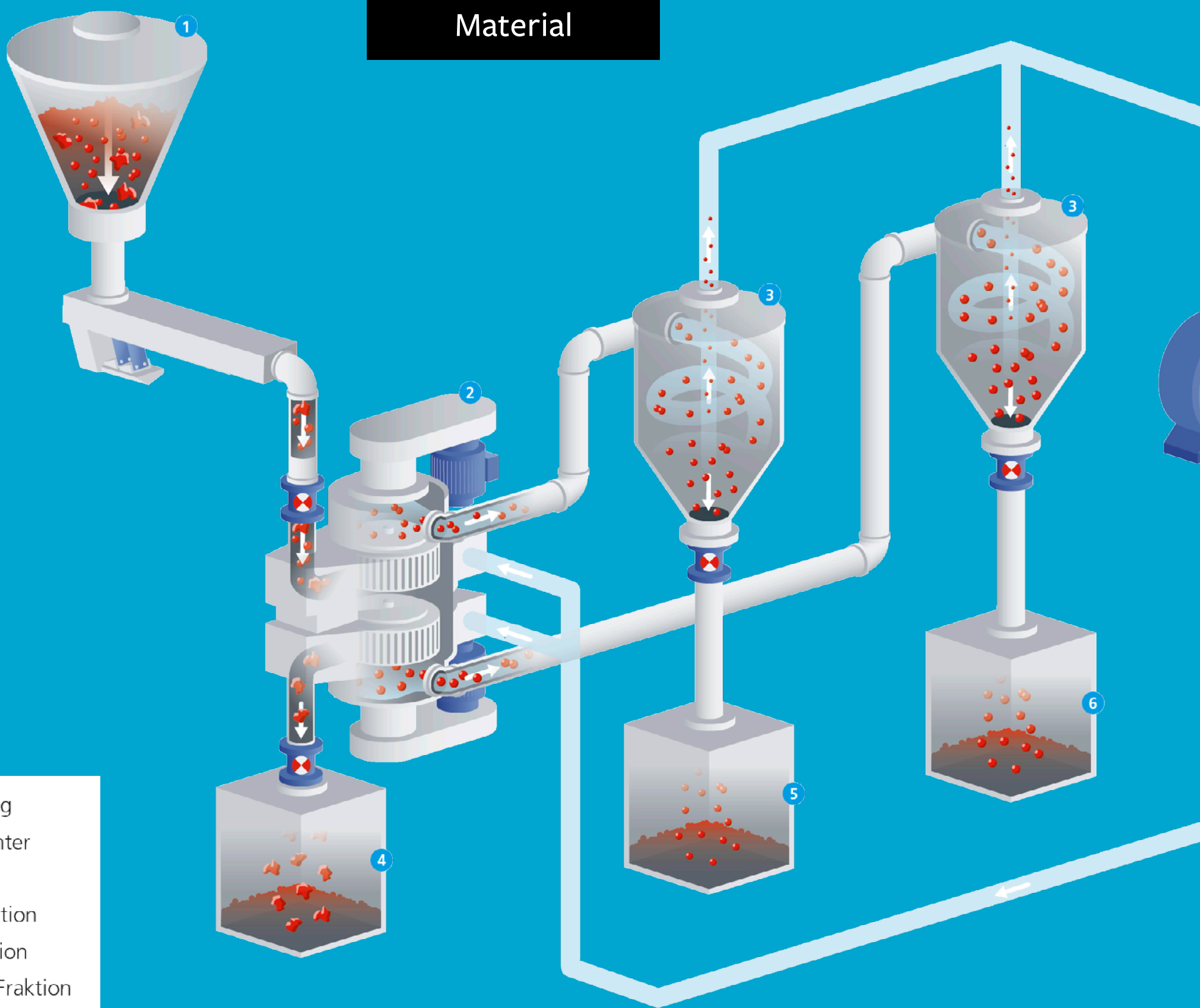
Der Flugzeugbau steht vor großen Herausforderungen, vor allem durch den ständig steigenden Kosten- und Termindruck. Ein bei der Luftfahrt traditionell sehr großer Hebel, um die Kosten zu senken, ist das Gewicht. Gerechnet auf die Lebensdauer eines Flugzeuges entspricht eine Gewichtsreduzierung von 1 kg einer Einsparung von 80.000 Liter Kerosin und damit rund 32.000 EUR – oder aus Umweltsicht relevanter: das sind 200 t weniger CO₂. Im Flugzeugbau werden häufig die Werkstoffe [Ultem 9085](#) und [Ultem 1010](#) eingesetzt, die eine hohe Zugfestigkeit und ein hohes Biegemodul bieten und bis 185 °C bzw. 210 °C formbeständig sind, die aber auch ihren Preis haben. Evo-Tech ist es gelungen, mit seinen 3D-Druckern [Lexan](#) (PC) zu verarbeiten. Nach Worten von Kevin Griesmayr, technischer Geschäftsführer von Evo-Tech mit jahrelanger Luftfahrterfahrung, ist [Lexan](#) ein branchengeschätztes Polymer mit hohem Bekanntheitsgrad aus dem Spritzgussbereich. [Lexan](#) liegt zwar bei Zugfestigkeit, Biegemodul und Formbeständigkeit rund 20% unter den Werten von Ultem, hat aber wesentliche Vorteile bei der Nacharbeit und vor allem bei den Kosten. So ist [Lexan](#) rund 30% günstiger als [Ultem 9085](#) oder sogar 40% günstiger als [Ultem 1010](#). Noch deutlicher fallen die Einsparungsmöglichkeiten beim Stützmaterial aus, dessen Preis beim Einsatz von [Lexan](#) um über 50% unter dem des Ultem-Stützmaterials liegt. ■

Das im Flugzeugbau eingesetzte Ultem ist sehr kostspielig. Evo-Tech kann nun eine günstige Alternative drucken.

Foto: Evo-Tech



Web-Wegweiser:
www.evo-tech.eu

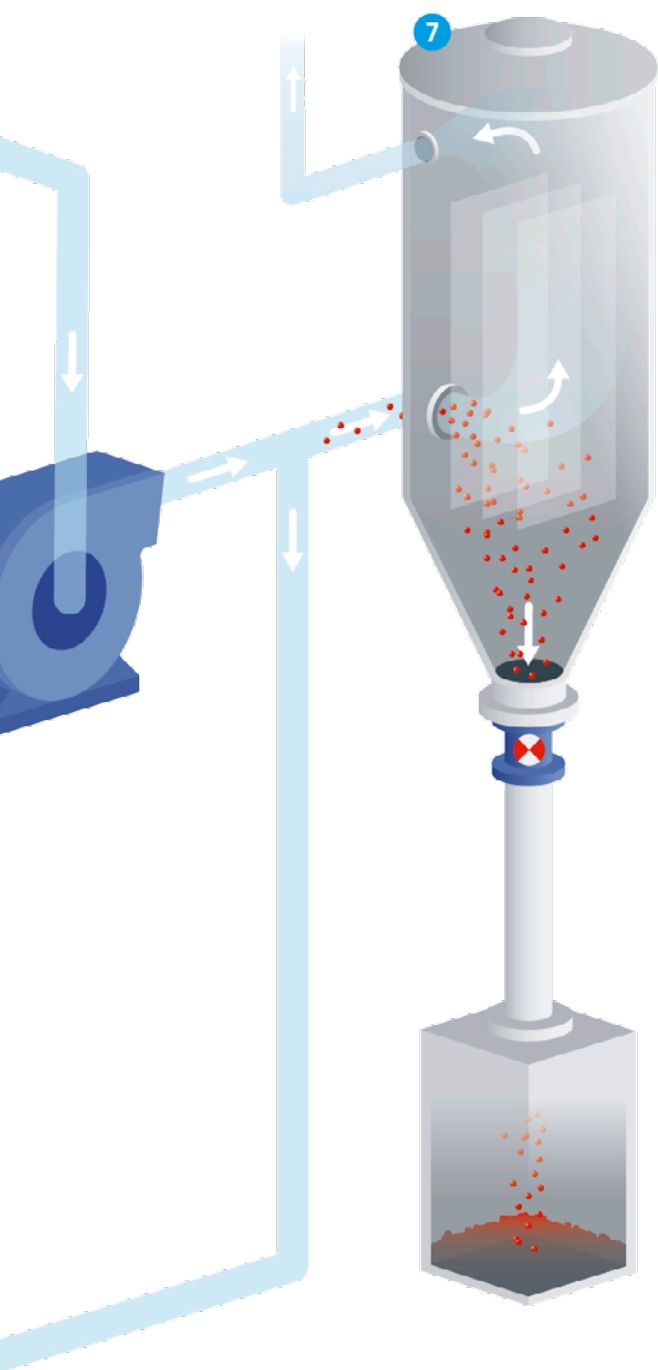


- 1 Dosierung
- 2 TTSP Sichter
- 3 Zyklon
- 4 Grobfraktion
- 5 Feinfraktion
- 6 Mittlere Fraktion
- 7 Filter

Königsweg zum perfekten Pulver

Daniel Droop

EIN AUS METALL GEDRUCKTES BAUTEIL IST NUR SO GUT WIE DAS VERWENDETE PULVER. DER WEITERENTWICKELTE TANDEM-FEINSTSICHTER TTSP VON HOSOKAWA ALPINE ERMÖGLICHT DIE HERSTELLUNG EINER GEWÜNSCHTEN PARTIKELGRÖSSENVERTEILUNG IN NUR EINEM PROZESSSCHRITT.



Aufbau des **Tandem Feinstsichters TTSP** von **Hosokawa Alpine**.

Als effiziente und kostengünstige Alternative zu traditionellen Fertigungsmethoden haben sich vor allem Schichtbauverfahren wie das Selective Laser Melting (SLM), auch bekannt als Powder Bed Fusion, etabliert. Bei dem Produktionsverfahren wird das entstehende Bauteil in einem Pulverbett sukzessive aus einer Vielzahl von etwa 0,02 bis 0,2 mm dünnen Pulverschichten aufgebaut. Das SLM Verfahren überzeugt insbesondere bei der Fertigung hochkomplexer und leichter Bauteile, die im besten Fall zusätzliche Eigenschaften und Funktionen aufweisen können. Gegenüber traditionellen Fertigungsverfahren kann mit dem SLM Verfahren die Anzahl der notwendigen

Einzelbauteile reduziert und damit Ressourcen eingespart werden.

So wird das Pulver hergestellt

Für einen zuverlässigen 3D-Druck ist die Qualität des Metallpulvers entscheidend. Da der Trend hier zu immer feineren Produkten geht, wird die Herstellung zunehmend herausfordernder. Zur Pulvergewinnung werden die metallischen Rohstoffe induktiv aufgeschmolzen und in einer Gasverdünnungsanlage zu Pulver verarbeitet. Im Gasstrom kühlen sich die entstehenden Pulverpartikel vergleichsweise langsam ab und können sich vor dem Erstarren zu Kugeln formen. Ein Vorgang, der durch die Oberflächenspannung selbständig abläuft. Mit kugelförmigen Partikeln lassen sich Bauteile hoher (Packungs-)Dichte herstellen, deren Eigenschaften vergleichbar mit denen aus Vollmaterial sind. Neben der Partikelform ist auch die Partikelgröße ein entscheidender Faktor für die Pulverqualität und damit

Für einen zuverlässigen Metalldruck ist die Qualität des Metallpulvers entscheidend.

für die gleichbleibenden Eigenschaften von Bauteilen. Übergroße Partikel würden im Pulverbett des Druckers zu Riefen und dadurch zu inhomogenen Bauteilen führen. Die im Pulver verbliebenen feinsten Stäube sind problematisch, da sie die Rieselfähigkeit und das Fließverhalten des Pulvers verschlechtern. Wenn diese Schüttguteigenschaften nicht optimal eingestellt sind, kann es im Druckprozess zu unterschiedlich dichten Bauteilen bis hin zu Poren kommen. Daher muss das Produkt einer Gasverdüsungsanlage weiter aufbereitet und die Korngröße der Pulver in einem Klassierprozess eingestellt werden. Übliche Pulversorten für das SLM Verfahren besitzen ein Oberkorn x_{95} von etwa 40 – 50 μm ; andere Anwendungen verarbeiten Pulver von 80 – 100 oder sogar 150 μm . Insbesondere die feineren Sorten werden zur Verbesserung der Rieselfähigkeit und Fließeigenschaften entstaubt. Hierfür müssen Feinanteile kleiner ca. 15 – 20 μm entfernt werden. Das verbliebene Endprodukt lässt sich dann gut zu dünnen, dicht gepackten und homogenen Schichten ausbringen, wie sie für das SLM Verfahren benötigt werden. Derzeit wird der obere Trennschnitt meist in einer Siebmaschine durchgeführt und zur Verbesserung der Schüttguteigenschaften eine Entstaubung mittels einer einfachen Sichtung nachgeschaltet. Für den dazu erforderlichen Trennschnitt bei 15 – 20 μm wäre eine Siebung nicht mehr wirtschaftlich anzuwenden.

Optimal für die Additive Fertigung ausgelegt

Der weiterentwickelte Tandem Feinstsichter TTSP von Hosokawa Alpine ist exakt auf die Anforderungen der additiven Fertigung zugeschnitten und ermöglicht die Herstellung einer gewünschten steilen Partikelgrößenverteilung in nur einem Prozessschritt. Das Aufgabematerial für den Sichtprozess stammt üblicherweise aus einer Verdüsungsanlage und wird über Dosierbehälter kontinuierlich dem TTSP Sichter zugeführt. In der oberen Sichtstufe erfolgt die Abtrennung der unerwünschten Staubanteile, die kleiner 15 μm sind. Dieser Staub wird pneumatisch aus dem Sichter befördert und in einem Zyklon oder Filter abgeschieden.

Das finale Produkt wird mit der zweiten Sichtstufe erzeugt. Dafür lässt das untere Sichtrad Partikel bis zum gewünschten Durchmesser von z.B. 40 μm passieren, wobei die Trenngrenze wesentlich gröber oder feiner eingestellt werden kann. Der Abtransport zum Zyklon oder Filter erfolgt für die mittlere Fraktion pneumatisch. Grobe Anteile werden von beiden Sichträdern abgewiesen und am unteren Ende der Maschine als Grobfraction ausgetragen. Die Verarbeitung von Metallpulver muss in der Re-

gel in einer inerten Atmosphäre stattfinden, um unerwünschte Reaktionen des Pulvers mit dem Prozessgas zu vermeiden. Dazu werden TTSP Anlagen gasdicht ausgeführt und das eingesetzte Inertgas im Kreislauf wiederverwendet. Es gilt auch zu verhindern, dass sich an den metallisch blanken Oberflächen der Pulverpartikel Oxid- oder Nitridschichten bilden, welche die Eigenschaften der Pulver negativ beeinflussen würden. Durch die stufenlos einstellbaren Trenngrenzen beider Sichtstufen kann das vorhandene Ausgangsmaterial optimal genutzt werden.

Bei der Partikelgrößenverteilungen, die bei der Aufbereitung eines Pulvers für SLM Anwendungen entsteht, hat das Zielprodukt eine Kornverteilung von ca. 15 bis 45 μm . Mit diesen Korngrößen sind die Möglichkeiten des Sichters noch längst nicht ausgereizt. Materialabhängig sind am groben Ende des Einsatzbereichs Trenngrenzen bis ca. 160 μm möglich. Am feinen Ende des Einsatzbereichs können 4 Pulver unterhalb von 10 μm hergestellt werden.

In vier Baugrößen verfügbar

Diese Feinheit wird beispielsweise für noch feinere Strukturen beim Micro-SLM Verfahren benötigt. Der TTSP ist aktuell in vier Baugrößen verfügbar und auf die Verarbeitung von 30 bis zu 300 kg/h Metallpulver ausgelegt. Bereits die kleineren Ausführungen bewältigen den Ausstoß einer üblichen Gasverdüsungsanlage. Der Einsatz eines 3-Fractionen-Sichters kann einen Prozessschritt einsparen. Dadurch entfällt der Aufwand für das Handling des Produkts bei der Siebung ebenso wie Rüst-, Kontroll- und Wartungszeiten. Der Betreiber gewinnt Flexibilität bei der Einstellung der Trenngrenzen und verbessert seine Prozessstabilität durch einen robusten Prozess. ■



Die gewünschte Partikelverteilung wird in nur einem Prozessschritt erreicht.

Fotos: Hosokawa

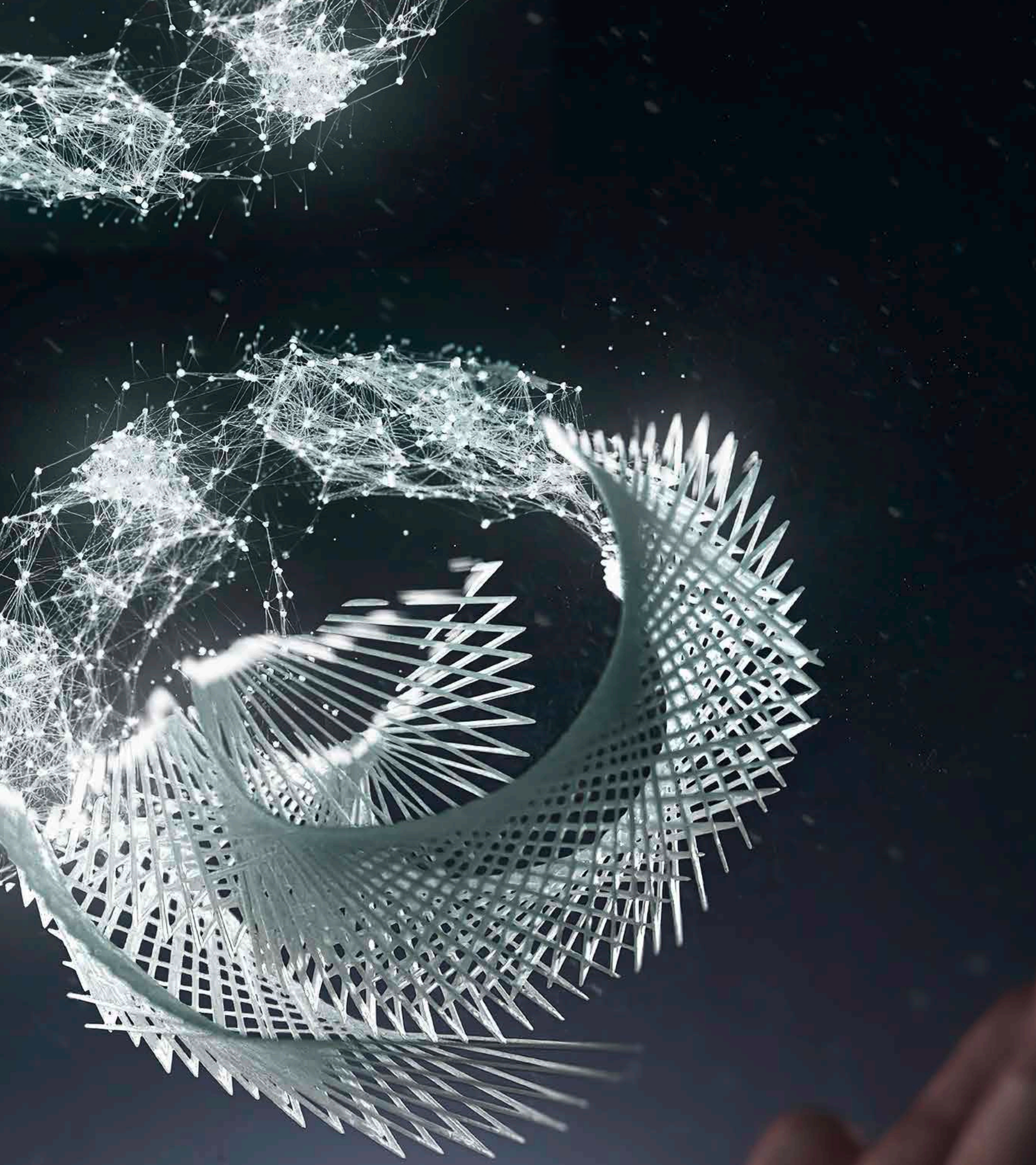
Schneller mit Automation

DAS MIT 10,7 MILLIONEN EURO GEFÖRDERTE PROJEKT POLYLINE MÖCHTE DIE AUTOMATISIERUNG DER ADDITIVEN FERTIGUNG IN DER AUTOMOBILINDUSTRIE VORANTREIBEN. MIT DABEI SIND AUCH DIE AUTOMATISIERUNGSEXPERTEN VON GRENZEBACH.

Nach dem erfolgreichen Projekt NextGenAM, einer vollautomatisierten Produktionslinie für Metallbauteile, ist Grenzebach nun auch Teil des Projekts Polyline.

Digitalisierte Fertigungslinie für Kunststoffbauteile

Das Polyline-Projekt bringt 15 Industrie- und Forschungspartner aus Deutschland zusammen, um eine digitalisierte Fertigungslinie der nächsten Generation zu entwickeln. Mit dieser sollen Kunststoffbauteile für die Automobilbranche hergestellt werden. Ziel ist es die konventionellen Fertigungstechniken (z. B. Zerspanen, Gießen, etc.) mit der additiven Fertigung (Additive Manufacturing, AM) in Form von durchsatzstarken Linienproduktionssystemen zu ergänzen. Gefördert wird das Projekt vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit insgesamt 10,7 Millionen Euro. Die Projektlaufzeit beträgt drei Jahre. Mit dem Auftakttreffen aller Konsortialpartner am 4. März 2020 bei EOS in Krailling bei München wurde Polyline offiziell gestartet.



Additive Manufacturing kann nahezu jede Geometrie und selbst komplexe Strukturen ohne wesentlichen Mehraufwand realisieren – ein großer Schritt in Richtung Massenfertigung individualisierter Produkte. Derzeit ist sowohl die vertikale als auch die horizontale Integration additiver Fertigungsverfahren in konventionelle Linien jedoch nur in einem begrenzten Rahmen umsetzbar, da es an prozessketten-übergreifenden Standards mangelt. Dies liegt an AM-spezifischen Produkti-



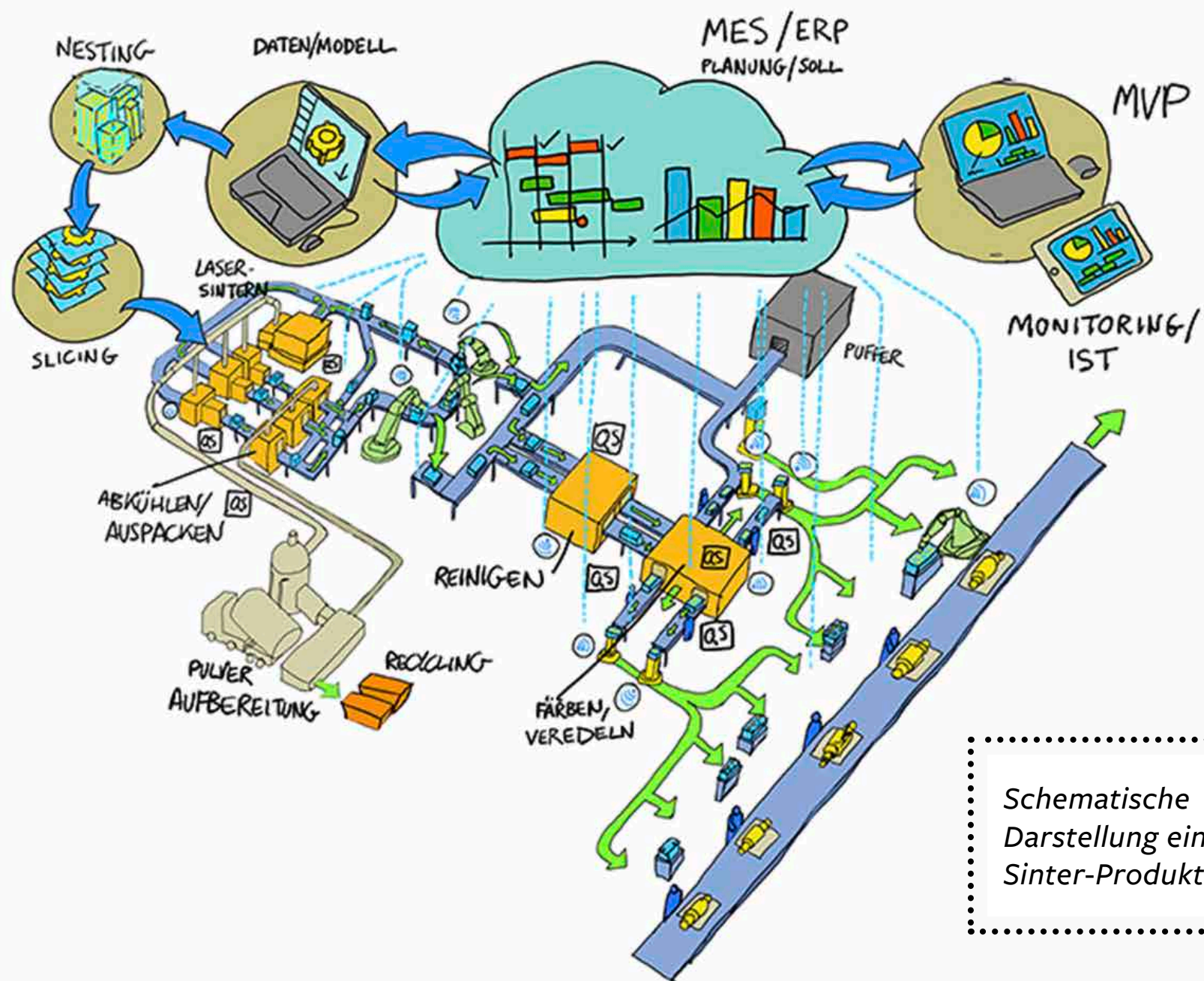


Die Teilnehmer der Auftaktveranstaltung von Polyline bei EOS in Krailling.

Es ist entscheidend, dass alle Kennwerte und Qualitätskriterien erfasst werden.

onsschritten (z. B. Produktionszeit im „Batch-Prozess“) und dem allgemein niedrigen Automatisierungsgrad der physischen Handling- und Transportprozesse. Zum anderen ist die digitale Datenkette entlang der horizontalen Prozesskette an vielen Schnittstellen nicht durchgängig, was gegenwärtig zu Intransparenz, Fehleranfälligkeit und eingeschränktem Monitoring entlang der Prozesskette führt und eine Einbindung in relevante Produktionssteuerungen erschwert. Diese Hemmnisse schränken das offensichtlich hohe Potenzial additiver Fertigungsverfahren in bestehende Serienproduktions- und Montagelinien ein.

Um das Projektziel zu erreichen, strebt das Projekt einen digitalen und physischen Systemdurchstich an. Dafür ist es bedeutend, alle zentralen Kennwerte und Qualitätskriterien (inkl. Kennzeichnung, Historie und Messwerte) vom CAD-Modell bis zum fertigen Bauteil zu erfassen und zu dokumentieren. Die einzelnen Teilprozesse der Fertigung – von der Prozessvorbereitung über den Selektiven-Laser-Sinter-Prozess, das Abkühlen und Auspacken sowie die Reinigung und Nachbearbeitung der Teile – werden automatisiert und in die geplante Fertigungslinie eingebracht, in der alle Gewerke einer SLS-Fertigungskette erstmalig vollumfänglich verknüpft werden.



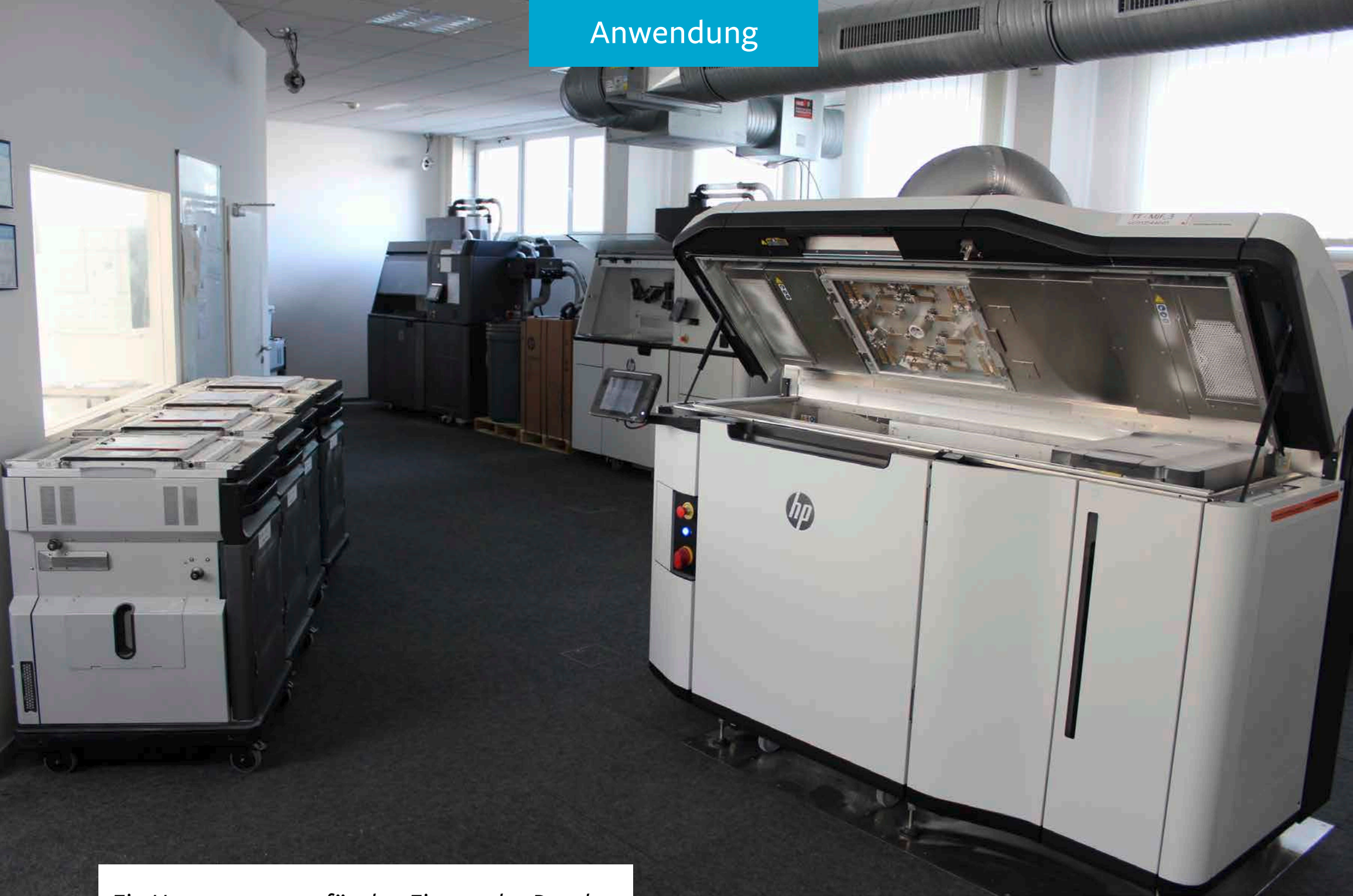
Schematische Darstellung einer Laser-Sinter-Produktionslinie.

Prozesse ganzheitlich betrachten

Polyline nutzt einen neuen Lösungsansatz, der alle benötigten Prozesse ganzheitlich betrachtet und implementiert. Die angestrebte Fertigungslinie soll dabei entsprechend der Anforderungen seitens des Anwendungspartners mit einem hohen Reifegrad umgesetzt werden. Die Anwendungsfälle umfassen personalisierte Komponenten sowie Serienbauteile in großen Stückzahlen.

Das Projekt ist Teil der Fördermaßnahme „[Linienintegration additiver Fertigungsverfahren](#)“ im Rahmen des Förderprogramms „[Photonik Forschung Deutschland – Licht mit Zukunft](#)“. Die Federführung bei Polyline liegt bei EOS, einem der weltweit führenden Technologieanbieter im industriellen 3D-Druck von Metallen und Kunststoffen.

Das sind die Projektpartner: [EOS](#); [Grenzebach](#); [BMW Group](#); [3YourMind](#); [AdditiveMarking](#); [Dye Mansion](#); [Bernd Olscher](#); [Optris](#); [Krumm Haustechnik](#); [Universität Paderborn](#); [Fraunhofer IGC](#); [Fraunhofer IML](#); [TU Dortmund](#); [Uni Augsburg](#); [Uni Duisburg](#). ■



Ein Hauptargument für den Einsatz der Drucker von HP war die Druckgeschwindigkeit.

Fotos: HP

Vorteil 3D-Druck

Frank Petrolli

PROTOTYPEN UND NULLSERIEN – IN DIESEN BEREICHEN HAT SICH DER 3D-DRUCK INZWISCHEN ETABLIERT. DIE ADDITIVE FERTIGUNG IN SERIE SETZT SICH TROTZ SEINER VORTEILE ERST IN JÜNGSTER ZEIT IMMER MEHR DURCH. THINKTEC 3D NUTZT FÜR SEINE KUNDEN DABEI DAS POTENZIAL DER HP JET FUSION-DRUCKER VOLL AUS.

Ein Unternehmen, das hier mit Pioniergeist und Überzeugungskraft vorangeht, ist [ThinkTec 3D](#) aus Grafenau. ThinkTec 3D entwickelt Produkte für Branchen wie Maschinenbau, Medizintechnik oder die Automobilindustrie, die mit traditionellen Fertigungsverfahren nicht realisierbar wären – und das sowohl in Einzelstückzahlen, als zunehmend auch in Serie. Bereits 2017 kaufte [ThinkTec 3D](#) einen HP Jet Fusion 3D 4200 und zählte damit zu den ersten Anwendern der Drucklösung. Die Schnelligkeit, mit der die HP Lösung Bauteile fertigt, war ein wesentliches Argument für ThinkTec 3D, denn schon damals hatte das Unternehmen den Einsatz für industrielle Serienanwendungen im Blick. Für den [HP Jet Fusion 3D 4200](#) sprach außerdem die hohe Qualität der Bauteile sowie die Tatsache, dass die Lösung eine Kombination aus Printer, Build Unit und Processing-Station bietet, so das Unternehmen. Auf diese Weise ist eine Produktion ohne Unterbrechung möglich – essentiell, wenn es wie bei einer Serienfertigung wesentlich auf Zeit und Kosten ankommt.



Die Serienfertigung im Blick: Bei ThinkTec 3D ist man sicher, dass HP dafür der ideale Partner ist.

Hoch belastbarer Kühlwasserverteiler gedruckt

Zu den Kunden, von [ThinkTec 3D](#) gehören unter anderen die Unternehmen Paul Nutzfahrzeuge GmbH und Magura. Die Paul Nutzfahrzeuge GmbH zählt zu den europäischen Marktführern im Bereich Sonderfahrzeugbau und bedient weltweit Unternehmen. Gemeinsam mit ThinkTec 3D hat Paul Kühlwasserverteiler entwickelt, die mit dem [HP Jet Fusion 3D 4200](#) additiv in Serie gefertigt werden. Die Anforderungen an das Bauteil sind dabei besonders hoch: Der Kühlwasserverteiler wird in den Motorraum von LKWs eingebaut und ist dort extremen Bedingungen wie Hitze, Kälte und Staub ausgesetzt. Der Herstellung im 3D-Druck sei es zu verdanken, dass das gefertigte Teil sehr dicht und mechanisch hoch belastbar ist, und bei der Gestaltung der Form große Freiheit herrschte. Daher ist der Kühlwasserverteiler in einer Weise strömungsoptimiert, die mit einem konventionellen Fertigungsverfahren nicht möglich gewesen wäre. „Wir haben ein sehr spezielles Bauteil benötigt, das außergewöhnlichen Belastungen ausgesetzt ist. Mit herkömmlichen Fertigungsverfahren hätten wir erstens kein optimales Resultat erhalten, und zweitens deutlich mehr investieren müssen“, erläutert Martin Bauer, Leiter Marketing bei Paul Nutzfahrzeuge. Auch Änderungen am Design seien bei Bedarf jederzeit einfach umsetzbar. Bei der Realisierung des Bauteils hat





ThinkTec 3D entwickelt Bauteile, die mit herkömmlichen Verfahren nicht realisierbar wären.

»Wir haben viel Zeit und Geld gespart, weil wir nicht in teure Werkzeuge investieren mussten.«

Fabian Wurster

[ThinkTec 3D](#) seinen Kunden Paul Nutzfahrzeuge während des gesamten Prozesses von der Konstruktion über die Fertigung bis hin zur Qualitätssicherung unterstützt. Bei Magura, einer Marke der Magenwirth Technologies Group, die für die Komponentenentwicklung für Bauteile im Zweiradsport bekannt ist, stellt ThinkTec 3D eine Montagehilfe für Bremshebel her, von der bisher 2.000 Stück mit dem [HP Jet Fusion 3D 4200](#) gefertigt

wurden. Durch die Formenfreiheit konnten ThinkTec 3D und Magura eine Montagehilfe mit einer aufwendigen Kontur entwickeln, die mechanisch hoch belastbar ist. Das Gewinde zur Montage einer Schraube wird bei der Fertigung direkt ins Bauteil gedruckt und die Schraube von ThinkTec 3D während der Produktion montiert. Dank der Wabenstruktur der Montagehilfe verbraucht der 3D-Druck deutlich weniger Material – eine Idee von ThinkTec 3D. „Die additive Fertigung hat es uns ermöglicht, eine Vorrichtung herzustellen, die die Montage von Bremshebeln so einfach und effizient wie nie zuvor macht“, erklärt Fabian Wurster, Produktmanager Aftermarket, Magura. „Außerdem haben wir Zeit und Geld gespart, weil wir nicht in teure Werkzeuge investieren mussten und die Serienbauteile sehr schnell verfügbar waren.“

Unterstützung bei der Bauteilkonstruktion

Neben der Fertigung unterstützt das Team von ThinkTec 3D seine Kunden bei der Konstruktion des jeweiligen Bauteils. „Viele Unternehmen haben nach wie vor Vorbehalte, was die Additive Fertigung betrifft“, berichtet Roman Weber, einer der beiden Geschäftsführer von ThinkTec 3D. „Vor allem die Festigkeit und Langlebigkeit der Bauteile wird oftmals bezweifelt – dazu besteht allerdings kein Grund, im Gegenteil. Wie die Beispiele Paul und Magura zeigen, sind gerade additiv gefertigte Teile extrem belastbar, was mechanische oder auch temperaturbedingte Einwirkungen betrifft.“ Marco Biebl, ebenfalls Geschäftsführer bei ThinkTec 3D, ergänzt: „Dank neuer Technologien wie dem HP Multijet Fusion Verfahren ist der 3D-Druck im Bereich der Serienproduktion

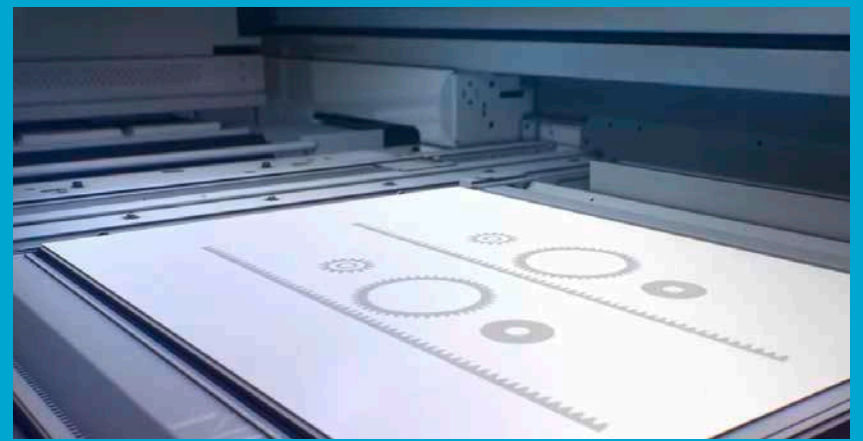
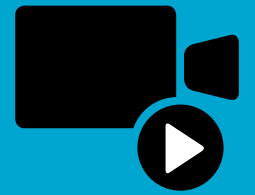
angekommen. Jetzt müssen noch mehr Unternehmen die Möglichkeiten erkennen, die sich hieraus für ihr Geschäft ergeben.“ Um das vollständige Potenzial der Additiven Fertigung auszuschöpfen, sollten die Bauteile aus ihrer Sicht von Anfang an als 3D-Druckteile entwickelt und konstruiert werden – [ThinkTec 3D](#) hilft dabei. Neben Demoteilen bietet das Unternehmen Schulungen und Workshops an, um Kunden den Einstieg in die Welt des 3D-Drucks durch die Vermittlung des entsprechenden Know-hows zu erleichtern. [ThinkTec 3D](#) plant, diese vorgeschalteten Dienstleistungen ebenso auszubauen wie seine Services, die an die eigentliche Fertigung anschließen. Dazu gehört die Montage, aber auch die spannende Bearbeitung wie Fräsen oder Gleitschleifen. „Unser Ziel ist es, ein Systemlieferant zu werden, der seine Kunden über die reine Fertigung hinaus bei allen Schritten zum fertigen Produkt unterstützt“, erklärt Marco Biebl. „Darüber hinaus möchten wir natürlich zusätzliche Kunden für die Serienproduktion und Endanwendungen gewinnen.“

Neue Multi Jet Fusion – Anlage seit 2019

Um technologisch auch weiterhin vorne dabei zu sein, hat ThinkTec 3D Ende des Jahres 2019 in eine neue Maschine investiert – und dabei mit dem [HP Multijet Fusion 5210](#) wieder auf HP gesetzt. Auch beim angestrebten Einstieg in den Metall 3D-Druck und die Fertigung von Robotergreifern steht das Team von ThinkTec 3D in engem Austausch mit HP. „Die Zusammenarbeit mit HP ist im Laufe der Zeit immer intensiver geworden. Wir schätzen den gegenseitigen Austausch, insbesondere wenn es darum geht, noch mehr Unternehmen von den Vorteilen des 3D-Drucks zu überzeugen“, kommentiert Roman Weber die Entscheidung für HP. ■

 **Web-Wegweiser:**
www.hp.com

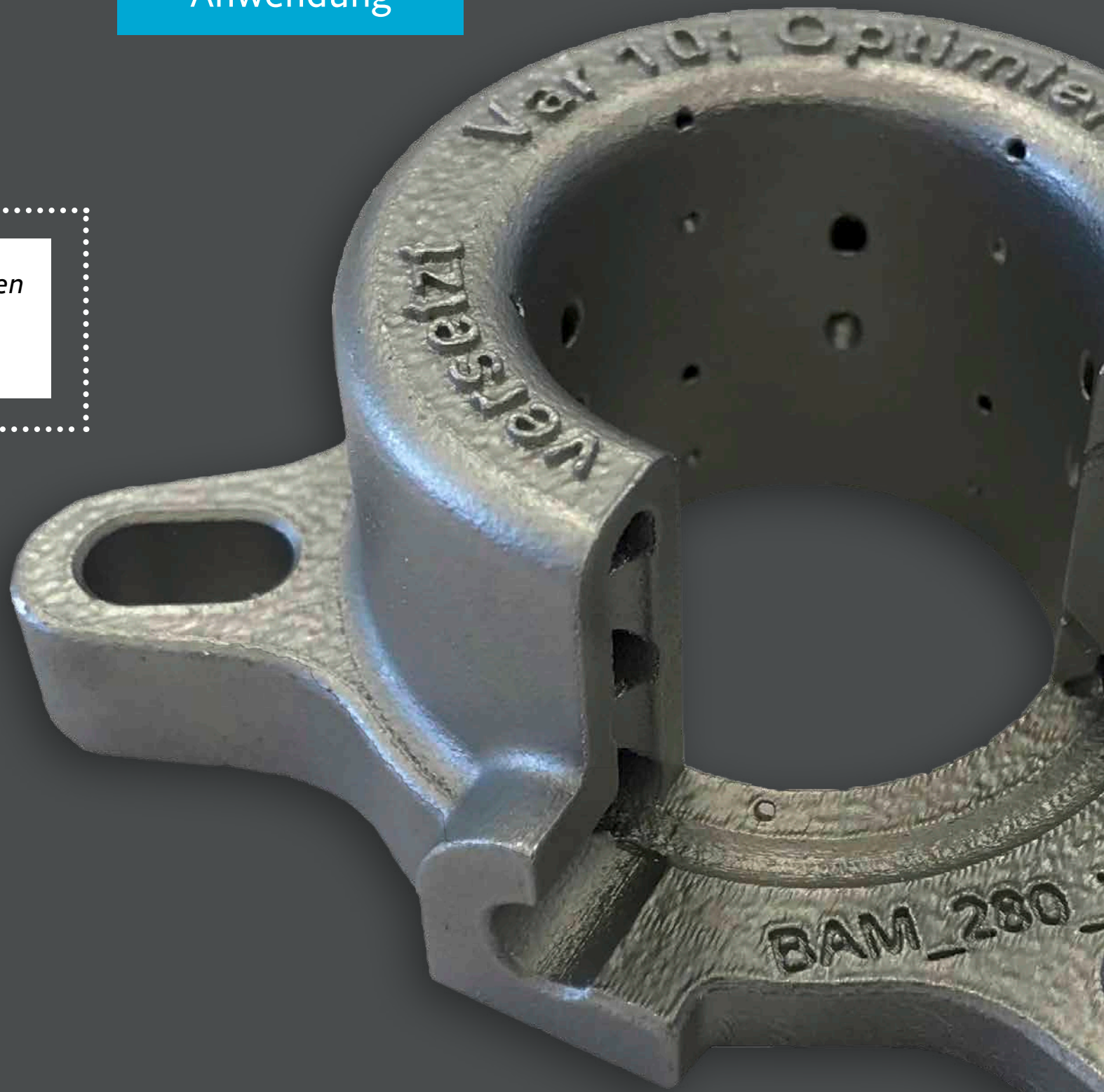
Die HP Jet Fusion Technologie:



»Die Zusammenarbeit mit HP ist im Laufe der Zeit immer intensiver geworden.«

Roman Weber

Die neuen Düsen konnten wegen ihrer Geometrie nur additiv gefertigt werden.

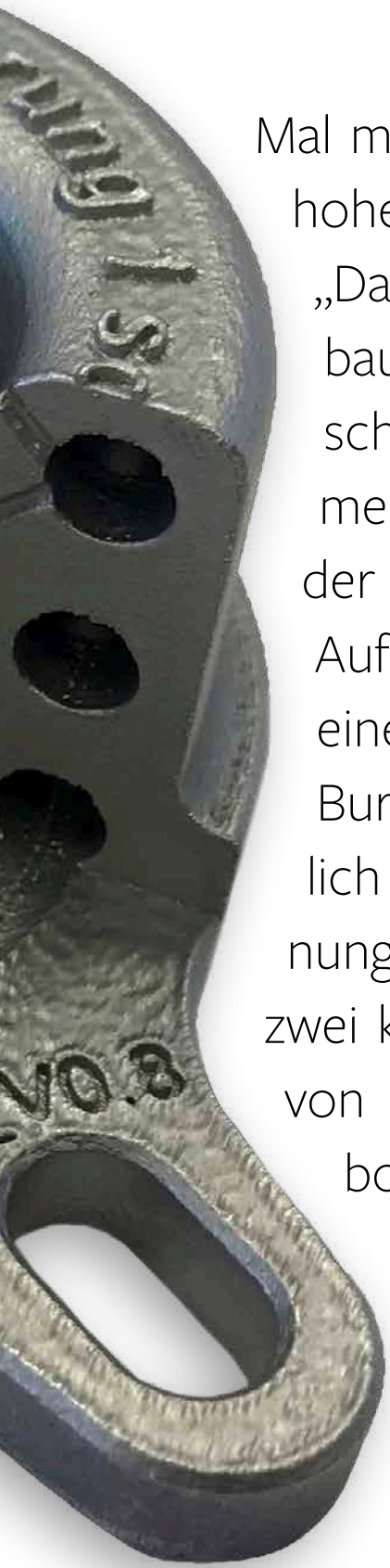


Maschinenstillstand war gestern

WIE EIN 3D-GEDRUCKTES BAUTEIL DEN NUTZUNGSGRAD EINER ZERSPANUNGSANLAGE UM SIEBEN PROZENT STEIGERT.

Bei der Herstellung von Ventilhülsen fliegen beim Zerspanen viele Späne. Wenn diese nicht richtig weggeblasen werden, steht die Maschine still und die Produktion stoppt. Warum nicht die Potenziale der Additive Fertigung nutzen und ein Bauteil entwerfen, das die Aufgabe besser bewältigt?

Was die Ingenieure bei Burgmaier Technologies GmbH & Co. KG geschafft haben, ist eine echte AM-Erfolgsstory: Mit dem neuen Bauteil stand die Maschine bisher kein einziges



Mal mehr still. Das Unternehmen spart dadurch einen hohen fünfstelligen Betrag pro Jahr.

„Das Beispiel von Burgmaier zeigt, warum Leichtbau eine Schlüsseltechnologie ist, an der auch Maschinen- und Anlagenbauer nicht mehr vorbeikommen“, sagt Dr. Wolfgang Seeliger, Geschäftsführer der Leichtbau BW GmbH. Das neue Bauteil erfüllt die Aufgabe viel besser als die bisherige Lösung, schafft einen Mehrwert und senkt Produktionskosten. Die Burgmaier Technologies GmbH & Co. KG stellt jährlich mehrere Millionen Ventilhülsen mittels Zerspaltung her. In der Mehrspindel-Drehmaschine sorgten zwei klassische Luftauslässe dafür, dass Späne und Öl von den Bauteilen geblasen werden, bevor ein Roboter das Bauteil automatisiert in eine verkettete Prüfeinrichtung weitergibt. „Im Schnitt stand die Maschine jedoch fünf Mal pro Schicht still, weil nicht alle Späne entfernt werden konnten und dadurch die Prüfeinrichtung den Prozess stoppte“, sagt Ken Krauß, Leiter Additive Manufacturing bei Burgmaier.

Um den Ausschuss zu senken und die häufige manuelle Fehlerbehebung zu reduzieren, setzte sich das Team des Bereichs Additive Manufacturing an die Konstruktion eines Ausblaskanals. Durch diesen Tunnel muss das Bauteil nach dem Zerspanen wandern. Die Öffnungen im Kanal sollen dafür sorgen, dass die Druckluft die Ventilhülsen von allen Seiten erreicht und die Bauteile ohne Rückstände von Spänen befreit werden. Insgesamt sechs Varianten dieser Ausblasdüse hat Burgmaier entworfen und mit der Legierung AlSi10Mg auf den eigenen Druckern im Betrieb hergestellt. Dann stand der Feldtest der neuen Ausblasdüsen an den Maschinen an. Das Ergebnis kann sich mehr als sehen lassen: „Die Düsen konnten wir aufgrund der Geometrie nur mittels AM fertigen. Nach dem Einbau hat sich der Stillstand der Maschine auf Null reduziert. Das hat den Nutzungsgrad der Maschine um sieben Prozent gesteigert“, sagt Krauß stolz. Er geht von einer hohen fünfstelligen Kosteneinsparung pro Jahr aus. „Ein echter Wettbewerbs-

Hier kommt die neue Ausblasdüse zum Einsatz.



Fotos: Burgmaier



Die Index MS 40 ist eine sehr flexible Mehrspindel-Drehmaschine.

vorteil und Best-Practice-Beispiel für die Anwendung von additiver Fertigung im Maschinenbau“, meint Seeliger.

„Wir haben nachgerechnet: Die Kosten für Entwicklung und Herstellung des Ausblastunnels haben sich innerhalb weniger Tage amortisiert“, freut sich Krauß. Außerdem sei die neue Ausblasvorrichtung deutlich leiser als die bisherige Lösung.

„Auch das Reinigungsergebnis ist deutlich besser. „Nicht nur Späne, sondern auch Öl wird sehr gut entfernt und wir können uns so den nachgelagerten Waschgang einsparen“, so Krauß. Bei dem Bauteil handle es sich um eine Verbesserung für den eigenen Maschinenpark.

„In unserem Geschäftsbe- reich Additive Manufacturing stellen wir gerne unser Know-how zur Verfügung, um für Maschinen und Anlagen unserer Kunden optimierte Bauteile zu entwickeln und mittels AM herzustellen“, so Krauß.

Die Burgmaier Technologies GmbH

Das Unternehmen mit Sitz in Allmendingen ist einer der führenden Hersteller von Präzisionsteilen. Über 800 Mitarbeiter arbeiten in der Entwicklung, Konstruktion, Fertigung, Montage und Qualitätssicherung. Laut eigenen Angaben verlassen täglich etwa 350.000 Teile die Werke von Burgmaier – so befinden sich statistisch gesehen in jedem europäischen Auto fünf Teile des Unternehmens. Das Unternehmen kombiniert sein Prozesswissen aus der subtraktiven Bearbeitung von Werkstücken mit der additiven Fertigung, um Bauteile aus einer Hand anbieten zu können. Im Geschäftsbereich Additive Manufacturing bietet das Familienunternehmen Leistungen entlang der gesamten AM-Prozesskette. ■



Web-Wegweiser:

www.burgmaier.com / www.leichtbau-bw.de

»Die Kosten für die Entwicklung und Herstellung des Ausblas-tunnels haben sich innerhalb weniger Tage amortisiert.«

Ken Krauß

Durch den Einsatz der neuen Ausblasdüsen gibt es keinen Maschinenstillstand mehr.



*Klein aber kräftig: Der
HEX150 hat eine Traglast
von 10 kg.*



Präzision auf sechs Füßen

WER MIT HOHER DYNAMIK WERKSTÜCKE EXAKT POSITIONIEREN WILL, DER FINDET MIT DEN HEXAPODEN VON AEROTECH EINE VIELSEITIGE LÖSUNG. SIE SIND IDEAL EINSETZBAR, SEI ES FÜR ALLGEMEINE AUTOMATISIERUNGSLÖSUNGEN ODER MIT LASERN BESTÜCKT BEI DER ADDITIVEN FERTIGUNG.

Hexapoden sind geradezu prädestiniert für hochpräzise Positionier- und Bewegungsaufgaben bis in den Nanometer-Bereich. Es gibt vielfältige Anwendungsmöglichkeiten für mehrachsige Positioniersysteme. Wichtig ist vor allem die Wiederholgenauigkeit bei hoher Dynamik. Dies kann nur durch eine exakte Ansteuerung und einer präzisen Mechanik erreicht werden. Aufgrund des parallelkinematischen Aufbaus summieren sich etwaige Fehler, resultierend aus den einzelnen Achsen, nicht auf. Das Verkippen einzelner Achsen und somit unerwünschte Fehlpositionierungen werden durch den parallelkinematischen Aufbau mit maximalen Freiheitsgraden (6DoF) vermieden.

Sechs Linearachsen gleichzeitig bewegen

Doch wie funktioniert das? Der [Hexapod](#) bietet eine einfache und elegante Möglichkeit, die Positionssteuerung einer Testplattform mit sechs Freiheitsgraden relativ zu einer Basis bereitzustellen. Der [Hexapod](#) bewegt ein Werkstück bzw. Bauteil auf einer Plattform, die mittels sechs Linearachsen gleichzeitig bewegt wird. Die Bewegung der Plattform kann dann durch 3 Linear- und 3 Rotationsbewegungen beschrieben werden. In der Photonik etwa, können Hexapoden aufgrund der hohen Genauigkeit bspw. zum Ausrichten der Optik für Montage-, Justier- und Simulationsaufgaben, Prüfanwendungen oder zur Isolation von Vibrationen und viele andere Aufgaben mehr genutzt werden. Abhängig von der Präzision der Linearantriebe kann die Präzision eines Hexapods im Nanometer-Bereich liegen. Aerotech, Spezialist für Motion-Control- und Positioniersysteme, hat Anfang 2020 mit dem HEX150 einen kleinen Hexapod mit 150 mm Durchmesser und einer Höhe von 141 mm lanciert; er ergänzt die bestehende Produktfamilie mit 300 und 500 mm Durchmesser. „Obgleich parallelkinematische Hexapod-Lösungen eine ideale Lösung darstellen, ist unser kleinerer [Hexapod](#) HEX300 aber häufig noch zu groß und im Allgemeinen in Bezug auf Größe und Tragfähigkeit für viele der kleineren, komplexeren Positionierungsanwendungen „überdimensioniert“, erklärt Brian Fink, Produktmanager bei Aerotech. Dass der HEX150 auch bei Additiver Fertigung eine wichtige Rolle spielen kann, zeigt ein DFG-Forschungsprojekt am Aalener IAF. Hier soll mit mehreren Projektpartnern eine 6-dimensionale Fertigungsplattform für die Additive Fertigung entstehen. Dabei soll aufgrund der Fertigungsgenauigkeit der Plattform die Lücke zwischen aktuellen Standard 3D-Druckern und der 2-Photonenpolymerisation geschlossen werden, heißt es in der [Projektbeschreibung](#).



Aerotech verspricht eine Positionsgenauigkeit von unter 5 μm .

Fotos: Aerotech

Hierzu wird auf einem schwingungsgedämpften Tisch eine Roboterkinematik installiert, um damit eine 3D-Druckeinheit flexibel im Raum zu bewegen. Über einen zweiten Roboterarm soll eine Laserstrukturierungseinheit oder eine Analyseeinheit parallel zum Druckvorgang betrieben werden.

Positioniersystem mitentscheidend für Druckgenauigkeit

Eine hohe Genauigkeit bei der Druckauflösung hängt vor allem auch von der präzisen Probenbewegung ab. Deshalb soll hierfür ein Hexapod zum Einsatz kommen, der als parallelkinematisches Positioniersystem ohne zusätzliche Stützstrukturen auskommt. Bei einem anderen 3D-Druckanwendungstests wurde bspw. ein Extruder um eine Hexapod-Bewegungsplattform herum aufgebaut. Aufgrund der Flexibilität des parallelkinematischen 6-Achs-Systems lassen sich so komplexe 3D-Konturen mit hoher Präzision und in Industriequalität herstellen.

Wie bei allen HEX-Produkten garantiert Aerotech Positioniergenauigkeiten unter 5 μm . Die Vorteile des mehrachsigen, parallelen kinematischen Hexapods liegen in seinen flexiblen sechs Freiheitsgraden bei gleichzeitig genauer Positionierung. Mit der beweglichen Arbeitsplattform mit einem Durchmesser von 132 mm kann der HEX150 Lasten von bis zu 10 kg bei Verfahrbereichen von bis zu 55 mm linear und 50 Grad Drehung handha-

ben und bietet zusätzlich noch eine zentrale Durchgangsöffnung mit einem Durchmesser von 35 mm. Seine Positioniergeschwindigkeit beträgt 50 mm/s „Im Vergleich zu den kompakten Hexapoden anderer Anbieter bietet der HEX150 dem Anwender höhere Nutzlastkapazität, größeren Bewegungsbereich sowie einzigartige Präzision bei der Wiederholbarkeit und Positionierungsleistung“, weiß der Produktmanager aus ersten Praxisanwendungen.



Präzision im Submikrometer-Bereich

Extrem steife Antriebsbeine, mit bürstenlosen, schlitzlosen AC-Servomotoren sorgen laut Aerotech nicht nur für eine lange Lebensdauer, sondern für höchste Präzision im Submikrometer-Bereich.

Dabei sind die AC-Servomotoren direkt mit der Kugelrollspindel verbunden, was eine hohe Antriebssteifigkeit garantiert. Aufgrund der komplexen Kinematik sei, der Steuerungsaufwand eines Hexapoden jedoch nicht zu unterschätzen. Dem begegnet Aerotech mit seiner innovativen Steuerungsplattform A3200, resultierend aus jahrelanger Erfahrung mit anspruchsvollen kinematischen Anwendungen. Die darin integrierte, intuitive Simulationssoftware „HexGen Hexapod“ ermöglicht die einfache Programmierung und Steuerung der Hexapoden in jedem benutzerdefinierten Koordinatensystem.

Um den kompletten Arbeitsprozess simulieren zu können, greift die AS3200 über eine Simulationsschnittstelle auf die offene Plattform ‚Coppelia Robotics V-REP‘ zu.

50 Jahre Aerotech

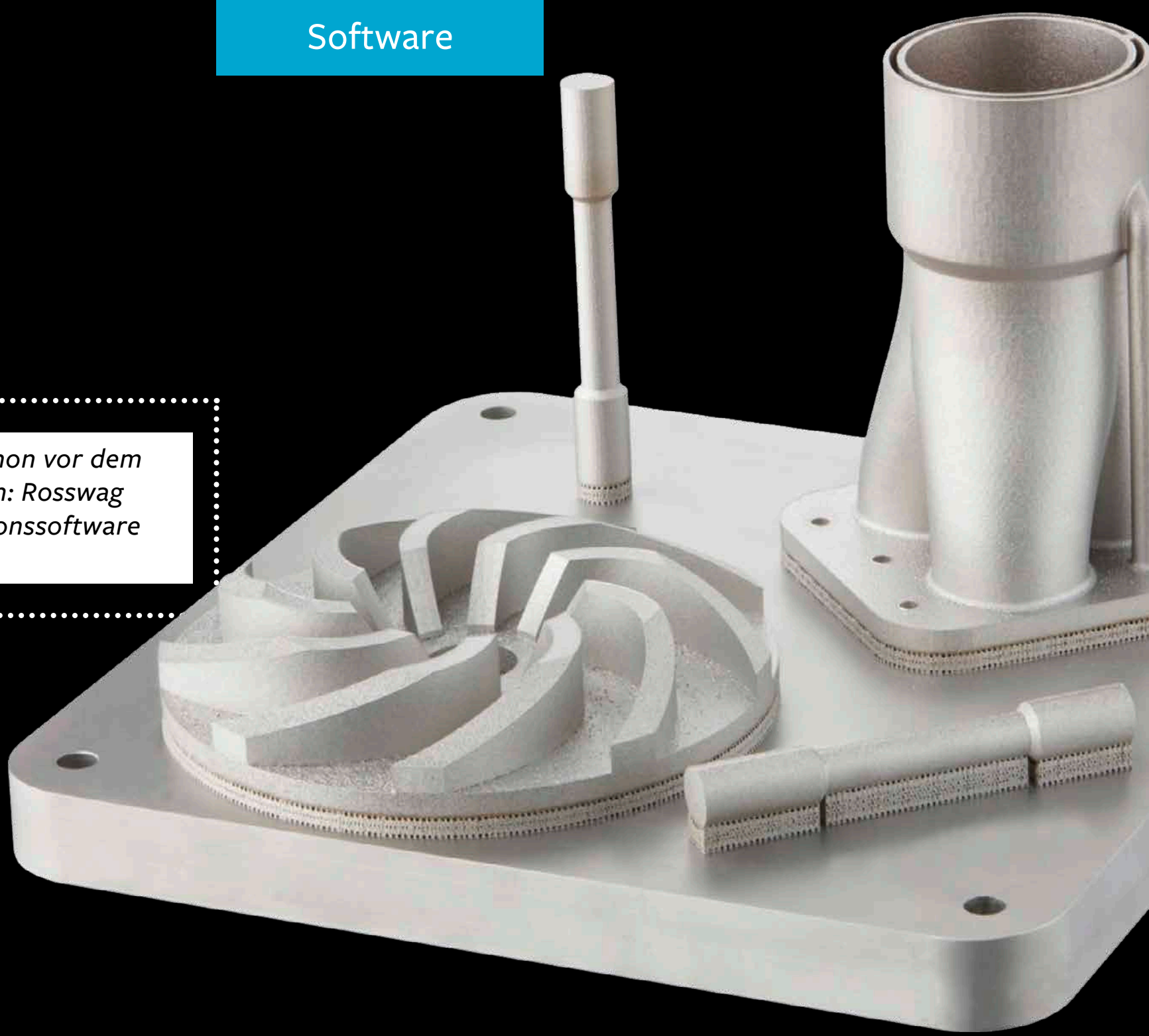
Klassischer geht’s kaum: Es begann als Startup in einer Garage in den USA. Bekannt als Systemlieferant hochpräziser Motion-Control- und Positioniersysteme, feiert Aerotech in diesem Jahr sein 50-jähriges Firmenjubiläum. Die aufregende Geschichte ist geprägt durch Aerotech-Gründer Stephen J. Botos (82). Noch heute ist Botos stolz darauf, als erster Anbieter überhaupt Servotechnik mit geschlossenem Regelkreis für lineare Positioniersysteme eingesetzt zu haben. Begonnen hat aber alles mit einer Flucht 1956. Mehr dazu finden Sie [hier](#). ■



Web-Wegweiser:
www.aerotechgmbh.de

Kritische Bereiche schon vor dem Drucken identifizieren: Rosswag setzt auf die Simulationssoftware von Ansys.

Fotos: Rosswag / Ansys



Prozesssicher dank Simulation

Philipp Schwarz und Gregor Graf

DIE REPRODUZIERBARKEIT VON AM-BAUJOBS MIT GERINGEN MASSABWEICHUNGEN ÜBER VERSCHIEDENE BAUTEILGEOMETRIEN HINWEG IST EINE HERAUSFORDERUNG. ROSSWAG ENGINEERING NUTZT ANSYS ADDITIVE PRINT, UM KRITISCHE BEREICHE SCHON VOR DEM DRUCKPROZESS BESTIMMEN ZU KÖNNEN.

Die additive Fertigung revolutioniert in vielen Bereichen die Herstellung von funktionsoptimiert ausgelegten Bauteilen und verkürzt durch die schnelle Herstellung von Prototypen Entwicklungszyklen für neue Produkte. Durch die ganzheitliche und firmeninterne Prozesskette von der Metallpulverproduktion bis hin zu umfassenden Qualitätsprüfungen für Serienbauteile hat Rosswag Engineering eine einmalige Prozesskette mit zugehöriger Expertise, um als Partner die Entwicklung funktionsoptimierter Metallbauteile zu ermöglichen. Für hochkomplexe Bauteile war oftmals die Herstellung von Musterteilen mit unterschiedlichen Parametern, Geometrien und Orientierungen nötig, um den Prozess optimal auf höchste Kundenanforderungen anzupassen. Diese Trial-and-Error-Vorgehensweise war notwendig, da das Materialgefüge und Eigenspannungen komplexer Bauteile während des additiven Fertigungsprozesses selbst mit großer Erfahrung nur eingeschränkt vorherzusagen sind. Durch falsche Orientierung oder Parameterwahl können sich ohne Simulationsunterstützung oftmals Lieferzeiten verzögern und Fertigungskosten erhöhen.

Um Bauteilgeometrien weiter zu optimieren, den Ausfall von kritischen Bauteilen zu minimieren und damit Entwicklungs- und Lieferzeiten zu verkürzen, implementierte das Team von Rosswag [Ansys Additive Print](#). Als wichtiger Bestandteil der internen Prozesskette hilft die Simulation unter anderem, Stützstrukturen zu optimieren und Maßabweichungen bereits im Vorfeld des additiven Fertigungsprozesses zu kompensieren.

Durch die frühzeitige Erkennung von möglichen Prozessfehlern in der Simulation können die Ingenieure von Rosswag Engineering konstruktive Änderungen vornehmen – und dies schon während der Designphase. Durch die Vorhersage von potenziellen Zusammenstößen zwischen Beschichter und Bauteil, was zu einer Beschädigung des Beschichtermoduls führt, lässt sich die Simulation auch bei scheinbar einfachen Bauteilen gewinnbringend einsetzen. Kritische Bereiche lassen sich im Vorfeld durch die Anbringung zu-

Additive Print von Ansys kam erstmals bei der Herstellung eines speichenlosen Fahrrads zum Einsatz.



Mit der Simulationssoftware lassen sich schon im Vorfeld Maßabweichungen kompensieren.



sätzlicher Stützstrukturen entschärfen, welche die eingebrachte thermische Energie besser abführen und somit für eine höhere Prozessstabilität sorgen. Liegt die Verformung trotz zusätzlicher Stützstrukturen und einer optimierten Orientierung noch immer außerhalb der geforderten Toleranz, so kann Additive Print die auftretende Verformung umkehren und es ergibt sich ein vorverformtes 3D-Modell. Die Maßabweichungen während des Druckprozesses werden somit bereits im 3D-Modell kompensiert. Bei Rosswag werden meist Werkstoff- und Prozesslösungen für additive Fertigung im Pulverbettverfahren gefordert, welche derzeit noch nicht, oder nur teilweise, existent sind. Hierfür hat Rosswag eine firmeninterne Materialqualifizierungskette etabliert und damit bereits über 35 Werkstoffe firmenintern zu Metallpulver verdüst und im additiven Fertigungsprozess qualifiziert.

Porosität und Gefügeeigenschaft vorhersagen

Zur weiteren Verkürzung der Qualifizierungszyklen neuer Werkstoffe und zur Optimierung der Werkstoffeigenschaften soll das Additive Science Paket zukünftig eine wichtige Rolle in der Prozesskette von Rosswag spielen. Damit können Porosität und Gefügeeigenschaften der Testkörper basierend auf den verwendeten Parametersätzen vorhergesagt werden, was zu einer effizienteren Entwicklungskette führt. Entscheidend hierfür ist allerdings, dass der zu qualifizierende Werkstoff mit entsprechenden Materialdaten in der Software auch zur Verfügung steht. Ist der Werkstoff bereits während der Qualifizierung in die Additive Suite von Ansys implementiert worden, so können die Möglichkeiten zur Simulation von prozessbedingten Eigenspannungen und Maßabweichungen bei der späteren Prototypen- und Serienfertigung genutzt werden. In Verbindung mit der Ansys Workbench ist sogar die gesamte Prozesskette, beispielsweise inklusive CFD- und FEM-Simulation, Topologieoptimierung und Wärme-



*Rosswag hat bereits
über 35 Metall-
Werkstoffe qualifiziert.*

behandlung über die simulative Prozesskette als digitaler Zwilling abbildbar. Erstmals eingesetzt wurde Additive Print bei der Unterstützung eines Studentenprojektes zur Herstellung eines speichenlosen Fahrrades. Verschiedene Rahmenelemente sollten additiv hergestellt und anschließend mit Elementen aus Kohlefaser verbunden werden. Um die Deformation dieser Bauteile zu minimieren, setzte Rosswag Engineering Additive Print ein. Aufgrund der Simulationsergebnisse konnte die Geometrie und Bauteilorientierung weiter optimiert werden, um eine problemlose Montage des Fahrradrahmens zu ermöglichen. Der anschließende optische 3D-Scan der gedruckten Geometrien bestätigte die Simulationsergebnisse. Ansys Additive Print ergänzt die ganzheitliche Prozesskette von Rosswag Engineering. Gerade bei komplexeren Aufträgen und Bauteilen kommen die Vorteile eines mächtigen Simulationstools zum Vorschein. ■



Web-Wegweiser:

www.rosswag-engineering.de / www.ansys.com

Impressum

Herausgeber und Verlag:

Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG
Postanschrift: 30130 Hannover
Adresse: Hans-Böckler-Allee 7, 30173 Hannover
Tel. 0511 8550-0
Fax 0511 8550-2403
info@schluetersche.de
www.schluetersche.de
Amtsgericht Hannover HRA 15042
Persönlich haftende Gesellschafterin:
Schlütersche Verwaltungsgesellschaft mbH in Hannover
Amtsgericht Hannover HRB 6034
Geschäftsführung: Stefan Schnieder, Lutz Bandte
Umsatzsteuer-Identifikationsnummer:
DE115697748
DE115586449

Chefredaktion:

Gerhard Maier (V.i.S.d.P.)
Verantwortlich für den Inhalt nach § 55 Abs. 2 RStV:
Gerhard Maier, Gögginger Straße 105 a, 86199 Augsburg
Tel. 0821 319880-44
Mobil 0160 9040 8725
redaktion-addmag@schluetersche.de

Ansprechpartner Vermarktung:

David Holliday
Tel 0821 31988066
Fax 0821 31988080
holliday@schluetersche.de

Abo- und Vertriebsservice

Tel. 0511 8550-2423
Fax: 0511 8550-2405
E-Mail: vertrieb@schluetersche.de