xtechnik
VORSPRUNG DURCH KNOW-HOW

ADDITIVE FERTIGUNG

DAS FACHMAGAZIN FÜR RAPID PROTOTYPING – TOOLING – MANUFACTURING | 2/APRIL 20 | ADDITIVE-FERTIGUNG.AT

AM-Materialien von voestalpine Böhler Edelstahl

PULVERGIGANTEN 16

Österreichische Post AG – MZ 02Z034671 M – x-technik GmbH, Schöneringer Str. 48, 4073 Wilhering

LIQUID METAL PRINTING 30

Mit dem neuen LMP-Verfahren stellen die Grob-Werke eine Technologie vor, bei der flüssiges Metall verarbeitet wird. Hohe Aufbauraten bei hoher Präzision sind das Ziel.

KINDERSPIEL PROFESSIONELLE DATENAUFBEREITUNG 60

Die CADS Additive GmbH hat mit dem AM-Studio eine Software-Suite geschaffen, die die Datenaufbereitung für die Additive Fertigung für jeden möglich machen soll.

CADS Additive

3D PRINTING

new paths. more possibilities.

Wir entwickeln die digitalen Bausteine für Ihren Erfolg in der additiven Fertigung – von der Datenvorbereitung bis hin zur Qualitätskontrolle.

RELEASE: 17. APRIL 2020

Additive for Creo®

CADS Additive for Creo® ist nahtlos in die gewohnte Oberfläche von Creo® eingebettet und kombiniert sämtliche Vorteile von PTC-Systemen mit den Vorteilen der additiven Fertigung.

AM STUDIO

Mit der Stand-alone-Software **AM-Studio** bieten wir ein schlankes und effizientes Werkzeug, welches die Time-2Print durch einen geführten Datenvorbereitungsprozess und weiteren innovativen Features deutlich reduziert.

CADS Additive GmbH Technologiepark 17, 4320 Perg, Austria // T +43 7262 20540 // office@cads-additive.com // www.cads-additive.com

ÜBERLEBENSSTRATEGIEN

Georg Schöpf
Chefredakteur ADDITIVE FERTIGUNG
georg.schoepf@x-technik.com

Täglich überschlagen sich die Ereignisse und die Berichterstattung. Die Zeit der ersten Panik ist vorbei, die Menschen haben bemerkt, dass Hamsterkäufe nichts bringen und dennoch ist spürbar, dass es in manchen Bereichen mit der Versorgung etwas schwieriger wird. Es ist nicht mehr selbstverständlich, dass alle Güter unmittelbar und in beliebiger Menge oder Ausführung lieferbar sind. Man muss umdenken, neue Wege finden, Alternativen erproben. Längst hat der Letzte in der Industrie bemerkt, dass es gut ist, einen Lieferanten um die Ecke zu haben, der einen vielleicht doch noch mit den erforderlichen Teilen versorgt. Die Helfer in Gesundheitswesen und Nahversorgung brauchen dringend Schutzausrüstung und die Industrie versucht, durch Kooperationen dort schnell und unbürokratisch zu helfen. Besonders auch der 3D-Druck bietet durch viele kurzfristig ins Leben gerufene Kooperationen und Fertigungsverbünde Möglichkeiten, hier rasch zu helfen.

Keiner vermag wirklich abzuschätzen, welche Auswirkungen die Pandemie auf unsere künftige wirtschaftliche Situation und Vorgehensweise haben wird. Auf der einen Seite hilft es nichts, sich die Situation schön zu reden und zu proklamieren, dass es schon nicht so schlimm werden wird, andererseits bringt es auch nichts, den Kopf in den Sand zu stecken und Trübsal zu blasen.

_ Neue Wege gehen

Ob Industrie oder Handwerk - für jeden ist es gerade wichtig, zu überlegen, wie das Unternehmen am Leben zu erhalten ist und die Mitarbeiter versorgt werden können. Einschränkungen, Kurzarbeit und Homeoffice. Wir alle erfahren gerade, mit wie wenig unsere Wirtschaft am Laufen gehalten werden kann und müssen Strategien entwickeln, um den gröbsten Schaden abzuwenden. Dabei lernen wir, mithilfe von Internet und Remotearbeit zurechtzukommen und welche Interaktion wirklich notwendig ist. Und ja, so manches Meeting der Vergangenheit und so mancher Business-Flug wird uns jetzt rückblickend als überflüssig vorkommen.

Auffällig ist jedenfalls, dass sowohl in Telefonaten als auch im Schriftverkehr erkennbar ist, dass sich die Menschen über das Geschäftliche hinaus mehr füreinander zu interessieren scheinen. Bleibt zu hoffen, dass wir uns zumindest das aus der Krise heraus erhalten können und Teil unserer Geschäftskultur werden lassen. Vielleicht kommt dann so mancher Auftrag, der nicht ganz pünktlich ankommt oder der einen geringfügigen Mangel hat, nicht einem Weltuntergang gleich und wir können solche Hoppalas künftig auf menschliche Art und Weise regeln.

In diesem Sinne – bleiben Sie bitte gesund!

Weil Expertise entscheidet. Immer.

Individuelle Lösungen – aus Aluminium, Magnesium, Titan, Nickel und Kupfer. Geschmiedet, stranggepresst oder ringgewalzt. Das ist die Expertise von OTTO FUCHS. Und jetzt auch in Additive Manufacturing. Auf höchstem Qualitätsniveau.

OTTO FUCHS – In jeder Form perfekt

OTTO FUCHS

INHALT

COVERSTORY

PULVERGIGANTEN 16

HOCHPRÄZISE SCHICHTARBEIT 24

STRAHLQUALITÄT ALS ERFOLGSKRITERIUM 40

AKTUELLES

Spee3D-Technologie für den EMEA-Raum 6
Neuer Geschäftsführer der FIT Production GmbH 6
Neues Lithoz Innovationslabor 6
Arburg-Eigentümer übernehmen German RepRap 7
Erfolgreicher CORNET Projektabschluss 8

MESSEN UND VERANSTALTUNGEN

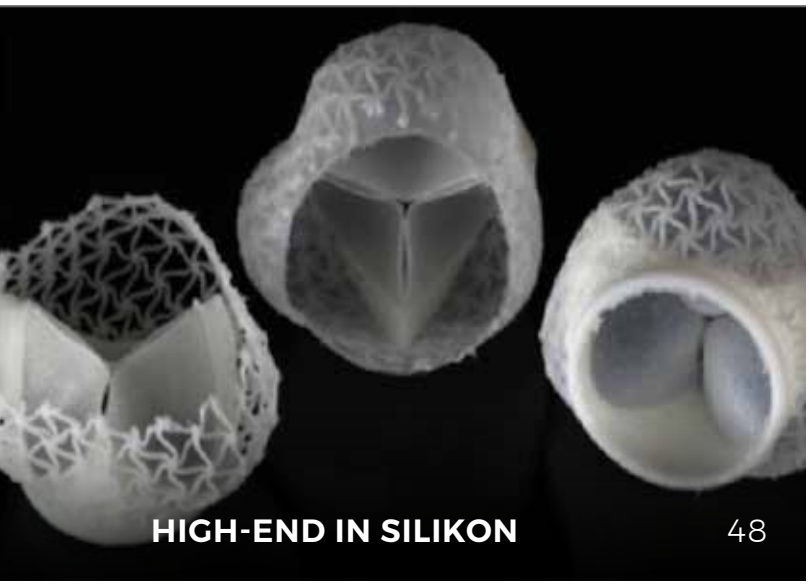
ADDKON 2021 – Praktischer Einsatz im Fokus 10
Veranstaltungen im Überblick 11
7. Jahresforum für Additive Fertigung 12
3D-Druck in der Automobilindustrie 12
3D-Tage im Schwarzwald 13
Ranshofener Leichtmetalltage 13
Zertifizierung und Hybride Serienfertigung 14
Wir sehen uns in 3D nach der Krise 14

MATERIALIEN

Pulvergiganten – Coverstory 16
Filament für den Lebensmittelkontakt 22
Neue Werkstoffe für den Spritz- und Druckguss 23

AUS DER PRAXIS

Hochpräzise Schichtarbeit – Reportage 24
Mit Additiver Fertigung zu mehr Produktivität 29


HIGH-END IN SILIKON 48

CHEMISCHES ÄTZEN ODER ELEKTROCHEMISCHER ABTRAG? 56

INNENKANÄLE EFFIZIENT UND AUTOMATISIERT BEARBEITEN 50

ALLEIN ODER DICHT GEPACKT 64

FERTIGUNGSSYSTEME

Liquid Metal Printing 30
Eine Maschine – drei Lösungen 34
Bewährte Technologie trifft auf innovatives Verfahren 36
Pellet statt Filament 39
Strahlqualität als Erfolgskriterium – Reportage 40

DIENSTLEISTER

Additive Manufacturing für völlig neue Anwendungen 44
We print & You finish 46
Ersatzteilversorgung in Zeiten der Krise 47
High-End in Silikon – Reportage 48

NACHBEARBEITUNG UND POSTPROCESSING

Innenkanäle effizient und automatisiert bearbeiten – Reportage 50
Automatisierte Entpulverung im Großformat 54
Chemisches Ätzen oder elektrochemischer Abtrag? 56

SOFTWARE

Kinderspiel professionelle Datenaufbereitung – Reportage 60
Allein oder dicht gepackt 64

STANDARDS: Editorial 3,
Firmenverzeichnis | Impressum | Vorschau 67

Stefan Ritt, ein bekanntes Gesicht aus der Branche, ist Geschäftsführer bei Spee3D in Lübeck.

SPEE3D-TECHNOLOGIE FÜR DEN EMEA-RAUM

Seit Januar 2020 baut Stefan Ritt als Geschäftsführer der in Gründung befindlichen Spee3D GmbH in Lübeck eine Dependance des innovativen australischen Herstellers von Coldspray-3D-Druckanlagen aus Melbourne für den EMEA-Bereich auf.

Die Möglichkeiten dieser Technologie Kupfer, Aluminium und andere Metallpulver mit Aufbauraten von bis zu 150 kg pro Stunde zu verarbeiten, ist eine Antwort auf den steigenden Bedarf der Industrie nach Fertigungsverfahren, die einfacher, schneller und preiswerter als die bisherigen Prozessketten sind. „Wir müssen zukünftigen Kunden eine lokale Betreuung und Service in unseren Zeitzonen und Landessprachen anbieten, um zukünftig erfolgreich zu sein", erklärt Ritt. Eine erste Installation der Anlagentechnik ist bereits in Deutschland bei der FIT AG in Lupburg vorhanden. Das Verfahren stellt Near-Netshape-Teile her, die spanabhebend nachbearbeitet werden.

www.spee3d.com

Oliver Cynamon: seit 2017 Head of Marketing & Business Development bei der FIT AG, ab März 2020 Geschäftsführer des Tochterunternehmens FIT Production GmbH.

NEUER GESCHÄFTSFÜHRER DER FIT PRODUCTION GMBH

Am 1. März 2020 hat Oliver Cynamon bei der oberpfälzischen FIT AG die Geschäftsführung des Tochterunternehmens FIT Production GmbH übernommen. Er löst hier Alexander Bonke ab, der sich nun als CTO auf die Weiterentwicklung der Additiven Fertigungsprozesse in der FIT AG konzentriert.

Oliver Cynamon ist seit 2017 Head of Marketing & Business Development bei der FIT AG und wird ab sofort zusätzlich für die additive Serienfertigung im Hause FIT verantwortlich sein. „Zunehmender Innovations- und Wettbewerbsdruck fordern Unternehmen heraus, immer schneller bessere oder vollkommen neue Produkte auf den Markt zu bringen. Unser Anspruch ist es, unsere Kunden genau dabei zu unterstützen und sie dank Additiver Fertigung erfolgreicher zu machen", beschreibt er seine strategische Ausrichtung. „Das Know-how und die technologische Ausstattung dazu haben wir bei FIT und freuen uns darauf, zusammen mit unseren Kunden bahnbrechende Serienprodukte für eine bessere Zukunft im 3D-Druck zu bauen."

www.fit-production.de

NEUES LITHOZ INNOVATIONSLABOR

Die Lithoz GmbH, eines der weltweit führenden Unternehmen im Bereich der Herstellung von 3D-Druckern für Hochleistungskeramik, kündigt die offizielle Inbetriebnahme des Lithoz Innovationslabors an. Die neuen Räumlichkeiten, die ganz dem Fortschritt des keramischen 3D-Drucks gewidmet sind, befinden sich am Hauptsitz von Lithoz in Wien, Österreich, und umfassen eine Fläche von über 200 m².

Was ist das Lithoz Innovationslabor (LIL)? Es stellt ein Kompetenzzentrum dar, in dem Kunden und Partnerunternehmen das Expertenwissen von Lithoz im Bereich des 3D-Drucks und der Keramik nutzen, um ihre Entwicklungen und Innovationen in der Keramikherstellung zu beschleunigen. Es wird in Zukunft ein Zentrum der innovativen Keramikherstellung sein, in dem neue Ideen auf die digitale Welt treffen und schließlich in die Realität umgesetzt werden können. Das LIL wird Schulungen und Innovationsprogramme veranstalten und die neuesten

Technologien für den keramischen 3D-Druck vorstellen, während erfahrene Experten des Lithoz-Teams zur Verfügung stehen, um bei jedem Schritt des Prozesses Anleitung und Ratschläge zu geben.

www.lithoz.com

ARBURG-EIGENTÜMER ÜBERNEHMEN GERMAN REPRAP

Die Unternehmerfamilien Hehl und Keinath haben die in Feldkirchen ansässige German RepRap GmbH übernommen. Die neuen Gesellschafter sind die Eigentümer von Arburg, ein deutscher Hersteller von Kunststoffspritzgussmaschinen, der in seinem Produktprogramm ebenfalls Anlagen zur Additiven Fertigung entwickelt, produziert und vertreibt.

Im Rahmen intensiver Sondierungsgespräche zwischen German RepRap und Arburg wurden mögliche Ergänzungen und Synergien diskutiert. Dabei wurde ersichtlich, dass sich die Angebotspaletten beider Anbieter im Markt ergänzen. Der FFF-Maschinenhersteller aus Feldkirchen erwies sich aufgrund seiner Flexibilität und Dynamik nach genauer Überlegung aus Sicht der neuen Eigentümer als interessante Ergänzung. German RepRap wird nach dem Willen der neuen Gesellschafter als eigenständiges Unternehmen am Standort Feldkirchen weitergeführt.

www.arburg.com

Die technologischen Anknüpfungspunkte liegen auf der Hand: Der Freeformer von Arburg funktioniert mit Tropfenaustrag und Standardgranulat für individuelle Anwendungen, der German RepRap x500pro mit Strangaustrag von Filament für industrielle Standardanwendungen.

Make the future with proven powders created by Praxair

TruForm™ Metal Powders

TruForm™ metal powders support every part you make with capacity, quality and experience.

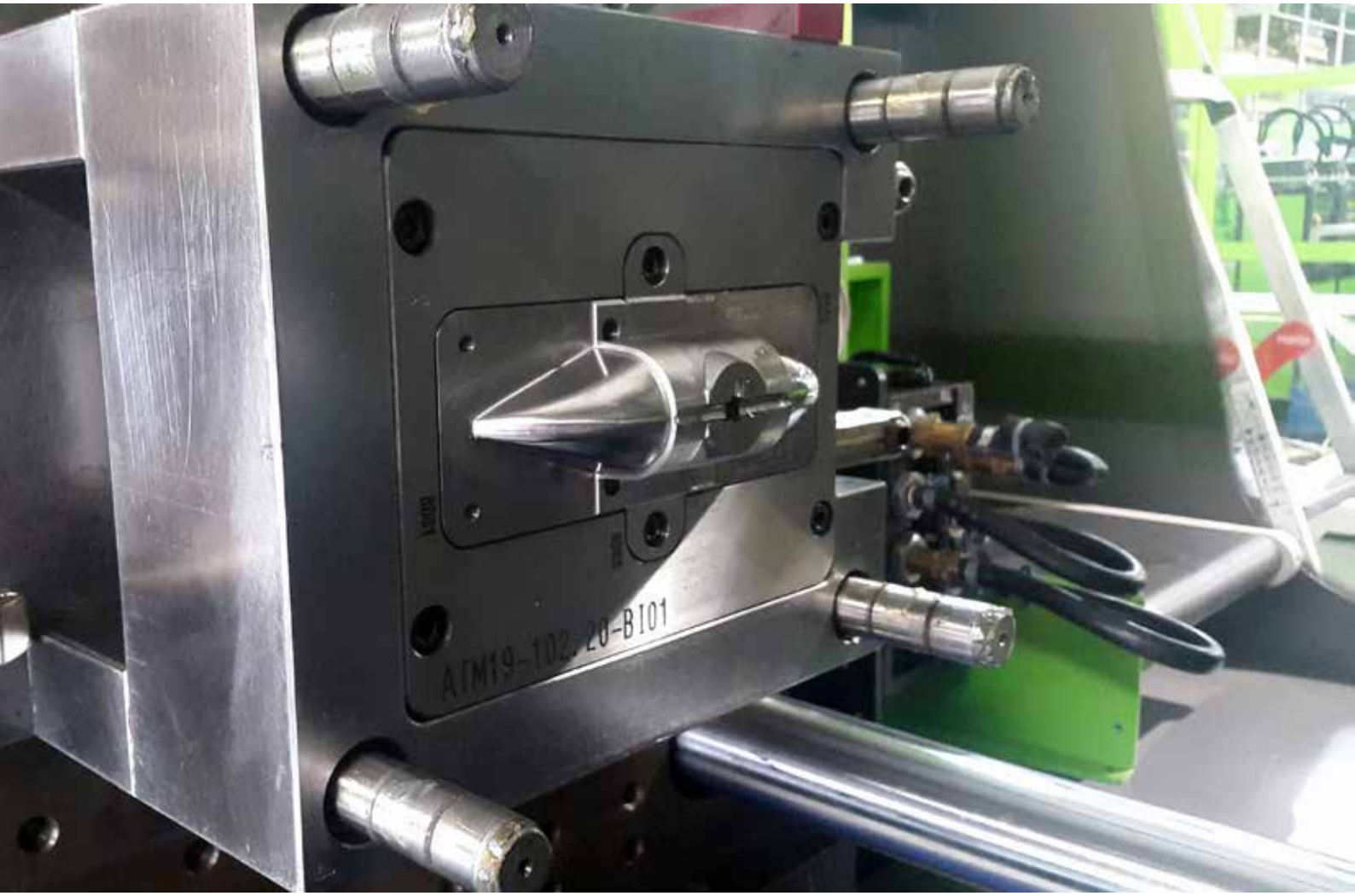
- Used by leading OEMs across AM industry
- Custom alloys and particle sizing available
- Aerospace-grade

It's Tru: Tru2Spec™ is the leading custom alloy formulation process for OEMs looking to go beyond conventional powders.

Learn more: praxairsurfacetechnologies.com/am
To order: Praxair Surface Technologies GmbH
Am Mühlbach 13, 87487 Wiggensbach
Germany
Tel: +49 (0) 837 0 9207 0
Fax: +49 (0) 837 0 9207 20
Email: AME_Europe@praxair.com

A Linde company
PRAXAIR SURFACE TECHNOLOGIES

© Copyright 2019 Praxair S.T. Technology, Inc. All rights reserved.



Spritzgusswerkzeug mit zwei Einsätzen: **konventionell und additiv gefertigt,** ermöglicht einen direkten Vergleich. (Bild: JKU)

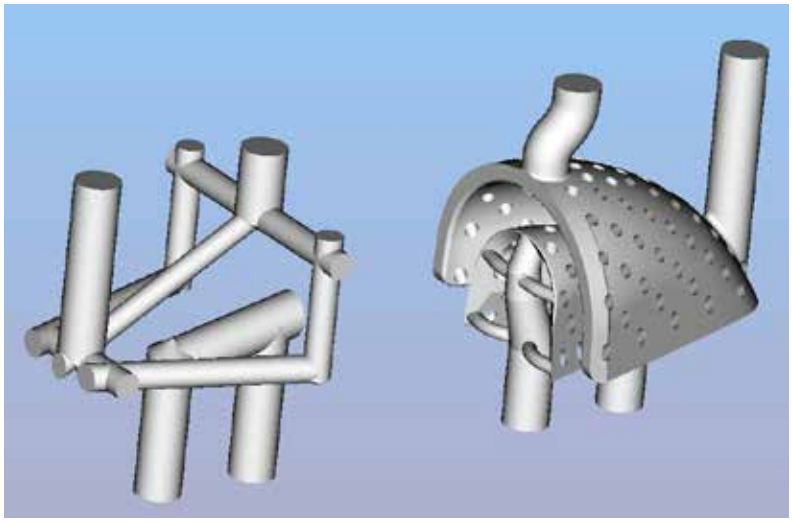
ERFOLGREICHER CORNET PROJEKTABSCHLUSS

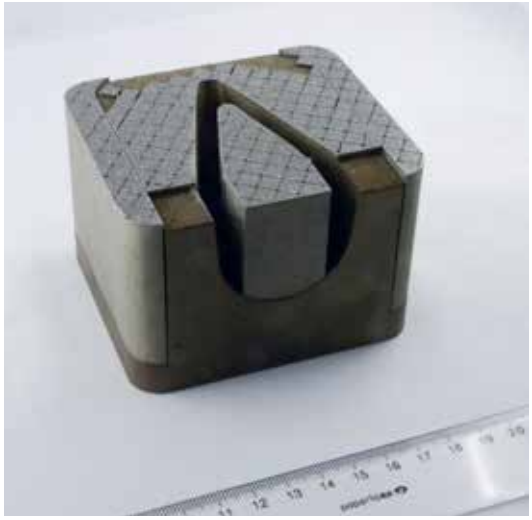
Österreichisches Forschungsnetzwerk präsentiert Konzepte für die erfolgreiche Hebung der Potenziale Additiver Fertigung in der Industrie: Das vom ecoplus Kunststoff- und Mechatronik-Cluster in Niederösterreich gestartete CORNET Projekt AM 4 Industry vermeldet einen erfolgreichen Projektabschluss und veröffentlicht aufschlussreiche Erkenntnisse zum gelungenen Einsatz additiver Fertigungsverfahren in der Industrie.

Additive Prozesse finden zunehmend Einzug in die industrielle Fertigung. Basierend auf 3D-Modell-Daten erlauben additive Produktionsverfahren eine automatisierte schichtweise Erstellung von Teilen aus Kunststoffen, Metallen und Keramiken. Umgangssprachlich als 3D-Druck bezeichnet, ermöglichen die Technologien die Fertigung komplexer Strukturen, die konventionell nicht herstellbar sind und erlauben damit die Erstellung neuer Produkteigenschaften und Funktionen.

_Erfolgsfaktoren der AF

Während einige Unternehmen Additive Technologien bereits gewinnbringend einsetzen, kämpfen andere mit der Einbettung in die Wertschöpfungskette, da ein ökonomischer Einsatz den Anwendern ein breites Spektrum an Kompetenzen in den Bereichen Prozesse, Materialien, Nachbearbeitung und Qualitätssicherung abverlangt. Außerdem bedarf es einer sorgsamen Kosten-Nutzen-Abwägung unter Berücksichtigung der benötigten Qualität. Der erfolgreiche industrielle Einsatz ist daher maßgeblich von der Definition der Qualitäts-





links Konventionell gefertigte Kühlkanäle im Vergleich zu konturnahen Kühlgeometrien, wie sie **nur durch den Einsatz Additiver Fertigung** möglich sind.

rechts **Einsatz für Spritzgusswerkzeug** direkt nach entfernen von der Bauplattform. Stützgeometrien für leichteres Ablösen sind größtenteils noch erkennbar. (Bild: Fotec)

merkmale, einer Entwicklung von Methoden für Design und Konstruktion, einer verlässlichen Überwachung der Produktionsprozesse, von geeigneten Richtlinien für die Nachbearbeitung und von einem passenden Kosten-/Nutzenmodell abhängig.

Zur Ergründung dieser Erfolgsfaktoren haben der ecoplus Kunststoff-Cluster und der ecoplus Mechatronik-Cluster in Niederösterreich im November 2016 das ambitionierte CORNET-Projekt AM 4 Industry ins Leben gerufen. Zwei Jahre forschten acht namhafte Forschungspartner und 51 Unternehmen aus Österreich, Deutschland und Belgien an Konzepten für den erfolgreichen industriellen Einsatz additiver Fertigungsverfahren. Dem COllective Research NETwork (CORNET) aus Wissenschaft und Industrie stand dabei ein Budget von 2,1 Millionen Euro zur Verfügung.

_Das Forschungsnetzwerk

Neben dem Forschungsinstitut für Rationalisierung (FIR) der RWTH Aachen, der Fotec – Forschungs- und Technologietransfer GmbH, der Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV, dem Institut für Polymer-Spritzgusstechnik und Prozessautomatisierung der Johannes Kepler Universität Linz, dem Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung der Montanuniversität Leoben und der RHP-Technology GmbH, beteiligten sich auch der belgische Partner Sirris am ambitionierten Projekt. Nach der intensiven Zusammenarbeit wurde nun der erfolgreiche Projektabschluss vermeldet. Die Ergebnisse wurden in fünf für Praxis und Forschung relevante Publikationen unterteilt, die Industrieunternehmen bei der Implementierung additiver Fertigungsverfahren aktiv unterstützen sollen. Neben eines Fehlerkatalogs für Laserstrahlschmelzen, einer praktischen Methodik zur Gestaltung für die Additive Fertigung, einer grundlegenden Überlegung zu den Prozessen sowie einer Qualitätsoptimierung und Kostenanalysen zur Vorbereitung der Implementation, publizierte das kollektive Forschungsnetzwerk auch ein anwendungsorientiertes Beispiel zum Einstieg in OpenFoam® und chtMultiRegion zur Strömungssimulation bei der Gestaltung von konturnahen und regellosen Kühlkanälen.

www.ecoplus.at

„Dank der Expertise und der engagierten und aufgeschlossenen Zusammenarbeit der beteiligten Partner konnten wir gleich mehrere Methodiken und Leitfäden entwickeln, die sich für die Industrie als äußerst relevant erweisen werden.

Benjamin Losert, Projektmanager bei ecoplus. Niederösterreichs Wirtschaftsagentur GmbH

ADDKON 2021 – PRAKTISCHER EINSATZ IM FOKUS

Seien Sie dabei und gestalten Sie mit: Die ADDKON 2019 war geprägt von Grundlageninformation. Die Vortragenden haben einen Überblick über die Prozesskette und die verschiedenen Fertigungsverfahren gegeben. In der kommenden ADDKON 2021, die am 24. und 25. Juni 2021 in Linz stattfinden wird, steht der praktische Einsatz der Additiven Fertigung im Vordergrund. Praxisbeispiele und Hands-On Workshops sollen einen tiefen Einblick in Prozess und Technologie liefern.

Mit 49 Vorträgen in bis zu drei parallelen Sessions wurden in der ADDKON 2019 Grundlagen zur Additiven Fertigung vermittelt. Die hochkarätigen Sprecher und Vortragenden haben anschaulich dargelegt, wo und wie die Additive Fertigung zum Einsatz kommen kann. Sie haben gezeigt, wo die Chancen und Möglichkeiten, aber auch die Restriktionen liegen. Von der AF-gerechten Konstruktion über die Datenaufbereitung, die eigentliche Fertigung bis hin zum Finish und zur Qualitätssicherung hatte jedes Element der Prozesskette seinen Platz. Praxisbeispiele haben veranschaulicht, wie Additive Fertigung wirtschaftlich genutzt werden kann.

Das ist genau der Anknüpfungspunkt für die ADDKON 2021. Additive Fertigung macht nur dann Sinn, wenn sich ein klarer wirtschaftlicher Nutzen ableiten lässt, darüber sind sich erfahrene Anwender einig. Neben den Vorträgen wird es auch diesmal wieder eine begleitende Fachausstellung mit interessanten Anbietern der Branche und vielzähligen Exponaten geben, die die Möglichkeiten der Additiven Fertigung anschaulich zeigen.

_Gestalten Sie mit – Reichen Sie einen Vortrag ein!

Im Zentrum der ADDKON 2021 steht, wie bereits erwähnt, der praktische Einsatz der Additiven Fertigung. Zahlreiche Vorträge, unterteilt in themenspezifische Sessions, werden den Teilnehmern Einblicke in den aktuellen Stand der Technik geben sowie die Möglichkeit, sich mit den Experten der Branche auszutauschen.

Wir laden Sie ein, sich mit einem Fachvortrag aktiv an der Gestaltung der Konferenz und damit zum Erfolg beizutragen. Wir wünschen uns Beiträge, die interessante oder beachtenswerte industrielle Anwendungen, Weiterentwicklungen in der Technologie oder Theorie, zur Sicherung der Ergebnisqualität, zur Verbesserung des Datenmanagements und der Systemintegration sowie zur Verbesserung der Aus- und Weiterbildung auf diesem Gebiet beinhalten. Die Schwerpunktthemen sind: Software, Datenaufbereitung, Maschinentechnologie, Materialien und Postprocessing.

_Einreichung von Abstracts

Wir freuen uns auf Ihren 1/2-seitigen (etwa 1.500 Zeichen), deutschsprachigen Titel + Abstract per E-mail an programm@addkon.at bis zum 30. Oktober 2020. Nach Festlegung der Agenda erhalten Sie eine Bestätigung über die Annahme des Beitrags. Für den Tagungsband benötigen wir bis 1. April 2021 einen „Extended Abstract" mit ca. 1 Seite (etwa 2.600 Zeichen und ein aussagekräftiges Bild) in deutscher Sprache. Beiträge aus allen Industrie-, Anwendungs- und Forschungsbereichen sind willkommen.

_Vortragsdauer

Die Vortragsdauer beträgt zirka 25 Min. inkl. Diskussion.

_Begleitende Fachausstellung

Die ADDKON wird auch diesmal wieder von einer Fachausstellung begleitet. Bitte fordern Sie bei Interesse weitere Informationen unter info@addkon.at an.

www.addkon.at

VERANSTALTUNGEN IM ÜBERBLICK

Im Hinblick auf die aktuelle Covid-19 Situation haben sich einige Veränderungen bei Messen und Veranstaltungen ergeben. Wir haben die Termine der nächsten Monate mit eventuellen Änderungen für Sie zusammengefasst. Da es im Moment schnell zu Änderungen kommen kann, informieren Sie sich bitte regelmäßig auf unserem Veranstaltungskalender auf der Plattform www.additive-fertigung.at über aktuelle Anpassungen bei den Terminen.

Messen und Veranstaltungen 2020	Ort	Geplant	Aktueller Termin
HMI	Hannover (D)	20. – 24.04.2020	12. – 16.04.2021
Rapid.Tech 3D	Erfurt (D)	05. – 07.05.2020	04. – 06.05.2021
Intertool	Wien (A)	12. – 15.05.2020	Branchenevent Herbst 2020
3D Printing Forum	Wien (A)	12.05.2020	22.10.2020
3D-Druck in der Automobilindustrie	Hamburg (D)	23. – 24.06.2020	bleibt
3D-Tage	St. Georgen (D)	24. – 25.06.2020	bleibt
Ranshofener Leichtmetalltage 2020	Salzburg (A)	03. – 04.09.2020	bleibt
AMB	Stuttgart (D)	15. – 19.09.2020	bleibt
additiva - 3. Mittelhessische 3D Druck Tagung 2020	Butzbach (D)	16. - 17.09.2020	bleibt
EAM	Augsburg (D)	22. – 24.09.2020	bleibt
FAKUMA	Friedrichshafen (D)	13. – 17.10.2020	bleibt
formnext	Frankfurt (D)	10. – 13.11.2020	bleibt

Bildquelle: © livertoon – stock.adobe.com

In 1 Minute online konfiguriert

... in 1 bis 3 Tagen geliefert ... mit 40 % mehr Lebensdauer*

Kein aufwändiges Konstruieren von Zahnrädern mehr: Individuelles hochabriebfestes Zahnrad in 60 Sekunden online konfigurieren und sofort bestellen. Keine Werkzeugkosten durch 3D-Druck, effizient ab Stückzahl 1.

* im Vergleich zu POM-Zahnrädern. Schneckenrad-Tests mit 5 Nm Drehmoment und 12 U/min im 2.750 qm igus® Testlabor.

igus®.at/3DZahnrad

igus® polymer Innovationen GmbH Tel. 07662-57763 info@igus.at plastics for longer life®

7. JAHRESFORUM FÜR ADDITIVE FERTIGUNG

Erkennen Sie optimale Anwendungsbereiche von additiv gefertigten Teilen für Ihre Prozesse und treffen Sie auf industrielle Anwender, innovative Projektleiter sowie AM-Interessierte und tauschen Sie sich ungezwungen mit Experten aus. Erkunden Sie in den Pausen die begleitende Fachausstellung und informieren Sie sich über die aktuellsten technologischen Entwicklungen.

Das Programm ist geprägt von inspirierenden Keynotes und bis zu 15 Vorträgen aus der industriellen Praxis im Parallelprogramm. Stefanie Sagerer, Program Manager AM Materials beim TÜV SÜD, wird in Ihrem Vortrag – „Nur Kompetent oder schon Zertifiziert" – herausstreichen, wie sich Anbieter im Markt unterschiedlich positionieren. Direkt aus dem Praxisalltag beschreiben Thomas Gruber, Doka und Arko Steinwender, Fraunhofer Austria, wie man – „Von der Identifikation zur Integration" – additiv gefertigter Teile kommt.

_Technologische Neuerungen

Aber auch technologische Neuerungen wie – Lithografiebasierte Fertigung für industrielle Komponenten –, präsentiert von Andreas Baum, Metshape, und Gerald Mitteramskogler, Incus3D, zeigen, in welche Richtung der Metall-3D-Druck gehen kann. Dazu geben Lothar Schmit, Ceraticit Austria, und Erwin Haslinger, Trumpf, Einblicke, wie der „Einsatz von Metall-Druck in der Zerspanungstechnik" die Herstellung von Zerspanungswerkzeugen revolutioniert. Vortragende und Aussteller kommen aus Unternehmen und Forschungseinrichtungen wie: Doka, Ceratizit, Evonik Creavis, Med. Uni Graz, TU Wien, FH OÖ, Hirtenberger Engineered Surfaces, Altair, Bibus, cubicure, 1zu1 protoyping, EVO-tech, Fraunhofer Austria, Trumpf, DMG Mori Austria, EOS, RHP Technology u. v. m.

Wie beim 3D-Printing-Forum 2019 richten sich die Inhalte auch in diesem Jahr wieder an **Teilnehmer auf Entscheider-Ebene** in großen und mittelständischen Unternehmen; insbesondere aus den Bereichen Produktion, F&E, Business Development, Innovation und Technik, Instandhaltung und Material.

www.succus.at

7. 3D-Printing Forum
Termin: 22. Oktober 2020
Ort: Wien (A)
Link: www.3d-printing-forum.at

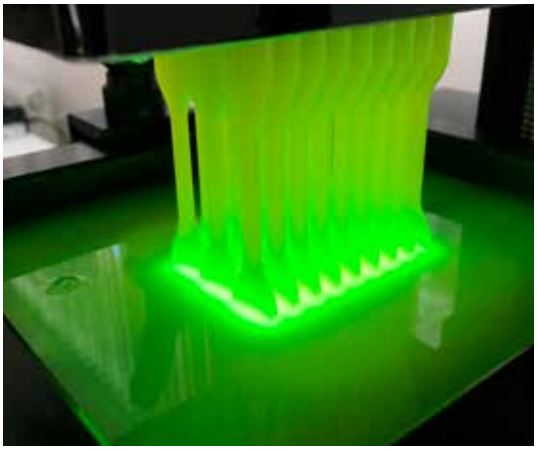
Zum Programm

3D-DRUCK IN DER AUTOMOBILINDUSTRIE

Wie viel 3D-Druck gibt es in der Fertigung bei Audi Sport? Wie gestaltet sich Additive Manufacturing in der Großserie bei BMW? Wie kann die Batteriekühlung von E-Fahrzeugen durch den 3D-Druck optimiert werden?

Antworten zu diesen Fragen erfahren die Besucher vom 23. bis 24. Juni 2020 in Hamburg bei der sechsten Fachkonferenz des 3D-Drucks in der Automobilindustrie. Es werden rund 150 Teilnehmer erwartet, die neue Impulse und Ideen sammeln und ihren Wissensvorsprung ausbauen wollen. Ca. zehn Aussteller zeigen der Automobil-Community den aktuellen Stand der Technik und bieten hochwertige Informationen aus erster Hand.

3D-Druck in der Automobilindustrie
Termin: 23. – 24. Juni 2020
Ort: Hamburg (D)
Link: www.sv-veranstaltungen.de/de/event/3d-druck



Mit langjähriger Erfahrung im Rapid Prototyping-Bereich führt 3D Labs seine Kunden durch die Welt der 3D-Druck Anlagen und unterstützt sie bei der Technologie-Auswahl herstellerunabhängig auf eine ehrliche und offene Art.

3D-TAGE IM SCHWARZWALD

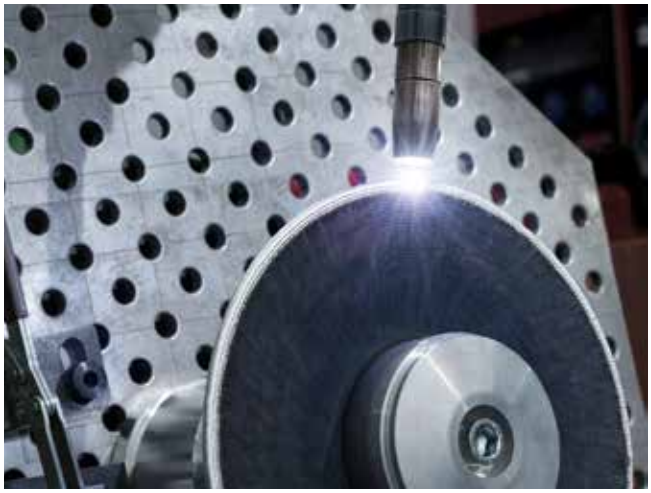
Die Firma 3D Labs lädt vom 24. bis 25. Juni 2020 zu den 3D-Tagen 2020 im Technologiezentrum in St. Georgen ein. Renommierte Referenten aus Industrie, Forschung und Wissenschaft stellen die neuesten Trends, Herstellungsverfahren und Anwendungsmöglichkeiten vor.

Um die 30 Aussteller werden vor Ort sein und ihre Erfahrungen in der Additiven Fertigung und im Rapid Manufacturing präsentieren. Die Firma Cadfem wird sechs Arbeitsplätze zur Verfügung stellen, an denen Anwender Softwarelösungen rund um das Thema Topologieoptimierung kennenlernen können.

_Breites Vortragsprogramm

Die Firma KLS Martin zeigt, wie sich die Additive Fertigung in der Medizintechnik etabliert hat und die Unternehmen Evonik und Kumovis stellen die Einsetzbarkeit des Kunststoffs PEEK in dieser Branche dar. Jörg Weisser von Messtronik wird zum Thema Prozesskette Rapid Manufacturing und Qualitätssicherung – Symbiose mit Erfolg referieren und Lena Eckenberger von Encee gibt Einblicke in die Digitalisierung im Werkzeugbau – Spritzguss mit 3D-gedruckten Werkzeugformen.
Voxeljet erörtert, wie man mit dem Verfahren High-Speed-Sintering mit Materialvielfalt und Skalierbarkeit zur additiven Massenproduktion von Polymeren kommt und von EOS erfahren die Besucher der 3D-Tage die Wichtigkeit der Bauteiloptimierung in der Additiven Fertigung.

3D-Tage
Termin: 24. – 25. Juni 2020
Ort: St. Georgen (D)
Link: www.3d-tage.de



RANSHOFENER LEICHTMETALLTAGE

Zum elften Mal versammelt das LKR Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen Werkstoffwissenschaftler und Experten aus der Leichtmetallbranche zum zweitägigen Fachaustausch in der Panzerhalle Salzburg.

Hochkarätige Referenten, eine namhafte Industrieausstellung, eine Posterexpo sowie eine beeindruckende Tagungslocation machen die Veranstaltung zu einem einmaligen Erlebnis. Unter dem Motto Leichtmetalle, Werkstoff- und Prozesstechnologien im Kontext von Dekarbonisierung und Digitalisierung dreht sich an beiden Konferenztagen alles um die Anforderungen bei der Entwicklung und Umsetzung von Innovationen in Werkstoff- und Prozessentwicklung. Das Programm beinhaltet 20 Fachvorträge in drei Sessions, Podiumsdiskussion mit fünf Fachexperten, fünf Industrial Pitches vor dem Plenum und ausreichend Gelegenheit zum Netzwerken.

www.ait.ac.at/lkr

11. Ranshofener Leichtmetalltage 2020
Termin: 3. – 4. September 2020
Ort: Salzburg (A)
Link: www.lmt.ait.ac.at

ZERTIFIZIERUNG UND HYBRIDE SERIENFERTIGUNG

Das 24. Augsburger Seminar findet nach derzeitigem Stand wie geplant am 9. Juli 2020 statt und organisiert zu dem Leitthema Zertifizierung und Hybride Serienfertigung zwei parallele Sessions mit hochkarätigen Referenten.

Den Teilnehmern werden spannende Vorträge und Berichte aus Industrie und Forschung geboten sowie aktuelle unternehmensspezifische Herausforderungen und Lösungen zum Leitthema vorgestellt. Die Technische Universität München gibt Einblicke in ihre Arbeiten und im Rahmen von Podiumsdiskussionen werden offene Fragen beantwortet. Die Besucher haben die Möglichkeit, den Fraunhofer IGCV (Institut für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik) Neubau in Augsburg inkl. eigenem AM Lab kennenzulernen und sich in einem anschließenden Get-Together auf der Dachterrasse des Instituts fachlich auszutauschen.

www.igcv.fraunhofer.de

24. Augsburger Seminar für AM
Termin: 9. Juli 2020
Ort: Augsburg (D)

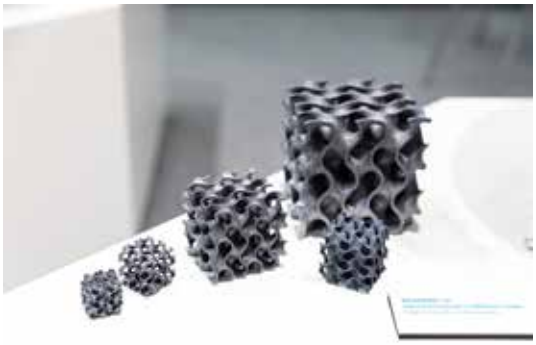
WIR SEHEN UNS IN 3D NACH DER KRISE

Vorausschauend agieren und selbst in solchen kritischen Zeiten optimistisch bleiben – dies lehrt uns die Situation in diesen Wochen. Das EAM-Team arbeitet weiterhin proaktiv an guten Lösungen für Kunden und Partner der kommenden EXPERIENCE ADDITIVE MANUFACTURING vom 22. bis 24.09.2020 in Augsburg.

Das Multi-Location-Event bietet der AM Community eine ideale Plattform, noch in diesem Jahr neue Kontakte zu knüpfen und sich mit Herstellern, Zulieferern und Dienstleistern auszutauschen. Um Ausstellern mehr Freiraum für Ihre Entscheidungsfindung zu gewähren, verlängert die Messe Augsburg den Frühbucherrabatt von fünf Prozent bis zum 30. April 2020. Dabei geht der Veranstalter ein Stück weiter: Bei einer Absage der EAM aufgrund des COVID-19 bekommen die Aussteller 100 Prozent der Kosten zurückerstattet.

_Partnerschaft mit Medizintechnik-Cluster aus Österreich

Die EAM kooperiert seit Kurzem mit dem Medizintechnik-Cluster aus Linz. Der Cluster steht für Networking, Kooperation und Innovation. Der Fokus liegt dabei auf Digital Health, dem Einsatz digitaler Technologien im Gesundheitswesen und Medical Materials. Clusterkoordinatorin Susanna Molterer zur Partnerschaft:



Mit über 1.500 Fachbesuchern mit reellem Kaufinteresse und 70 Ausstellern hat die EAM seit zwei Jahren einen soliden Grundstein für den Treffpunkt der AM-Community in Süddeutschland gelegt. (Bild: Messe Augsburg, Fotograf Marco Kleebauer)

„Additive Fertigung und 3D-Druck spielen auch in der Medizintechnik-Branche und bei vielen Partnern unseres Netzwerks eine immer wichtigere Rolle. Wir freuen uns darauf, durch die Kooperation mit der EAM unsere Aktivitäten in diesem spannenden Themengebiet zu erweitern und uns noch stärker zu vernetzen."

EXPERIENCE ADDITIVE MANUFACTURING
Termin: 22. – 24. September 2020
Ort: Augsburg (D)
Link: www.experience-am.com

From Powder To Performance.

ZEISS 3D Manu**FACT**

Bei der Produktion 3D-gedruckter Bauteile für Luftfahrt, Medizin und Automobilindustrie liegt die größte Herausforderung im Nachweis absoluter Zuverlässigkeit. Den perfekten Nachweis bietet nun **ZEISS 3D ManuFACT**. Mit dem einzigartigen holistischen Inspektionsprozess für Additive Manufacturing wenden wir die geballte Kompetenz aller ZEISS Technologien an: **Materialmikroskopie + Computertomographie + 3D Scantechnologie + hochpräzise, taktile und optische Messtechnologie sowie leistungsfähige Datenanalyse-Tools**. Erst dieser Prozess bringt die zuverlässigsten Erkenntnisse und Gewissheit über die Qualität von 3D-Bauteilen.

Nehmen Sie am kostenlosen Webinar "Technisch-/wirtschaftliche Lösungen für Qualitätssicherung in der additiven Serienfertigung durch ZEISS 3D ManuFACT" teil:
Dienstag, 21.04.2020 / 14:00 - 15:00 Uhr
www.zeiss.de/messtechnik/veranstaltungen/webinar/zeiss-3d-manufact

www.zeiss.com

ZEISS

Seeing beyond

PULVERGIGANTEN

Als Werkstofflieferant für hochqualitative Industriestähle hat die voestalpine Böhler Edelstahl GmbH & Co KG schon lange einen guten Namen. Seit 2016 entwickeln und produzieren die Werkstoffspezialisten im steirischen Kapfenberg Metallpulver für die Additive Fertigung und verfügen über eine umfangreiche Anlagentechnologie, um diese Werkstoffe zu qualifizieren und in bester, wiederholbarer Qualität zur Verfügung zu stellen.

Von Georg Schöpf, x-technik

Denkt man in Österreich an Stahl, dann führt kaum ein Weg um die voestalpine herum. Und geht es um die edlere Variante, dann ist voestalpine Böhler Edelstahl nicht nur Name, sondern auch Begriff. Seit vielen Jahren beschäftigt man sich dort mit dem, was man konzernintern unter der Division High Performance Metals zusammengefasst hat. Die Division ist mit ihren weltweiten Tochtergesellschaften auf technologisch hochspezialisierte Produktsegmente fokussiert und zählt zu den globalen Marktführern bei Werkzeugstahl und anderen Spezialstählen.

_Über 20 Jahre Erfahrung

Das Leistungsangebot umfasst die gesamte Wertschöpfungskette von der Produktion über den globalen Vertrieb bis hin zu spezifischen Services. Die High Performance Metals Division beliefert rund 100.000 Kunden in allen industrialisierten Regionen der Welt. Wichtigste Kundensegmente sind die Bereiche Automobil, Öl- und Gasexploration, Maschinenbau sowie die Konsumgüterindustrie und die Luftfahrt. Dafür stellt das Unternehmen Werkstoffe in unterschiedlichsten Konfigurationen und Produkten zur Verfügung. Auch der Bereich Additive Fertigung ist für das Traditionsunternehmen aus Kapfenberg in der Steiermark in den Fokus gerückt.

„Die Bereitstellung von Werkstoffen für die additive Metallteilefertigung ist für uns, wie für so gut wie jeden Edelstahlhersteller, ein absolutes Muss", betont Manfred Reiter, Business Development Manager Additive Manufacturing Powder bei der voestalpine Böhler Edelstahl GmbH & Co KG. Zunächst habe man auf der Kundenseite den generellen Bedarf ermittelt und parallel dazu im Hause eruiert, was technologisch erforderlich wäre, um Materiallösungen für die Additive Fertigung herstellen zu können. „Wir haben ja bereits über 20 Jahre Erfahrung mit pulvermetallurgisch hergestellten Werkzeug- und Schnellarbeitsstählen. Allerdings wurde das Pulver bisher immer mittels HIPen und Umformen zu Stabstahl verarbeitet. Aus diesem werden hochbeanspruchte Zerspanungs- und Umformwerkzeuge hergestellt", so Reiter.

Shortcut

Aufgabenstellung: Bereitstellung von Pulverwerkstoffen für die Additive Fertigung.

Material: Stahlwerkstoffe und Nickelbasislegierungen. Künftig auch Titanwerkstoffe.

Lösung: An Industriestandards orientierte Grundwerkstoffe sowie patentierte Eigenrezepturen.

Nutzen: Prozesssichere und hochqualitative Pulverwerkstoffe für unterschiedliche Anwendungsfelder und Verfahren der Additiven Fertigung.

Die neue Produktionsanlage am Standort in Kapfenberg.

_Leistungsfähige Versuchsanlage für AM-Pulver

Der erste Schritt, den man im Unternehmen setzte, war die Errichtung einer Versuchsverdüsungsanlage. Dabei wird das Schmelzgut unter Vakuum induktiv erwärmt und danach in einer Schutzgasatmosphäre zu Pulver verdüst. „Neu ist das Vakuuminduktionsschmelzen für uns ja nicht, da wir in unserem Sonderstahlwerk neben dem ESU (Elektroschlacke Umschmelzverfahren) und VLBO (Vakuumlichtbogenofen) Umschmelzverfahren seit 2000 eine VIM-Anlage (Vacuum Induction Melting) betreiben. Dieser Prozess wird in Kombination mit ESU oder VLBO für die Herstellung von Stählen und Nickelbasislegierungen höchster Güte für die Luftfahrt verwendet. Dadurch haben wir große Erfahrung mit diesem Prozess und den daraus resultierenden Möglichkeiten, Legierungen genauestens einzustellen. Nimmt man die Erfahrung im Verdüsen und die Kenntnisse aus dem Vakuum-Erschmelzen zusammen, so resultiert daraus ein Erfahrungspool, der uns hilft, Pulver höchster Güte auch in großen Mengen bereitzustellen", geht Reiter ins Detail und betont dabei, dass es ja nicht immer darum gehe, Sonderwerkstoffe zu entwickeln und >>

Pulveranlage in Betrieb – hier der Schmelzofen am Kopf der Anlage.

außergewöhnliche Werkstoffkombinationen herauszubringen, sondern auch: „die ganz normalen, gängigen Werkstoffe, die jeder braucht, in immer gleich guter Qualität zu liefern."

_Altbekanntes neu entdeckt

Was durchaus bemerkenswert erscheint, ist die Tatsache, dass im Zuge der Pulverbereitstellung für die Additive Fertigung auch Werkstoffe eine Renaissance erleben, die eigentlich schon dabei waren, in der Versenkung zu verschwinden. Beispielsweise der BÖHLER W722 AMPO (1.2709). Dieser Maraging-Stahl war in den 1980ern sehr beliebt, wurde aber z. B. im Druckguss von modernen Hochleistungs-Warmarbeitsstählen verdrängt. Warmarbeitsstähle sind aber aufgrund des Kohlenstoff-Gehalts relativ schwer additiv zu verarbeiten (Schweißbarkeit). Diese Schwierigkeit hat man bei C-freien Maraging-Stählen nicht. Andere Werkstofftypen gilt es wiederum für die Additive Fertigung zu optimieren. So wurde der erst kürzlich vorgestellte BÖHLER E185 AMPO aus einem modifizierten Einsatzstahl entwickelt.

„Einsatzstähle sind grundsätzlich schon gut schweißbar, allerdings galt es die neue Legierung nochmals Richtung Verarbeitbarkeit im Pulverbett zu optimieren. Bei der Verarbeitung in einer AM-Anlage über einen LBM-Prozess, der ja im Grunde nichts anderes als ein Schweißprozess

Ein Musterteil, **gedruckt aus BÖHLER M789 AMPO**, veranschaulicht die Möglichkeiten der Additiven Fertigung.

„Mit unseren Eigenentwicklungen versuchen wir die Bedürfnisse der Kunden mit den technischen Möglichkeiten des 3D-Druckes zusammenzubringen.

Manfred Reiter, Business Development Manager Additive Manufacturing Powder bei der voestalpine Böhler Edelstahl GmbH & Co KG

	nominell 15 - 45 µm (zB. Laserpulverbett Druckverfahren)			
BÖHLER AMPO Marke	**Partikelgrößenverteilung*** **D10** [µm]	**D50** [µm]	**D90** [µm]	**Schüttdichte**** [g/cm³]
BÖHLER E185 AMPO	18-24	29-35	42-50	≥ 3,6
BÖHLER M789 AMPO	18-24	29-35	42-50	≥ 3,5
BÖHLER N700 AMPO	18-24	29-35	42-50	≥ 3,4
BÖHLER L718 AMPO	18-24	29-35	42-50	≥ 3,5
BÖHLER L625 AMPO	18-24	29-35	42-50	≥ 3,7
BÖHLER W360 AMPO	18-24	29-35	42-50	≥ 3,6
BÖHLER W722 AMPO	18-24	29-35	42-50	≥ 3,5

* Messung der Partikelgrößenverteilung nach ISO 13322-2 (Dynamic image analysis methods);

** Die Messung Schüttdichte basiert auf ASTM B417 und ASTM B212 bzw. DIN EN ISO 3923-1 und bezieht sich auf unsere typischen Messwerte.

Die Pulverkornfraktion 45 - 90 µm, für z. B. Laserauftragsschweißen, ist ebenfalls erhältlich → Details auf Anfrag

ist, bekommt man aufgrund des geringen Kohlenstoffanteils ein sehr gleichmäßiges, nahezu störungsfreies Gefüge, das geringe Eigenspannungen aufweist. Dadurch lassen sich damit Teile herstellen, die direkt von der Bauplattform herunter mit sehr guten Werkstoffeigenschaften daherkommen, ohne eine Wärmebehandlung zu benötigen", weiß der Werkstofffachmann.

_ BÖHLER AMPO, die Marke

Die Pulverwerkstoffe wurden unter der Marke BÖHLER AMPO, was für Additive Manufacturing Powder steht, zusammengefasst und seit April 2017 vermarktet. So umfasst das BÖHLER AMPO-Werkstoffspektrum mittlerweile sieben Standardwerkstoffe, die von den Pulverspezialisten aus Kapfenberg hergestellt werden. Davon sind vier Werkstoffe an genormte Werkstoffspezifikationen angelehnte Pulver. Hinter dem BÖHLER W722 AMPO verbirgt sich ein 1.2709, die Werkstoffe BÖHLER L625 und L718 AMPO sind Nickelbasislegierungen und der BÖHLER N700 AMPO ist ein 1.4542 / 17-4PH. Die anderen drei sind spezielle, patentierte oder zum Patent angemeldete Werkstoffe.

„Mit unseren Eigenentwicklungen versuchen wir die Bedürfnisse der Kunden mit den technischen Möglichkeiten des 3D-Druckes zusammenzubringen. Durch unser weltweites Vertriebsnetz und unsere technische Beratungskompetenz sind wir sehr nahe dran an unseren Kunden und erfahren, wo der Schuh drückt. Unsere Aufgabe ist es dann, die uns bekannten Problemstellungen zu verdichten und daraus die notwendigen Werkstoffeigenschaften herzuleiten. Auf Basis dieser Erkenntnisse wird dann der Werkstoff für das AM Verfahren entwickelt – immer beachtend, dass nicht umgeformt wird, sondern geschweißt. Dabei können wir auf unser Produktportfolio aus 250 Stahlmarken zurückgreifen", so Reiter weiter. >>

Ein Blick in die **Titan-Pulververdüsung.**

Das fertige Produkt Metallpulver, perfekt auf die Additive Fertigung abgestimmt.

_LBM, EBM und DED

Dabei konzentrieren sich die Werkstoffspezialisten jedoch ausschließlich auf die Verfahrensklassen LBM, EBM und DED. Dafür stehen die Werkstoffe in den jeweils geeigneten Partikel-Fraktionen 15 bis 45 µm oder 45 bis 90 µm zur Verfügung. Nach Kundenwunsch sind aber auch andere Fraktionen möglich. Ebenso liegt der Fokus auf der Mengenproduktion. „Kleinmengen werden bei uns nur in der Evaluierungsphase und in seltenen Ausnahmefällen hergestellt." Ganz bewusst verzichtet man derzeit auf die Verfahrenssparte der Binderjetting-Technologien und konzentriert sich auf die derzeit am meisten genutzten oben genannten Technologien.

„Parallel zu unserer Anlage gibt es auch das voestalpine Additive Manufacturing Center in Düsseldorf. In dieser Konzernschwester sind wir in der Lage, auf unterschiedlichen Fertigungsmaschinen Bauteile im LBM-Verfahren herzustellen. Dort können wir Metallpulver erproben und im Prozess qualifizieren. Das AMC nutzt selbstverständlich auch unsere Pulver für die Herstellung von Bauteilen in Kundenprojekten. Das gibt uns direkten Aufschluss darüber, dass unsere Werkstoffe im praktischen Einsatz funktionieren", erklärt Reiter.

_Anlagenerweiterung für breiteres Produktportfolio

Vor etwa einem Jahr wurde die Versuchsanlage um eine zweite Anlage für Stahl- und Nickelbasislegierungen sowie um eine Anlage zur Titanpulverherstellung erweitert, um auch Titanpulver auf den Markt zu bringen. Reiter ist davon überzeugt, dass der Bedarf an AM-Pulver in Zukunft signifikant steigen wird. „Man kann ganz deutlich erkennen, dass es Branchen gibt, die schon jetzt regelmäßig additiv gefertigte Teile einsetzen. Der Trend geht klar in Richtung Serieneinsatz. Wobei für die Großserie noch die Technologien fehlen, aber in kleinen und mittleren Losgrößen die Additive Fertigung schon jetzt ihren festen Platz hat. Mit Erweiterung der Anwendungsfelder und stärkeren Durchdringung der Entwicklungsabteilungen mit einem additiven Mindset wird der Anteil in nächster Zeit sicher noch viel größer werden", fasst Reiter abschließend zuversichtlich zusammen.

www.voestalpine.com/bohler-edelstahl

Zum Unternehmen

Bereits im 15. Jahrhundert entstanden in Kapfenberg die ersten Hammerwerke. Durch Übernahme der Werke durch die Gebrüder Böhler erlangte der Kapfenberger Stahl Weltruhm. Heute sind diese Unternehmensbereiche Teil der voestalpine AG. Die voestalpine Böhler Edelstahl GmbH & Co KG, die ihren Sitz immer noch in Kapfenberg (A) hat, begann 1999 mit der Herstellung pulvermetallurgischer Werkstoffe und widmet sich seit 2016 mit 19 Mitarbeitern zusätzlich der Herstellung und dem Vertrieb von Metallpulvern für die Additive Fertigung.

Hirtenberger. Ingenuity. Engineered

hirtenberger
Engineered Surfaces

HIRTISATION®

FULLY AUTOMATED POST-PROCESSING OF 3D-PRINTED METAL PARTS

- No mechanical processing steps involved
- Reaching deeply into cavities and geometric undercuts
- Combination of electrochemical pulse methods, hydro-dynamic flow and particle assisted chemical removal
- Removal of powder cake
- Removal of support structures
- Levelling of surface roughness while retaining edge sharpness

Hirtenberger Engineered Surfaces GmbH
Leobersdorfer Strasse 31-33
2552 Hirtenberg/Austria
Phone: +43 2256 811 84-835
E-Mail: hes@hirtenberger.com

hes.hirtenberger.com

Mit iglidur A350-PF bietet igus jetzt seinen bewährten Gleitlagerwerkstoff auch als FDA- und EU-konformes Filament für die Additive Fertigung von temperaturbeständigen und schmierfreien Verschleißteilen an.

FILAMENT FÜR DEN LEBENSMITTELKONTAKT

Hygienische Sonderlösungen sind in der Verpackungs- und Lebensmittelindustrie das A und O. Daher greifen bereits jetzt viele Anwender auf die FDA-konformen iglidur Gleitlager und Halbzeuge aus Hochleistungskunststoffen von igus zurück. Damit Anwender noch mehr Gestaltungsfreiheiten in der Konstruktion ihrer Maschine haben, hat igus jetzt seinen temperaturbeständigen, langlebigen und bewährten Werkstoff iglidur A350 auch als 3D-Druck-Tribo-Filament entwickelt.

In Zeiten von Wettbewerbsdruck und kurzfristiger Lieferfähigkeit müssen Maschinen der Verpackungs- und Lebensmittelindustrie immer schneller und flexibler für unterschiedliche Formate funktionieren. Dementsprechend hoch sind die Anforderungen an funktionale Bauteile in Sonderabmessungen und geringer Stückzahl. „Da die Maschinen in der Verpackungs- und Lebensmittelindustrie immer individueller werden, sind Lösungen für Gleitlager und Verschleißbauteile in Sonderformen gefragt“, erklärt Niklas Eutebach, Entwicklungsingenieur Additive Fertigung bei der igus GmbH. „Um dem Anwender noch mehr konstruktive Freiheiten in der Gestaltung seiner Anlage zu geben, haben wir jetzt iglidur A350 als Tribo-Filament entwickelt.“

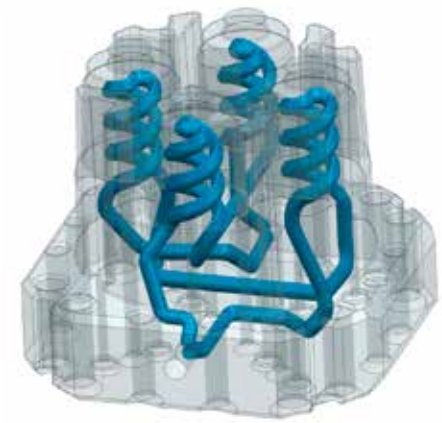
_Temperaturbeständig bis zu 180 Grad

Der schmier- und wartungsfreie Werkstoff ist speziell für den Einsatz in der Lebensmittel- und Verpackungstechnik ausgelegt und hat sich dort in unzähligen Anwendungen bewährt, denn iglidur A350 ist bereits als Gleitlager in Standardabmessungen sowie als Halbzeug direkt ab Lager erhältlich. Der Hochleistungskunststoff überzeugt vor allem mit seiner hohen Langzeit-Temperaturbeständigkeit von bis zu 180 Grad Celsius und ist problemlos auch mit Chemikalien zu reinigen.

_Für den Lebensmittelbereich zugelassen

Der Werkstoff iglidur A350 ist konform zur EU-Verordnung 10/2011 sowie der FDA und damit offiziell für den Kontakt mit Lebensmitteln zugelassen. Zugleich erfüllt er auch die Anforderungen hinsichtlich des Brandschutzes der Bundesluftfahrbehörde der USA (FAA) für Flugzeuginnenausstattungen. Durch seine blaue Farbe ist iglidur A350 besser sichtbar und erhöht so die Sicherheit der Produktion. Vor allem in Schwenk- und Rotationsanwendungen und bei hohen und mittleren Belastungen auf Edelstahlwellen zeigt sich die Langlebigkeit des Werkstoffes. Das Filament ist sowohl zum Selbstdrucken auf einem Hochtemperatur-3D-Drucker sowie im 3D-Druck-Service von igus verfügbar.

www.igus.at



Konturnahe Kühlung bietet im **Werkzeugbau für Druckguss und Spritzguss** signifikante Vorteile.

NEUE WERKSTOFFE FÜR DEN SPRITZ- UND DRUCKGUSS

Der 3D-Druck-Dienstleister Jell bietet neue Werkstoffe für den Formenbau. Mit der hauseigenen F&E-Abteilung konnten „alte Bekannte" qualifiziert und für den Markt freigegeben werden. Jell, in Österreich vertreten durch BM.engineering, ist bekannt für Neuerungen im Metall-3D-Druck und treibt eigenständig die Auswahl für hochwertige Werkstoffe voran.

Mit dem 1.2343 ist es gelungen, der Spritzguss-Branche einen heiß ersehnten Werkstoff anzubieten. Neben dem 1.2709 und Corrax (nicht rostend) ist nun auch der 1.2343 als Stahl mit hoher Standzeit additiv verarbeitbar. Die jellsche Werkstoff-Familie erhält somit die optimale Ergänzung für alle Werkzeugmacher, die auf der Suche nach dem geeigneten Werkstoff für die konturnahe Kühlung sind. Ebenso könnte der 1.2365 die Branchen um den Druckguss bereichern. In den durchgeführten Tests konnte dieser Werkstoff andere Materialien und Verfahren hinter sich lassen. Mit einer Wärmeleitfähigkeit von bis zu 36 W/mK sind bessere Eigenschaften für die Prozesse gegeben und ein echter Mehrwert erreicht. Im Hause Jell erhofft man sich durch die beiden „alten Bekannten" den Branchen noch mehr Sicherheit zu verleihen, um die 3D-Druck-Technologie weiter in den Köpfen der Entscheider wachsen zu lassen.

www.bringsinform.com • www.aboutJELL.de

Pilot Serie
Die professionelle 3D Drucker Serie

- Geringere Betriebs- und Stückkosten
- Offene Systemarchitektur, freie Materialwahl
- Bauteile für höchste Qualitätsansprüche

BIBUS®
SUPPORTING YOUR SUCCESS

Tel.: 02242 333 88
info@bibus.at
www.bibus.at

HOCHPRÄZISE SCHICHTARBEIT

MBFZ toolcraft GmbH nutzt mit Zeiss 3D ManuFACT durchgängige Qualitätssicherung in der Additiven Fertigung: Additive Fertigung ist für viele Unternehmen Neuland – nicht für die MBFZ toolcraft GmbH. Das Unternehmen im fränkischen Georgensgmünd fertigt High-End-Präzisionsteile unter anderem für die Luft- und Raumfahrt, Automobilindustrie, Medizintechnik und die Halbleiterindustrie, seit 2011 auch in 3D-Druck. Die junge etablierte Fertigungstechnologie ist eine Herausforderung für die Qualitätssicherung. Diese bewältigt toolcraft mit Zeiss 3D ManuFACT, einer genau auf die Anforderungen zugeschnittenen Lösung zur durchgängigen Qualitätssicherung für die Additive Fertigung.

Hitze, Lärm, Ölgeruch: Sie gehören zur industriellen Fertigung wie Yin zu Yang. Ganz anders in der gläsernen Halle bei toolcraft in Georgensgmünd. Wer mit seinem Mitarbeiterausweis die Zugangskontrolle überwunden hat: hört nichts und riecht auch nichts. Nichts erinnert hier an Fabriken, wie wir sie seit hundert Jahren kennen. Weil Teile auch nicht so gefertigt werden wie seit hundert Jahren. Statt aus gegossenen oder geschmiedeten Metallklötzen die Form durch Bohren, Fräsen und Drehen herauszuschälen, geht die Additive Fertigung den umgekehrten Weg. Durch kleine Fenster an den zwölf 3D-Druckmaschinen bei toolcraft kann man gleißenden Laserstrahlen dabei zusehen, wie sie über eine hauchdünne Schicht aus Metallpulver tanzen. Wo der Lichtpunkt auftrifft, schmilzt

Toolcraft nutzt den 3D-Druck für Geometrien, die mit konventionellen Verfahren nicht oder nur schwierig herzustellen waren. Dafür stellt das Verfahren die **Qualitätssicherung vor neue Herausforderungen**.

Shortcut

Aufgabenstellung: Durchgängige Qualitätssicherung entlang der additiven Prozesskette.

Lösung: Zeiss 3D ManuFACT.

Nutzen: Sämtliche Messsysteme für die Qualitätssicherung aus einer Hand und damit vollständige Durchgängigkeit der Daten entlang der gesamten Prozesskette.

blitzartig das Pulver und erstarrt sofort wieder, dann folgt die nächste Schicht. Aus Tausenden haardünnen Schichten entstehen beim 3D-Laserschmelzen scheinbar unmögliche Bauteile, die man mit traditioneller subtraktiver Fertigung niemals herstellen könnte. Wurden vor zehn Jahren nur Prototypen und Designstudien additiv gefertigt, bauen Hersteller von Flugzeugturbinen, Rennwagen oder medizinischen Apparaten diese immer häufiger direkt in ihre Serienprodukte ein.

_Neuland Qualitätssicherung

Wie immer, wenn eine neue Technologie die Märkte erobert, gibt es auch Fragezeichen. Eines davon ist die Qualitätssicherung. Jens Heyder deutet auf einen Monitor, der zwei Bilder, aufgenommen mit dem Lichtmikroskop Zeiss Axio Imager, in 50-facher Vergrößerung zeigt. Links ist ein Schliff aus einem guten Bauteil zu sehen. „Es sind keine großen Fehler erkennbar, lediglich kleine Poren. Das Material weist eine gleichmäßige, homogene Struktur auf. Rechts dagegen ist ein Schliff dargestellt, in dem Lunker und Schweißfehler vorhanden sind. Der Bauprozess war hier nicht optimal, weshalb es beim Erstarren der Schmelze zu Fehlern kam. Bei hoher Belastung könnte es hier zu Rissen kommen“, warnt Heyder, der seit drei Jahren als Werkstofftechniker im Werkstofflabor von toolcraft arbeitet. Mit seinen Kollegen überprüft er die Korngrößenverteilung des verwendeten Metallpulvers. Sie helfen, den Fertigungsprozess so zu optimieren, dass im Moment des Aufschmelzens und Erstarrens keine Fehlstellen im Teil entstehen.

Das Werkstofflabor ist aber nur ein Baustein in der lückenlosen Qualitätssicherung bei toolcraft. Nach jedem Prozessschritt erfolgt eine Prüfung: wenn ein Teil aus dem Drucker kommt, nach der Wärmebehandlung und schließlich nach dem Fräsen in die Endform, bevor das Teil den Weg zum Kunden antritt. Nicht jedes Teil wird geprüft, je nach Kundenwunsch werden >>

„Die Qualitätssicherung in der Additiven Fertigung ist eine große Herausforderung und da ist es beruhigend, mit Zeiss einen erfahrenen Partner an unserer Seite zu wissen. Zeiss ist der einzige Anbieter für Messtechnik für die gesamte Prozesskette in der Additiven Fertigung mit vollständiger Durchgängigkeit der Daten.

Christoph Hauck, Geschäftsführer MBFZ toolcraft GmbH

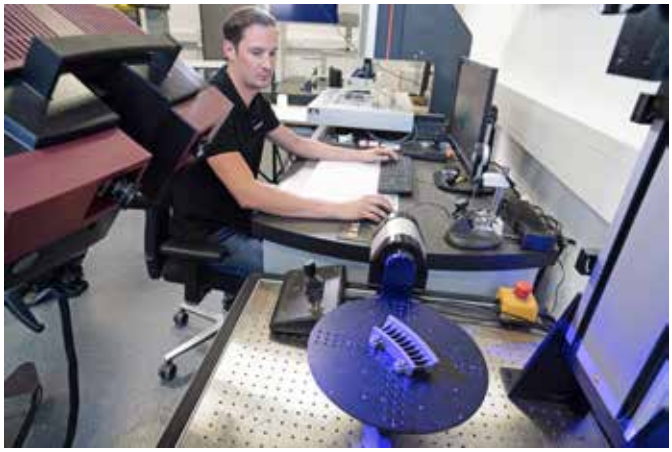
Arbeitssicherheit wird bei toolcraft großgeschrieben: Mitarbeiter mit persönlicher Schutzausrüstung beim Rüstvorgang der MLS-Anlage.

Stichproben gezogen, Routineteile durchlaufen nur eine Endprüfung, anspruchsvolle Kunden – etwa aus der Luftfahrt – verlangen dagegen eine 100 %-Kontrolle. Eines ist aber sicher: Wenn ein Teil geprüft wird, dann geschieht das auf einer Maschine mit dem blauen Zeiss Logo. Die findet man gleich an mehreren Stellen im Betrieb: Zwei Mikroskope (Zeiss Axio Imager und Zeiss Axio Zoom.V16), mehrere Koordinatenmessgeräte (zwei Zeiss ACCURA, eine Zeiss CONTURA und eine Zeiss DuraMax) sowie ein optischer 3D-Scanner sind in den Messräumen und in der Produktion zu finden. Wobei letzterer zwar das Logo von GOM trägt; das Unternehmen gehört seit Frühjahr 2019 ebenfalls zur Zeiss Familie.

_Durchgängige Daten

Warum nutzt toolcraft nur Messtechnik von Zeiss? „Weil Zeiss einer unserer großen Kunden ist", schmunzelt Christoph Hauck, einer von drei Geschäftsführern des Unternehmens. Das liefert hochpräzise Bauteile und Baugruppen für die Optiken, die Zeiss Semiconductor Manufacturing Technology (SMT) für Belichtungsmaschinen in der Halbleiterfertigung benötigt. Hauck ernster: „Der wahre Grund ist natürlich ein anderer: Zeiss ist der einzige Anbieter für Messtechnik für die gesamte Prozesskette in der Additiven Fertigung mit vollständiger Durchgängigkeit der Daten." Zeiss vermarktet dies unter dem Namen 3D ManuFACT. Es vereint Produkte aus dem Zeiss Portfolio zu einer gesamtheitlichen Lösung – von Rasterelektronen- und Lichtmikroskopen über Computertomographen und Koordinatenmessgeräten bis zum optischen 3D-Scanner, unter dem Dach der gemeinsamen Messsoftware Zeiss CALYPSO und Zeiss PiWeb, einer skalierbaren IT-Lösung zum Qualitätsdatenmanagement. Hauck ist seit 17 Jahren im Unternehmen und nach eigener Einschätzung der „Außenminister", der neue Märkte, Technologien und Kunden erschließt. Dazu gehöre auch, bei Kunden für Vertrauen in die Additive Fertigung zu werben, „denn jede neue Fertigungstechnologie wird erstmal misstrauisch beäugt, zumal wenn die Entwicklung derart rasant verläuft." Bereits 2005 kam der heute 43-Jährige schon bei toolcraft mit dem Thema in Berührung, wo er additiv gefertigte Teile für Flugzeugturbinen nachbearbeitet hat. Damals war die Qualität „noch sehr verbesserungswürdig" und nur für Prototypen zu gebrauchen, für einen schnellen Erkenntnisgewinn in der Entwicklung. Heute ist das anders. Die Teile, die toolcraft an seine Kunden liefert, sind nach den strengen Vorgaben der Luft- und Raumfahrtindustrie oder der Medizintechnik qualifiziert und genauso leistungsfähig und haltbar wie traditionell gefertigte Teile. Als Beweis zeigt Hauck eine Statorleitschaufel, die den Gasstrom durch eine

Ziel: null Fehler. Markus Miehling, Leiter der Qualitätssicherung bei toolcraft, spürt mit seinen Zeiss Messgeräten noch so kleine Abweichungen auf – auch an komplizierten Bauteilen, wie der Statorschaufel einer Gasturbine.



stationäre Gasturbine lotst. Sie sei herkömmlich hergestellten Varianten absolut ebenbürtig, aber habe darüber hinaus einige Vorteile. So ist die geschwungene Form der Schaufeln, die mit aufwendigen Simulationen optimiert wurde, zerspanend mit vertretbarem Aufwand kaum noch herzustellen. Und statt jede der 144 Schaufeln einzeln zu fertigen, baut ein 3D-Drucker immer zwölf als Paket auf. Das senkt die Kosten für die Herstellung und später bei der Montage.

_Spannungen auf der Spur

Allerdings macht das Verfahren die Qualitätsprüfung schwieriger. Die beiden älteren Koordinatenmessgeräte eines Zeiss Marktbegleiters, die neben den beiden Zeiss ACCURA noch im Messraum stehen, können solche komplexen Schaufelgeometrien nicht abtasten. „Dazu setzen wir das Blade-Softwaremodul von Zeiss ein", sagt Markus Miehling. Einen schnellen Überblick über die Form des Schaufelpakets verschafft sich der Leiter der Qualitätssicherung mit dem 3D-Scanner von GOM. Der wirft Streifen aus blauem Licht auf das Teil, aus dem reflektierten Licht errechnet eine Software die Oberfläche und zeigt Abweichungen von der Soll-Form, die der CAD-Datensatz vorgibt. Durch das ständige Erhitzen und Abkühlen beim Laserschmelzen kommt es im Metall zu Spannungen, die zu einem Verbiegen des Teils führen können. Eine Wärmebehandlung nach dem Druck lindert diese Spannungen, reduziert sie aber nicht auf null.

Vieles in der Qualitätssicherung der Additiven Fertigung ist Neuland, einige Prozesse haben die Messtechniker eigens dafür angepasst. Das fängt im Werkstofflabor an, wo Jens Heyder für jeden Werkstoff eigene, speziell angepasste Ätzverfahren entwickelt, um die Kornstruktur im Inneren der Bauteile untersuchen zu können. Unter dem Mikroskop sieht man hier eine Struktur, die sich in mancherlei Hinsicht grundlegend von der von gegossenen oder zerspanend hergestellten Bauteilen unterscheidet. Die Körner sind beispielsweise länglich und in Baurichtung orientiert.

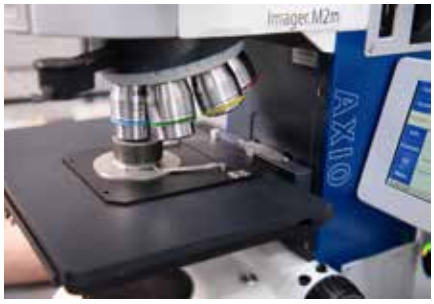
Kommt es infolge einer Überhitzung zu verbrannten Stellen auf der Bauteiloberfläche, können diese mit dem Lichtmikroskop Zeiss Axio Zoom.V16 untersucht und dokumentiert werden. Die Werkstoffexperten bei toolcraft haben auch ein Verfahren entwickelt, um die Korngrößenverteilung und Struktur des Metallpulvers zu untersuchen. Dabei wird das Pulver mit einem Epoxidharz vermischt und ausgehärtet. Anschließend werden die Probekörper angeschliffen und dann unter dem Zeiss Axio Zoom.V16 mit bis zu 500facher Vergrößerung untersucht.

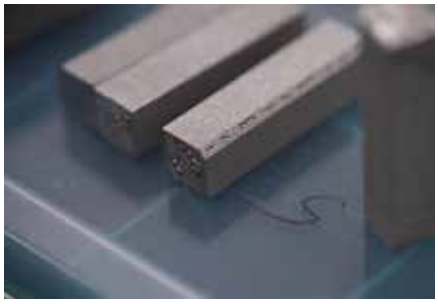
_Taktile Endkontrolle

Verlangt ein Kunde – etwa aus der Luftfahrt –, dass alle Teile geprüft werden, landen sie auf einer der beiden Zeiss ACCURA, die im Raum für Qualitätssicherung stehen. Auch bei der taktilen Messung brauchen additiv gefertigte Teile eine Sonderbehandlung. Wenn sie direkt aus dem Drucker kommen, sind sie noch etwas rau wegen der erstarrten Pulverkörner. Eine scannende Messung, wo der Taster mit Dauerkontakt über die Oberfläche streicht, ist darum nicht möglich, gemessen werden dann stattdessen Einzelpunkte, um die Lage repräsentativer Punkte auf dem Teil zu bestimmen. Ist das Teil in Ordnung, geht es in die obligatorische Endbearbeitung, wo Zerspanungstechniker Gewinde >>

links Ein Segment der Statorschaufel einer Gasturbine unter dem 3D-Laserscanner. Durch das blaue Streifenmuster wird die vollständige Oberfläche des Teils in wenigen Minuten erfasst.

rechts Frederik Mack, Werkstofftechniker bei toolcraft, untersucht unter dem **Mikroskop Zeiss Axio Imager** einen Probekörper, den er aus einem 3D-gedruckten Teil herausgesägt und geschliffen hat.





Die Korngrößenverteilung des Metallpulvers wird mit dem Lichtmikroskop Zeiss AXIO Imager an polierten Prüfkörpern untersucht. Die Probekörper helfen, Prozessparameter beim 3D-Laser-Metallschmelzen zu optimieren.

drehen, Radien optimieren und Oberflächen zerspantechnisch veredeln. Bei der erneuten Messung auf Zeiss ACCURA darf dann auch ein scannender taktiler Sensor zum Einsatz kommen.

Das Koordinatenmessgerät ist mit der mass-Technologie von Zeiss (mass = multi application sensor system) ausgerüstet, die einen schnellen Wechsel zwischen verschiedenen Sensoren erlaubt, auch ein optischer Liniensensor wartet im Sensorwechselmagazin auf seinen Einsatz. Trotz aller Euphorie gilt bei toolcraft das Prinzip: Wir fertigen nur additiv, was wirklich Sinn ergibt. Teile, die in großen Stückzahlen geordert werden und die mit herkömmlichen zerspanenden Fertigungsfahren herzustellen sind, werden auch heute noch so gefertigt. Das schlägt sich in der Zahl der Arbeitsstationen nieder: In der zerspanenden Fertigung von toolcraft produzieren 70 Maschinen, in der Additiven Fertigung nur zwölf. Doch die tragen schon ein Viertel zum Umsatz bei – Tendenz steigend. Die Qualitätssicherung wird zwangsläufig in den kommenden Jahren weiter ausgebaut. Im Portfolio von Zeiss 3D ManuFACT gibt es Geräte, die toolcraft noch nicht verwendet: Ein Rasterelektronenmikroskop etwa oder einen Computertomographen. Welche Messgeräte toolcraft in Zukunft anschaffen werde, stehe noch nicht fest, sagt Christoph Hauck, sicher sei aber, dass sie von Zeiss sein werden. „Die Qualitätssicherung in der Additiven Fertigung ist eine große Herausforderung und da ist es beruhigend, mit Zeiss einen erfahrenen Partner an unserer Seite zu wissen."

www.zeiss.de/messtechnik

Finale Kontrolle: Nach der zerspanenden Nachbearbeitung misst Christopher Buckel das Oberflächengefinishte Bauteil mit Zeiss ACCURA.

Prozessschritt Additive Fertigung	Prozess Qualitätssicherung
Wareneingang Rohstoffe	Beurteilung der Qualität der Metallpulver (in Kunstharz vergossen und geschliffen) mit dem Lichtmikroskop Zeiss Axio Imager.
Herstellung von Probekörpern in einem Arbeitsgang mit „echten" Teilen	Schneiden, Schleifen und Ätzen der Probekörper zur Beurteilung des Werkstoffgefüges mit Zeiss Axio Imager.
Wärmenachbehandlung	Teile (Stichproben oder 100 %) werden mit dem 3D-Scanner optisch auf Verzüge untersucht und durch Falschfarben mit dem CAD-Soll-Datensatz verglichen.
Zerspanende Nachbearbeitung	Taktile Maß- und Oberflächenprüfung auf einem Koordinatenmessgerät Zeiss Accura.

Zeiss 3D ManuFACT bei der MBFZ toolcraft GmbH.

Anwender

Bernd Krebs hat toolcraft 1989 gegründet, buchstäblich als Ein-Mann-Garagenfirma. Im Stammwerk Georgensgmünd und im Formenbau im benachbarten Spalt beschäftigt das Unternehmen heute rund 400 Mitarbeiter, 46 davon sind Auszubildende. Toolcraft liefert High-End-Metallteile für die Luft- und Raumfahrtindustrie, für die Medizintechnik sowie für die optoelektronische und Halbleiterindustrie. Seit der Einführung Additiver Fertigung 2011 hat toolcraft 17 Millionen Euro dafür ausgegeben. Toolcraft Mitgeschäftsführer Christoph Hauck ist zudem Vorstandsvorsitzender der Arbeitsgemeinschaft Additive Manufacturing im Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbauer VDMA.

MBFZ toolcraft GmbH
Handelsstraße 1, D-91166 Georgensgmünd, Tel. +49 9172-69-56-0
www.toolcraft.de

Mapal präsentiert ein neues **Glockenwerkzeug mit niedrigem Gewicht**, hoher Standzeit und besten Schnittdaten.

MIT ADDITIVER FERTIGUNG ZU MEHR PRODUKTIVITÄT

Wird bei PKD-Werkzeugen das Gewicht reduziert, kann in der Regel mit deutlich höheren Schnittdaten gearbeitet werden. Neben der konstruktiven Freiheit ist die Möglichkeit der Gewichtsoptimierung einer der entscheidenden Vorteile, die der 3D-Druck bietet. Ein Beispiel, wie Mapal diesen Vorteil in der Praxis nutzt, ist das neue Glockenwerkzeug mit gelöteten PKD-Schneiden.

Glockenwerkzeuge kommen unter anderem zur Außenbearbeitung von Schlauchanschlüssen zum Einsatz. Diese Anschlüsse, beispielsweise an Turboladern, müssen komplexen Konturanforderungen genügen. Entsprechend präzise muss die Fertigung sein. Um wirtschaftlich und prozesssicher in der Serie zu fertigen, wird zudem kontinuierlich an der Verbesserung bestehender Prozesse gearbeitet.

_Spezielle Wabenstruktur

Mapal hat deshalb das bestehende, konventionell gefertigte Glockenwerkzeug optimiert. Mit dem selektiven Laserschmelzverfahren wurde das Innere des Werkzeugs verändert – statt Vollmaterial ist dort nun eine speziell ausgelegte Wabenstruktur zu finden. Dadurch ist das Werkzeug um 30 Prozent leichter und durch die dämpfende Wirkung erhöht sich die Standzeit um ca. 40 Prozent. So kann schneller zerspant werden, die Bearbeitungsqualität bleibt unverändert hoch.

Insgesamt wurde die Bearbeitungszeit um 50 Prozent gesenkt. Darüber hinaus wurde die Kühlkanalführung optimiert. Das neue Glockenwerkzeug wird hybrid gefertigt. Per selektivem Laserschmelzen wird die neue Werkzeuggeometrie auf einen hochpräzisen Grundkörper mit einer HSK-63-Schnittstelle aufgedruckt. Der additiv gefertigte Teil wird konventionell nachbearbeitet. Anschließend werden die PKD-Schneiden aufgelötet und per Laser in Form gebracht.

www.mapal.com

Die Wabenstruktur im Inneren kann dank der Additiven Fertigung realisiert werden.

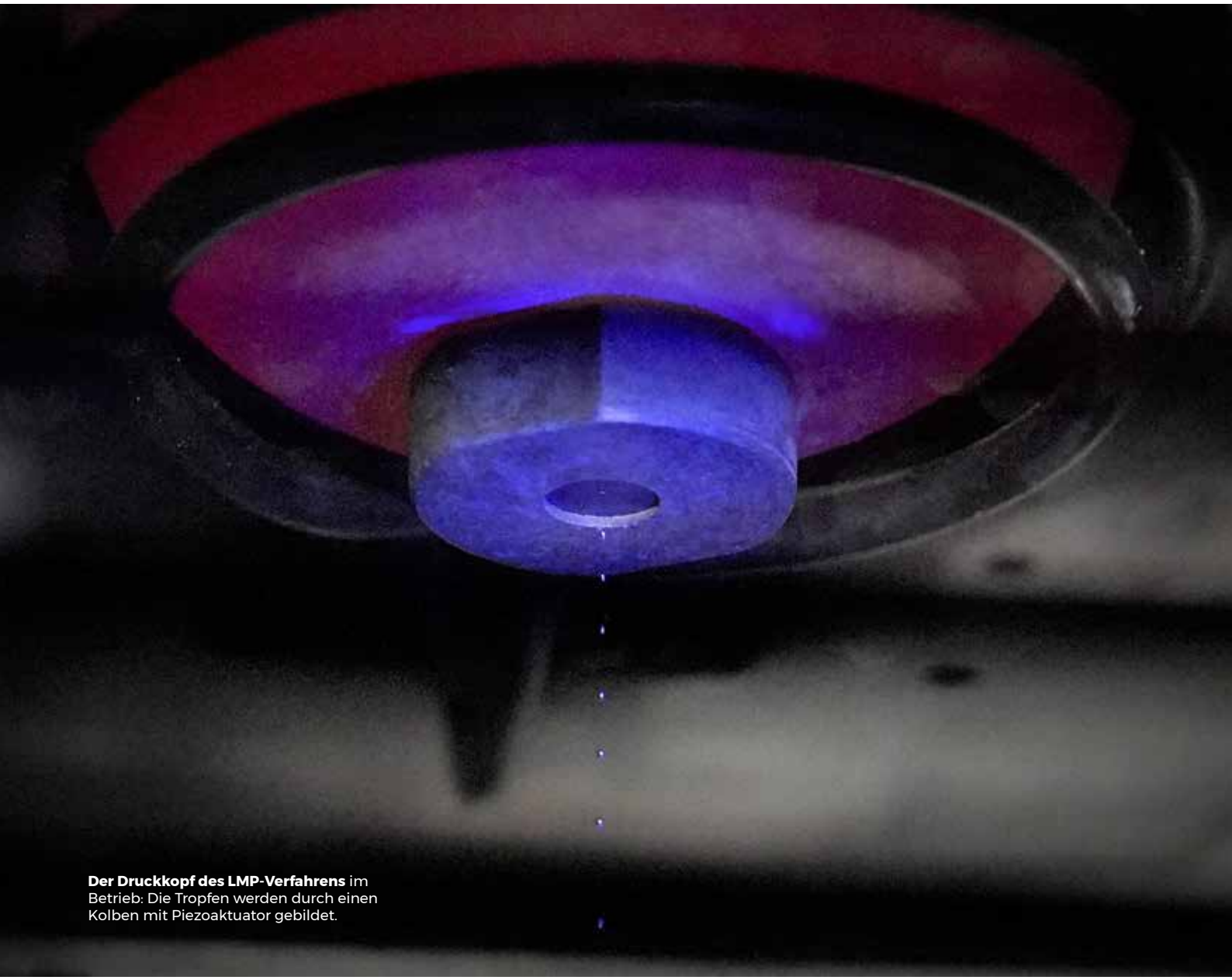
IMR AM METAL POWDERS

Aluminiumlegierungspulver für Additive Fertigung

Wir sind der Entwicklungspartner für Aluminiumlegierungspulver für Additive Manufacturing und ermöglichen bisher ungeahnte Möglichkeiten der Metallbauteilefertigung.

Added value + unites

www.imr-metalle.com

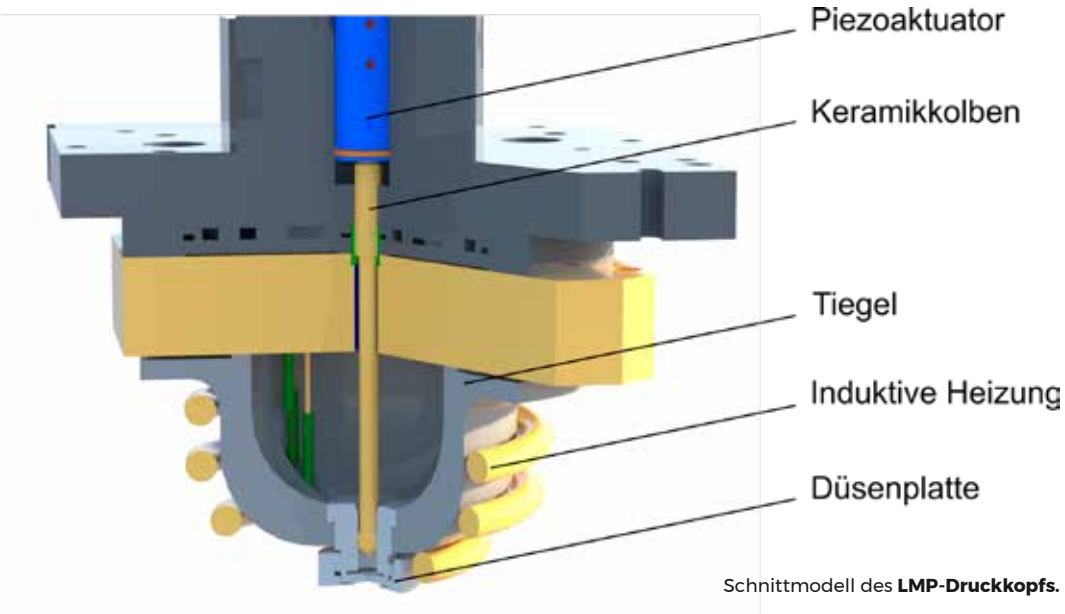


Der Druckkopf des LMP-Verfahrens im Betrieb: Die Tropfen werden durch einen Kolben mit Piezoaktuator gebildet.

LIQUID METAL PRINTING

Die Grob-Werke in Mindelheim sind ein etablierter Hersteller von Bearbeitungsmaschinen für die Serienfertigung, der sein Produktportfolio in den Bereich der Additiven Fertigung ausweitet. Dazu entwickelt das Unternehmen mit dem Liquid Metal Printing (LMP) ein neuartiges additives Fertigungsverfahren, welches im Vergleich zum Stand der Technik deutliche Vorteile in puncto Wirtschaftlichkeit und Baugeschwindigkeit bietet.

Während industriell etablierte metallverarbeitende AM-Verfahren üblicherweise ein feines und teures Pulver als Ausgangsmaterial einsetzen, arbeitet das LMP-Verfahren mit günstigem Aluminiumdraht als Rohmaterial. Durch den Verzicht auf leistungsstarke Laserstrahlquellen und aufwendige Optiken kann eine wirtschaftliche Anlage realisiert werden, die bereits in der ersten Entwicklungsstufe hinsichtlich der Baugeschwindigkeit mit einer Quad-Laser Anlage konkurrieren kann. Ein zusätzlicher Vorteil gegenüber den Pulverbettverfahren ist eine deutlich geringere Abhängigkeit der Baugeschwindigkeit und der Wirtschaftlichkeit vom Füllgrad des Bauraums, da der zeitintensive



Schnittmodell des **LMP-Druckkopfs.**

Prozessschritt des Schichtauftrags wegfällt. Es ist also nicht erforderlich, den gesamten Bauraum möglichst effizient mit Bauteilen zu füllen, um wirtschaftlich zu fertigen.

_ Der LMP-Prozess – Tropfenerzeugung

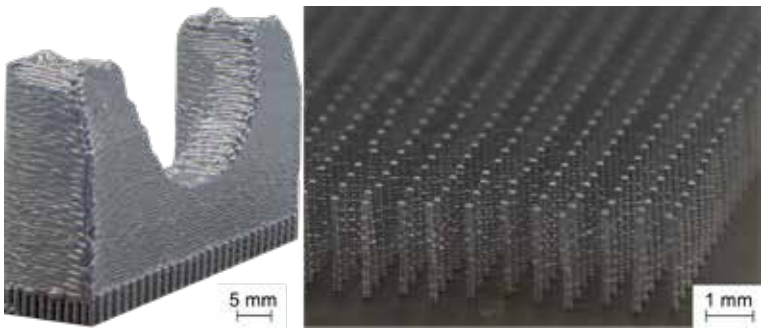
Der Aluminiumdraht wird direkt von einer Drahtrolle in den induktiv auf etwa 750° C geheizten Tiegel des Druckkopfs gefördert und aufgeschmolzen. Auf der Unterseite schließt eine austauschbare Düsenplatte mit einer Düsenbohrung von 500 µm den Tiegel ab. Der Keramikkolben oberhalb der Düsenöffnung wird von einem Piezoaktuator bewegt und erzeugt mit einer kurzen axialen Bewegung einen Druckstoß in der Schmelze. Dieser führt zum Ausstoß eines Tropfens durch die Düsenbohrung.

Im aktuellen Entwicklungsstand können Tropfen mit einem Durchmesser von 350 bis 700 µm bei einer Frequenz von bis zu 300 Hz erzeugt werden. Die Variation des Durchmessers erfolgt lediglich durch die Anpassung der Kolbenbewegung. Eine Düse liefert somit eine maximale Auftragsrate zwischen 24 und 194 cm³/h, abhängig von der Tropfengröße.

_ Der LMP-Prozess – Druckprozess

Die Tropfen treffen nach kurzem freien Flug auf die zunächst leere Bauplattform, welche in der X/Y-Ebene relativ zum Druckkopf bewegt wird. Dort erstarren sie aufgrund der Wärmeleitung in die Bauplattform bei sehr hohen Erstarrungsgeschwindigkeiten. Für Überhänge sind Stützstrukturen erforderlich, welche beispielsweise als Säulen oder baumartige Strukturen ausgeführt werden können. Diese Möglichkeit konnte in Vorversuchen bereits nachgewiesen werden, ist allerdings noch Gegenstand der aktuellen Entwicklungen.

Die Auflösung in der X/Y-Ebene ist theoretisch nur von der Genauigkeit der Achsen abhängig. Hardware- und prozessbedingt wird im aktuellen Entwicklungsstand eine Genauigkeit von 0,1 mm erreicht. Entlang der Z-Achse ist die Auflösung begrenzt durch die Schichtstärke, welche abhängig von der Tropfengröße 200 bis 400 µm beträgt. >>

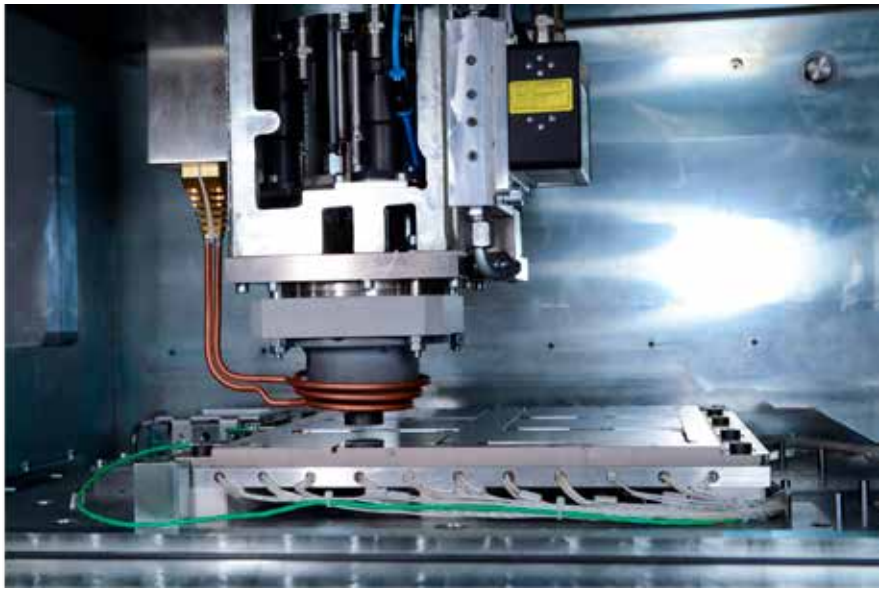


links: Versuchsbauteil auf **Stützstrukturen;**

rechts: Nahaufnahme der Stützstrukturen.

„Unser Entwicklungsteam arbeitet an einer neuen additiven Fertigungstechnologie, die durch den Verzicht auf Metallpulver, Laserstrahlquellen und nachgelagerten Sinterprozessen eine schnelle, einfache und wirtschaftliche Fertigung von Aluminiumbauteilen ermöglicht. Zur Abdeckung der industriellen Anforderungen binden wir gerne frühzeitig Kunden in den Entwicklungsprozess mit ein. Wir freuen uns daher auf Ihre Rückmeldung.

DI Benjamin Himmel, Entwicklungsingenieur bei Grob-Werke



links: **LMP-Prototyp** mit geöffneter Tür.

rechts: Blick in die **Baukammer** und auf den Druckkopf.

Grundsätzlich erlaubt der LMP-Prozess die Verarbeitung nahezu aller Aluminiumlegierungen. Aktuell qualifiziert ist die Legierung EN AW-4047A. Im Zugversuch wurden eine Zugfestigkeit von 170 N/mm² und eine Bruchdehnung von 16 Prozent bestimmt. Mit diesen Eigenschaften liegt das gedruckte Material auf dem Niveau des Ausgangswerkstoffs.

_ Der Prototyp und die Echt-Anwendung

Für die Weiterentwicklung des Verfahrens wurde ein industrienaher Prototyp bei der Firma Grob aufgebaut. Die Anlage hat einen Bauraum von 300 x 300 x 220 mm. Die Baukammer wird mit Stickstoff gespült und erreicht Restsauerstoffwerte von unter 100 ppm. Zur Prozessüberwachung stehen zwei Kamerasysteme zur Verfügung. Das erste besteht aus einer CCD-Kamera mit Ringlicht und dient zur Überwachung des Düsenzustandes. Das zweite System besteht aus einer Kamera und einem Blitzgerät, welches die Größe und Geschwindigkeit der erzeugten Tropfen überwacht. Zur Überwachung der Schichthöhe ist ein Laser-Linien-Scanner verbaut, mit dem das Höhenprofil des gefertigten Bauteils gemessen werden kann.

Ein Tiegelmagazin mit sechs Plätzen erlaubt den kompletten Wechsel der Tiegel-Düsen-Einheit im laufenden Prozess. So können Düsen am Ende ihrer Standzeit im Betrieb gewechselt werden. Auch der Wechsel auf einen anderen Düsendurchmesser ist denkbar. Mit unterschiedlichen Düsenbohrungen kann die Bandbreite der möglichen Tropfendurchmesser noch deutlich erweitert werden. Wie alle additiven Fertigungsverfahren hat auch das LMP seine Stärken bei Einzelteilen und geringen Stückzahlen. Allerdings sind aufgrund der vergleichsweise günstigen Anlagentechnik und hohen Aufbauraten auch kleine und mittlere Serien vorstellbar. Im Vergleich zu Pulverbett-Verfahren ist ein etwas geringerer Komplexitätsgrad der Bauteile darstellbar und die Materialauswahl ist derzeit auf Aluminiumlegierungen beschränkt. Die Oberflächenqualität, die mit kleinen Tropfen erzielt wird, ist für viele Anwendungen ausreichend. Bei höheren Anforderungen an die Oberflächengüte kann das Bauteil mit größeren Tropfen endkonturnah gefertigt und anschließend spanend nachbearbeitet werden.

_ Weitere Entwicklungen

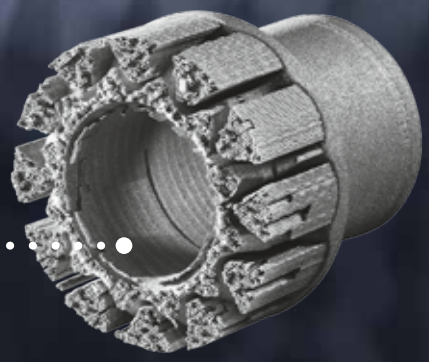
Die Prozessentwicklung bei Grob fokussiert sich aktuell auf die Qualifizierung weiterer Aluminiumlegierungen aus der 2000er-, 6000er- und 7000er-Reihe. Zielsetzung hierbei ist es, dem Kunden ein Spektrum unterschiedlicher Materialien anbieten zu können. Grundsätzlich wird das System offen sein für alle Aluminiumlegierungen, die der Kunde frei am Markt erwerben kann. In Kooperation mit der Technischen Universität München wurde ein Forschungsprojekt beantragt, dessen Ziel die Verarbeitbarkeit von Kupferwerkstoffen im LMP-Verfahren ist.

www.grobgroup.com

Bauteile werden in der Regel **konturnah hergestellt** und anschließend spanend nachbearbeitet.

AM solutions

Your partner for additive manufactured components



3D printing services

3D post processing equipment

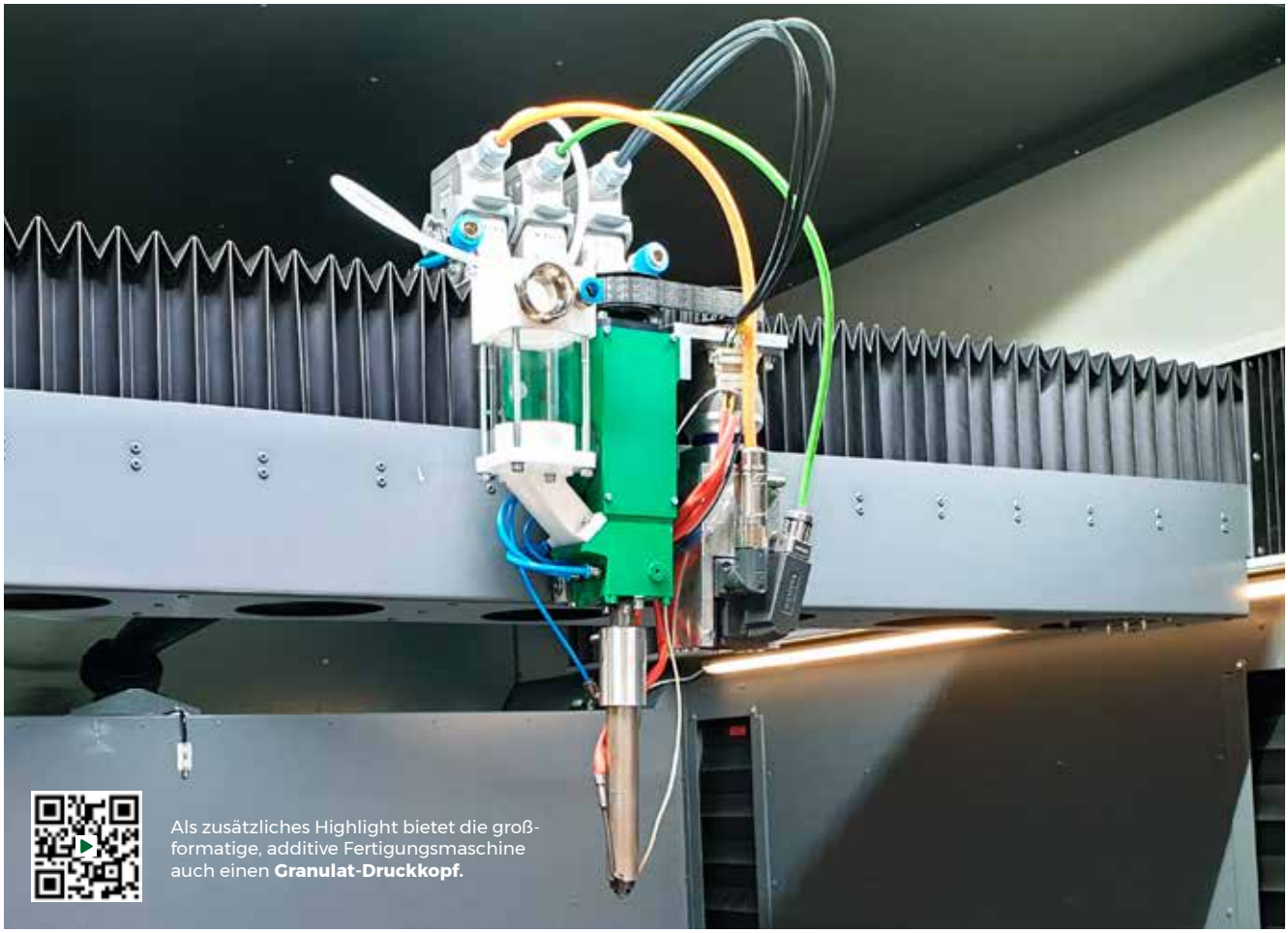
rapid

precise

tailor-made

A brand of the Rösler Group

www.solutions-for-am.com



Als zusätzliches Highlight bietet die großformatige, additive Fertigungsmaschine auch einen **Granulat-Druckkopf.**

EINE MASCHINE – DREI LÖSUNGEN

Mit dem HAGE3D 175 Convertible hat Hage3D ein weiteres Ausrufezeichen im industriellen, großformatigen 3D-Druck gesetzt. Der 2,5 x 2,5 x 2,5 m große Industrie-3D-Drucker vereint mehrere additive Fertigungstechnologien in einer Anlage. Der 175 Convertible kann neben dem Dualdruck in 3-Achsen und dem 5-Achs-Druck – jeweils mit Filamenten – auch Granulate in einem Bauraum von bis zu 1.200 x 1.200 x 1.000 mm verarbeiten.

In den letzten Jahren haben die beiden Modelle 175C und 175X von Hage3D bereits für großes Interesse in der Industrie und in der 3D-Druck-Szene gesorgt. Der HAGE3D 175X ist ja bekanntermaßen der weltweit größte fünfachsige 3D-Drucker in Gantry-Bauweise, bei dem dank des in B- und C-Achse schwenk- und rotierbaren Druckbetts ein bis zu 500 x 500 x 450 mm großes Bauteil ganz ohne Supportstrukturen gefertigt werden kann. Der 175C hingegen überzeugt mit Dual- oder wahlweise Dreifachextruder und Bauraumgröße von 1.200 x 1.200 x 1.200 mm. Nun wurden diese beiden Maschinen in einem industriellen 3D-Drucker vereint. Als zusätzliches Highlight bietet diese großformatige, additive Fertigungsmaschine auch noch einen Granulat-Druckkopf.

_Stets die optimale Maschinenkonfiguration

Filament und Granulat sind bis zu 1.200 x 1.200 mm Bauteilgrundfläche verarbeitbar. Beim HAGE3D 175 Convertible kann der Anwender selbstständig umrüsten – von 3-Achs- (1.200 x 1.200 x 1.000 mm) auf 5-Achs-Druckbett (500 x 500 x 450 mm) mitsamt dem jeweiligen Druckkopf oder von Filament- zu Granulatdruck. Die Umrüstzeit beträgt dabei nur rund 15 Minuten. Dieses schnelle und einfache Wechseln macht den Anwender flexibel. Er kann bauteilabhängig die optimale Maschinenkonfiguration verwenden – beispielsweise fünfachsige Bauteile wie z. B. Rohre ohne Support drucken und nach einem kurzen Umrüsten mit Granulat einen metergroßen Prototyp aus ABS fertigen. In der

Bauteile wie z. B. Rohre können **fünfachsig ohne Support gedruckt** werden.

Steuerung kann die Konfiguration einfach per Klick umgeschaltet werden.

_Erste Maschinen bereits in Betrieb genommen

Die erste HAGE3D 175 Convertible Maschine wurde nach einer Bestellung im vergangenen Frühjahr im Februar in Deutschland erfolgreich in Betrieb genommen. Eine Tatsache, die auch Mag. Thomas Janics, Geschäftsführer von Hage3D, zufrieden stellt: „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 in einer Convertible Maschine zu vereinen, macht uns sehr stolz. Die Lösungen an sich sind schon besonders und in dieser Kombination weltweit einzigartig. Und weitere Bestellungen sind bereits erfolgt."

_Siemens Industriesteuerung & Slicing Software

Der HAGE3D 175 Convertible wird standardmäßig mit Siemens Sinumerik Industriesteuerung und Siemens NX Slicing Software für den 5-Achs-Druck ausgeliefert. Hage3D vertraut bei seinen Maschinen auf eigens entwickelte, wassergekühlte Druckkopfsysteme. Der Bauraum kann auf 80° C beheizt werden.

Ein separat beheizbares Druckbett, Freihub der inaktiven Düse(n) sowie eine integrierte Reinigungsstation ermöglichen prozesssicheres Arbeiten. Im 3-Achs-Druck wird weiterhin Simplify3D mit Hage3D Post-Prozessor für das Slicing verwendet. Der von Hage3D entwickelte Granulatdruckkopf (patentierte Lösung) wird als Single-Druckkopf verwendet.

www.hage3d.com

HAGE3D 175 Convertible

- **Bauräume (in mm):** 500 x 500 x 450mm bis 1.200 x 1.200 x 1.000 mm
- **Druckköpfe:** Single-, Dual- oder Triple-Filamentdruckkopf sowie Granulatdruckkopf
- **Materialien:** ASA | ABS | PLA | PETG | TPE | ABS Flame ret. | ABS-ESD | PA | PP | PC-ABS
- **Gefüllte Materialien:** PA-GF | PA-CF | Metall | Keramik (experimentell)
- **Druckkopf- und Druckbettwechsel-Dauer:** 15 Minuten
- **Slicing Software:** Siemens NX, Simplify3D
- **Industriesteuerung:** Siemens Sinumerik

BEWÄHRTE TECHNOLOGIE TRIFFT AUF INNOVATIVES VERFAHREN

Intelligentes Anlagenkonzept von Hosokawa Alpine für die effiziente Sichtung von Metallpulver: Der metallische 3D-Druck ist in der industriellen Produktion angekommen. 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. **Von Daniel Droop, Senior R & D Manager, Hosokawa Alpine AG**

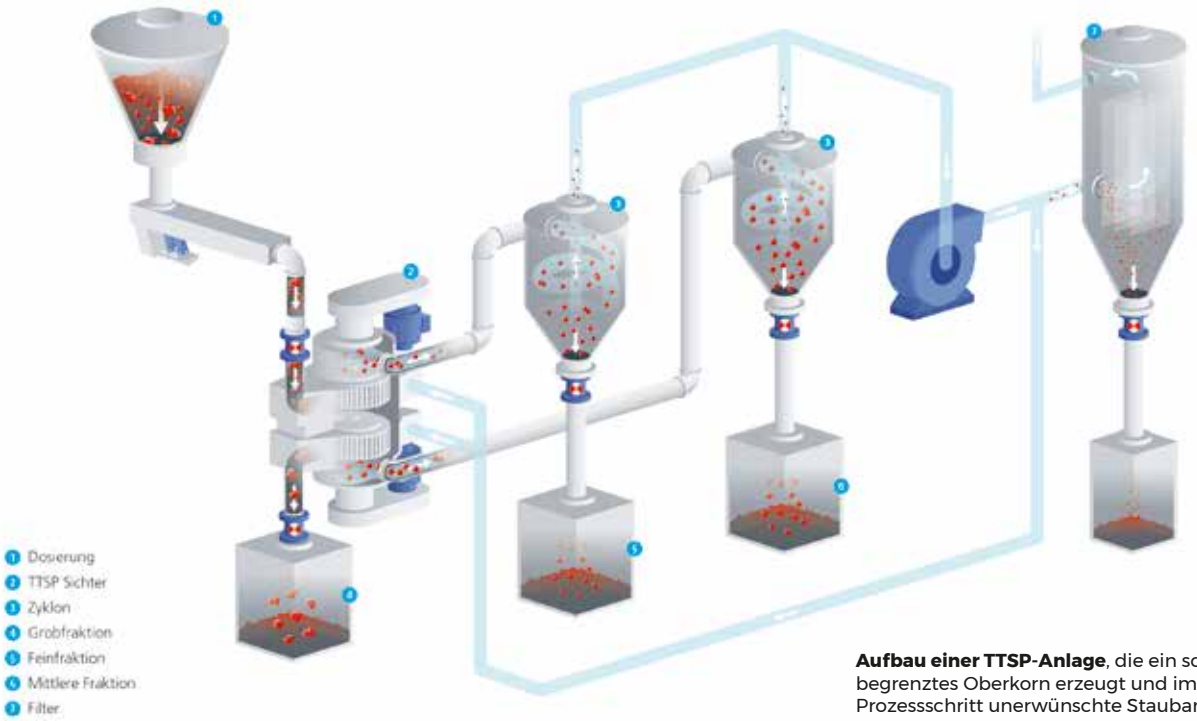
Tandem Feinstsichter TTSP von Hosokawa Alpine: Bei der Entwicklung wurde das Hauptaugenmerk auf höchste Trennschärfe gelegt, aber auch Aspekte wie Handling, Sicherheit sowie Betriebs- und Installationskosten wurden berücksichtigt.

Beim SLM-Verfahren wird das entstehende Bauteil in einem Pulverbett sukzessive aus einer Vielzahl von etwa 0,02 bis 0,2 mm dünnen Pulverschichten aufgebaut. Feste Strukturen werden darin mit einem energiereichen Laser- oder Elektronenstrahl erzeugt. Dieser schmilzt die obere Pulverschicht lokal auf und verankert die Schmelze auch in der darunterliegenden Schicht. Anschließend wird der gesamte Bauraum ein wenig abgesenkt, eine neue Pulverschicht aufgebracht und der Ablauf beginnt von vorne.

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. Werkstoffqualität und Festigkeit liegen teilweise höher als die von konventionell gefertigten Bauteilen. (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim deutschen Bundestag, 2017).

_Hohe Anforderungen an Partikelform und Größe

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 aufgeschmolzen und in einer Gasverdüsungsanlage 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 selbstständig 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 die



Aufbau einer TTSP-Anlage, die ein scharf begrenztes Oberkorn erzeugt und im gleichen Prozessschritt unerwünschte Staubanteile entfernt.

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 x95 von etwa 40 bis 50 µm; andere Anwendungen verarbeiten Pulver von 80 bis 100 oder sogar 150 µm. Insbesondere die feineren Sorten werden zur Verbesserung der Rieselfähigkeit und Fließeigenschaften entstaubt. Hierfür müssen Feinanteile kleiner ca. 15 bis 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.

_Optimaler Sichtungsprozess für perfektes Pulver

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 bis 20 µm wäre eine Siebung nicht mehr wirtschaftlich anzuwenden. 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.

>>

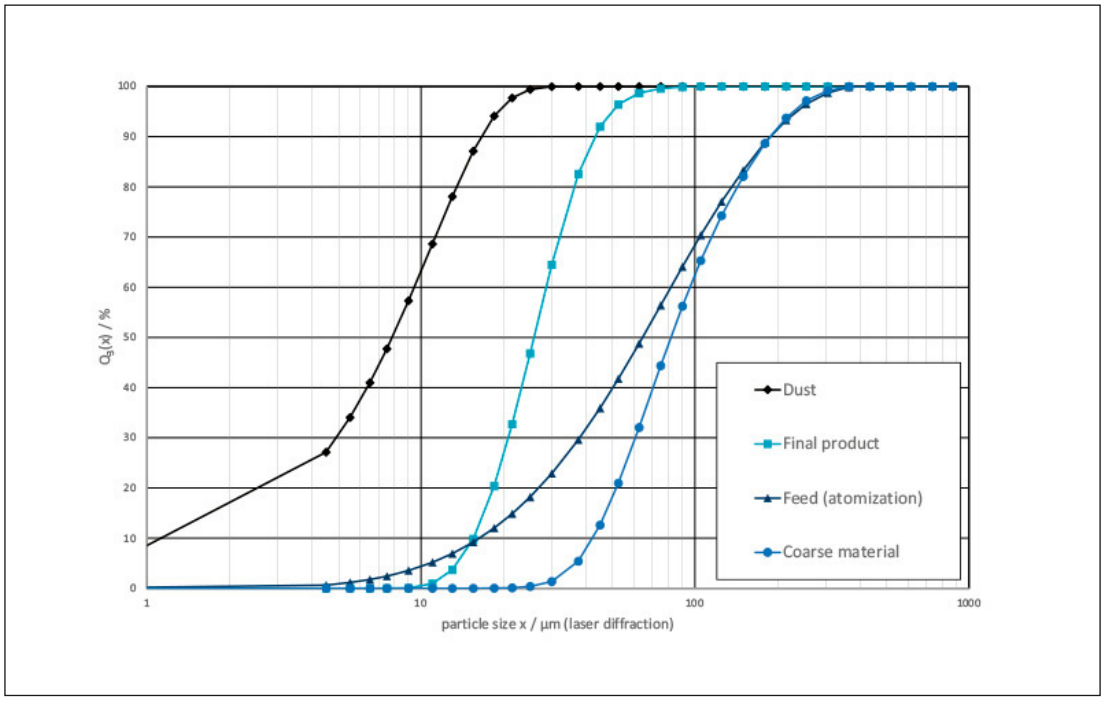


Diagramm 1: Partikelgrößenverteilungen bei der Aufbereitung eines **SLM-Pulvers**.

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 Grobfraktion ausgetragen.

Die Verarbeitung von Metallpulver muss in der Regel 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. Diese Maßnahme ist nicht nur aus Gründen des Explosionsschutzes erforderlich. Es gilt zu verhindern, dass sich an den metallisch blanken Oberflächen der Pulverpartikel Oxid- oder Nitridschichten bilden, welche die Eigenschaften der Pulver negativ beeinflussen würden.

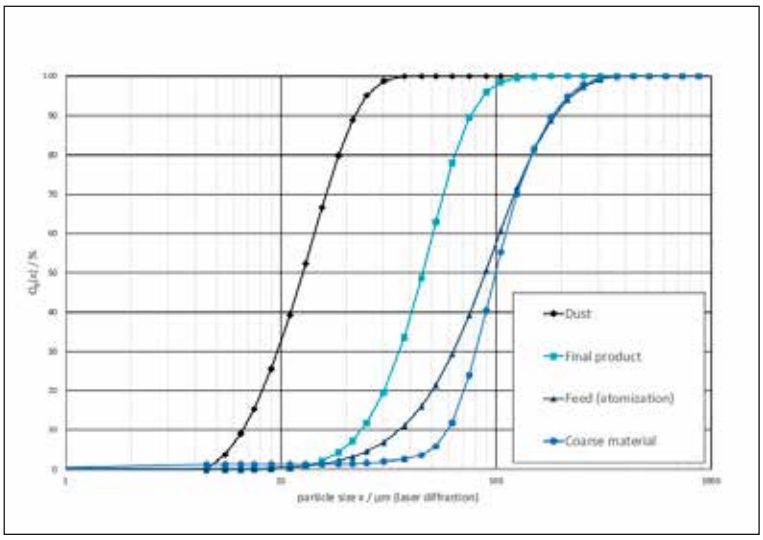
_Präzise Trennschärfe

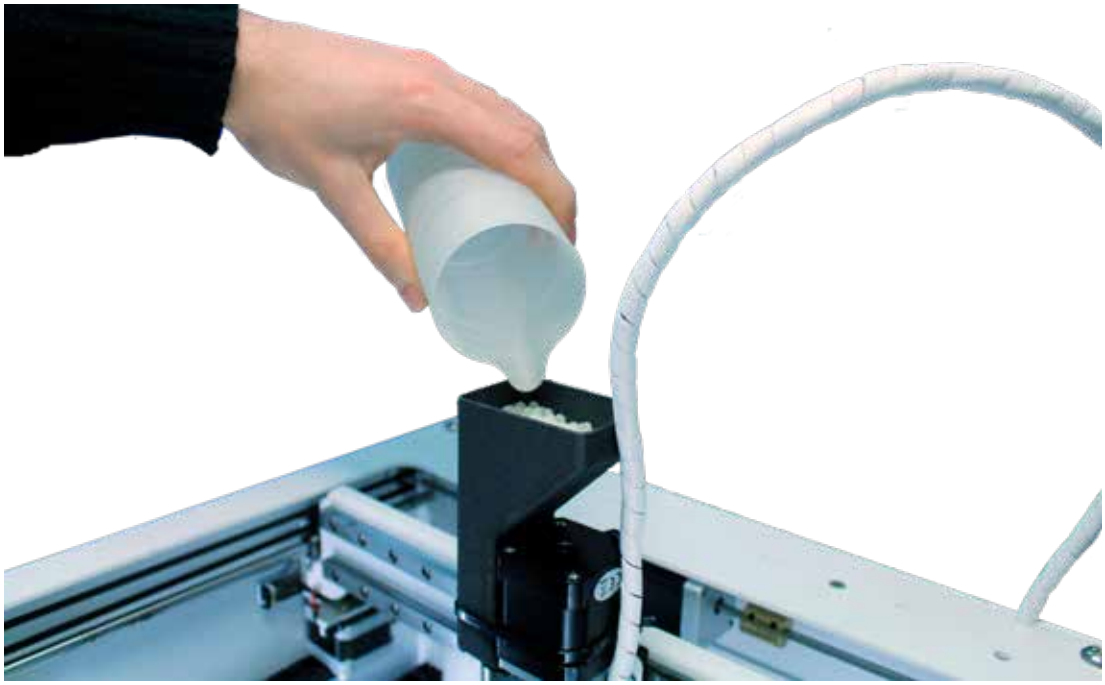
Durch die stufenlos einstellbaren Trenngrenzen beider Sichtstufen kann das vorhandene Ausgangsmaterial optimal genutzt werden. Diagramm 1 zeigt Partikelgrößenverteilungen, die bei der Aufbereitung eines Pulvers für SLM-Anwendungen entstehen. Das Zielprodukt hat hierbei eine Kornverteilung von ca. 15 bis 45 µm. Mit diesen Korngrößen sind die Möglichkeiten des Sichters noch längst nicht ausgereizt. Diagramm 2 zeigt beispielsweise Partikelgrößenverteilungen bei der Aufbereitung eines Pulvers mit x95 ca. 90 µm. Materialabhängig sind am groben Ende des Einsatzbereichs Trenngrenzen bis ca. 160 µm möglich. Am feinen Ende des Einsatzbereichs können Pulver unterhalb von 10 µm hergestellt werden. 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-Fraktionen-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.

www.hosokawa-alpine.de

Diagramm 2: Partikelgrößenverteilungen für eine **gröbere Metallpulversorte**.





Der mit Pellets befüllbare 3D-Drucker hat eine **Düsengröße von 0,80 mm und** einen Bauraum von 285 x 170 x 200 mm.

PELLET STATT FILAMENT

Viele Anbieter von 3D-Drucklösungen setzten auf die FDM-Technologie. Die Industrie wünscht sich jedoch Systeme, die gängige Kunststoffgranulate verarbeiten können. Extruderlösungen für solche Standardwerkstoffe sind deshalb auf dem Vormarsch.

Picco´s 3D World, Dienstleister für die Additive Fertigung und Beratungsdienstleister rund um die 3D-Technologie, bietet nun auch einen 3D-Pellet-Drucker des spanischen Herstellers Tumaker an. Unter dem Aspekt, Prozesse, Kosten und die Produktivität bei 3D-Anwendern zu verbessern, die auf die additiven Fertigungslösungen vertrauen, hat Tumaker eine Direktpellet-Extrusionstechnologie entwickelt. Durch einen Trichter werden die Pellets geladen und im Pellet Feeder geschmolzen. Das Material wandert dann durch den Kopf zur Düse und wird auf die Oberfläche des Heizbettes extrudiert, welches ebenso auf materialspezifische Temperatur beheizt werden muss, um die Haftung zu garantieren. Es ist unbedingt erforderlich, dass der Abstand der Düse zum Bett exakt kalibriert ist. Dies wird mit dem Kalibrierungsprozess erreicht.

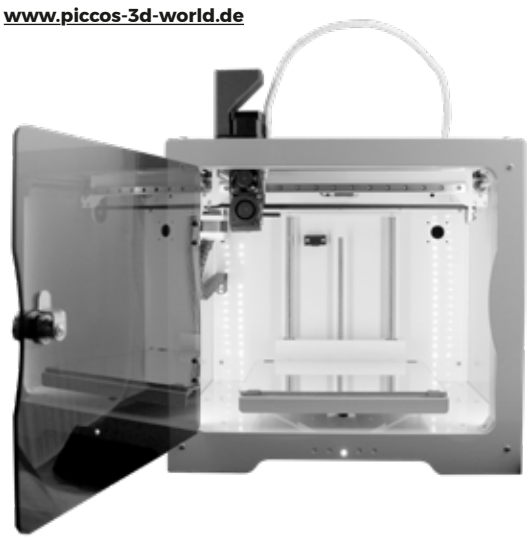
_Der Pellets- bzw. Granulatvorteil

Kunststoffgranulat ist die gängigste Lieferform der Rohstoffhersteller. Durch den Verzicht auf die Verarbeitung der Pellets in die Filamentform können bis über 50 % der weiteren Kosten gespart werden und es treten weniger Verunreinigungen auf, was zwangsläufig zu einer Verbesserung des Endproduktes führt. Außerdem ist ein identischer Materialeinsatz wie bei anderen Fertigungstechniken, z. B. dem Spritzguss, möglich. Durch den Einsatz von Granulat steht eine große Auswahl an bereits zertifizierten Kunststoffen zur Verfügung, die vielen Kunden bereits vertraut sind. Zudem eignet sich der Pelleteinsatz für Versuchsabteilungen, die nur geringe Mengen des Materials verarbeiten müssen. Es kann Material mit Shore 50A verarbeitet werden, das laut Hersteller mit Filament nicht funktioniert.

_Aus der Praxis

Seit über einem Jahr wird der Tumaker Voladora Pellet 3D-Drucker bei CAF, einem spanischen Hersteller von Transportsystemen, erfolgreich eingesetzt. Dadurch ist es diesem Unternehmen möglich, bereits zertifiziertes Material zu verwenden, das auch bei Fertigungsverfahren wie dem Spritzguss eingesetzt wird.

www.piccos-3d-world.de

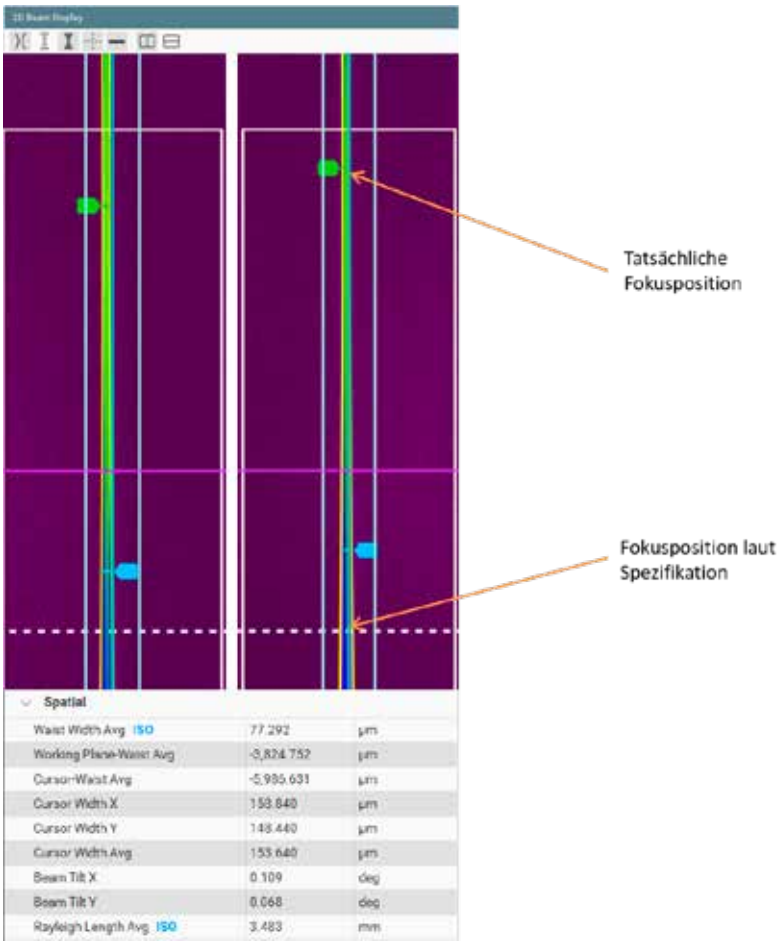


Der Voladora Pellet-3D-Drucker von Tumaker arbeitet mit einer Düsentemperatur von 180° bis 350° C und mit einer Druckplattentemperatur von 45° bis 100° C.

Einfach und schnell lässt sich der **Ophir BeamWatch AM** in der Produktionskammer platzieren. (Bilder: Fraunhofer IAPT)

STRAHLQUALITÄT ALS ERFOLGSKRITERIUM

Fraunhofer IAPT stellt durch Messen der Laserstrahlqualität die Reproduzierbarkeit bei LBM-Prozessen sicher: Die Forschungseinrichtung hat es sich zum Ziel gesetzt, die additive Produktion zu automatisieren und mithilfe dieser Technologie zukünftige Produkte ressourceneffizient herstellen zu können. Entscheidend dafür, ob sich die Additiven Technologien mit Lasern in der Serienfertigung durchsetzen, ist die gleichbleibend hohe Qualität der gefertigten Komponenten. Diese lässt sich nur dann gewährleisten, wenn die Maschinen wiederholbar immer gleiche Ergebnisse liefern. Am Fraunhofer IAPT beschäftigt sich die Arbeitsgruppe Qualitätssicherung und Zertifizierung genau mit diesem Thema. **Von Dagmar Ecker, Diplom-Wirtschaftsingenieurin (FH)**



Messergebnisse Beispiel 1, **ermittelt mit Ophir BeamWatch AM**: Die abweichende Fokusposition wurde durch ein beschädigtes Schutzglas verursacht. (Bild: Fraunhofer IAPT)

Im Rahmen zahlreicher Untersuchungen wurde eines klar: Sowohl in der Forschung als auch in der Fertigung müssen die Laserparameter regelmäßig überprüft werden. Das Fraunhofer IAPT nutzt dazu meist das Ophir BeamWatch AM, das auf der berührungslosen Messung des Laserstrahls basiert, über kompakte Abmessungen zum Einsatz in der Produktionskammer verfügt und sehr schnell Messergebnisse liefert.

_Industrie und Wissenschaft

Das Fraunhofer IAPT gilt als eine der führenden Einrichtungen im Bereich der Additiven Fertigung und >>

Shortcut

Aufgabenstellung: Sicherstellung der Fertigungsqualität beim Laserstrahlschmelzen.

Ansatz: Überprüfen von Laserkaustik und -leistung, um eine gleichbleibende Strahlqualität sicherzustellen und dadurch Fehler zu vermeiden.

Lösung: Messung der Strahlqualität vor und nach dem Baujob mittels Ophir BeamWatch AM.

Nutzen: Fehler im Laserstrahl können frühzeitig erkannt und damit Ausschuss vermieden werden.

hat sich dem wissenschaftlich-industriellen Technologietransfer im 3D-Druck verschrieben. Im Fokus steht die Anwendung Additiver Technologien im Flugzeug-, Fahrzeug-, Schienenfahrzeug-, Schiff-, Werkzeug- und Maschinenbau sowie der Medizin- und Kunststofftechnik für die Serienfertigung. Schon seit einigen Jahren kooperiert das Fraunhofer IAPT mit MKS Instruments und nutzt Ophir Messtechnik. Vor allem das eigens von Ophir für die Anwendung in der Additiven Fertigung entwickelte BeamWatch AM wird von den Laserexperten des Instituts mittlerweile intensiv genutzt. Es basiert auf der berührungslosen Vermessung des Laserstrahls mittels des Effekts der Rayleighstreuung und liefert schnell umfangreiche Messergebnisse hinsichtlich Laserkaustik und -leistung. Beschränkte sich die Anwendung des Messgeräts zunächst auf die Ursachenanalyse, sobald Unregelmäßigkeiten festgestellt wurden, so ist es heute aus dem täglichen Betrieb nicht mehr wegzudenken, wie Hussein Tarhini, Master of Science in Mechanical Engineering und Projektingenieur beim Fraunhofer IAPT, erläutert: „Wir begleiten Unternehmen auf dem Weg zu hochqualitativen, additiv gefertigten Bauteilen. Das sind häufig auch stark beanspruchte Komponenten, beispielsweise für die Luft- und Raumfahrt. Bei unseren Prüfungen wurde uns klar, dass Veränderungen der Lasercharakteristik die Fertigungsqualität erheblich beeinflussen können."

Anwender

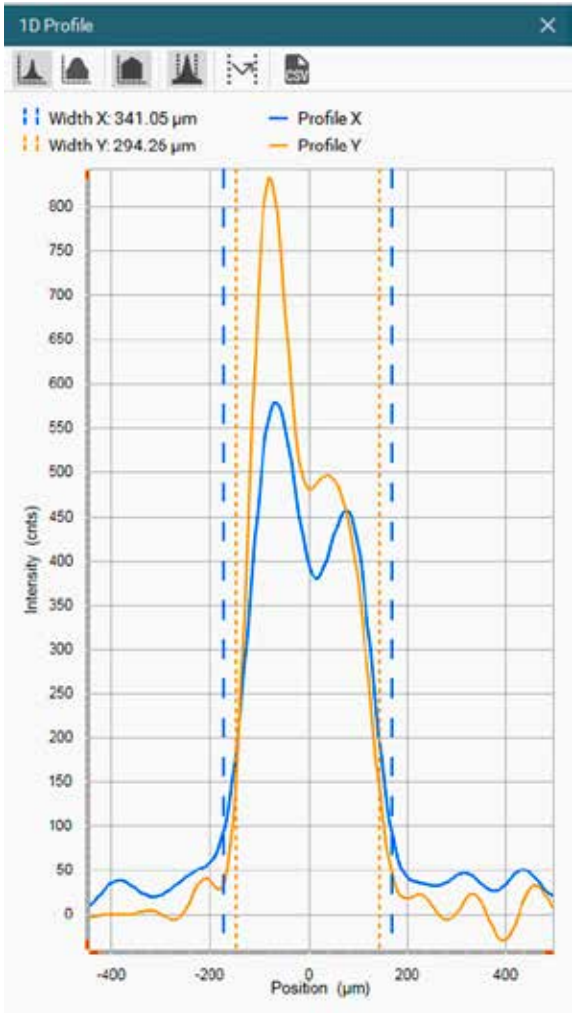
Die Fraunhofer-Einrichtung für Additive Produktionstechnologien IAPT wird von Prof. Dr.-Ing. Claus Emmelmann und von Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Ralf-Eckhard Beyer geleitet und steht mit seinen rund 100 Mitarbeitern für nachhaltige Innovation im Bereich der Additiven Produktion. Dies reicht von Entwicklung auf Prozess- und Materialebene über die Entwicklung von neuartigen Bauteildesigns sowie Systemtechnologien bis hin zur Fabrikplanung und Digitalisierung. Das Leistungsspektrum im Bereich der Auftragsforschung wendet sich sowohl an Wirtschaft und Industrie als auch an die Gesellschaft und bildet die vollumfängliche Prozesskette ab. Für ihre Kunden entwickeln und optimieren sie Technologien, Verfahren und Produkte bis hin zur Herstellung von Prototypen und Kleinserien.
(Bild: Fraunhofer IAPT)

Fraunhofer-Einrichtung für
Additive Produktionstechnologien IAPT
Am Schleusengraben 14, D-21029 Hamburg Bergedorf
Tel. +49 40-484010-500
iapt.fraunhofer.de

_Laserstrahl und Qualität

Hussein Tarhini arbeitet gemeinsam mit Stefan Grottker, Master of Science in Optical Engineering und Projektingenieur, in der Arbeitsgruppe Qualitätssicherung und Zertifizierung am Fraunhofer IAPT. Der Ansatz der Experten des Fraunhofer IAPT geht klar in Richtung präventive Messungen und Big Data: Die hohe Komplexität des AM-Prozesses mit über hundert potenziellen Einflussgrößen erfordert deren systematische Überwachung und Sammlung. Anschließend lassen sich die Daten mit künstlicher Intelligenz und Six Sigma Strategien interpretieren. Ziel der Arbeitsgruppe ist es, genau solche neuen Technologien und Prozesse zu entwickeln sowie die AM-Prozesse weiter zu optimieren. Diese Vorab-Prüfungen sollen sehr teure nachträgliche Tests wie µCT Scans oder destruktive Testmethoden weitestgehend überflüssig machen. Allerdings wurde aus Sicht der Experten des Fraunhofer IAPT bisher der Einfluss des fokussierten Laserstrahls auf die Fertigungsqualität vernachlässigt. Da die Laserquellen selbst zuverlässig und prinzipiell – im Gegensatz zu Werkzeugen der klassischen Metallbearbeitung – weitestgehend verschleißfrei arbeiten, ließ man sie in den Betrachtungen außen vor. Untersuchungen am Fraunhofer IAPT zeigen aber, dass auch die Strahlquellen im Laufe der Zeit sozusagen altern und die Ausgangleistung oder die Strahlqualität abnimmt bzw. es im Strahlengang immer wieder zu Fokusverschiebungen oder Leistungsverlusten kommt. Die Gründe dafür sind vielfältig, u. a. zählen dazu die Veränderungen in der Positionierung, der Verschleiß optischer Komponenten und die Verschmutzung oder Beschädigung des Schutzglases.

Das Fatale an vielen dieser Einflussgrößen ist, dass die Veränderungen so minimal sind, dass sie nicht direkt erkannt werden. Nur eine Messung des fokussierten Laserstrahls auf der Bearbeitungsebene kann prüfen, ob alle Parameter tatsächlich den Spezifikationen entsprechen. Stefan Grottker erklärt dazu: „Wird erst nachträglich festgestellt, dass der Laserstrahl bei einem Experiment nicht die geforderten Parameter eingehalten hat, müssen alle Versuche erneut durchgeführt werden. In Produktionsumgebungen könnte dies im schlimmsten Fall zu der Auslieferung eines fehlerhaften Teils an den Kunden führen. Regelmäßig in kurzen Intervallen durchgeführte berührungslose Messungen des Laserstrahls erweisen sich in beiden Fällen als deutlich günstiger. Bei Unternehmen – beispielsweise im Flugzeugbau – die für die Zulassung ihrer additiv gefertigten Teile die akribische Qualitätssicherung im Prozess nachweisen müssen, sind solche Maßnahmen sogar unerlässlich."



Messergebnisse Beispiel 2: Auffällig ist das Profil des Laserstrahls, das **deutlich von einem Gauß'schen Profil abweicht**. Zudem ergaben die Messungen einen mehr als dreimal so großen Strahldurchmesser. Es zeigte sich, dass darin auslaufendes Kühlwasser die Linsen beeinträchtigte. (Bild: Fraunhofer IAPT)

_Abweichungen und Folgen

Welche signifikanten Auswirkungen Abweichungen des Laserstrahls nach sich ziehen, zeigen zwei Beispiele des Fraunhofer IAPT: Eine LBM-Anlage, deren Laserparameter bis dato einmal im Monat geprüft wurden, zeigte inkonsistente Ergebnisse. So ergab die Dichtemessung (Porosität etc.) der gefertigten Teile deutliche Abweichungen zu vorherigen Ergebnissen. Das Team der Qualitätssicherung untersuchte mittels der berührungslosen Ophir Messtechnik die Parameter des Laserstrahls. Es zeigte sich, dass nach nur wenigen Sekunden die Strahltaille sowie deren Position deutlich von der Spezifikation abwichen: Die Experten untersuchten daraufhin den optischen Strahlengang und entdeckten eine Beschädigung des Schutzglases, die für das bloße Auge nicht zu erkennen war. Der Tausch des Schutzglases löste das Problem, die Strahltaille lag wieder auf der Arbeitsebene und es gab keine thermische Verschiebung. Wären die Laserparameter inklusive dem Fokusshift mit dem BeamWatch System standardmäßig vor dem Start des neuen Prozesses überprüft worden, wäre Ausschuss vermieden worden. Noch extremer zeigten sich die Qualitätsbeeinträchtigungen bei einer Maschine, auf der Endprodukte produziert wurden. Hier entstand ein Teil mit deutlichen Mängeln; eine sehr schlechte Oberflächenqualität und Brüche führten zu weiteren Untersuchungen. Auch hier zeigten die Messergebnisse signifikante Abweichungen der Laserparameter von der Spezifikation: Das Strahlprofil entsprach nicht dem gewünschten Gauß'schen Profil. Zudem ergaben die Messungen einen mehr als dreimal so großen Strahldurchmesser. Zur Fehlersuche wurde die optische Bank demontiert und es zeigte sich, dass darin auslaufendes Kühlwasser die Linsen beeinträchtigte. Einige Optiken konnten gereinigt, andere mussten getauscht werden, um die korrekte Funktion wiederherzustellen.

_Fazit

Die Qualität des Laserstrahls auf der Arbeitsebene nimmt entscheidenden Einfluss auf die Qualität und vor allem die Reproduzierbarkeit der gefertigten Teile. Die Experten des Fraunhofer IAPT empfehlen insbesondere bei sicherheitsrelevanten Bauteilen die Prüfung des Laserstrahls vor und nach jedem Printjob und setzen dabei auf BeamWatch AM.

www.ophiropt.com

ZEITERSPARNIS DURCH DEN 3D-DRUCK

GUSSFORMEN INNERHALB WENIGER TAGE PRODUZIEREN

voxeljet ermöglicht durch 3D-Drucklösungen schnellere Produktentwicklungszyklen. Designiterationen können werkzeuglos am Bildschirm durchgeführt werden. Das mögliche Bauteilspektrum reicht von komplexen Kernen hin bis zu kompletten Formsätzen.

voxeljet AG
Paul-Lenz-Straße 1a 86316 Friedberg Germany info@voxeljet.com

Die Kino-Duftdüse für das größte 5D-Kino der Welt von 1zu1.

ADDITIVE MANUFACTURING FÜR VÖLLIG NEUE ANWENDUNGEN

Digitalisierung und Beschleunigung als Wegbereiter für die additive Serienfertigung – 1zu1 mit zwei Best-Practice-Beispielen: Das AM-Forum in Berlin brachte bereits zum vierten Mal Manager und Experten aus allen Bereichen des Additive Manufacturing zusammen. Gerade noch vor Ausbruch des Coronavirus in Deutschland tauschten sich die Teilnehmer branchenübergreifend aus Automobil- und Bahnindustrie, Luft- und Raumfahrt, Maschinenbau, Medizintechnik und Wissenschaft zwei Tage intensiv aus. Zahlreiche Aussteller zeigten den aktuellen Stand der Technologie.

Die Branche ist auf dem Weg zur Serienfertigung", resümiert Thomas Kohler, Vertriebsleiter von 1zu1 in Dornbirn. Die Digitalisierung der Prozesse und die Beschleunigung der Fertigung sind maßgeblich für diese Entwicklung. Das spürt auch das Dornbirner Hightech-Unternehmen: Der Anteil an Vorserien- und Serienteilen stieg binnen eines Jahres von zehn auf 16 Prozent. „Mittelfristig erwarten wir, dass wir damit die Hälfte der Produktion erreichen", schildert Kohler. Die Branche ist dafür gerüstet: Überall im DACH-Raum hat man Kapazitäten aufgebaut.

_Anwendungen gesucht

Noch aber wird das Potenzial der Additiven Fertigung zu wenig genützt, ist Kohler überzeugt: „Die Teile sind heute meist konventionell konstruiert, von der personalisierten Schuhsohle bis zur Herstellung von Ersatzteilen. Doch in zukünftigen Anwendungen steckt viel Potenzial, und das wollen wir gemeinsam mit unseren Kunden ausschöpfen." Wie solche Anwendungen aussehen könnten, zeigte 1zu1 beim AM-Forum an zwei Best-Practice-Beispielen: einer Duftdüse für das größte 5D-Kino der Welt und eine zum Staubsauger umfunktionierte Blaspistole. Beide Bauteile nützen die Möglichkeiten der Additiven Fertigung konsequent schon in der Konstruktion.

_Highlights der Vernissage

Die Düse wurde als eines der 35 besten Exponate bei der Vernissage am Vorabend der Konferenz präsentiert. 1zu1 stellte 1.500 Stück davon her. Sie wurde im größten 5D-Kino

Thomas Kohler am AM-Forum Berlin-Stand von 1zu1 im März 2020.

der Welt in einen beweglichen Kinositz als Auslass für Düfte und Wassereffekte integriert. „Ein Bauteil, das nur mittels 3D-Druck realisiert werden konnte – mit innenliegenden, gekrümmten Kanälen mit variablen Durchmessern", erläutert Thomas Kohler. „Von den ausgestellten Exponaten beim AM-Forum war sie sicher jenes, von dem am meisten Teile hergestellt wurden", ergänzt 1zu1-Produktionsleiter Markus Schrittwieser. Die Blaspistole dient als Werkzeug, um Verunreinigungen an Montagearbeitsplätzen zu beseitigen. Ein 3D-gedrucktes Gehäuse verbindet dafür Standardkomponenten: eine Blaspistole, eine Staubsaugerdüse, eine kleine Luftlanze sowie einen Volumenstromverstärker. Die Geometrie des Gehäuses war so komplex, dass sie nur mittels 3D-Druck herzustellen war. Trotz geringer Stückzahl und relativ hoher Stückkosten war das für die Kunden die mit Abstand günstigste Lösung.

_Software als Konstruktionshilfe

Werden die Möglichkeiten des 3D-Drucks schon in der Konstruktion genützt, ist die Additive Fertigung für viele Bauteile interessant. Schlüssel ist für Thomas Kohler der Konstrukteur: „Statt sich zu fragen, wie ein Teil konstruiert sein muss, damit es gefräst oder gegossen werden kann, stellt sich für ihn nur mehr die Frage: Was muss dieses Teil können und wie kann ich diese Funktion optimal erreichen?" Optimistisch stimmt die 1zu1-Experten der Trend zu spezieller Software, die den Schritt von der konventionellen CAD-Zeichnung zur optimierten 3D-Druck-Konstruktion bewerkstelligt: „Damit wird es auch Konstrukteuren mit wenig AM-Erfahrung und sogar Laien möglich, das Potenzial des 3D-Drucks besser auszuschöpfen", ergänzt Markus Schrittwieser.

_Chancen durch Beschleunigung und Digitalisierung

Auch die zunehmende Geschwindigkeit macht 3D-Druck für immer mehr Anwendungen interessant. „Wir sind heute in der Lage, 100 Kleinteile acht Stunden nach der Bestellung auszuliefern. Da kann keine konventionelle Fertigungsmethode mithalten", schildert Schrittwieser. Erreicht wird dies durch Parallelisierung, Prozessoptimierung und Reduktion der Nebenzeiten. Durch die höhere Geschwindigkeit steigt sogar noch die Qualität der Bauteile, weil sie kürzer der Hitze ausgesetzt sind. Der Faktor Zeit ist auch ökologisch und ökonomisch interessant: „Nachdem die Jobs weniger lang dauern, können wir auch mehr Altmaterial wiederverwenden", schildert Schrittwieser. „Das entlastet die Umwelt und spart Geld." Dazu kommen die klassischen Vorteile des 3D-Drucks: „Ich brauche kein Werkzeug, drucke Teile, wenn ich sie benötige, muss sie nicht lagern, kann kleine Lose herstellen und bei Bedarf personalisieren."

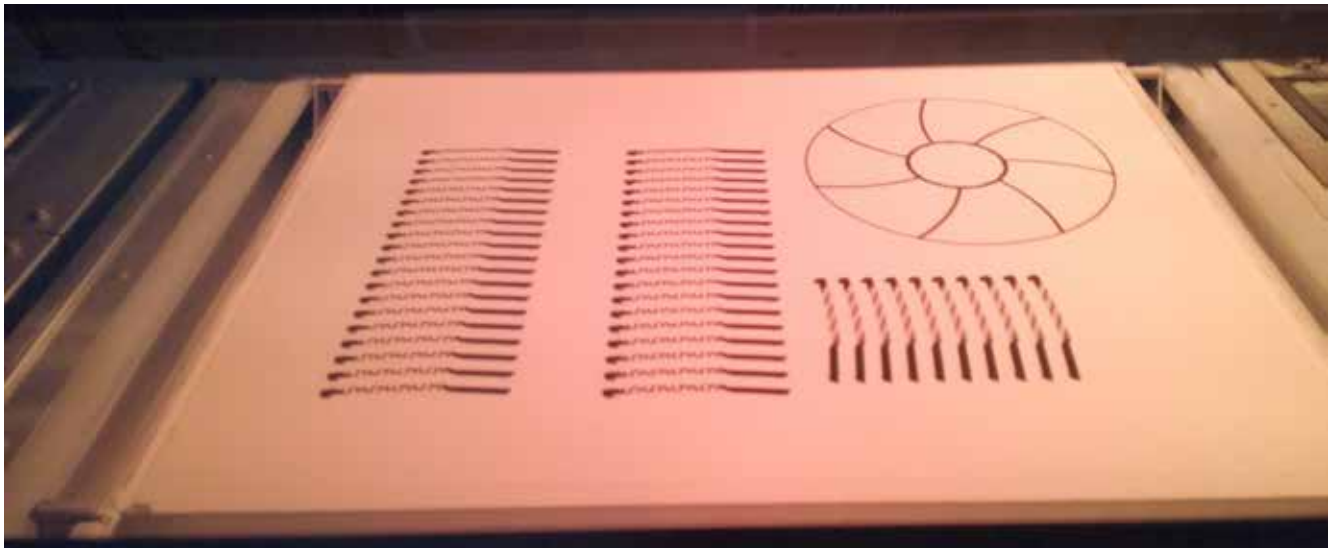
Dr. Hans J. Langer, Gründer & Chairman EOS GROUP, sieht die Digitalisierung der Abläufe als wichtigen Faktor für die industrielle Verbreitung des 3D-Drucks: „Der Schlüssel sind die digitalen Prozesse. Digitales Design, digitale Materialien – wir stellen ja die Werkstoffe im Bauteil während des Schmelzprozesses her – und digitale Follow-up-Prozesse. Wenn es gelingt, diese digitalen Prozessketten aufzubauen, wird sich die Additive Fertigung extrem schnell in völlig neuen Anwendungen positionieren."

_Enge Partnerschaft

1zu1 ist Pilotkunde von EOS. Das Dornbirner Unternehmen hat damit Zugriff auf modernste Anlagen, noch bevor sie regulär auf den Markt kommen. Zuletzt erhielt 1zu1 eine EOS P500, die auf Herz und Nieren geprüft wird. Bewährt sich die Pilotmaschine, wird eine Millioneninvestition getätigt. Das Unternehmen sieht sich gut auf die Entwicklungen am Markt vorbereitet: „Was Geschwindigkeit, Automatisierung und Bauteilqualität betrifft, sind wir ganz vorne dabei", zeigt sich Thomas Kohler nach der Berlinreise überzeugt.

www.1zu1.eu

Markus Schrittwieser im „Speakers Corner" bei der Präsentation einer zum Staubsauger umfunktionierten Blaspistole.



Ob Prototyp oder Kleinserie. AS freeform bietet Bauteile aus PA12 in Industriequalität.

WE PRINT & YOU FINISH

Das Leistungsspektrum von Dienstleistern in der Additiven Fertigung reicht oft vom Design bis zum fertig nachbearbeiteten Teil. Doch nicht jeder Kunde wünscht sich das. Die Kärntner AS freeform GmbH bietet dafür ein breites Spektrum an Möglichkeiten. Auch ein We print & You finish-Service ist dabei und wird gerne genutzt.

Seit 2018 gibt es die AS freeform GmbH in Wolfsberg in Kärnten. Alexander Schein, Geschäftsführer des Unternehmens, verfügt über mehr als 20 Jahre Erfahrung in der Bauteilentwicklung und Konstruktion und weiß: „Viele Firmen haben noch wenig oder kaum Erfahrung in der AF-gerechten Konstruktion und scheuen sich deswegen davor, die Technologie zu nutzen." Um solchen Unternehmen den Einstieg in die Additive Fertigung zu erleichtern, versucht er bewusst die Hürden abzubauen. Er unterstützt seine Kunden, die aus den unterschiedlichsten Branchen und Industrien kommen bei der Beurteilung der Teile und zeigt Möglichkeiten auf, wie Teile besser gemacht werden können und wo die Vorzüge der Additiven Fertigung effizient genutzt werden können.

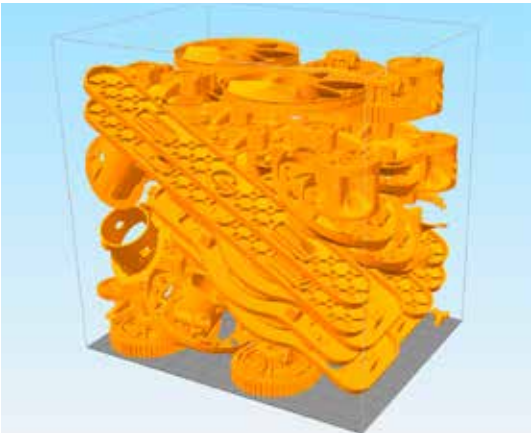
_Produktion von Kleinserien

Seit 2019 betreibt das Unternehmen eine HP Jet Fusion 4200 Produktionsanlage, mit der man in der Lage ist, Prototypen und Kleinserien aus PA12 herzustellen. Der Bauraum von 380 x 284 x 380 mm bei einer Baugeschwindigkeit von 2.300 cm³ / Std. „Die Produktion von Kleinserien wird ein immer größerer Anwendungsbereich für die Additive Fertigung. Viele Produkte im Premium-Segment verkaufen sich über außergewöhnliches Design und praktische, technische Lösungen. Anpassungen an den Kundenbedarf und fast vollständige Designfreiheit sind dabei besondere Mehrwerte. Dadurch können unsere Kunden ihr Produkt früher auf den Markt bingen, ohne in teure Werkzeuge investieren zu müssen", erklärt der Geschäftsführer.

_Einfach nur drucken

Dabei hat er aber auch festgestellt, dass einige Kunden über die Kapazitäten verfügen, die Teile selbst zu finishen und bietet deshalb zusätzlich die Option „We print & You finish" an. „Reinigen und Endbearbeiten gehört für viele meiner Kunden zum Tagesgeschäft und sie verfügen auch über das erforderliche Equipment wie zum Beispiel Gleitschleifen oder Strahlen. Für diese ist diese Option ideal, weil damit ein Großteil der Wertschöpfung im Unternehmen gehalten werden kann", veranschaulicht Schein. Wenn erforderlich, bietet AS freeform aber selbstverständlich auch eine effiziente Entpulverung und Reinigung der Teile an, was bei der Serienfertigung von Kleinteilen (Losgrößen zwischen 1.000 und 10.000 Stück) meist die wirtschaftlichere Variante ist.

www.as-freeform.com



Durch geschicktes Nesting kann der Bauraum optimal ausgenutzt und so gleichzeitig unterschiedlichste Teile hergestellt werden.

ERSATZTEILVERSORGUNG IN ZEITEN DER KRISE

Die Corona-Pandemie hat sehr schnell die Schwächen in den globalen Lieferketten aufgedeckt. Gerade bei hochentwickelten Industrieerzeugnissen ist die Wertschöpfungskette außerordentlich komplex – und brüchig. Wo Produktionen trotz Krise aufrechterhalten werden können, darf eines auf keinen Fall passieren: dass die Business Continuity durch Versorgungsengpässe gestört ist.

Dabei können zwei Faktoren zum Engpass werden: der Nachschub von Rohstoffen und Zulieferkomponenten zur Aufrechterhaltung der Produktion sowie die Verfügbarkeit von Ersatzteilen. Rettung in der Not verspricht der industrielle 3D-Druck. Die Vorteile liegen auf der Hand: Teile sind in exakt benötigten Stückzahlen „on demand" verfügbar, Probleme wie Komplexität, Kosten und Logistik der Lagerhaltung sowie Beschädigung oder Obsoleszenz der gelagerten Teile erübrigen sich. Und das Ganze erfolgt schnell genug, sodass keine kostspieligen Stand- und Wartezeiten anfallen.

_Ersatzteile drucken statt lagern

Ein Beispiel für den sinnvollen Einsatz des 3D-Drucks ist die Additive Fertigung einer Bremskomponente für die Deutsche Bahn durch die FIT Additive Manufacturing Group. Als der Hersteller der linken Sandtreppe, einem massiven Graugussteil des Bremssystems bei älteren Zügen, die Produktion einstellte, sah sich die Deutsche Bahn unversehens mit dem Risiko eines Lokstillstands und entsprechender Ausfallkosten konfrontiert. Binnen weniger Tage konnte der Sandverteiler durch eine Designanpassung mittels Elektronenstrahlschmelzen (EBM) aus Titan produziert werden und so der Versorgungsengpass überbrückt. So überzeugend die Synergie zwischen On-demand-Fertigung und 3D-Druck auf den ersten Blick auch ist, so gibt es doch einiges zu beachten. Nicht jedes beliebige Teil ist für die Fertigung als 3D-Druckteil geeignet. Nur Bauteile, deren Verfügbarkeit kritisch und deren Ausfallkosten und -wahrscheinlichkeit entsprechend hoch ist, sollten als Kandidaten für eine Umstellung auf Additive Fertigung im Rahmen einer Kosten-/Nutzenrechnung in Betracht gezogen werden.

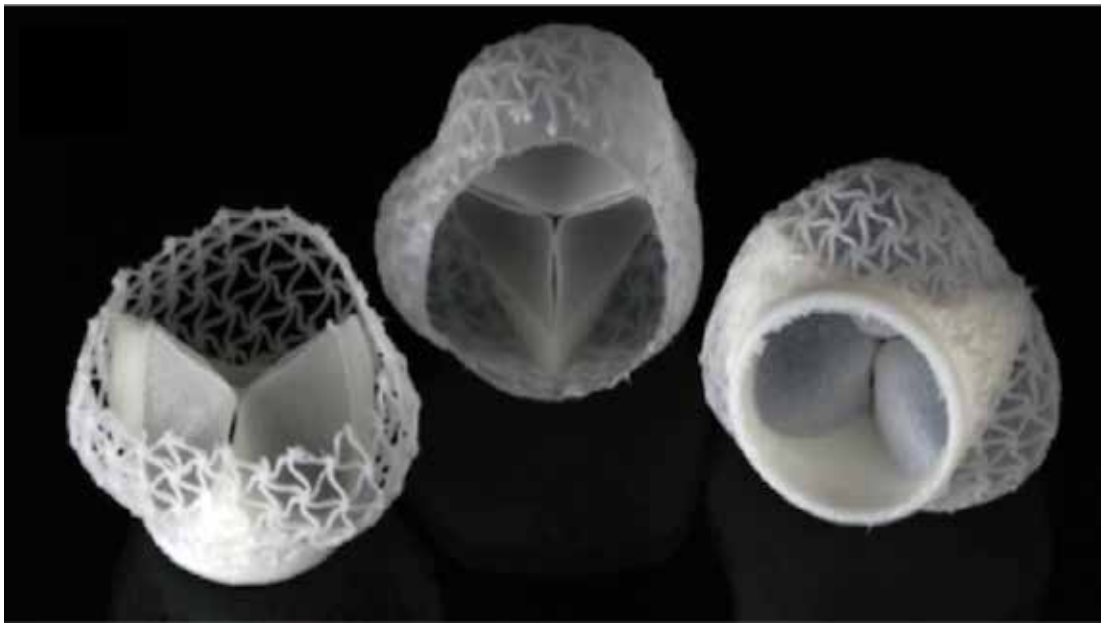
_Spare Part-Management

Aus ihrer langjährigen Erfahrung hat die FIT Additive Manufacturing Group eine fünfstufige Lösung für die Optimierung und Rationalisierung des Ersatzteilmanagements entwickelt. S.P.O.D. („Spare Parts On Demand") ist ein innovatives Programm, das Unternehmen bei dieser Transformation unterstützt und ihnen ein strukturiertes und vollständig integriertes Lösungspaket an die Hand gibt. Ausgehend von einer risikoorientierten Analyse des Lagerbestands und der Identifikation der technisch und wirtschaftlich sinnvoll additiv herstellbaren Ersatzteile, umfasst es die komplette Digitalisierung der ausgewählten Ersatzteile. Für den Bedarfsfall ist dann alles vorbereitet, sodass die Versorgungssicherheit durch eine schnelle Herstellung und ein umfassendes Fulfillment garantiert ist.

Ein sinnvoller Einsatz des 3D-Drucks ist die Additive Fertigung einer **Bremskomponente für die Deutsche Bahn** durch die FIT Additive Manufacturing Group, nachdem deren Produktion eingestellt wurde.

Darüber hinaus bietet die Additive Fertigung aber auch schnelle und einfache Lösungen für den akuten Notfall. Kurzfristig benötigte Provisorien, Produktionshilfsmittel, Spritzgusswerkzeuge oder zulassungsfreie Bauteile aus Kunststoff oder Metall, die ohne wesentliche Anpassungen additiv gefertigt werden können, sind nur einige Beispiele, die sich in diesem Zusammenhang aufzählen lassen. Wenn schnelle Lieferzeit wichtiger ist als günstigste Beschaffungskosten, dann ist der 3D-Druck für diese Fälle eine sinnvolle Alternative. „In der Krise werden fieberhaft funktionierende Auswege gesucht", erklärt Carl Fruth, CEO der FIT Additive Manufacturing Group. „Mit Additiver Fertigung schaffen wir es, ausfallende Strukturen zu ersetzen und Versorgungsketten provisorisch zu überbrücken. Bei FIT sind wir hinsichtlich Know-how und Kapazitäten für den Notfall gut gerüstet. Wir lassen niemanden hängen."

www.fit-production.de



Individualisierte **Herzklappen für die Operationsprothetik** sind ein Beispiel, was mit den Lösungen von Spectroplast möglich ist.

HIGH-END IN SILIKON

Man ist es mittlerweile gewohnt, in der Additiven Fertigung alle möglichen Teile in den unterschiedlichsten Werkstoffen herstellen zu können. Eine Ausnahme bilden da die Silikonwerkstoffe. Das Schweizer Startup Spectroplast AG hat sich dieses besonderen Materials angenommen und schafft es, Teile mit besten Materialeigenschaften bis hin zu filigransten Konturen zu fertigen. **Von Georg Schöpf, x-technik**

Schon so manche Neuentwicklung in der Industrie ist aus einer Ausgründung aus einer Universität entstanden. Eine wahre Ideenschmiede ist da die ETH in Zürich. Aus ihr sind schon einige tolle Ideen zur Marktreife gebracht worden. So war es auch bei der Entwicklung der Silikondrucktechnologie von Spectroplast. „Es gibt viele Bereiche im Umfeld der Additiven Fertigung, in denen man sich bewegen kann. Das Feld, in dem wir uns bei Spectroplast befinden, ist ein Bereich, in dem sich jedoch nicht ganz so viele tummeln. Die additive Verarbeitung von Silikon ist schon etwas speziell", weiß Manuel Schaffner, PhD in Materialwissenschaften und interdisziplinärer Technologien sowie CEO der Spectroplast AG.

_Markt will flexible Werkstoffe

Meist hat man es in der Additiven Fertigung mit starren Werkstoffen zu tun. Erst in letzter Zeit haben sich Maschinenhersteller und Materialentwickler auch den flexiblen Werkstoffen zugewandt, nicht zuletzt, weil die Industrie einfach flexible Werkstoffe fordert und auch Gummi- und Silikonteile additiv herstellen möchte. Man möchte individualisierte Werkstücke als Einzelstücke oder in kleinen Serien sowie in unterschiedlichen Shore-Härten, die aber beispielsweise spritzgegossenen Teilen in nichts nachstehen. „Unsere Motivation ist es, das Thema Additive Fertigung von Silikonteilen mit allen damit verbundenen Vorteilen in den Massenmarkt zu bringen. Dazu haben wir eine eigene Maschine entwickelt, mit der wir in der Lage sind, feinste Geometrien zu fertigen und dabei eine unglaubliche Teilequalität bereitzustellen, wie sie sonst in der Additiven Fertigung von Silikon nicht erreicht wird", erklärt Schaffner.

_Spezialwerkstoff Silikon

Silikonverarbeitung erfolgt in der Additiven Fertigung in der Regel über Extrusionsverfahren. Ähnlich dem FDM-Verfahren wird der Werkstoff über eine Austragseinheit auf eine Bauplattform aufgetragen. Die damit verbundenen Schwierigkeiten hinsichtlich feinster Geometrien und Oberflächengüte kennt man aus dem FDM-Verfahren zur Genüge. Das Besondere an der Technologie von Spectroplast ist, dass es ein Stereolithografieprozess ist, bei dem das Ausgangsmaterial mithilfe eines Lasers schichtweise verfestigt wird. Die Genauigkeit und Oberflächengüten,

„Unser Ziel ist es, die Herstellung hochpräziser Silikonteile auch als Einzelteil und Kleinserie wirtschaftlich für den Massenmarkt verfügbar zu machen.

Manuel Schaffner PhD, CEO der Spectroplast AG

Vor allem technische **Komponenten für Einzelanfertigungen und Kleinserien** bieten viel Potenzial für Silikonteile.

die man aus dem SLA kennt, spiegeln sich auch in den Teilen von Spectroplast wider.

Hochpräzise Silikonteile konnten bislang nur über Spritzgießen hergestellt werden. Seien es feine Dichtungen oder komplexe Silikonelemente mit feinen Lamellen. Immer brauchte man ein sehr genaues Spritzgusswerkzeug und eine entsprechende Maschine dazu. Das machte die Herstellung von Silikonteilen schon immer zur heiklen Rechenaufgabe. Einzelstücke oder Vorserien von Silikonteilen waren dadurch oft unwirtschaftlich und man musste sich gut überlegen, wenn man weitere Prototypen herstellen wollte. Natürlich gab es auch immer die Möglichkeit solche Teile zunächst über SLA als Urform herzustellen und dann mittels Vakuumguss produzieren, aber auch dafür waren stets mehrere Arbeitsschritte nötig, die eine Herstellung verteuerten.

_Individuell bei kurzer Durchlaufzeit

„Wir zielen mit unseren gedruckten Silikonteilen in verschiedene Richtungen. Einerseits erfüllen wir alle nötigen Anforderungen an technische Komponenten und können mit der Digitalen Fertigung von Silikon bis zu 90 % Zeit- und 50 % Kostenersparnisse bringen. Das alles sehr ressourcenschonend und mit 99.9 % weniger Energieaufwand. Andererseits wollen wir im Medizinbereich die Möglichkeit bieten, individualisierte Silikonteile zur Verfügung stellen zu können. Dort mit kurzen Durchlaufzeiten und günstigen Herstellkosten Vorteile in der Gesundheitsversorgung zu erreichen und außerdem auch für die Industrie die Möglichkeit schaffen, Silikonteile für Dichtungen oder andere flexible Bauteile zur Verfügung zu stellen und damit den Werkstoff Silikon auch für Prototypen, Einzelteile und Kleinserien attraktiv zu machen", verrät Schaffner das Ziel seines Unternehmens.

_Auch große Teile möglich

Zunächst tritt das Unternehmen, das seinen Sitz in Zürich hat, als reiner Dienstleister auf. Auf den Maschinen können Teile bis zu einer Größe von entweder 74 x 135 x 110 mm oder in einer Größe von 33 x 400 x 200 mm hergestellt werden. Das sind Größen, mit denen man auf der größeren Anlage durchaus auch Gesichtsmasken herstellen kann. Jedoch liege laut Angabe des Geschäftsführers die Hauptnachfrage eher bei den kleinen Teilen. „Wir haben festgestellt, dass es einen relativ großen Bedarf an hochkomplexen, aber sehr filigranen Teilen, auch bekannt als Mikroteile, aus Silikon gibt. Da sind oft hauchfeine Dichtungen darunter, ebenso wie kleinste Dämpfungselemente und Dichtungen oder eben individualisierte Teile für die Medizin", schildert Schaffner das Anforderungsspektrum.

Langfristig plant man bei Spectroplast die Fertigungssysteme an sich zur Groß-Serienfertigung weiterzuentwickeln und zusätzlich zu den Dienstleistungen auch Maschinenlösungen sowie Materialkonzepte mit anzubieten. Weitere Neuerungen wird es wohl im Spätjahr geben. Mehr will man aus Zürich dazu aber noch nicht verraten, jedoch versichert der Geschäftsführer, dass man gespannt sein darf.

www.spectroplast.com

Speziell die Herstellung kleiner und feiner Komponenten wie **selbst eines einfachen O-Ringes** kann einen enormen wirtschaftlichen Vorteil bieten.

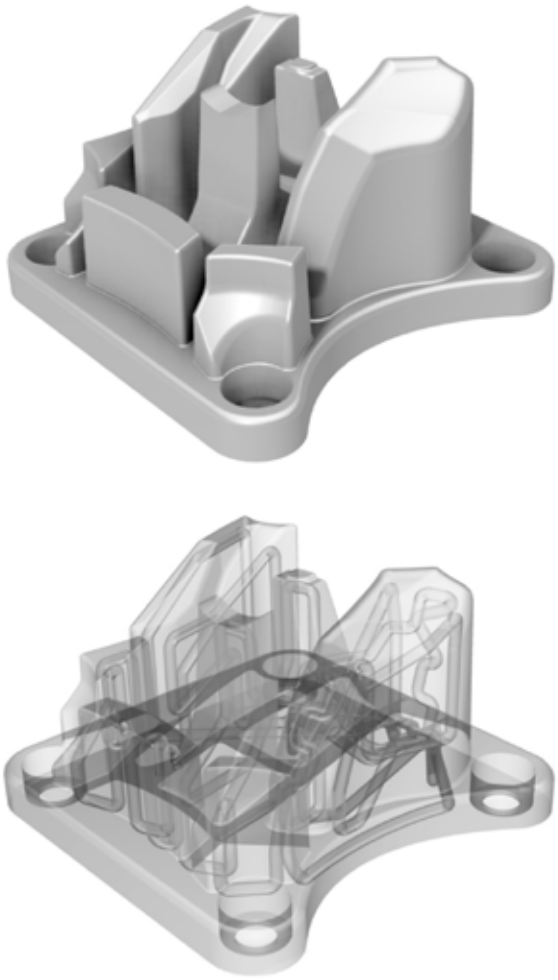
INNENKANÄLE EFFIZIENT UND AUTOMATISIERT BEARBEITEN

Additive Manufacturing ermöglicht die Integration konturnaher Kühlkanäle in Bauteilen. Für die automatisierte Nachbearbeitung (Entfernung von Restpulver und Glätten) der Innenflächen dieser Kanäle führten die Fachbereiche Maschinenbau und Chemische Verfahrenstechnik des Politecnico Milano zusammen mit Rösler Italiana S.r.l. eine Untersuchung mit den Verfahren Gleitschleifen, Sandstrahlen sowie chemisch unterstütztes Gleitschleifen durch. Die Studienergebnisse zeigen, dass mit allen drei Verfahren eine deutliche Verbesserung der Oberflächenqualität erzielt wird.

Mit Additive Manufacturing (AM) lassen sich Teilegeometrien herstellen, die mit konventionellen Fertigungsverfahren nicht realisierbar sind. Mit dieser neuen Technologie lassen sich Bauteile mit komplexer Formgebung, integrierten Funktionen und konturnahen Kühlkanälen fertigen. Diese Eigenschaften von AM sind unter anderem für den Werkzeugbau, die Hydraulik sowie die Luft- und Raumfahrt von großem Interesse. Insbesondere im Werkzeugbau bietet die Integration von Kühlkanälen Vorteile, denn Temperaturschwankungen beispielsweise während des Kühlzyklus erhöhen die Gefahr, dass sich Teile verziehen. Darüber hinaus lassen sich die Kühlzykluszeiten durch eine konturnahe Kühlung deutlich reduzieren.

_SLM – optimal aber mit hoher Oberflächenrauheit

Für die Herstellung von Teilen im Werkzeugbau ist das Selektive Laser Melting (SLM) das Verfahren der ersten



Insbesondere **im Werkzeugbau bietet die Integration von Kühlkanälen Vorteile**, denn Temperaturschwankungen beispielsweise während des Kühlzyklus erhöhen die Gefahr, dass sich Teile verziehen. Darüber hinaus lassen sich die Kühlzykluszeiten durch eine konturnahe Kühlung deutlich reduzieren. (Bild: Rösler Oberflächentechnik GmbH)

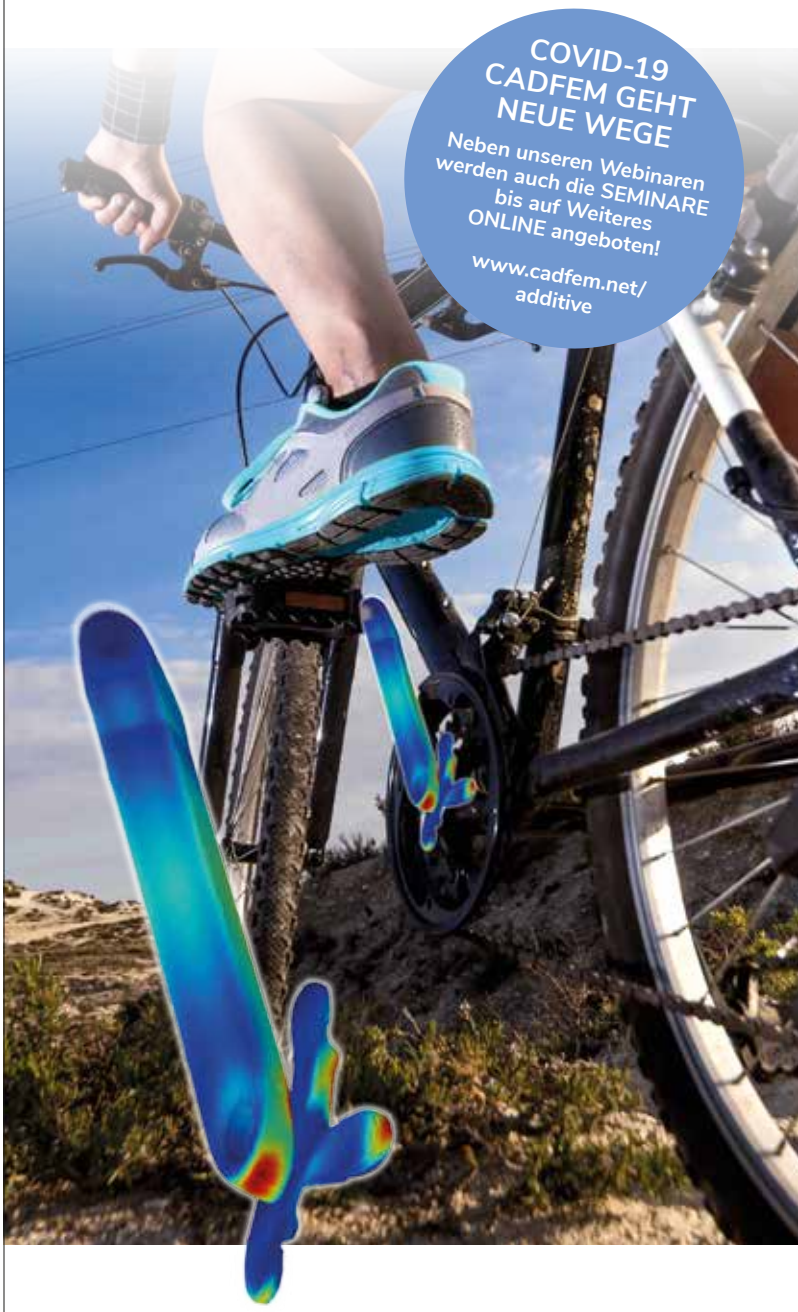
Wahl. Durch das selektive Aufschmelzen der Pulverschichten mit einem Laserstrahl entsteht ein verfestigtes und nahezu dichtes Werkstück. Herausforderungen liegen jedoch einerseits in der Entfernung von Pulveranhaftungen aus den Kühlkanälen, andererseits in der verfahrensbedingten rauen Oberfläche der Teile, die Ra-Werte zwischen 10 und 20 µm aufweist. Sowohl die hohe Oberflächenrauheit als auch die Ablagerungen in den Kanälen beeinträchtigen die Funktionalität der Bauteile – Reibungsverluste und Turbulenzen, Druckabfälle im System, gelöste Partikel, die andere Geräte beschädigen können.

Da die Innenflächen komplexer Bauteile mit integrierten Kavitäten durch eine konventionelle Bearbeitung nicht erreicht werden können, sind hier neue Nachbehandlungsverfahren erforderlich. Die Wahl des richtigen Verfahrens für die Oberflächenbehandlung hat damit entscheidenden Einfluss >>

CADFEM® Ansys

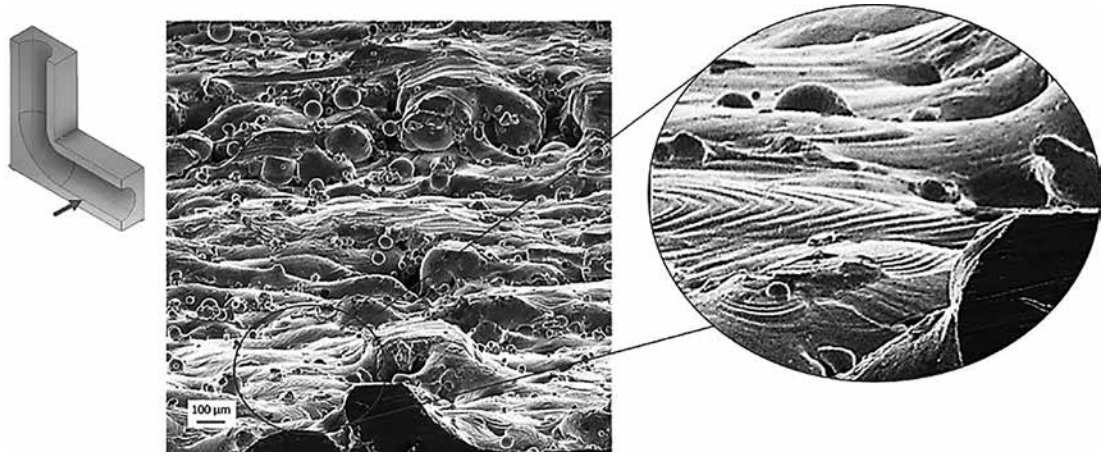
SIMULATIONSSOFTWARE FÜR ADDITIVE FERTIGUNG

ANSYS Software unterstützt Sie bei der Realisierung anspruchsvoller AM-Bauteile. Optimieren Sie Ihre Prozessparameter für die Minimierung von Verzugseffekten und erreichen Sie eine ideale Design-Topologie.



CADFEM GmbH
Marktplatz 2
85567 Grafing b. München
Deutschland

www.cadfem.net/additive



Die SLM-Technologie ist ein ideales Verfahren für die Herstellung von Werkzeugeinsätzen. Allerdings weisen die Oberflächen nach dem Druckprozess auch in Innenkanälen **Restpulver und eine hohe Rauigkeit auf,** sodass eine entsprechende Nachbearbeitung unverzichtbar ist. (Bild: Rösler Italiana S.r.l.)

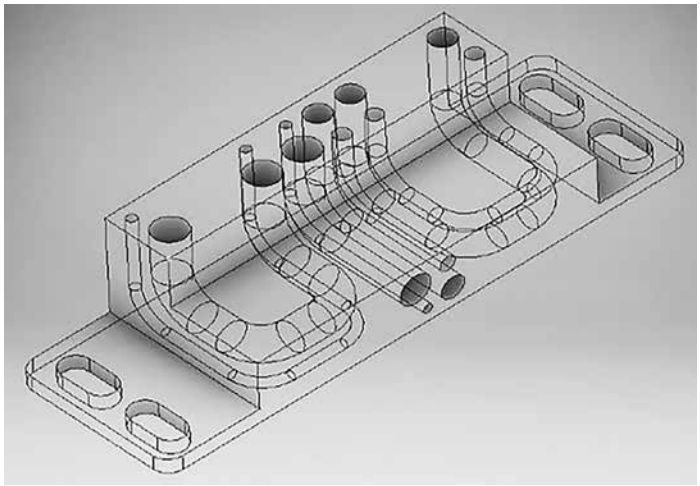
auf die Lebensdauer der Komponente und die Effizienz des Systems. Eine Alternative zur Bearbeitung der Außen- und Innenflächen additiv gefertigter Bauteile stellt die Gleitschlifftechnik dar. In diesem Prozess werden die Werkstücke in einer Gleitschliffanlage in speziell abgestimmten Medien und Compounds eingetaucht. Die Vibration des Arbeitsbehälters führt zu einer kreisförmigen Bewegung der Werkstücke, gleichzeitig werden die Oberflächen der Teile durch die Medien geschliffen und so die gewünschte Oberflächenqualität hergestellt.

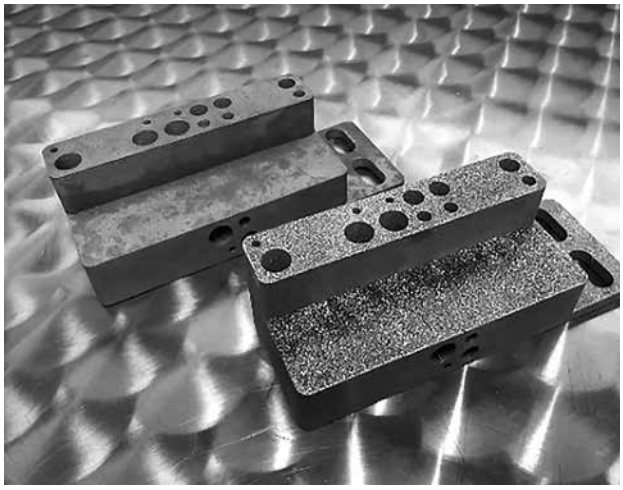
_Nachbearbeitung im Vergleich

In der durchgeführten Studie wurden die verschiedenen Verfahren zur Bearbeitung von Außen- und Innenflächen verglichen. Dafür erfolgten Untersuchungen von Teilen mit verschiedenen Geometrien und Innenkanälen mit unterschiedlichen Durchmessern (3; 5; 7,5 und 10 mm) mit den Bearbeitungsansätzen Gleitschleifen, Sandstrahlen sowie chemisch unterstütztes Gleitschleifen. Die Ergebnisse zeigen eine große Ähnlichkeit zwischen Gleitschleifen und Sandstrahlen. Mit beiden Ansätzen wurden die Rauheitsspitzen zuverlässig beseitigt und ein vergleichbares Rauheitsprofil erreicht. Die besten Ergebnisse wurden mit dem chemisch unterstützten Gleitschleifen erzielt. Die Teile wiesen die glatteste Oberfläche sowie das beste Rauheitsprofil auf. Mit diesem Verfahren wurden mit Ra-Werten von 0,7 µm die niedrigsten Rauheitswerte in kürzester Zeit erreicht. Festgestellt wurde auch, dass die endgültigen Rauheitswerte im vertikalen und horizontalen Kanal sehr ähnlich sind. Insgesamt wurde die Wirksamkeit der Gleitschlifftechnik auf den inneren Kanaloberflächen ohne Änderung der Kanalform bestätigt. Die Analysen zeigten, dass die behandelten Oberflächen frei von Spritzern und losen Pulvern waren. Mit allen drei Verfahren wurde eine Verbesserung der Rauheitswerte in den innenliegenden Kanälen erzielt, wobei das chemisch unterstützte Gleitschleifen sowohl vom Ergebnis als auch dem Zeitaufwand am effektivsten war.

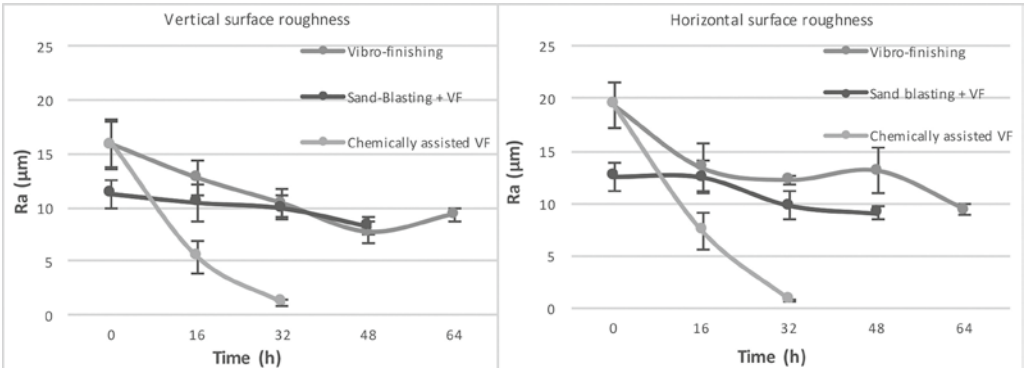
_Vollautomatische Bearbeitung in einer Maschine

Durchgeführt wurden die Untersuchungen auf einer Weiterentwicklung des Anlagentyps M3 von AM Solutions. Dabei handelt es sich um eine Marke der Rösler Gruppe, die sich u. a. auf das Post Processing 3D-gedruckter Teile spezialisiert und entsprechende Maschinenlösungen anbietet. Diese decken vom Auspacken, Entpulvern, Entfernen von Stützstrukturen, Homogenisieren bzw. Glätten der Oberfläche, (Hochglanz-) Polieren und der Oberflächenvorbereitung, z. B für eine nachfolgende Beschichtung, das gesamte Spektrum der Nachbearbeitung additiv gefertigter Teile ab.





Die Untersuchungen wurden mit **verschiedenen Geometrien** durchgeführt, die Durchmesser der Innenkanäle lagen bei 3; 5; 7,5 und 10 mm.



Bei allen drei Bearbeitungsansätzen sind die endgültigen Rauheitswerte in vertikaler und horizontaler Richtung des Innenkanals sehr ähnlich.

Die Weiterentwicklung der bestehenden M3 Anlage ermöglicht es, zukünftig nicht nur Innenkanäle effektiv und gezielt zu bearbeiten, sondern sie ist gleichzeitig eines der ersten vollautomatisierten Systeme für die prozesssichere Bearbeitung additiv gefertigter Bauteile ohne manuellen Aufwand. Das Teilehandling für die Ein- und Ausgabe der Bauteile kann mit einem Roboterarm ebenfalls automatisiert werden. Die genau angepasste Dosierung von Schleifmedium und Compound in die Anlage erfolgt automatisch über ein Befüllsystem ebenso wie der Start des Prozesses. Angepasst an die Oberflächenanforderungen können mehrere Schleif- und Polierprozesse nacheinander geschaltet durchgeführt werden. Nach der automatischen Entleerung der Verfahrensmittel aus dem Arbeitsbehälter wird das Bauteil ausgespannt. Falls erforderlich, kann optional ein Reinigungs- und Trockenprozess ebenfalls automatisiert erfolgen. Das Teilehandling dafür lässt sich ebenso wie für die Übergabe an den nachfolgenden Prozess automatisieren. Die Anlagensteuerung ermöglicht, mehrere teilespezifische Bearbeitungsprogramme zu hinterlegen. Die an unterschiedliche Teile angepassten Prozessparameter werden einfach mit einem Tastendruck oder einer Werkstückerkennung ausgewählt. Die automatisierte Nachbearbeitung additiv gefertigter Bauteile – auch in schwer zugänglichen Werkstückbereichen, die bisher nicht oder nur mit einem sehr hohen manuellen Aufwand bearbeitet werden konnten – ermöglicht erhebliche Zeit- und Kosteneinsparungen und führt somit zu einer deutlich erhöhten Wirtschaftlichkeit.

www.solutions-for-am.com

Die Weiterentwicklung der M3 von AM Solutions ermöglicht eine wirtschaftliche, **automatisierte Nachbearbeitung additiv gefertigter Bauteile**, auch in schwer zugänglichen Werkstückbereichen, die bisher nicht oder nur mit einem sehr hohen manuellen Aufwand bearbeitet werden konnten. (Bild: Rösler Oberflächentechnik GmbH)

AUTOMATISIERTE ENTPULVERUNG IM GROSS-FORMAT

Solukons Reinigungssysteme entfernen zuverlässig Pulverrückstände aus komplexen Metallbauteilen durch automatisiertes Schwenken und gezielte Schwingungsanregung. Mit der SFM-AT-1000-S stellt Solukon ein neues Format zur Entpulverung von Bauteilen bis zu einer Größe von 460 x 460 x 1.000 mm sowie 500 x 280 x 875 mm vor.

Solukon ist ein Hersteller hochwertiger Peripheriesysteme für additive Fertigungstechnologien. Seit der Vorstellung des ersten SFM-AT800-S-Systems im Jahr 2014 gilt das Augsburger Unternehmen international als Pionier auf dem Gebiet der automatisierten Reinigung additiv gefertigter Metallbauteile. Inspiriert von den Bedürfnissen professioneller Anwender entwickelt und produziert Solukon robuste und prozessorientierte Systeme zur automatisierten Entpulverung strahlgeschmolzener Metallbauteile. Die Systeme erfüllen dabei höchste Ansprüche an Funktionalität und sind dank innovativer Sicherheitstechnik für eine sichere Verarbeitung reaktiver und gesundheitsgefährlicher Metallpulver zugelassen.

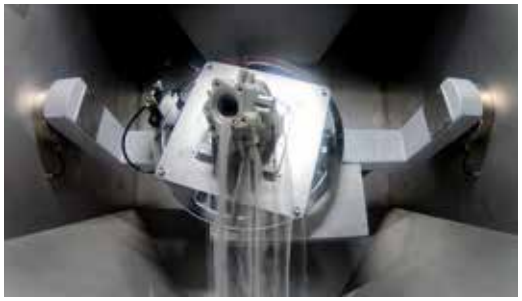
_ Rieselfreudiger Kreislauf

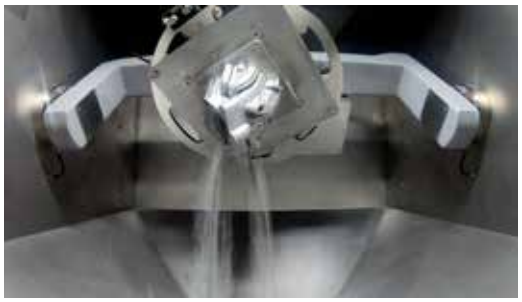
Der Solukon-Entpulverungsprozess erfolgt durch programmierbares Schwenken der Bauteile samt Bauplattform um zwei räumliche Achsen. Um den Pulverfluss zu optimieren, wird das Pulver mit regelbarer Frequenzanregung gezielt „fluidisiert". Damit wird auch die Abreinigung kleinster Öffnungen und Kanäle ermöglicht, was gerade bei thermischen Folgeprozessen von größter Bedeutung ist. Durch den schonenden und kontaminationsfreien Prozess bleibt das freiwerdende Pulver unverändert und kann zur Wiederverwendung ausgeschleust werden. Der Prozess erfolgt vollautomatisiert in geschützter Atmosphäre, sodass der Kontakt mit gesundheitsgefährdendem Feinstaub vermieden und wertvolle Arbeitszeit eingespart wird.

_ Neue Möglichkeiten bei Raketenantrieben

Das bisherige Portfolio von Solukon umfasst drei Maschinen, bei der die SFM-AT800-S als größte Maschine ein Beladevolumen von je 800 x 400 x 550 mm und 300 kg Bauteilgewicht bietet. Mit Einführung der SFM-AT1000-S stellt Solukon zwei völlig neue Formate mit einer Bauteilgröße von bis zu 460 x 460 x 1.000 mm sowie 500 x 280 x 875 mm vor. Initiiert wurde die Entwicklung durch die Anfrage des Sondermaschinenherstellers AMCM aus Starnberg. AMCM ist Spezialist für die Individualisierung von EOS-Systemen. Mit der Vorstellung der M4K Drucker mit einem Bauteilgrößenspektrum von 450 x 450 x 1.000 mm setzt AMCM einen wegweisenden Meilenstein bei den großformatigen

Die SFM-AT1000-S Reinigungskabine reinigt strahlgeschmolzene Metallbauteile innerhalb einer dichten Prozesskammer mit gezielter Schwingungsanregung und automatisiertem Schwenken.





Das Bauteil wird exakt **entlang einer programmierten Bahn bewegt**, um verwinkelte interne Kanäle zu entpulvern. Der Prozess erfolgt in geschützter Atmosphäre und das Pulver kann zur Wiederverwendung gesammelt werden.

3D-Druckern. Gerade bei der innovativen Herstellung von 3D-gedruckten Raketenantrieben eröffnet das neue System von Solukon völlig neue Möglichkeiten, da dort häufig großformatige Teile benötigt werden. Auch andere Luft- und Raumfahrtunternehmen sowie darauf spezialisierte Dienstleister erkennen nun die gegegebenen Möglichkeiten und werden bald die Additive Fertigung neu prägen.

_ Verstärkte Weiterentwicklung

Die SFM-AT1000-S baut im Wesentlichen auf dem System der SFM-AT800-S auf, besitzt aber ein verstärktes Schwenksystem mit neuartigem und besonders kompaktem Aufbau. Ziel der Entwicklung war es, die höheren Lasten souverän zu bewegen, das Kammervolumen aber so gering wie möglich zu halten, um den Schutzgasverbrauch zu minimieren. Das Schwenksystem verfügt über zwei endlos rotierbare Servoantriebe, sodass das Bauteil nicht nur exakt in jede beliebige räumliche Position, sondern auch entlang jeder beliebigen Bahn, also z. B. entlang eines mehrfach verdrehten innenliegenden Kanals, bewegt werden kann.

Mit einem durchgehend ableitfähigen Aufbau der Kammerkomponenten aus Edelstahl, dem Einsatz bewährter ATEX-Komponenten und in Kombination mit der sicherheitsüberwachten Schutzgasinertisierung ist auch ein sicheres Handling reaktiver Pulver aus Titan- oder Aluminiumlegierungen gewährleistet. Ein direkter Anschluss an ein Materialaufbereitungssystem ist selbstverständlich.

www.solukon.de

Um **die volle Designfreiheit** beim metallischen 3D-Druck nutzen zu können, sind Stützstrukturen unerlässlich. Diese müssen im Zuge des Post-Processing entfernt werden.

CHEMISCHES ÄTZEN ODER ELEKTROCHEMISCHER ABTRAG?

Aus materialwissenschaftlicher Sicht ist der einfachste Weg nicht immer der richtige: Mit zunehmender Anzahl an 3D-gedruckten Metallbauteilen nimmt der Zeit- und Kostendruck, der auf den Produzenten AM-gefertigter Bauteile lastet, rasch zu. Oftmals wird über angepasstes Design und geeignete Positionierung der Bauteile auf der Bauplatte versucht, die Menge an notwendigen Stützstrukturen zu reduzieren. Bei den bereits in der Serienfertigung umgesetzten Entwicklungsergebnissen in diese Richtung stellte sich auch heraus, dass oft stützstrukturarme Positionierungen nicht gleichbedeutend der kostengeringsten Variante sind. **Von W.E.G. Hansal, E. Babka**

Als Abhilfe werden vielerorts Kompromisse eingegangen, einige Designideen bleiben dabei auf der Strecke. Dies ist gleichbedeutend einer Einschränkung der Designfreiheit und stellt somit keine nachhaltige Lösung des Problems dar. Die Entfernung der Stützstrukturen bleibt also ein zentrales Thema in der AM-Produktion metallischer Bauteile.

_Chemisches Ätzen

Das chemische Ätzen erscheint als eine einfache Möglichkeit zur Entfernung von Stützstrukturen, da es billig und breit für alle Materialien verfügbar ist. Doch ist diese Wahl auch weise und zielführend, insbesondere im Vergleich zu dem etwas aufwendigeren elektrochemischen Abtrag? Unter dem Begriff „Ätzen" werden eine Reihe chemischer (und mitunter elektrochemischer) Verfahren zur Oberflächenbehandlung metallischer Bauteile zusammengefasst. All diesen Verfahren gemeinsam ist eine über den exponierten Bereich weitgehend gleichmäßige Abtragung der Oberflächenschicht des Grundmaterials. Im Gegensatz zum Beizen wird bei einem Ätzprozess jedoch nicht nur eine Deckschicht entfernt, sondern das Material selbst abgetragen (Beizen von Metallen, Rafael Rituper, 1993).

Das chemische Beizen wird industriell vor allem als Vorbehandlung von Beschichtungen eingesetzt.

_Pro und contra des chemischen Ätzens

Ein großer Vorteil ist der geometrieunabhängige Angriff des Ätzprozesses über die gesamte Bauteiloberfläche, so auch in durch die Ätzlösung erreichbaren Innenräumen. Dieser Vorteil ist jedoch auch gleichzeitig ein entscheidender Nachteil. Ist es das Ziel, Stützstrukturen zu entfernen, so werden bei der Ätzung auch alle anderen Oberflächen des Bauteils angegriffen. Nur eine Änderung des strukturellen Aufbaus (etwa eine geringere Dichte) bewirkt eine beschleunigte Auflösung der Stützstrukturen. Dazu kommt jedoch noch eine weitere, nicht zu vernachlässigende Gefahr: Beiz- und Ätzprozesse sind bekanntermaßen eine Quelle von Wasserstoffversprödung, insbesondere bei einigen Stählen (z. B. hochgehärtete Qualitäten). Das Werkstück ist beim chemischen Ätzen kathodisch polarisiert, als Nebenreaktion entsteht an der Oberfläche Wasserstoff, der ins Metallgitter eingelagert wird und so zu einer Versprödung des Bauteils führt. Gerade bei dynamisch belasteten Bauteilen kann das fatal sein, aus diesem Grund ist gerade bei Einsatz im Aerospace-Bereich eine solche tunlichst im Zuge der Produktionskette auszuschließen.

_Folgen der Wasserstoffversprödung

Aus materialwissenschaftlicher Sicht birgt die Wasserstoffversprödung mehrere Risiken. Neben der oben bereits erwähnten Versprödung der Bauteile können sich durch die Einlagerung von Wasserstoff Risse ausbilden. Diese Art der Materialschädigung führt bereits ohne äußere Belastung oder Spannung zur Riss- und Blasenbildung im metallischen Werkstoff und damit zu einer Verschlechterung der mechanischen Kennwerte. Wasserstoffinduzierte Spannungsrisskorrosion betrifft speziell dynamisch belastete Bauteile, wie sie in der Luftfahrt, aber auch in der Fahrzeugindustrie und im Bahnbereich eingesetzt werden (Die Korrosion der Metalle, Helmut Kaesche, Springer-Verlag, 2011). Dadurch werden Bauteile derart geschwächt, dass es im Einsatzfall unter dynamischer Belastung zum Bruch des Bauteils kommt. Dieses Phänomen betrifft nicht nur hochfeste Stähle, sondern auch andere hochfeste Leichtmetalllegierungen wie z. B. Titanlegierungen. Solche Legierungen neigen zur wasserstoffinduzierten Rissbildung und Wasserstoffversprödung. Speziell bei Flugtriebwerken wurde beobachtet, dass derartige Sprödbrüche auch erst nach Jahren spontan eintreten können (E-books: Die Sicherheit von Turbo – Flugtriebwerken, Axel Rossmann, Graz University of Technology, 2017).

>>

Elektrochemische Prozesse sind strom- oder potentialgeführt und damit besser kontrollierbar als rein chemische Prozesse.

Dynamische elektrochemische Prozesse entfernen Stützstrukturen zielgerichtet und bauteilschonend.

Die chemische und galvanische Industrie versucht teils mit dem Einsatz von Zusätzen zum Ätzbad (Inhibitoren) oder nachfolgenden Wärmebehandlungen einer Wasserstoffversprödung entgegenzuwirken, jedoch gilt hier der Grundsatz: Vermeidung ist besser als (aufwendige) Beseitigung. Wasserstoffversprödung ist nicht nur in der Luftfahrt ein ernsthaftes Problem, sondern betrifft im Wesentlichen alle Bereiche stark stressbelasteter Metallbauteile. Unzählige Schadensgutachten identifizieren als Ursache des Bauteilversagens immer wieder Wasserstoffversprödung, neben Korrosion ist dabei eine falsche Prozessführung insbesondere auch beim chemischen Ätzen die ursprüngliche Ursache (Wasserstoffversprödung bei galvanischen Prozessen, Jens-Uwe Riedel, ZVO Report, 2/2019).

_Elektrochemisches Abtragen

Anders stellt sich der Sachverhalt beim elektrochemischen Abtragen dar. Während einer solchen elektrochemischen Behandlung ist das Werkstück anodisch polarisiert, es wirkt also als Anode. An der Anode entsteht bei einem elektrochemischen Prozess als Nebenprodukt Sauerstoff, welcher meist eine reinigende Wirkung hat, jedoch in keinem Fall zu einer Versprödung führen kann. Die Behandlung ist durch die notwendige Kontaktierung der Bauteile zur Stromzufuhr etwas aufwendiger, eine Wasserstoffversprödung wie beim chemischen Ätzen kann jedoch auf diese Weise ausgeschlossen werden. Über Einsatz dynamischer elektrochemischer Verfahren (Nutzung von gepulstem Strom; Pulse Plating, Wolfgang Hansal & Sudipta Roy, Eugen G. Leuze Verlag, 2012) wie z. B. dem Hirtisieren® kann noch dazu über geeignete Lenkung der Potentialfelder die Auflösung gezielt auf die zu entfernenden Stützstrukturen gelenkt werden. Der Abtrag des eigentlichen Bauteils ist so deutlich reduziert. Ein weiterer Vorteil einer stromgeführten elektrochemischen Auflösung ist die wesentlich kürzere Bearbeitungszeit, welche vor allem von der angelegten Stromstärke bestimmt wird. Selbst beim Reinigen oder Entstützen von Innenräumen, wo auch Verfahren wie das oben genannte Hirtisieren® auf einen Mix aus chemischen und elektrochemischen Abtrag setzen, schützt die anodische Polarisation das Bauteil effizient und sicher vor jeglicher Wasserstoffversprödung.

_Fazit

Im Vergleich der Verfahren mag bei einer oberflächlichen ökonomischen Betrachtung einer simplen Oberflächenbehandlung der Vorzug gegeben werden. Entscheidend jedoch, gerade bei hochwertigen 3D-gedruckten Bauteilen, ist der unbedingte Erhalt der mechanischen Eigenschaften der fertigen Produkte. Gerade bei Komponenten aus Luft- und Raumfahrt sowie bei allen dynamisch belasteten Bauteilen ist hier absolute Vorsicht bei der Wahl des Postprocessing geboten. Ein rein chemischer Ätzprozess des Bauteils stellt in der Anwendung über die Gefahr der Wasserstoffversprödung ein erhebliches Sicherheitsrisiko dar. Hier sind klar höherwertige Bearbeitungsschritte vorzuziehen. Elektrochemische Verfahren polarisieren bei der Auflösung von Stützstrukturen das Bauteil anodisch und stellen somit einen effizienten Schutz der Bauteile vor Wasserstoffversprödung sicher. Ein Einsatz dynamischer Verfahren (wie z. B. das Hirtisieren®) lenkt zusätzlich den Strom speziell an die zu entfernenden Stützstrukturen und wirkt somit mit seiner hohen Selektivität besonders bauteilschonend.

hes.hirtenberger.com

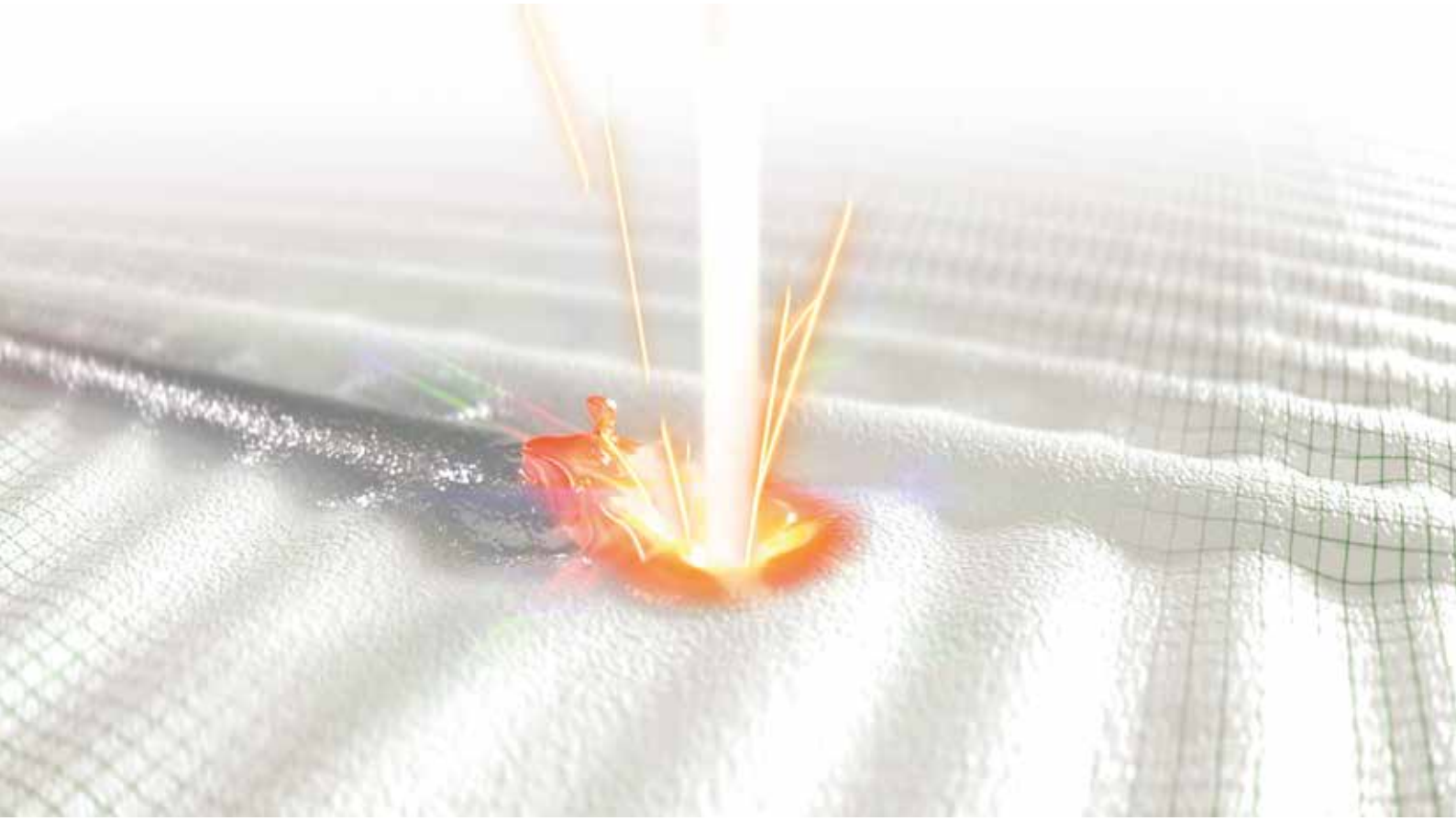
DIE NEUE GENERATION:

WLS 3232

- **Infrarotheizung bis 250°C**
- **Wassergekühlter 3-Achsenscanner**
- **Leistungsstarker 100-Watt-Laser**

WEIRATHER
MASCHINENBAU 3D LASER-SINTERING

Weirather Maschinenbau 3D Laser-Sintering • Mühlbachweg 24 • A-6604 Höfen bei Reutte
Tel. +43 (0)5672 63213 • Fax +43 (0)5672 63213-25 • info@weirather.com • www.weirather.com



KINDERSPIEL PROFESSIONELLE DATENAUFBEREITUNG

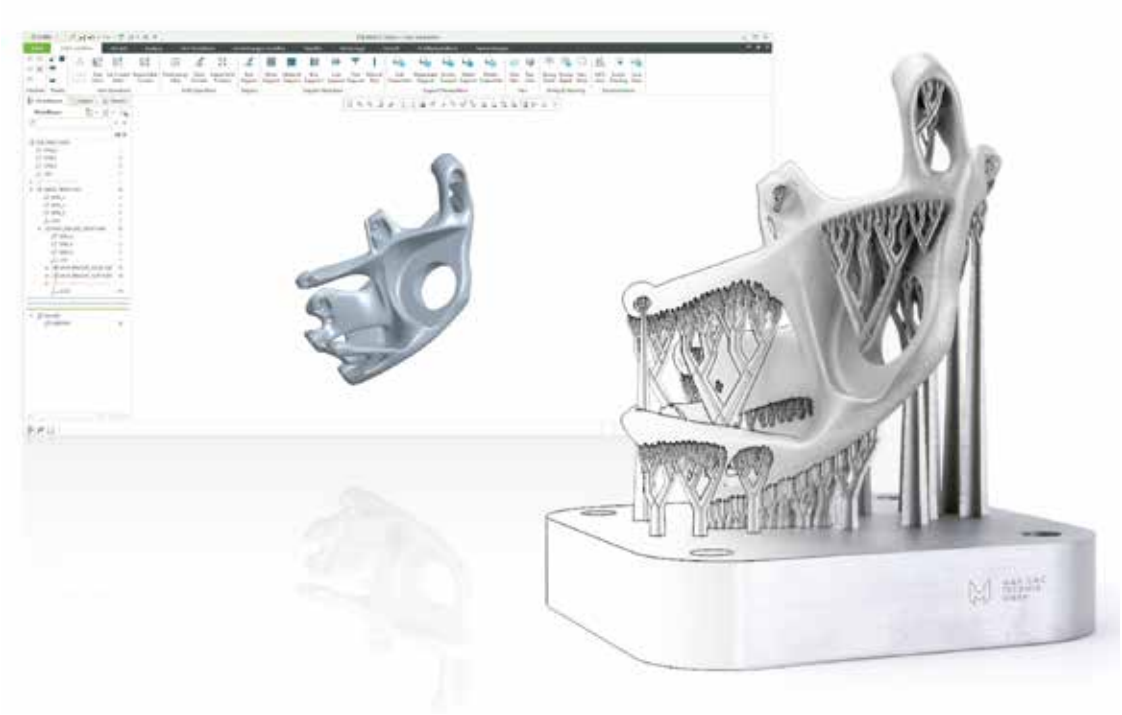
Download Testversion

Eine Datenaufbereitungssoftware, die keine Wünsche offen lässt. Mit diesem Ziel vor Augen hat die CADS Additive GmbH aus dem oberösterreichischen Perg die AM-Studio-Suite geschaffen. Eine intuitiv zu bedienende Software, die es dem Nutzer von AM-Technologien in der Datenaufbereitung so einfach machen soll wie die Nutzung eines Smartphones. **Von Georg Schöpf, x-technik**

Kaum ein Prozessschritt in der Additiven Fertigung scheint wichtiger als die Aufbereitung von Modelldaten zu einem druckbaren Baujob. Eine Vielzahl an Detailinformationen ist zu beachten. Ausrichtung sowie Anordnung mehrerer Teile im Bauraum, erforderliche Stützgeometrien und schließlich die für den eigentlichen Prozess erforderlichen Parameter. Das sind die grundlegenden Aufgabenstellungen, die jedem, der sich schon einmal mit der Vorbereitung eines Baujobs beschäftigt hat, begegnet sind. „Leider hat nicht jeder, der vor dieser Aufgabe steht, auch das nötige Fachwissen, um beurteilen zu können, wie diese jeweiligen Punkte umzusetzen sind, um sowohl ein technisch einwandfreies als auch wirtschaftlich brauchbares Ergebnis zu bekommen", weiß Wolfgang Höller, Gründer und Geschäftsführer der CADS Additive GmbH.

_Einfach und doch komplex

Als das Unternehmen, damals noch als CADS GmbH, 2006 gegründet wurde, war das Ziel, Softwarelösungen für die Industrie zu entwickeln, die so einfach und intuitiv zu bedienen sind, dass man keine Spezialschulung dafür benötigt. „Wir haben festgestellt, dass in vielen industriellen Softwarelösungen ein sehr hohes Frustrationspotenzial steckt. Das führt letztlich dazu, dass die Anwender die Software nur ungern benutzen und auch bei der Einführung der Lösung die Widerstände bei den Mitarbeitern relativ groß sind", veranschaulicht Höller. So wurde schon sehr früh für die Entwicklungen auf



Mit der AM-Studio-Suite ist man **in der Lage, Modelldaten intuitiv und einfach aufzubereiten** und am Ende einen optimalen Baujob zu erhalten. (Bild: M&H CNC Technik GmbH)

Programmierer aus der Spieleentwicklung zurückgegriffen, die ihre Erfahrungen über leicht zu bedienende Benutzeroberflächen in die Industriesoftware einfließen lassen.

_Breit aufgestellt und doch spezialisiert

Mittlerweile sind daraus drei eigenständige Unternehmen geworden, die sich mit den unterschiedlichen Anforderungen des Marktes auseinandersetzen. Die CADS GmbH vereint die Bereiche Graphics und Medical unter einem Dach, in der Lösungen für Ärzte geschaffen werden, die es ermöglichen, beispielsweise in der Operationsprothetik mit einfachsten Mitteln technische Operationshilfsmittel zu designen, ohne ein CAD-System bedienen können zu müssen. Im Graphics-Bereich werden Designs und Visualisierungen für die unterschiedlichsten Anwendungsfälle geschaffen. So werden Engineering-Know-how und grafische Kompetenzen vereint, um eine intuitiv bedienbare Lösung zu schaffen. Die CADS Engineering GmbH ist Entwicklungspartner von Parametric Technologies (PTC) und als solche sehr gut mit den Möglichkeiten und Anforderungen der CAD-Welt vertraut. Das hat es ermöglicht, Module und Zusatzlösungen für die Industrie zu schaffen, die eine sehr große Verbreitung in allen möglichen Branchen haben.

Im jüngsten Unternehmen, der CADS Additive GmbH, können die Entwickler aus Perg ihre Erfahrung auf besondere Weise zur Geltung bringen. „Wir haben festgestellt, dass es im Markt verschiedene Lösungen für die Datenaufbereitung für den 3D-Druck gibt, die aber alle sehr technisch daherkommen. Das bedeutet, dass man schon sehr viel über die Technologie wissen und dann noch die Bedienung der Softwaretools lernen muss. Meist muss man dazu die gewohnte Arbeitsumgebung verlassen und mit völlig neuen Bedienelementen arbeiten. Das ist ja grundsätzlich üblich, erschwert aber den Einstieg, weil eben jede Lösung mit ihren eigenen speziellen Anwendungsszenarien aufwartet", erklärt Höller.

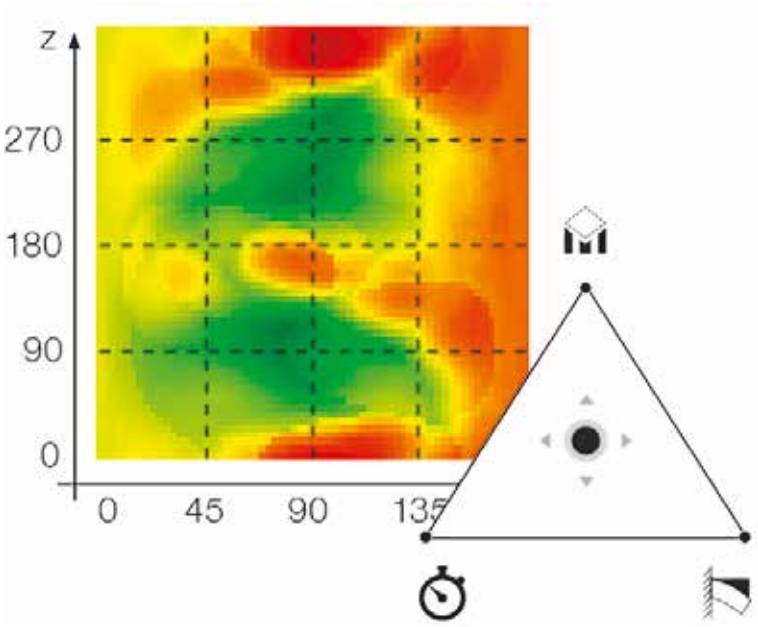
_Schritt für Schritt zum Ergebnis

So haben es sich die Oberösterreicher zur Aufgabe gemacht eine Lösung zu schaffen, bei der der Anwender Schritt für Schritt durch den gesamten Datenvorbereitungsprozess geführt wird. Jeder Schritt ist so aufgebaut, dass der Anwender, nachdem er ein paar >>

„Wir wollten eine Softwarelösung bereitstellen, die es jedem Anwender ermöglicht, ohne Spezialausbildung einen Baujob zu erstellen, der technisch einwandfreie und wirtschaftliche Bauteile hervorbringt.

Wolfgang Höller, Geschäftsführer der CADS GmbH

grundlegende Informationen eingegeben hat, durch grafische Hilfsmittel unterstützt wird. Zunächst sind lediglich die Fertigungsmaschine und der Werkstoff anzugeben. Wird ein Nullpunkt-Spannsystem verwendet, kann die Spannsystemanordnung ausgewählt werden. Bei der Anordnung eines Bauteils im Bauraum beispielsweise helfen sogenannte OrientationMaps dabei, die ideale Ausrichtung zu finden. Je nachdem welche Kriterien man als wichtig definiert, errechnet das System geeignete Variantenfelder, die man per Mausklick anwählen kann. Kriterien hierbei können sein: Bauzeit, Qualität, Stützstruktur, Verzugstendenz etc. Aber auch eine manuelle Ausrichtung ist möglich, bei der man die Auswirkung einer Lageveränderung grafisch angezeigt bekommt. „Uns war wichtig, dass es der Anwender möglichst leicht hat, die für ihn ideale Ausrichtung zu finden und dabei eine selbsterklärende Unterstützung zu bekommen", so Höller.

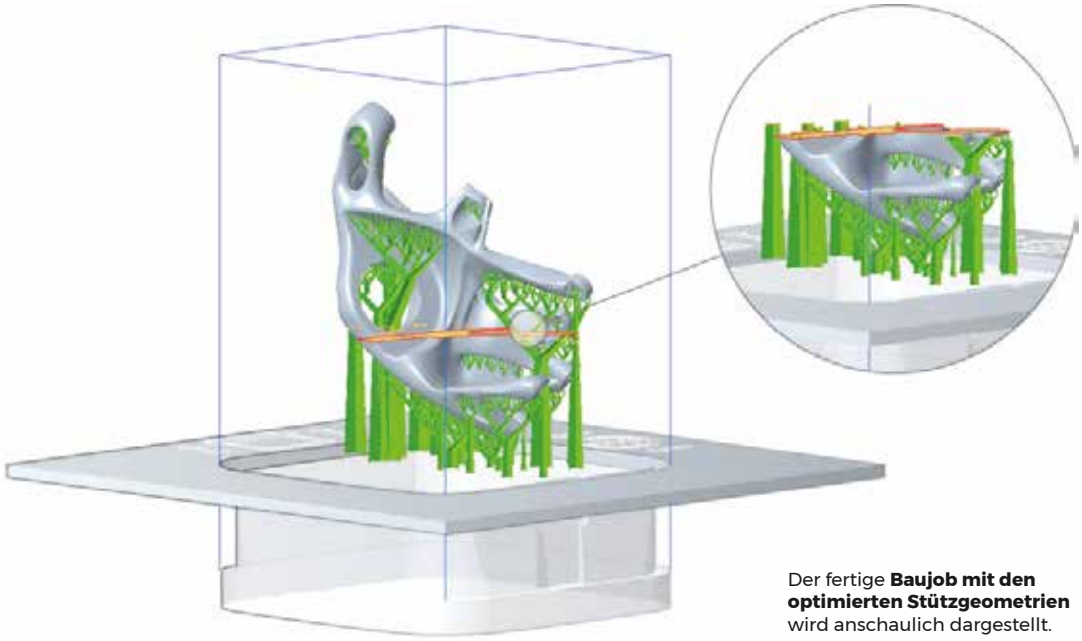


Mithilfe von OrientationMaps wird grafisch dargestellt, welche Anordnungen im Bauraum anhand der vorgegebenen Präferenzen die besten Ergebnisse liefern.

Anschließend kann man bestimmen, ob man mehrere Stück desselben Bauteils haben möchte, wobei Änderungen in den Ausrichtungsdetails auf sämtliche Instanzen des Teils über eine Mutter-Kind-Beziehung automatisch mitgezogen werden, was identische Bauparameter gewährleistet. Oder man fügt weitere Teile in den Bauraum ein. Bei der Erstellung von Stützgeometrien wird der Nutzer ebenso einfach wie effizient durch den Prozessschritt geführt. Ob man nun Standard-Supportgeometrien nutzt oder die CADS-eigenen Tree- oder AdaptiveCell-Supports, bleibt selbstverständlich dem Anwender überlassen. Er kann aber auch durch vordefinierte oder selbst erstellte Templates den gesamten Vorgang der Supporterzeugung automatisieren. Abschließend werden erforderliche Prozessparameter zugeordnet. Auch hier wurde auf eine intuitive Bedienbarkeit Wert gelegt. Der integrierte Viewer ermöglicht es, die generierten Bauschichten zu betrachten und nach gesetzten Kriterien zu beurteilen.

_Vollintegriert oder Stand-Alone

Die gesamte Software-Suite ist so aufgebaut, dass sie entweder in eine bestehende CAD-Lösung wie zum Beispiel bei CADS Additive for Creo®, in die CAD-Lösung von PTC voll integriert wird, oder aber als Stand-Alone-Lösung betrieben werden kann. Die Bedienoberfläche kann dabei so eingestellt werden, dass Anwender, die bereits mit anderen Lösungen zur Datenaufbereitung gearbeitet haben, ihnen vertraute Tastatur-Shortcuts und Menüs einstellen können. Der größte Mehrwert liegt aber laut Aussage des Firmeninhabers in der individuellen Anpassbarkeit der Software. „Dadurch, dass AM-Studio komplett von uns entwickelt wurde, haben wir sämtliche Möglichkeiten einer Anpassung in der Hand. Es steht



Der fertige **Baujob mit den optimierten Stützgeometrien** wird anschaulich dargestellt.

AM-Studio bietet neben den marktüblichen Stützgeometrien weitere Spezialsupports, die wesentliche Einsparungen hinsichtlich Bauzeit und Material bieten sowie die Nachbearbeitung vereinfachen.

uns frei, auf jegliche Parameter zuzugreifen und auch die erforderlichen Programmbibliotheken kommen aus unserem Haus. Das bedeutet maximale Freiheit für den Nutzer bei idealem Bedienkomfort", erklärt Höller stolz. Die Beschränkungen liegen seinen Angaben nach lediglich darin, wie viel Konnektivität die Maschinenhersteller zulassen. „Wir haben manchmal die Situation, dass wir nur auf eine relativ beschränkte Schnittstelle zugreifen können, bei manchen Herstellern ist aber eine sehr tiefe Implementierung möglich, was sich dann natürlich auf die Qualität der hergestellten Teile auswirkt."

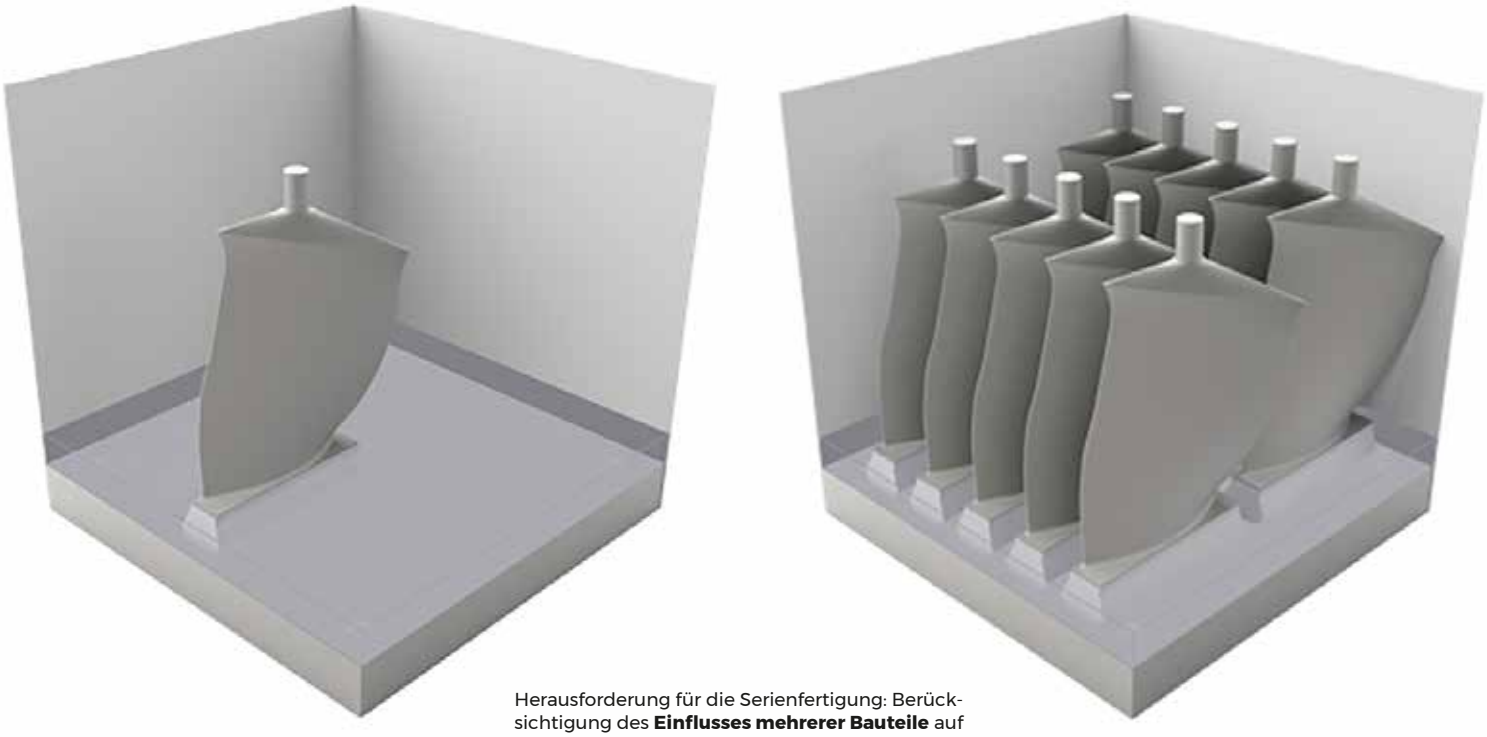
_Unterstützung bis zum Finish

Auch um das Thema Nachbearbeitung hat man sich bei CADS Additive gekümmert. Ganz bewusst sucht man den engen Kontakt mit Herstellern von Lösungen für die Teilenachbearbeitung. So wurden in Kooperation mit Hirtenberger Engineered Surfaces spezielle Supportstrukturen entwickelt, die eine Nachbearbeitung mittels Hirtisieren (eine chemisch-elektrochemische Behandlung von Metallbauteilen) besonders gut unterstützen. So wird der Nachbearbeitungsaufwand auf ein Minimum reduziert und zusätzlich noch Material gespart.

„Wir sind schon stolz auf unsere AM-Studio-Software und sind überzeugt, dass wir vielen Anwendern damit das Leben und den Zugang zur Additiven Fertigung leichter machen werden. Für Anregungen und Wünsche sind wir jedenfalls immer offen, denn wir wollen unseren Kunden auch die Möglichkeit geben, am AM-Studio mitzugestalten und künftige Versionen noch intuitiver und einfacher zu gestalten", lädt Höller zur Kooperation ein.

www.cads.at

Abschließend können die einzelnen Bauschichten überprüft und anhand farblicher Unterscheidungskriterien beurteilt werden.



Herausforderung für die Serienfertigung: Berücksichtigung des **Einflusses mehrerer Bauteile** auf der Bauplattform. (Alle Bilder: Fraunhofer IWU)

ALLEIN ODER DICHT GEPACKT

Simulation hilft Verzug zu vermeiden: Der 3D-Druck mit Metall ist nicht trivial. Hersteller, Anwender und Forschungseinrichtungen arbeiten daran, die Vorgänge während des Laserschmelzens zu verstehen, zu simulieren und im Prozess zu berücksichtigen. Eine Masterarbeit am Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in Dresden hat sich damit beschäftigt zu analysieren, wie die Befüllung des Bauraums den Druckprozess beeinflusst. **Von Ralf Steck, freier Fachjournalist**

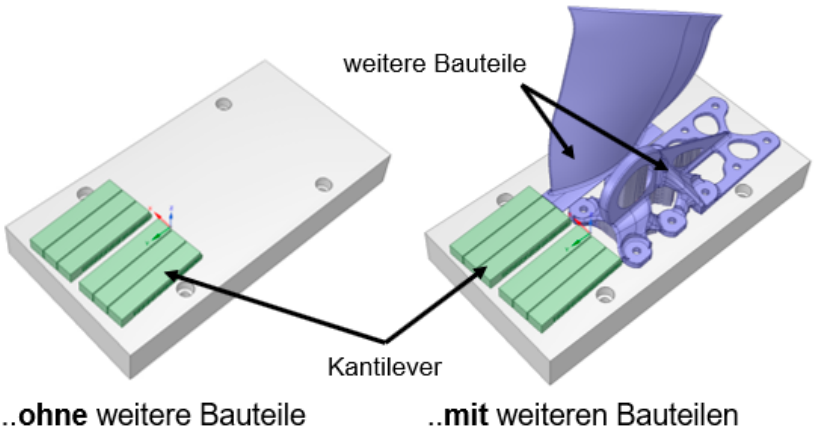
Metall-3D-Druck über LBM ist im Grunde nichts anderes als Laserschweißen. Dabei entsteht am Auftreffpunkt des Lasers ein Schmelzpool mit einer Temperatur von 1.000 bis über 1.500 Grad Celsius, während direkt daneben wesentlich niedrigere Temperaturen herrschen.

Diese punktuell eingebrachte Hitze führt im Bauteil zu immensen Spannungen, die zu Verzug oder gar zur Beschädigung führen können. Eine der großen Herausforderungen im LBM-Prozess ist es, diese Spannungen zu beherrschen. Dazu gibt es verschiedene Strategien, beispielsweise helfen Stützstrukturen dabei, die Bauteile an Ort und Stelle zu halten, aber auch um Wärme aus dem Bauteil zu leiten.

_ Vorbeugende Maßnahmen

Eine andere Möglichkeit ist es, die CAD-Modelle der Bauteile von vornherein so zu verändern, dass sie erst durch den Verzug die gewünschte Form annehmen. Dazu jedoch muss der Verzug an jeder Stelle des Bauteils sehr genau bekannt sein, was sich in der Praxis nur durch präzise Simulationen des Druckvorgangs berechnen lässt.

In der Praxis zeigt sich schnell, dass es eine große Rolle spielt, ob ein Teil allein im Bauraum steht oder von vielen anderen Teilen umgeben ist. Werden mehrere Teile



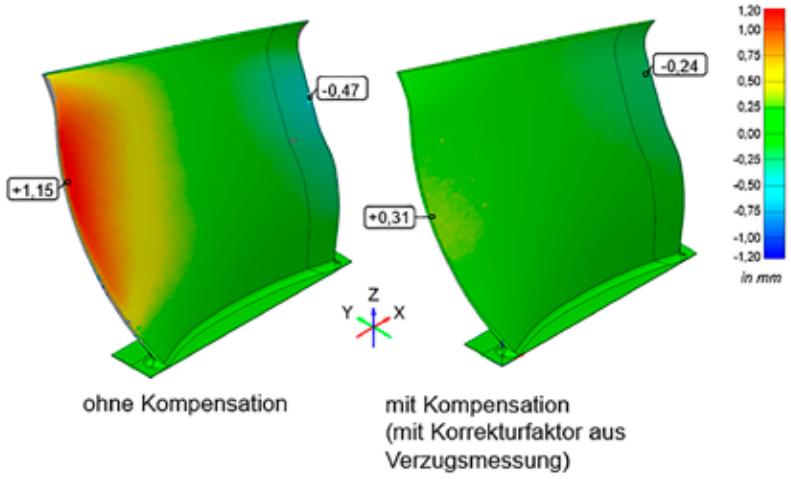
Das Verhalten wurde im **Versuchsaufbau ohne und mit weiteren Bauteilen** untersucht.

gleichzeitig gedruckt, muss der Laser einen größeren Bereich aufschmelzen, was zu einer längeren Bearbeitungszeit pro Schicht führt. Die Temperaturen der Bauteile sinken. Deshalb ist es für den Verzug durchaus wichtig, wie viele Teile gleichzeitig gedruckt werden. Auch die Belichtungsstrategie, also wie die Laserbahnen angeordnet sind, hat einen großen Effekt auf die Verzugscharakteristik der Bauteile, da hierdurch die Homogenität der Temperaturen und Spannungen im Bauteil beeinflusst werden.

Daniel Maiwald untersuchte in seiner Masterarbeit am Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in Dresden, wie groß dieser Einfluss ist und wie er sich über Simulationen abbilden lässt. Unterstützt wurde er bei den Simulationen von Sebastian Hoffmann von Cadfem, einem Spezialisten für das hier eingesetzte Simulationswerkzeug Ansys Additive Suite.

_Modelle helfen, die Realität zu verstehen

Ziel war es, den Verzug so vorherzusagen, dass diese in der Druckvorbereitung berücksichtigt und durch entsprechende Gegenmaßnahmen möglichst vermieden werden können. Die Schichtdicke des Berechnungsmodells entspricht dabei jeweils etwa 10-20 Schichten des >>



Durch Verzugskompensation können Deformationen, die durch den Druckprozess auftreten, minimiert werden.

1zu1 prototyping manufacturing tooling

Kinodüse: hochkomplexes, additiv gefertigtes Bauteil

1zu1 manufacturing
3D-Druck in Serie.

Die industrielle Revolution aus dem 3D-Drucker hat längst begonnen: Vorrichtungen, Prototypen, kleinere und größere Serien entstehen mittels 3D-Druck.

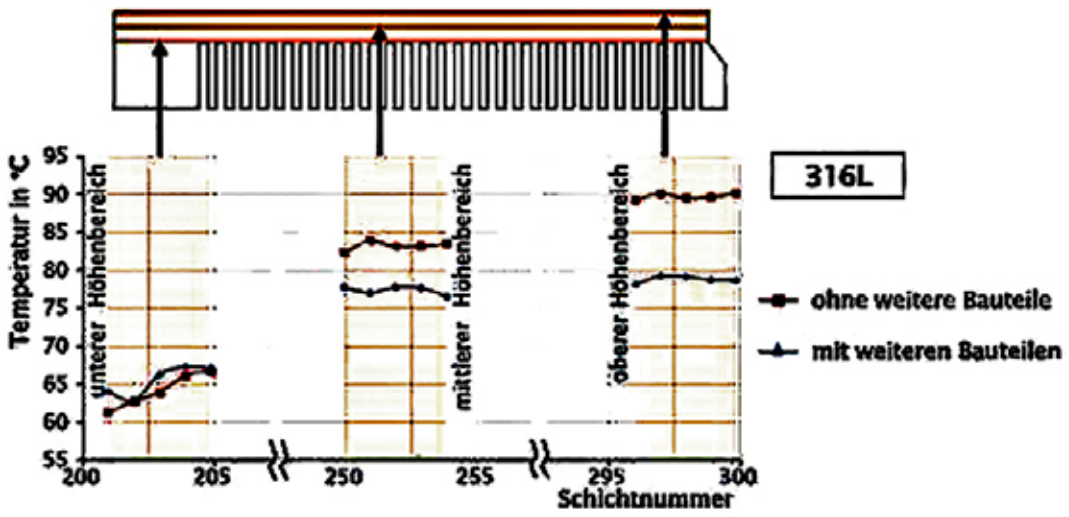
Individualisierung und Customizing treiben die Entwicklung voran. Wir gestalten die neuen Möglichkeiten des Additive Manufacturing für Sie aktiv mit.

Überzeugen Sie sich selbst und lassen Sie sich von Ihrem persönlichen 1zu1-Berater AM-Anwendungen näherbringen.

www.1zu1.eu

Mit **Additive Manufacturing** zur erfolgreichen Serienfertigung.

1zu1 Prototypen GmbH & Co KG, Dornbirn, Austria



Die Temperaturmessungen zeigen, wie die Anzahl der Bauteile den Temperaturgradienten beeinflusst.

realen additiven Fertigungsprozesses. Im thermischen Modell wird sowohl die Konduktion zwischen Bauplatte und Bauteil als auch die Konvektion zwischen Bauteil, Platte, Pulver und dem Gas oberhalb des Pulverbetts berücksichtigt. Maiwald arbeitete in den Simulationen mit der Titanlegierung Ti6Al4V und dem Edelstahl 316L (1.4404). Als Modell nutzte er Kragbalken beziehungsweise Cantilever, eine L-förmige Konstruktion, die mit dem kurzen Arm auf der Bauplatte steht, während der lange Arm parallel zur Plattform verläuft und über Stützen mit dieser verbunden ist. Der lange Arm neigt zu starkem Verzug und ist daher ein gut geeignetes Modell für solche Untersuchungen.

Zunächst wurden drei Versuchsreihen gedruckt, jeweils mit einem einzelnen Kragbalken, einem Kragbalken mit weiteren Bauteilen auf der Plattform und einem einzelnen Balken, bei dem durch eine verlängerte Beschichtungsdauer die Anwesenheit weiterer Bauteile simuliert wurde. Es zeigte sich, dass der Verzug bei Titan höher ist, wenn mehrere Bauteile gedruckt werden.

_ Druckdauer je Schicht ist relevant

Anscheinend rührt der höhere Verzug bei mehreren Bauteilen daher, dass das Druckteil zwischen den Schichten stärker abkühlen kann und daher der Temperaturunterschied beim erneuten Schmelzauftrag größer ist und dadurch größere Spannungen im Bauteil entstehen. Dies ließ sich mit Infrarot-Temperaturmessungen verifizieren. Unterstützt wurde diese Hypothese durch den Vergleich zwischen einer durchgängigen Belichtung und einer Inselstrategie, bei der die Schmelzmuster stärker verteilt werden.

Bei der Simulation in Ansys Additive Suite zeigte sich in der absoluten Höhe des Verzugs eine Abweichung zu den Ergebnissen des realen Drucks, vor allem bei den Bauteilen aus Titan. Die Charakteristik des Verzugs, also die Orte, an denen er auftrat, stimmte jedoch sehr gut überein, sodass sich die Simulationsergebnisse als brauchbar für weitere Untersuchungen erwiesen. Auch die Simulation der drei Versuchsreihen mit einem oder mehreren Bauteilen sowie der verlängerten Schichtzeit deckte sich in der Charakteristik gut mit den Versuchsergebnissen. Die absoluten Zahlen wichen wiederum ab.

_ Brauchbare Ergebnisse

Die gute Übereinstimmung in der Verzugscharakteristik ermöglichte jedoch eine wichtige Anwendung für die Simulation: die Verzugskompensation. Man simuliert dabei den Verzug eines Bauteils bei der Additiven Fertigung und verzerrt das CAD-Modell auf Basis dieser Ergebnisse dreidimensional in die Gegenrichtung. Dann wird sich das Bauteil durch die Spannungen verziehen und am Ende genau die gewünschte Form einnehmen.

Maiwald testete diese Vorgehensweise an einer von Airbus zur Verfügung gestellten Geometrie einer Turbinenschaufel. Die auf Basis der Simulation verzerrte Geometrie wurde hergestellt und das Ergebnis mithilfe eines optischen 3D-Messsystems vermessen, ebenso eine unverzerrt gedruckte Turbinenschaufel als Referenz.

Durch die Verzugskompensation ließ sich die größte Abweichung der Geometrie vom CAD-Modell von 1,15 Millimeter auf 0,61 Millimeter verringern. Als in einem weiteren Versuch dann auch noch die absolute Abweichung des Verzugs berücksichtigt wurde, sank die Abweichung auf 0,31 Millimeter und lag damit in der geforderten Fertigungstoleranz für die spanende Nachbearbeitung.

www.cadfem.net/additive • www.iwu.fraunhofer.de

FIRMENVERZEICHNIS

1zu1	44, 65
3D-Labs	13
Amcm	54
Arburg	7, 68
AS freeform	13, 46
Bibus	23
bm.engineering	23
Cadfem	13, 51, 64
CADS	2, 60
CAF	39
Carl Zeiss	15, 24
ecoplus	8
Encee	13
EOS	13
ETH Zürich	48
Evonik	13
FIT	6, 41, 47
Fraunhofer IGCV	14, 53
Fraunhofer IAPT	40
Fraunhofer IWU	64
German RepRap	7
Grob-Werke	30
Hage	34
Hirtenberger	21, 56, 60
Hosokawa	36
HP	46
igus	11, 22
IMR	29
Jell	23
KLS Martin	13
Kumovis	13
Lithoz	6
LKR	13
Mapal	29
Messe Augsburg	14
Messtronik	13
Ophir Spiricon Europe	40
Otto Fuchs	3
Picco	39
Praxair	7
PTC	60
Rösler	33, 50
Siemens	34
Simplify3D	34
Solukon	54
Spectroplast	37, 48
Spee3d	6
succus	12
Süddeutscher Verlag	12
THK	55
toolcraft	24
Tumaker	39
voestalpine Additive Manufacturing	16
voestalpine Böhler Edelstahl	16
voxeljet	13, 43
Weirather	59
x-technik	10

Alle x-technik Fachmagazine und Ausgaben in einer App

Neu und kostenlos für iOS und Android, Smartphones und Tablets.

Jetzt downloaden auf

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

Laden im App Store

ANDROID APP BEI Google play

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.

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
www.x-technik.com

Geschäftsführer
Klaus Arnezeder

Chefredakteur
Georg Schöpf
georg.schoepf@x-technik.com

Team x-technik
Ing. Robert Fraunberger
Johanna Füreder
Luzia Haunschmidt
Ing. Peter Kemptner
Christine Lausberger
Ing. Norbert Novotny
Martin Pilz
Mag. Thomas Rohrauer
Mag. Mario Weber
Susanna Welebny
Sandra Winter

Grafik
Alexander Dornstauder
Stefan Pisslinger – steves.at

Druck
Friedrich Druck & Medien GmbH

Datenschutz
Sie können das Fachmagazin ADDITIVE FERTIGUNG jederzeit per E-Mail (abo@x-technik.com) abbestellen. Unsere Datenschutzerklärung finden Sie unter www.x-technik.at/datenschutz.

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!

Empfänger: Ø 12.000

VORSCHAU AUSGABE 3/SEPT.

Themen

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

Anzeigenschluss: 14.08.20
Erscheinungstermin: 02.09.20

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

INDUSTRIE
FREIE MATERIALWAHL
MECHANISCHE FESTIGKEIT
ARBURG KUNSTSTOFF-FREIFORMEN
3D-DRUCKTECHNOLOGIE
KLEINSERIE
ARBURG
freeformer 200-3X
ARBURG
freeformer 300-3X
WIR SIND DA.
Mehr Flexibilität für Ihre additive Fertigung! Unsere beiden freeformer bieten Ihnen alles für die industrielle Herstellung hochwertiger Einzelteile und Kleinserien: unterschiedliche Bauraumgrößen, zwei oder drei Austragseinheiten, eine Vielfalt qualifizierter Originalkunststoffe. Auch für belastbare und gleichzeitig komplexe Hart-Weich-Verbindungen. Alles geht mit unserem offenen System!
www.arburg.com
ARBURG