

x-technik ADDITIVE FERTIGUNG

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

Das Fachmagazin für Rapid Prototyping, - Tooling, - Manufacturing



VDMA im Interview
Rainer Gebhardt, Experte für Additive Fertigung beim VDMA spricht über seine Einschätzung zum Thema aus Sicht eines Maschinenbauers.

32



Großteileherstellung
Auch für die Fertigung großer Bauteile bietet die Additive Fertigung bereits Lösungen, ohne auf Präzision verzichten zu müssen.

58



Verfahren im Überblick
Alle gängigen Verfahren der Additiven Fertigung mit ihren Anwendungsgebieten, Materialien und Verfahrens-details auf einen Blick.

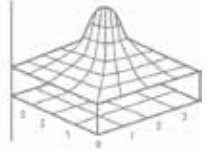
30

WFL 
MILLTURN TECHNOLOGIES

Einstieg in die Additive Fertigung bei WFL:

Eine für Alles

Seite 44



Die Multi-Laser Technologie von SLM®

Besuchen Sie uns auf der

Rapid.Tech in Erfurt

10. – 11. Juni 2015

Stand 2-300

formnext in Frankfurt

17. – 20. November 2015

Halle 3.1, Stand G50



SLM® 500^{HL}

Ihr entscheidender Geschwindigkeitsvorsprung im 3D-Metalldruck

SLM® 500^{HL} / Quad-Laser

105 ccm/h*

Twin-Laser

45 ccm/h*

Single-Laser

25 ccm/h*

Bauraum (x/y/z): 500 x 280 x 325 mm

Laserleistung: 4x 400 W oder 2x (400 W und 1000 W) Yb-Faser-Laser

*Baugeschwindigkeiten abhängig von Material und Geometrie

Mehr auf www.slm-solutions.com



Ihr Ansprechpartner für SLM® - Lösungen in Österreich

MostTech - Technologie Agentur

Michael Hofer

A-3383 Hürm 121

Tel. +43 (0) 664 / 14 92 444

Mail: info@mosttech.at

www.mosttech.at

- ✓ Beratung und Vertrieb von SLM® Solutions Technologien
- ✓ Technologie & Prozessberatung rund um den Entwicklungs- & Fertigungsprozess
- ✓ Lösungsorientierte Technologiesuche & Vermittlung



mosttech
Die meiste Technik

Der Beginn einer neuen Ära



Georg Schöpf

Chefredakteur
georg.schoepf@x-technik.com

Additive Fertigungsverfahren, häufig vereinfacht 3D-Druck genannt, drängen derzeit in die industrielle Fertigung. Lange Zeit haben die unterschiedlichen Verfahren ein Nischendasein im Bereich des Rapid Prototypings geführt, obwohl die Technologie schon mehrere Jahre ausgereift ist. Durch die rasante Entwicklung bei den Methoden, den verarbeitbaren Werkstoffen und nicht zuletzt durch eine entsprechende Medienpräsenz wurde der Weg in die industrielle Fertigung geebnet.

Die Erfordernis an ein tiefes Verständnis der Geometrie der herzustellenden Teile, die damit verbundenen Anforderungen an das jeweilige Verfahren und nicht zuletzt die Berücksichtigung der verfügbaren Materialien lässt erkennen, dass die Additive Fertigung eine ganz eigene Disziplin in der Industrie bildet.

Umso wichtiger scheint es, diesem hochinteressanten Thema eine Plattform zu bieten, um aktuelle Entwicklungen und Möglichkeiten aufzuzeigen aber auch Grenzen abzustechen.

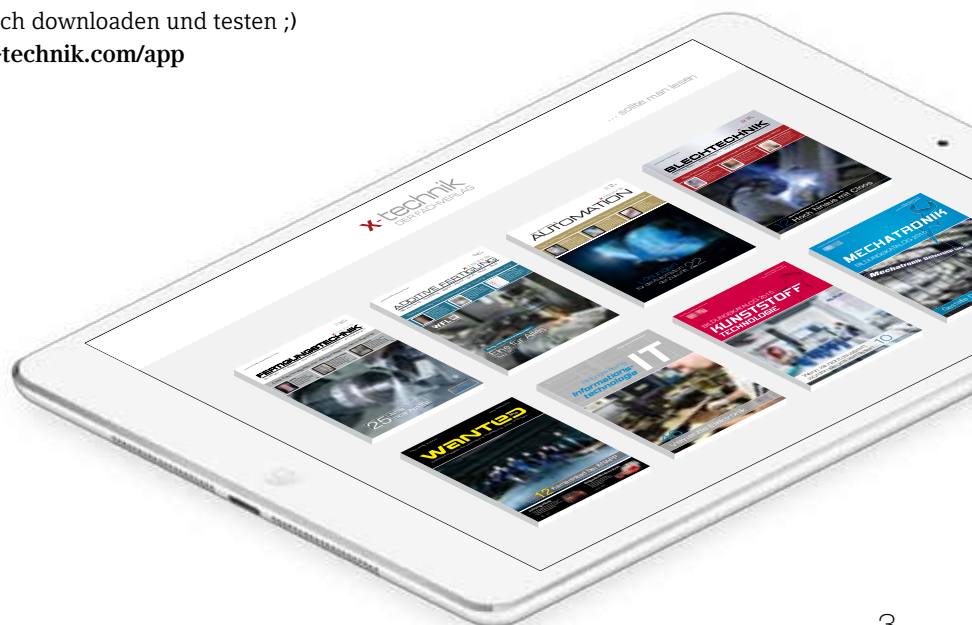
Ich freue mich, Ihnen mit dem Fachmagazin „Additive Fertigung“ eine derartige Plattform zur Verfügung stellen zu können. Der Fokus der ersten Ausgabe liegt darauf, Ihnen einen allgemeinen Überblick über die unterschiedlichen Verfahren zu geben.

Auf den Seiten 8 bis 24 beschreiben wir die verschiedenen Pulverbett-, Freiraum- sowie Flüssigmaterialverfahren und auf Seite 30 f haben wir diese kompakt zusammengefasst und als eigene Broschüre zusätzlich beigelegt. Da wir uns auf diejenigen Verfahren konzentrieren, die am ehesten Potenzial für die industrielle Nutzung zeigen, werden manche Technologien darin nur sehr kurz beschrieben.

Zudem berichten wir über verschiedene Anwendungen, in denen die Additive Fertigung im praktischen Einsatz für höhere Produktivität sorgt. Künftig werden auch Themen wie Materialien, Software oder Methoden und Geräte für die Nachbehandlung additiv gefertigter Teile ihren Platz finden.

Auch das Fachmagazin „Additive Fertigung“ ist, wie alle anderen Formate unseres Verlages, auf www.x-technik.com digital zu finden und steht über unsere „x-technik-App“ für Sie zum kostenlosen Download bereit. Dort finden Sie zusätzliche interaktive Inhalte wie Videos, Bildergalerien, Links zu Produkten, Herstellern und Anwendern etc.

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





Coverstory



Möglichkeiten und Grenzen

Was Additive Fertigung wirklich kann

6



Technologietransfer

Eine für Alles

44

Forschung trifft Industrie 36

TECHNOLOGIE IM ÜBERBLICK 6 – 34

6 Was Additive Fertigung wirklich kann

Die Möglichkeiten sind umfangreich, aber der Machbarkeit sind auch Grenzen gesetzt.

8 Pulverbettverfahren

Ob Metall, Kunststoff oder Sand. Nahezu jedes Material, das in Pulverform verfügbar ist, kann über ein entsprechendes Verfahren für die Additive Fertigung herangezogen werden.

14 Freiraumverfahren

Die Verfahrensunterschiede sind teilweise beträchtlich. Auch Hybridanwendungen sind verfügbar, mit denen aufgebaut und zerspannt werden kann.

22 Flüssigmaterialverfahren

Die „Mutter“ der Additiven Fertigung, die Stereolithographie, war Wegbereiter einer neuen Technologie, die den Kinderschuhen entwachsen ist.

26 Additive und hybride Produktion mit 3D-Druck

Wie Siemens PLM die Entwicklungen und die damit verbundenen Herausforderungen in der Additiven Fertigung bewertet.

30 Die Verfahren im Überblick

Tabelle. Alle gängigen Verfahren auf einen Blick. Auch als Beilage im Heft.

AUS DER PRAXIS

35 – 43

35 Zerspanungswerkzeuge aus dem 3D-Drucker

Pionierarbeit. Als einer der ersten Hersteller von Zerspanungswerkzeugen beschreitet Mapal bei der Herstellung von Werkzeugen mittels Lasersintern ganz neue Wege.

36 Forschung trifft Industrie

Technologietransfer. Nicht jeder, der generative Verfahren einsetzen will, muss gleich das ganze Know-how selbst aufbauen. Die Fotec, das Forschungsunternehmen der FH Wiener Neustadt unterstützt bei der Umsetzung.

39 Mit 3D-Druck zu neuem Turbinenrad

Sozial engagiert. Voxjet unterstützt durch den Einsatz innovativer Fertigungstechnologien die Stromversorgung eines Krankenhauses in Äthiopien.

40 Mit technischen Innovationen Akzente setzen

Technologietransfer. Hermle MPA-Technologie im Praxiseinsatz für neue Werkzeugkonzepte bei der Julius Blum GmbH.

MASCHINEN UND LÖSUNGEN 44 – 71

44 Eine für Alles

Coverstory. Die oberösterreichische WFL Millturn GmbH steigt mit ihrer Laseroption für Millturn-Maschinen in die Additive Fertigung ein.



Gut beraten

Vom Pulver zum fertigen Teil

50



Hybridmaschine

Generative Fertigung in Fertigteilqualität

52



Großteilefertigung

So geht digitale Produktion heute

58



Spritzgussergänzung

Arburg Kunststoff-Freiformen

64

50 Vom Pulver zum fertigen Teil

Consulting. SLM Solutions und die niederösterreichische MostTech wollen der Industrie einen Blick über den technologischen Tellerrand ermöglichen.

52 Generative Fertigung in Fertigteilqualität

Hybridmaschine. DMG MORI offeriert mit der LASERTEC 65 3D eine Hybridlösung für das kombinierte Laserauftragsschweißen und 5-Achs-Fräsen.

56 Additives Fertigungssystem für den Metallbereich

Lasersintermaschine. Die neue EOS M 290 wurde mit umfangreichem Qualitätsmanagement und erweitertem Monitoring für integrierte Prozessüberwachung ausgestattet.

58 So geht digitale Produktion heute

Großteilefertigung. Voxeljet bietet Geräte zur Additiven Fertigung in allen Dimensionen ohne Abstriche in Detaillierungsgrad und Qualität zu machen.

62 Kosteneffizienter Drucker für hohen Drucksatz

Produktivitätssteigerung. Mit seinem neuen Druckkopf und einem durchdachten Materialmanagement-System senkt der ProX 800-Produktionsdrucker von 3D Systems die Betriebskosten.

64 Mit Kunststoff-Freiformen zu neuer Formfreiheit

Spritzgussergänzung. Mit dem Arburg Freeformer steht nun ein System zur Verfügung, mit dem sich Einzelteile oder Kleinserien aus Standardgranulaten produzieren lassen.

70 Das richtige Verfahren nutzen

Entscheidungshilfe. Als Anbieter von Dienstleistungen und Geräten für generative Fertigungsverfahren sorgt die Bibus Austria GmbH für den erforderlichen Know-how-Transfer, damit der Einstieg in die Additive Fertigung gelingen kann.

SOFTWARE

72 – 74

72 Software in der Additiven Fertigung

Modellqualität. Vom CAD bis zur Ausgabe. Die Aufbereitung von 3D-Daten spielt in der Additiven Fertigung eine zentrale Rolle.

74 .3MF Datenformat für 3D-Drucker

Vereinheitlichung. Damit der Datentransfer zwischen Systemen besser werden kann, kreiert ein Konsortium ein neues Datenformat mit erweiterten Möglichkeiten.

NACHGEFRAGT

32 Additive Manufacturing wird zum entscheidenden Wettbewerbsfaktor

Neuausrichtung. Rainer Gebhardt vom VDMA spricht über Möglichkeiten und Herausforderungen von Additive Manufacturing Technologien aus Sicht des Maschinenbaus.



STANDARDS: 3 Editorial, 75 Produktneuheiten, Firmenverzeichnis, Vorschau, Impressum

Was Additive Fertigung wirklich kann

Wenn das Gespräch auf die Additive Fertigung oder den 3D-Druck kommt, dann herrschen unterschiedliche Meinungen vor. Die Bandbreite reicht von den Skeptikern, die die Technologie für unausgereift und irrelevant halten bis zu jenen, die denken, dass damit innerhalb weniger Jahre sämtliche konventionelle Herstellungsverfahren abgelöst werden. Wie so oft liegt die Wahrheit irgendwo dazwischen.

Autor: Georg Schöpf / x-technik

Seit einigen Jahren erleben additive Fertigungsverfahren – im Allgemeinen auch gerne als 3D-Druck bezeichnet – einen wahren Boom. Ausgelöst wurde dieser wohl durch das RepRap-Projekt von Adrian Bowyer, einem britischen Ingenieur und Mathematiker, der einen 3D-Drucker baute, der nach dem FDM-Verfahren (Fused Deposition Modeling) arbeitet und anschließend die Baupläne im Rahmen der GNU General Public License der Allgemeinheit zur Verfügung stellte. Seine Konstruktion war so ausgelegt, dass sie für jeden bau- und nutzbar sein sollte. Ziel war es, durch Replikation eine möglichst weite Verbreitung zu erzielen. Aus diesem Projekt sind eine schiere Unmenge von Geräten und Varianten hervorgegangen, die das Thema Additive Fertigung ins Licht der Allgemeinheit gerückt hat.

Eigentlich nicht so neu

Dabei ist die Idee alles andere als neu. Bereits 1984 entwickelte der Amerikaner Chuck Hull mit einem Stereolithografiegerät die erste brauchbare Maschine, mit der man Werkstücke durch Hinzufügen von Material erstellen konnte. In den darauffolgenden Jahren ist eine Vielzahl von Verfahren hinzugekommen. Diese unterscheiden sich sowohl in der Technologie wie die Bauteile entstehen, als auch in den Materialien, die verarbeitet werden können. Allen Verfahren gemeinsam ist, dass die Werkstücke zunächst in digitaler Form vorliegen müssen. Dieses wird dann über eine slicing-Software in die einzelnen Modellschichten zerlegt, wie sie im Anschluss vom Fertigungsgerät aufgebaut werden sollen.

Je nach Verfahren müssen für Überhänge, Auskragungen oder besonders feine Strukturen Stützgeometrien – manchmal auch

Supportgeometrie genannt – angefügt werden. Diese müssen nach dem Herstellungsprozess wieder entfernt werden. Diese Stützgeometrien können entweder aus dem gleichen Material bestehen wie das eigentliche Bauteil, oder aber aus einem speziellen Supportmaterial, das sich leicht entfernen lässt.

Doch nicht so einfach wie man glaubt

Angesichts der Vielzahl an Verfahren und Materialien wird schnell klar, dass nicht jedes Verfahren für sämtliche Anwendungen geeignet ist. Bei oberflächlicher Betrachtung scheint es, als wären mit den Technologien der Additiven Fertigung der Herstellung von Bauteilen aus unterschiedlichsten Werkstoffen keine Grenzen mehr gesetzt. Bei genauerer Betrachtung stellt man jedoch fest, dass in der Auswahl des geeigneten Fertigungsverfahrens sehr wohl unterschieden werden muss, welchen Zweck das fertige Bauteil erfüllen soll. Möchte man beispielsweise eine Designstudie oder ein Ansichtsmodell erstellen, oder aber zielt man darauf ab, Funktionsbauteile herzustellen?



Auch in der strukturmekanischen Beurteilung von Bauteilen geben vollfarbige Modelle Aufschluss über Verbesserungspotenziale. (Bild: Mcor)

Die Verfahren der Additiven Fertigung wurden lange Zeit ausschließlich im Bereich der Designstudien und des Rapid Prototypings eingesetzt. Mit der Entwicklung neuer, leistungsfähigerer Maschinen, mit denen ein wesentlich breiteres Spektrum an Werkstoffen verarbeitet werden kann, ist jedoch auch die Möglichkeit des Rapid Manufacturings hinzugekommen, also die schnelle Herstellung von Gebrauchsteilen.

Nach derzeitigem Stand ist allerdings klar, dass die Bauleistungen der verfügbaren Anlagen und Geräte, bis auf wenige Ausnahmen, bestenfalls für Kleinserien und Einzelstücke geeignet sind.

Neue Herausforderungen

Auf jeden Fall wird erkennbar, dass durch die neuen Verfahren auch ganz neue Herausforderungen im Produktentwicklungsprozess entstehen. Viele Dinge, die fertigungstechnisch bislang unmöglich schienen, werden plötzlich realisierbar. Sei es im Bereich des Leichtbaus, in der Kombination verschiedener, neuartiger Werkstoffe oder aber im Bereich der Individualisierung von Produkten in der Medizintechnik oder des Verbrauchsgütermarktes.

In der Entwicklung erlebt der Konstrukteur eine völlig neue Gestaltungsfreiheit, die aber auch mit neu zu schaffenden Richtlinien einhergehen, wie mit den neuen Fertigungsverfahren umzugehen sein wird. In der Betrachtung von Materialeigenschaften bestimmter Werkstoffe kommt eine Vielzahl von Parametern hinzu, die zusätzlich auch die innere Struktur des Werkstoffgefüges betreffen.

Ein ganz neues Feld in diesem Zusammenhang ist die Entwicklung organischer Bauteilstrukturen, beispielsweise anhand von Topologieoptimierungen. So scheint



2

1 Durch die Möglichkeit, einbaufertige Teile schnell und einfach herzustellen, können sowohl im Rapid Prototyping als auch im Rapid Manufacturing Durchlaufzeiten reduziert werden. (Bild: 3D Systems)

2 Hybridmaschinen, in denen durch Pulverlaserauftragsschweißen Geometrien hinzugefügt und anschließend zerspanend nachbearbeitet werden können, erlauben einen höheren Komplexitätsgrad ohne Einbußen in der Genauigkeit. (Bild: WFL)



1

3 Selbst komplexeste Geometrien sind mit additiven Verfahren herstellbar. Das bietet eine bislang ungeahnte Designfreiheit. (Bild: rsc engineering/concept Laser)

3



es, dass schon in der Ausbildung von Konstrukteuren angesetzt werden muss, damit die neuen Fertigungsverfahren in der Produktentwicklung Fuß fassen können. Umso mehr ist es zu begrüßen, dass bereits heute in den weiterführenden Schulen, Fachhochschulen und Universitäten dem Thema Additive Fertigung große Beachtung geschenkt wird.

Auch in bestehenden Fertigungsverfahren ist eine kritische Prüfung angebracht. Oftmals können bestehende Bauteile durch

die neuen Verfahren leichter, robuster oder funktionsoptimiert hergestellt werden. Bei der Herstellung einzelner Bauteile ist ebenso häufig eine schnellere Fertigstellung möglich, da umfangreiche Programmierarbeiten oder die Herstellung von Formteilen entfällt.

Jedoch ist auch zu beachten, dass die neuen Fertigungsverfahren weitere Faktoren mit sich bringen, die beachtet werden wollen. So ist häufig eine Nachbearbeitung der Oberfläche erforderlich. Anschluss- und

Flanschflächen müssen oftmals maßgenau nachbearbeitet werden und nicht zuletzt ist bei bestimmten Verfahren eine thermische Nachbehandlung erforderlich, um die gewünschten Materialeigenschaften zu erzielen.

So wünschenswert die neugewonnenen geometrischen Möglichkeiten auch sind, so entstehen dadurch, beispielsweise beim Spannen eines additiv gefertigten Bauteils mit organischen Strukturen, ganz neue Herausforderungen. ■

Additive Verfahren im Überblick – Teil 1:

Pulverbettverfahren

Unter den additiven Fertigungsverfahren nehmen die pulverbettbasierten Verfahren einen hohen Stellenwert ein. Vom eigentlichen 3D-Druck, der häufig als Überbegriff für die Additive Fertigung verwendet wird, bis hin zu laserbasierten Systemen arbeiten viele Verfahren auf der Basis von Materialpulvern. Dabei gibt es jedoch große Unterschiede in der Technologie und den daraus resultierenden Ergebnissen.

Unter den additiven Fertigungsverfahren decken die pulverbettbasierten Verfahren wohl den größten Anteil ab. Nicht zuletzt der Tatsache geschuldet, dass die Materialvielfalt, die mit diesen Verfahren genutzt werden kann, am größten ist.

Grundsätzlich beruhen alle pulverbettbasierten Verfahren auf dem gleichen Prinzip. Ein Werkstoff wird in pulverisierter Form bereitgestellt. In der Anlage wird in einem Behälter, der je nach Anlagenhersteller Formkasten, Jobbox, Prozessbox oder ähnlich genannt, eine Schicht des Pulvers aufgetragen. Anschließend erfolgt ein Zusammenbinden des Pulvers an den von der Steuerungssoftware bereitgestellten Konturen oder Punkten.

Das erfolgt entweder mit einem Bindemittel oder aber durch Einwirkung von Temperatur. Danach senkt sich die Bauplattform ab und die nächste Schicht wird in gleicher Weise aufgebracht. So entsteht Schicht für Schicht das Werkstück. Es bleibt dabei in das Pulver eingebettet, welches während des Aufbauprozesses meist auch eine stützende Funktion übernimmt. Abschließend wird das überschüssige Pulver entfernt und kann in der Regel für weitere Bauvorgänge wiederverwendet werden. Die großen Unterschiede in den Pulverbettverfahren bestehen hauptsächlich in der Art und Weise, wie das Pulver gebunden wird.

Status und Entwicklungen

Für die Additive Fertigung auf industrieller Ebene haben die pulverbettbasierten Verfahren wohl am ehesten das Potenzial für die schnelle Herstellung von Prototypen (Rapid Prototyping), einzelnen Gebrauchsteilen und Kleinserien (Rapid Manufacturing). Insbesondere im Bereich der Metallwerkstoffe gibt es derzeit kaum eine Alternative. Im Gesamtprozess der pulverbasierten Lösungen finden sich jedoch Beschränkungen in der Performanz. Diese gehen im Wesentlichen von den Auftragesgeschwindigkeiten für die nächste Pulverschicht aus. Grundlage für ein homogenes Ergebnis beim fertigen Bauteil ist eine zuverlässig dicht geschlossene Pulverschicht bei der Herstellung. Schlepp- und Anhaftungseffekte, wie man sie bei der Arbeit mit Feinpulvern auch aus anderen Bereichen kennt, kommen hier ebenso zum Tragen wie Ausweicheffekte, um den jeweiligen Schmelzpunkt von Laser- oder Elektronenstrahl oder durch das Auftreffen von Bindemitteltröpfchen.

Weiteres Thema bei Neu- und Weiterentwicklungen wird die Anforderungen an immer feinere Auflösungen bei gleichzeitig höheren Verarbeitungsgeschwindigkeiten. Als zielführend erkannt wurde der Einsatz multipler Laser- oder Elektronenstrahlen beim SLS, SLM und EBM sowie von

Matrixdruckköpfen anstatt linearer Druckköpfe beim 3D-Druck. Auch im Hinblick auf die Entwicklung bei den Materialien darf man weiterhin gespannt sein.

Im Formenbau wird Sand mit Phenolharz zu Gusskernen gebunden. Diese können direkt verwendet werden. Überschüssiger Sand kann leicht entfernt werden. (Bilder: voxeljet)

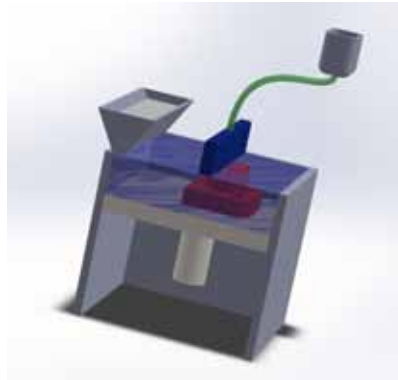


Binderjetting, 3D-Druck

Eines dieser Verfahren ist vergleichbar mit dem Funktionsprinzip herkömmlicher Tintenstrahldrucker und hat dazu beigetragen, dass additive Fertigungsverfahren weitläufig als 3D-Druck bezeichnet werden. Bei den Geräten der ehemaligen Z-Corporation, die mittlerweile zu 3D Systems gehört, werden unterschiedliche Systeme aus Pulver, Bindemittel und Infiltrierungen angeboten, um verschiedenen Anforderungen gerecht zu werden.

Derartige Verfahren erlauben es beispielsweise, mit farbigen Bindemitteln ähnlich wie bei Tintenstrahldruckern, vollfarbige Modelle zu erhalten. Das ist insbesondere bei Designstudien oder Ansichtsmodellen, die mit Zusatzinformationen versehen werden, von großem Vorteil. So können zum Beispiel strukturmechanische Belastungswerte, wie sie bei der FEM-Berechnung entstehen, sehr plastisch und anschaulich dargestellt werden. Meist sind diese Druckergebnisse mechanisch noch nicht wirklich belastbar und müssen durch Infiltrieren fixiert werden. Dazu stehen unterschiedliche Substanzen zur Verfügung. Wurde früher meist mit Cyanacrylat (Anm.: vergleichbar mit Superkleber) infiltriert, so werden heute meist spezielle Harze verwendet, um

die Modelle mit unterschiedlichen Eigenschaften zu versehen.



Die verwendeten Pulver reichen von unterschiedlichsten Kunststoffen über Metalle bis hin zur Keramik. Diese Vielfalt an Werkstoffen erlaubt es, mit dem Binderjetting nicht nur fertige Ansichts- oder Gebrauchsmodelle herzustellen. Auch in der Fertigung von Gussformen kommt das Verfahren verbreitet zur Anwendung. Werden geeignete Pulver und Bindemittel verwendet, so können Positivformen erstellt werden, die nach Einbettung in Keramik oder Formsand entweder ausgebrannt oder ausgewaschen werden können. Der Phantasie in der Nutzung scheinen dabei kaum Grenzen gesetzt.

Der enorme Vorteil dieses Verfahrens liegt in den relativ niedrigen Druckkosten bei gleichzeitig hoher Verarbeitungsgeschwindigkeit. Je nach Gerät und verwendeter Pulver- und Binderkombination sind Auflösungen/Schichtdicken im Bereich von ca. 0,1 mm möglich bei einer Baugeschwindigkeit von bis zu 20 mm pro Stunde. Die Beschränkungen dieses Verfahrens liegen, bis auf wenige Ausnahmen wie zum Beispiel den Großformatanlagen der Firma voxeljet, meist im Bauraum. Da die verwendeten Pulver in sich recht stabil sind und das Aufbringen des Bindemittels, sei es farblos oder vollfarbig wie bei einem



Mehrfarbige Modelle lassen sich im Binderjetting-Verfahren mit farbigen Bindemitteln naturnah umsetzen.

herkömmlichen Tintenstrahldrucker, ohne großen Energieeintrag erfolgt, kommen diese Verfahren meist ohne Stützgeometrien aus. Da Druckköpfe mit linear oder in einer Matrix angeordneten Bindemitteldüsen zum Einsatz kommen, können diese Verfahren im Allgemeinen auch unter der Rubrik Multijet Modelling geführt werden, wobei dieser Begriff eher im Bereich der Freiraumverfahren (Anm.: siehe dort) Verwendung findet. Meist finden diese Verfahren in der Industrie Anwendung, aber auch Lösungen im Theater- und Filmumfeld sowie im Bereich der Architektur werden realisiert.

Ebenso ist es möglich, keramische Werkstoffe, Glas oder Metallpulver mittels eines Binders zu fügen. Diese können anschließend gesintert werden, wodurch das Bindemittel ausgetrieben wird und der eigentliche Werkstoff übrig bleibt. Hierbei sind jedoch Materialschwund und eine entsprechende Porosität des Ergebnisses zu berücksichtigen. Dem kann durch nachträgliches Infiltrieren des Werkstückes abgeholfen werden oder aber die Porosität ist eine gewünschte Materialeigenschaft, die bewusst angestrebt wird.



Das Video
zum Binderjetting

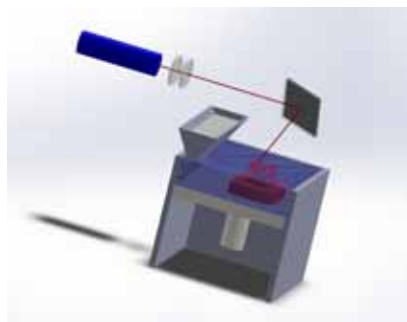




Durch Mikrolasersintern (MLS) können selbst feinste Strukturen erstellt werden. Metallpulver aus unterschiedlichsten Legierungen stehen dazu zur Verfügung. Hier eine Netzsphäre aus Titan.

Selective Laser Sintering (SLS)

Ähnlich wie beim 3D-Druck wird beim SLS-Verfahren mit Pulver in einer Jobbox gearbeitet. Es wird im Grunde zwischen drei verschiedenen Varianten des Sinterns unterschieden. Solid state sintering, bei dem das Material im festen Zustand bleibt und nur durch Wärmeeinwirkung in den Randbereichen der Partikel eine Bindung erfolgt. Chemically induced binding, bei dem zusätzliche Stoffe wie Bindemittel oder Flussmittel unter Zufuhr von Wärme einen Bindungsvorgang auslösen und schließlich das liquid phase sintering, bei dem die Partikel teilweise aufgeschmolzen werden und dadurch die Bindung entsteht.



Der wesentliche Unterschied zum Binderjetting besteht also darin, dass die Bindung zwischen den Pulverpartikeln nicht durch das aktive Einbringen eines Bindemittels erfolgt. Vielmehr ist beim SLS-Verfahren das Pulver entweder eben be-

reits mit einem Bindemittel versetzt oder das Pulver selbst eignet sich für einen Sinterprozess. Der Energieeintrag für das Aufschmelzen des Bindemittels oder des Randbereiches der Pulverpartikel erfolgt über einen abgelenkten Hochleistungslaserstrahl. Beim Lasersintern bleibt jedoch der Kern des Prozesspulvers immer im festen Aggregatzustand. Dies erlaubt eine höhere Arbeitsgeschwindigkeit als z. B. beim SLM-Verfahren. Nachteil dieses Verfahrens ist aber, dass sich eine gewisse Materialinhomogenität kaum vermeiden lässt. Ebenso ist eine Modelldichtheit nicht immer gewährleistet, was jedoch durchaus auch erwünscht sein kann. Eine Sonderform des SLS Verfahrens stellt das Mikrolasersintern MLS dar, bei dem Schichtdicken im Bereich zwischen 1 µm und 5 µm erzielt werden können.

Durch abwechselndes Bearbeiten verschiedener Bereiche des Pulverbettes kann erreicht werden, dass bei höherer Laserleistung das Material zwischendurch etwas abkühlen kann, was insgesamt eine höhere Arbeitsgeschwindigkeit erlaubt. Entwickelt wurde diese Sonderform von Concept Laser, die diese Methode Laser Cusing nennt. Das Materialspektrum reicht beim SLS-Verfahren von verschiedensten Kunststoffen über Keramik und Glas bis hin zu einer Vielzahl von Metallen. Das Verfahren wurde Mitte der 1980er-Jahre von Dr. Carl Deckard und Dr. Joe Beaman an der University of Texas in Austin entwickelt, wobei ein ähnlicher Prozess bereits

1979 von R.F. Housholder vorgestellt, jedoch nicht patentiert wurde. Als Pioniere in diesem Umfeld gelten wohl auch ganz besonders Dr. Hans J. Langer und Dr. Hans Steinbichler, die Gründer der EOS GmbH, die 1994 das erste Lasersintergerät auf den Markt gebracht haben.

rechts Auch feinste Innenstrukturen und Oberflächen sind mit Lasersinterverfahren möglich. Speziell im Leichtbau kann dadurch viel Gewicht und Material eingespart werden. (Bild: concept Laser)

unten Mit Selective Laser Sintering können passgenaue Implantate in kurzer Zeit hergestellt werden. (Bild: EOS)



Das Video
zum Lasersintern



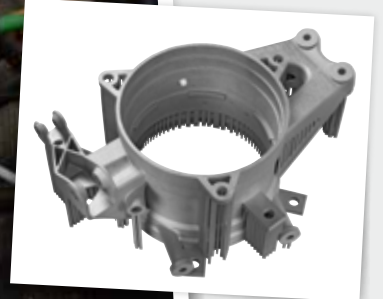
Selective Laser Melting (SLM)

Den Löwenanteil der pulverbasierten Verfahren, wenn es um die Herstellung von Gebrauchsteilen geht, nimmt neben dem SLS wohl das Selektive Laser Schmelzen (SLM) ein.

Wesentlich zur Entwicklung dieses Verfahrens haben das Fraunhofer Institut für Lasertechnik in Aachen und Dr. Matthias Fockele sowie Dr. Dieter Schwarze beigetragen. Kommerzielle Umsetzung fand das Verfahren schließlich durch die SLM-Solutions GmbH, die aus einem Unternehmen für Gießereitechnik hervorgegangen ist. Ganz ähnlich wie bei allen anderen pulverbettbasierten Lösungen wird das Pulver in einer Jobbox schichtweise aufgetragen. Ein Hochleistungslaserstrahl schmilzt das Pulver auf, wodurch sich die einzelnen Schmelzpunkte sowohl mit der vorhergehenden Schicht als auch den umgebenden Schmelzpunkten verbinden. Großer Vorteil dieses Verfahrens ist, dass damit ähnlich wie beim SLS eine große Bandbreite an Materialien verarbeitet werden kann.

Speziell im Bereich der Metallverarbeitung steht mittlerweile eine Vielzahl von Legierungen zur Verfügung.

Durch das gänzliche Aufschmelzen des Pulvers entsteht ein Schmelzbad, das eine weitgehend homogene Verbindung und damit auch meist eine entsprechende Dichtheit (je nach Wandstärke und Arbeitsgeschwindigkeit) gewährleistet. Jedoch ist beim SLM der Energieeintrag durch den Laser derart hoch, dass bei der Erstellung von feinen Strukturen oder Überhängen teilweise Stützgeometrien mit eingebracht werden müssen, obwohl ein im Grunde tragfähiges Pulverbett vorliegt. Ebenso ist wegen der hohen Temperaturen ein möglicher Materialverzug mitzuberücksichtigen. Eine thermische Nachbehandlung ist je nach Material und/oder Einsatzzweck unabdingbar. Nachteil des Verfahrens ist die verhältnismäßig geringe Arbeitsgeschwindigkeit, dem jedoch durch Mehrfachlasereinsatz oder entsprechende Bearbeitungsstrategien entgegengewirkt werden kann.



Auch bei Verfahren wie SLS, SLM und EBM sind teilweise Supportgeometrien erforderlich, um ein Absinken des Bauteils im Pulverbett zu verhindern. Die fertigen Teile sind voll belastbar. (Bilder: Renishaw)



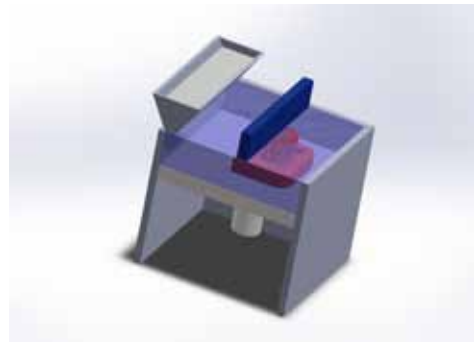
Selective Heat Sintering (SHS)

Ebenfalls auf dem Konzept des Sinterns beruht das SHS-Verfahren. Ähnlich dem SLS werden dabei nicht die Pulverpartikel aufgeschmolzen.

Vielmehr wird Bindemittel, das entweder zusammen mit dem Pulver das Arbeitssubstrat bildet oder aber die Pulverpartikel einhüllt, geschmolzen und verbindet somit den eigentlichen Werkstoff. Vorteile dieses Verfahrens sind die wesentlich einfacheren, technischen Voraussetzungen. Da der Wärmeeintrag über einfachere Wärmequellen erfolgen kann wie beispielsweise kleine Lichtbögen, ist man in der Lage, mehrere Wärmequellen

parallel zu betreiben. Ähnlich einem Druckkopf wird diese Wärmequellenmatrix über das Pulverbett gezogen und sintert so schichtweise das Pulver. Derzeit wird das Verfahren im Wesentlichen durch die dänische Firma Blueprinter angeboten. Das Werkstoffspektrum ist allerdings begrenzt und reduziert sich momentan noch auf Thermoplastische Kunststoffe.

(Bild: blueprinter, RTC Rapid Technologies GmbH)

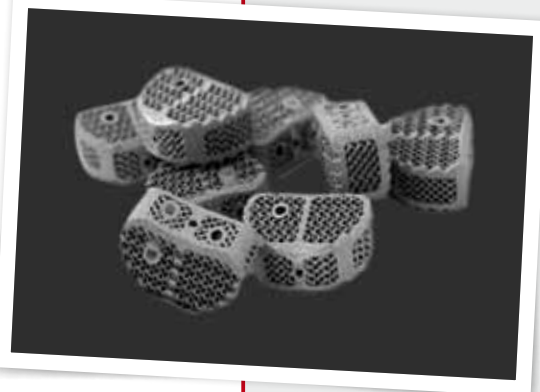


Electron Beam Melting (EBM)

Das EBM Verfahren funktioniert im Prinzip gleich wie SLS oder SLM. Anders als bei den vorgenannten Verfahren wird beim EBM allerdings der Wärmeeintrag für das Erschmelzen des Pulvers durch einen starken Elektronenstrahl erreicht.

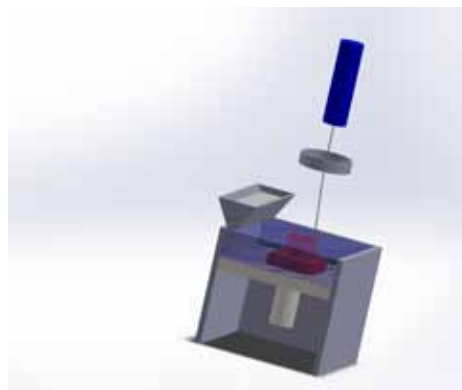
Dieser wird durch starke Magnetspulen abgelenkt, wodurch keine mechanischen Trägheitseffekte die Performance beeinträchtigen. Das ermöglicht das Arbeiten an mehreren Schmelzpunkten mit nur einem Elektronenstrahl. Durch die Erfordernis eines Hochvakuums im Bauraum sind die Dimensionen der erzielbaren Werkstücke jedoch derzeit noch deutlich begrenzt. Allerdings kann durch eben dieses Vakuum, das in der Praxis mit einem

minimalen Anteil an Schutzgas beaufschlagt wird, eine Verarbeitung gänzlich ohne Oxidationseinflüsse erfolgen, was sich auf die Materialhomogenität und Materialqualität des fertigen Werkstückes positiv auswirkt.



Die Qualitätssicherung von Serienteilen wie diesen Wirbelsäulenimplantaten wird bei der FIT Production sowohl durch Stichproben als auch durch einen nach EN ISO 13485 qualifizierten Trackingprozess gewährleistet. (Bild: FIT AG)

Das Video
zum EBM-Verfahren



ADDITIVE MANUFACTURING

LASERTEC 65 **3D** – Generative Fertigung von 3D-Bauteilen in Fertigteilqualität.

Wechsel zwischen
**LASER-
AUFTRAGEN
& FRÄSEN**



+43 (0) 17 95 76 109
Support rund um die Uhr

HIGHLIGHTS

- + **Schnell aufgebaut** sowie Bauteilpräzision durch eine vollwertige **5-Achsmaschine**
- + **Laserauftragschweißen mit Pulverdüse:** 10 × schneller gegenüber Pulverbett
- + **3D-Bauteile bis ø 500 mm** auch ohne Stützgeometrie

ANWENDUNGSBEISPIEL

Turbinengehäuse // Aerospace

Material: Edelstahl

Abmessung: 180 × 150 mm

Laserauftragschweißen: 230 Min.

Fräsbearbeitungen: 76 Min.



CELOS®

VON DMG MORI



Technische Informationen und
Broschüren unter: www.dmgmori.com
oder über Ihre DMG MORI Österreich

DMG MORI

Additive Verfahren im Überblick – Teil 2:

Freiraumverfahren

Am bekanntesten unter den additiven Fertigungsverfahren sind wohl die Freiraumverfahren. Die meisten Geräte, die auch für den halbproufessionellen Einsatz oder gar für den Heimgebrauch verfügbar sind, basieren auf der FDM Technologie. Diese bildet aber nur einen geringen Teil der Lösungen für den professionellen Einsatz. Auch bei den Freiraumverfahren gibt es Unterschiede, die sich in der wirtschaftlichen Nutzbarkeit niederschlagen.

Wie bei allen additiven Fertigungsverfahren werden auch bei den Freiraumverfahren die Modelle schichtweise aufgebaut. Auch hier müssen zunächst 3D-Modelle in die erforderlichen Schichten zerlegt werden. Bei den Freiraumverfahren erfolgt die Modellerstellung in der Regel dadurch, dass der Werkstoff entweder auf eine Bauplattform oder ein bestehendes Werkstück aufgebracht wird. Das Material wird zugeführt und über eine Applikationseinheit ans Werkstück gebracht. Im Grunde bestehen dazu zwei Möglichkeiten. Entweder wird der Werkstoff aufgeschmolzen und erstarrt nach Applikation auf dem Werkstück wieder, oder aber das Ausgangsmaterial wird flüssig zugeführt und durch Zuführen eines Reaktionsmediums oder Licht zum Erstarren gebracht. Dabei wird entweder die Applikationseinheit oder die Bauplattform/Unterlage bewegt, um ein flächiges Aufbringen zu ermöglichen.

Nur beim Laminated Object Modeling (LOM) erfolgt das Aufbringen in ganzen Schichten. Bei allen Freiraumverfahren besteht die Notwendigkeit, bei Überhängen, Auskragungen oder Hinterschneidungen mit Stützstrukturen zu arbeiten (auch Supportstruktur genannt). Diese werden, je nach Fertigungsverfahren, aus dem gleichen Werkstoff so angebracht, dass sie leicht entfernt werden können oder aber aus einem anderen Material herge-

stellt, das entweder thermisch oder chemisch leicht zu entfernen ist.

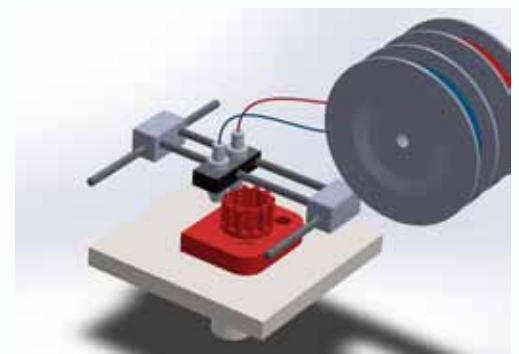
Status und Entwicklung

Unter den additiven Verfahren zählen die Freiraumverfahren wohl zu den am weitest verbreiteten mit der größten Vielzahl an Anbietern auf dem Markt. Dies liegt im Wesentlichen darin begründet, dass die meisten Geräte, die im Consumerbereich angeboten werden, auf das FDM-Verfahren aufbauen. Die Qualität der Geräte unterscheidet sich dabei jedoch oft gravierend. Und doch sind ein Großteil der Freiraumverfahren hinsichtlich der günstigen Druckkosten wirtschaftlich interessant. Für die industrielle Nutzung darf man jedoch speziell im Bereich der Hybridmaschinen gespannt sein.

Die Kombination aus additiver und zerspanender Fertigung bietet völlig neue Möglichkeiten, besonders für die Herstellung hochkomplexer Werkstücke. Die größten Entwicklungen finden auch bei den Freiraumverfahren im Wesentlichen im Bereich der verarbeitbaren Materialien statt. Durch die Kombination von Werkstoffen und den Einsatz von Füllstoffen unterschiedlichster Art lassen sich neuartige Materialeigenschaften kreieren. Dass dadurch auch Rückwirkungen auf den Designprozess entstehen werden, ist eine logische Schlussfolgerung und wird von der Industrie bestätigt.

Das wohl populärste Verfahren ist das Fused Deposition Modeling. Dieser Begriff – kurz FDM – wurde durch die Firma Stratasys geprägt. Der Vorgang wird allgemein auch als Fused Filament Fabrication (FFF) bezeichnet.

Beim FDM-Verfahren wird ein schmelzfähiger Kunststoff oder Wachsmaterial in Form eines Drahtes oder Fadens zugeführt. Mittels einer erwärmten Extruderdüse wird das Material zu einem halbflüssigen Zustand aufgeschmolzen und zeilenweise aufgetragen, bis die jeweilige Aufbauschicht fertiggestellt ist. Das Material verbindet sich mit der Unterlage und der nebenliegenden Materialzeile. Unmittelbar nach dem Auftragen erstarrt das Material und bildet so eine tragfähige Unterlage für die nächste Schicht. Meist wird dabei die Extruderdüse in X-,Y-, und Z-Richtung bewegt oder aber die Bauplattform wird in Z-Richtung abgesenkt.



Mit industrietauglichen FDM-Geräten können einbaufertige Kunststoffteile hergestellt werden. Dabei sind mittlerweile auch Thermoplaste mit unterschiedlichen Füllstoffen wie Karbonfasern, Metallen oder gar Holz verfügbar. (Bild: Stratasys)



Fused Deposition Modeling (FDM), Fused Filament Fabrication (FFF)

Erfunden wurde das Verfahren von Scott Crump, dem Gründer von Stratasys. Seit vor wenigen Jahren das Stratasys-Patent für dieses Verfahren ausgelaufen ist, wurden durch das RepRap-Projekt Baupläne für FDM-Geräte veröffentlicht. Das führte zu einem wahren Boom für derartige Systeme. Dadurch fand die Additive Fertigung auch Zugang zu Privatnutzern, denn fast alle kostengünstigen FDM-Geräte stammen vom RepRap-Projekt ab. Mit Geräten, die dieses Verfahren nutzen, können Schichtstärken im Bereich zwischen 0,12 mm und 0,25 mm erzielt werden. Die Wandstärken sollten außerdem 0,2 mm nicht unterschreiten, um eine ausreichende Stabilität und Formhaltigkeit zu gewährleisten.

Anlagen für die gewerbliche Herstellung von Funktionsbauteilen oder Prototypen unterscheiden sich zu den kostengünstigen Einstiegsgeräten jedoch oft vehement. Die größte Herausforderung für Geräte, die gewerblich genutzt werden sollen, liegen in den Bereichen Geräuschentwicklung, Geruchsemission und Temperaturmanagement. Geräuschentwicklung und Geruchsemission sind dabei im Wesentlichen für die Nutzung in Büros von Bedeutung. Hier geht es konkret um Arbeitsschutzmaßnahmen, die bei einer

Nutzung im Betrieb berücksichtigt werden müssen. Das Thema Temperaturmanagement hat ganz klar funktionale Aspekte. Ein offener Arbeitsraum, wie er bei sehr preisgünstigen Geräten die Regel ist, erlaubt keine klar definierte Temperaturregelung. Diese ist jedoch Voraussetzung für ein wirtschaftlich nutzbares Ergebnis. Wird die Temperatur nämlich nicht im optimalen Bereich gehalten, so kann es bei zu schnellem Abkühlen leicht passieren, dass sich die Bauschichten nicht genügend miteinander verbinden, was sich negativ auf Stabilität und Oberflächenqualität auswirkt. Ist der Bauraum jedoch zu warm oder wird die Wärme nicht schnell genug abgeleitet, so wird das Werkstück instabil, was im Falle von Auskragungen schnell zu Verformungen des Bauteils führen kann. Mit unterschiedlichen Arbeitstemperaturen beim Aufschmelzen des Werkstoffes können aber auch unterschiedliche Materialeigenschaften beim fertigen Bauteil erzielt werden. So ist es beispielsweise möglich, beim Erstellen der Stützgeometrien den Werkstoff so einzustellen, dass die Stützgeometrie im Anschluss leichter entfernt werden kann. Auch die Verwendung von Mehrfachdüsen wird teilweise bereits umgesetzt, was ebenfalls das Anbringen von Supportgeometrien mit anderen Materialeigen-

schaften ermöglicht oder aber Materialkombinationen beim fertigen Werkstück erlaubt.

Von den Bauraumgrößen unterscheiden sich die unterschiedlichen Geräte oft enorm. Die meisten bedienen einen Bauraum im Bereich von ca. 300 x 200 mm mit einer Bauhöhe von etwa 250 mm. Es sind mittlerweile jedoch auch Großformatanlagen erhältlich, die mit Bauraumgrößen bis zu X/Y/Z = 1100 x 1067 x 1097 mm aufwarten können, wie zum Beispiel die Anlagen von BigRep. Diese bieten dennoch eine Auflösung im Bereich von 0,1 mm bis 1 mm. Die größten Entwicklungen beim FDM-Verfahren liegen jedoch sicher im Bereich der Materialien. Neben reinen thermoplastischen Kunststoffen werden mittlerweile auch Gemische aus Kunststoff und unterschiedlichsten Füllmaterialien angeboten. Diese reichen von Glas- über Karbonfasern unterschiedlicher Länge bis hin zu Holz und Keramikanteilen. Auch Metallpulver kommen im Verbund zum Einsatz.

Das Video
zum FDM-Verfahren



Extrusionsverfahren, Contour Crafting

Eine Sonderform stellen Anlagen dar, bei denen Strukturen gänzlich in den freien Raum extrudiert werden. Diese kommen meist ohne Stützgeometrien aus, verfügen aber über Austragsdüsen, die entweder speziell geformt sind oder das Erstarren des Baumaterials forcieren. Da das Material geschmolzen wird und nach der Applikation wieder erstarrt, müsste in diesem Fall das Extrusionsverfahren zum FDM gezählt werden.

Meist besitzt bei den Extrusionsverfahren das Ausgangsmaterial aber, im Gegensatz zum FDM-Verfahren, im Ursprungszustand eine flüssige oder pastöse Konsistenz. Das Ausgangsmaterial erstarrt nach dem Auftragen aufgrund eines Trocknungsvorgangs oder einer chemischen Reaktion (Anm.: manchmal auch unter Zuhilfenahme eines Reagenz oder von Licht). Aufgetragen wird das Material weitgehend in Bahnen (Anm.: die ähnlich dem FDM-Verfahren durchaus auch flächig werden können) oder eben völlig frei im

Raum. Für die Bewegungen der Austragsdüse wird ein Industrieroboter oder ein Portalroboter verwendet. Eine bemerkenswerte Variante, das Contour Crafting, wurde vom US Forscher Behrokh Khoshnevis, Professor an der University of Southern California in Los Angeles, entwickelt. Er verwendet als Baumaterial einen Spezialbeton. Aus diesem werden zum Beispiel Wandkonturen für Häuser über einen Extruder auf dem Untergrund aufgetragen. Dieser Spezialbeton härtet sehr schnell aus. Die Struktur wird beim Austragen des Spezialbetons mit einer seitlich geführten Kelle geglättet. Anschließend werden die Wandkonturen mit gewöhnlichem Beton befüllt. Dabei können auch Stahlträger oder Rohre mit eingebaut werden.



(Bild: Sebastian Bertrand)

Wachsmodelle für den Feinguss, die im WDM Verfahren entstehen, erhalten durch die sehr hohe Auflösung eine Oberfläche, die nicht mehr nachbearbeitet werden muss. (Bild: 3D Systems)

Wax Deposition Modeling (WDM)

Das Wax Deposition Modeling findet hauptsächlich in der Herstellung von Feingussformen in den Bereichen Dentaltechnik und Schmuckherstellung seine Anwendung.

Die hohen Auflösungen dieses Verfahrens rühren von der guten Schmelzbarkeit und sehr engen Temperaturverläufen im Erstarrungsvorgang bei Industriewachsen. Da beim WDM das Wachs komplett aufgeschmolzen wird und tröpfchenweise auf die Bauplattform aufgebracht wird, sind sehr feine Strukturen möglich. Dem kommt auch die niedrige Viskosität des geschmolzenen Wachses zugute. Dadurch sind Auflösungen im Bereich von

bis zu 5.000 dpi (Anm.: in Einzelfällen sogar bis zu 8.000 dpi) möglich. Das macht eine Oberflächenbehandlung im Vergleich zu anderen Verfahren meist überflüssig, sodass die fertigen Modelle direkt, beispielsweise als Urform, für einen Abguss verwendet werden können. Nachteil für das WDM-Verfahren ist die Beschränkung auf meist kleine bis sehr kleine Teile und die geringe Arbeitsgeschwindigkeit. Dies ist dem doch recht aufwendigen Temperaturmanagement geschuldet, das bei der Verarbeitung von Industriewachsen erforderlich ist.



Das Video
zum WDM-Verfahren





Das Arburg Kunststoff-Freiformen zeichnet sich durch eine homogene Materialstruktur im Ergebnis aus. Stützgeometrien (im Bild gelb) können über einen zweiten Extruder direkt mitgedruckt werden. (Bilder: Arburg)

Arburg Kunststoff-Freiformen (AKF)

Eine sehr interessante Kombination aus dem WDM- und dem FDM-Verfahren wurde von der Firma Arburg entwickelt.

Der Hersteller für Kunststoffspritzgussmaschinen mit enormer Erfahrung bei der Verflüssigung von Kunststoffen nutzt die Extrusionstechnologie aus Spritzgussmaschinen zur Verflüssigung konventioneller Spritzgussgranulate.

Diese werden dann tröpfchenweise, ähnlich dem WDM-Verfahren, auf die Bauplattform oder ein vorhandenes Bauteil aufgebracht. Besonders am Arburg Kunststoff-Freiformen ist, dass die Ausstrageinheit fest ist und nur die Bauplattform bewegt wird. Daraus resultiert die Möglichkeit, mit der Unterbringung einer zusätzlichen vierten und

fünften Achse auf unterschiedlichsten Geometrien oder Bauteilen zu arbeiten, wohingegen die meisten anderen Verfahren an eine flache Bauplattform gebunden sind. Dadurch ist beispielsweise das Aufbringen einer Kunststoffschicht oder einer Kunststoffergänzung auf ein Metallteil möglich. Die Möglichkeit zwei Werkstoffe parallel zu verarbeiten erlaubt es, entweder Stützgeometrien aufzubringen oder Kombinationen von Werkstoffen mit unterschiedlichen Materialeigenschaften parallel zu verarbeiten. Durch die Möglichkeit beim AKF-Verfahren das Aufschmelzen des Werkstoffes genau einzustellen und durch ein optimiertes Temperaturmanagement wird eine dichte Bauteilstruktur erzielt. Die erzielbare Oberflächengüte, bei einer Bauteilgenauigkeit von $\pm 0,15$ mm in X/Y-Richtung und einer Schichtdicke von 0,19 mm bis 0,21 mm, macht eine Nachbearbeitung oftmals überflüssig.





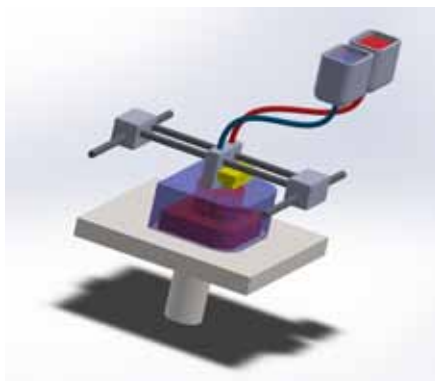
Multijet Modeling (MJM), Polyjet Verfahren

Anders als bei allen vorgenannten Verfahren werden bei der Multijet Technologie Photopolymere verarbeitet. Multijet Modeling ist eine Marke der Firma 3D Systems.

Das Video
zum Polyjet-Verfahren



Stratasys ihrerseits bezeichnet das im Grunde gleiche Verfahren als Polyjet-Verfahren. Der Druckkopf dieser Geräte ist vergleichbar mit dem eines Tintenstrahldruckers. Die einzelnen Schichten werden gedruckt und unmittelbar danach mit einer UV-Lichtquelle ausgehärtet.



miterstellt werden können, die aus leicht zu entfernendem Material bestehen. Die Verwendung unterschiedlich eingefärbter Ausgangsstoffe ermöglicht die Herstellung mehrfarbiger Modelle. Um einen möglichst gleichförmigen Materialauftrag zu gewährleisten, wird oftmals jede gedruckte Schicht mechanisch nivelliert, was zu einer dichteren Materialstruktur führt. Außerdem gewinnen die erzielbaren Oberflächen durch diesen Vorgang an Qualität. Es können Schichtstärken im Bereich von 0,016 mm realisiert werden, was zu einer sehr glatten Oberfläche des fertigen Modells führt. Nachträgliches Infiltrieren oder eine Nachbehandlung ist nicht mehr erforderlich, weil die Photopolymere während des Verarbeitungsprozesses vollkommen aushärten. Die Modelle können unmittelbar verwendet werden. Nachteil des MJM ist jedoch die begrenzte Verarbeitungsgeschwindigkeit bei den Photopolymeren.

Im Multijet Verfahren ist es möglich mehrere verschiedene Werkstoffe zu verarbeiten. Dies ermöglicht beispielsweise die Kombination fester und flexibler, ja sogar gummiartiger Werkstoffe, wodurch flexible Funktionsbauteile realisiert werden können oder aber Supportstrukturen gleichzeitig



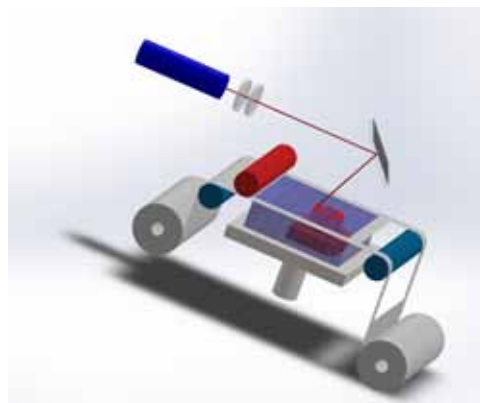
Im Polyjet Verfahren können sowohl starre als auch flexible Materialien verarbeitet werden. Materialkombinationen ermöglichen Endproduktnahe Modelle in einem einzigen Herstellungsgang. (Bilder: Stratasys)



Modelle, die mit dem Mcor SDM-Verfahren hergestellt werden, sind vollfarbige Ansichtsmodelle aus verklebten Papierschichten. (Bild: Mcor)

Schichtklebverfahren

Schichtklebverfahren unterscheiden sich von den anderen Freiraumverfahren grundsätzlich dadurch, dass sie als einziges nicht Zeilen- oder Punktweise das Baumaterial aufbringen, sondern immer als gesamte Fläche. Als Werkstoffe können Kunststoff- oder Metallfolien oder Papier dienen, die entweder über einen auf der Folie befindlichen oder separat aufgetragenen Klebstoff die einzelnen Modellschichten miteinander verkleben. Anschließend wird die Kontur der Schicht mit einem Laserstrahl oder einem Zugmesser, ähnlich wie bei Folien-schriften, geschnitten.



Wird Papier für die einzelnen Schichten verwendet, so kann dies im Vorfeld auch vollfarbig bedruckt werden, was zu farbi-

gen Modellen führt. Zu unterscheiden sind dabei sogenannte Laminated-Object-Manufacturing-Verfahren (LOM, manchmal auch Laminated-Layer-Manufacturing – LLM), bei denen meist die gesamte Folienfläche mit Kleber beaufschlagt wurde. Dies hat häufig zu massiven Problemen beim Herauslösen des eigentlichen Bauteils aus der umgebenden Struktur geführt. Eine andere Variante des LOM ist ein direktes Ausschneiden der Schicht nach dem Applizieren der Folie und ein umgehendes Entfernen der überstehenden Folie. Beide Varianten haben sich in der Praxis nicht durchsetzen können.

Eine Alternative des Schichtklebverfahrens hat die Firma MCor entwickelt, bei dem für die Bereiche, die zum Bauteil gehören, eine wesentlich höhere Dichte an Klebepunkten verwendet wird als im umgebenden Bereich. Das erleichtert das Entnehmen des Bauteils erheblich und macht Supportstrukturen unnötig. Darum verwendet das Unternehmen auch den Begriff Selective Deposition Modeling (SDM), um ihr Verfahren zu beschreiben. Dadurch gehört es aber genau genommen nicht mehr wirklich zu den Freiraumverfahren, verdient aber durchaus einer gesonderten Erwähnung. Die Verwendung von Papier als Schichtmaterial macht das Verfahren jedoch kostengünstig und praktikabel, speziell für die Erstellung von Designmodellen.



Cladding – Auftragsschweißen

Das Auftragsschweißen ist das wohl älteste additive Fertigungsverfahren, das es gibt. Schon lange bevor die ersten Stereolithografiegeräte entwickelt wurden, hat man bei Werkstücken aus Stahl Material durch Schweißen hinzugefügt. Sei es weil Teile abgenutzt waren, oder bei der Bearbeitung etwas zu viel weggenommen wurde – mittels Schweißen war man in der Lage geringe Mengen Material an bestehende Werkstücke anzufügen.

Freilich erfolgte dieses Auftragsschweißen manuell und nicht mit dem Ziel, ganze Bauteile auf diese Weise herzustellen. So war es nur eine Frage der Zeit, dass diese Technologie unter Hinzunahme moderner CNC-Technik zu einem additiven Fertigungsverfahren für die Erstellung von Bauteilen verfeinert wurde.

Grundsätzlich sind zwei Varianten des Auftragschweißens zu unterscheiden. Einerseits das auf herkömmlichem Schutzgasschweißen basierende Verfahren, bei dem über einen Fülldraht ein Lichtbogen erzeugt wird, der zum Aufschmelzen des Materials führt, welches sich dann unter einer Schutzatmosphäre am Werkstück anlagert. Andererseits das Pulverauftragsschweißen, bei dem Metallpulver unter Zuhilfenahme eines Schutzgases fokussiert an das Werkstück herangeführt wird und mittels eines Hochleistungslasers oder Elektronenstrahls am Auftreffpunkt aufgeschmolzen wird. Das geschmolzene Material lagert sich am Werkstück an und erstarrt dort. Obwohl das Verfahren mit Fülldraht auf viele Jahre an Erfahrungswerten zurückblickt, es kommt ja schließlich in nahezu jeder Roboterschweißzelle zum Einsatz,

findet es im Bereich der Additiven Fertigung wenig Verwendung. Dies liegt zum einen daran, dass die Materialvielfalt sehr begrenzt ist und zum anderen daran, dass sich die Bearbeitungsparameter bei der Arbeit mit Lichtbögen nicht so fein einstellen lassen wie bei der Arbeit mit einem Laser oder Elektronenstrahl.

Im Vergleich dazu ist die Materialvielfalt bei den Metallpulvern, die beim Pulverauftragsschweißen zum Einsatz kommen kann, ähnlich hoch wie beim Lasersintern im Pulverbett. Außerdem ist man in der Lage, die Prozessparameter optimal auf den jeweiligen Bearbeitungsvorgang abzustimmen. Das ermöglicht vergleichsweise schmale Bearbeitungsbereiche bei trotzdem annehmbaren Auftragsraten. Denn je nach Material und Umgebungsbedingungen sind Auftragsraten von 1 mm und mehr je Durchgang oder Schicht realisierbar.



Besonders spannende Entwicklungen beim Pulverauftragsschweißen sind durch die Verwendung in sogenannten Hybridmaschinen zu verzeichnen, wie sie von der WFL Millturn GmbH sowie von DMG MORI auf den Markt gebracht wurden. In diesen Maschinen wird Pulverlaserauftragsschweißen mit herkömmlicher Zerspanung in ein und derselben Maschine vereint. In den Maschinen wird der Laserkopf wie ein Zerspanungswerkzeug vorgehalten und kann für den Verarbeitungsprozess eingewechselt werden. Dadurch können die additiven Operationen in allen Achsen des Bearbeitungszentrums genutzt werden und anschließend ohne Umspannen ein Finish über einen Zerspanungsprozess erfolgen.



In der DMG MORI LASERTEC 65 3D Maschine ist kombiniertes, additives und subtraktives Bearbeiten in einem Fräsbearbeitungszentrum möglich. (Bild: DMG MORI SEIKI)



Cladding – Kaltgasspritzen

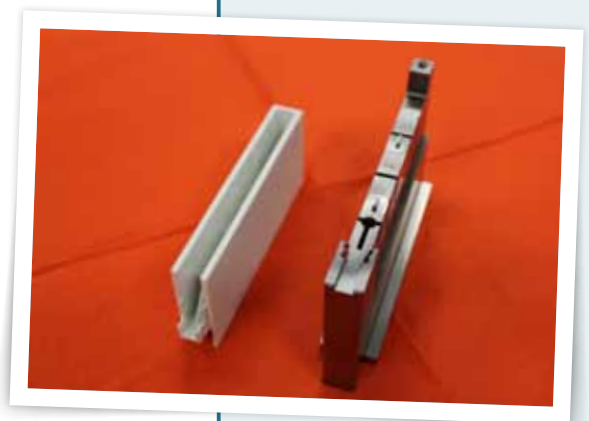
Additive Fertigung über Kaltgasspritzen ist ein anschauliches Beispiel dafür, wie bestehende Technologien für innovative Ideen eingesetzt werden können. Kaltgasspritzen wurde bereits im Jahre 1959 beschrieben und auch für Beschichtungszwecke im Turbinenbau umgesetzt. Das Verfahren basiert auf dem Prinzip des Kaltschmiedens.

Metallpartikel werden mit einem Trägergas auf mehrfache Schallgeschwindigkeit beschleunigt. Um ein Anhaften auf der Unterlage zu vereinfachen, wird das Partikel/Trägergasgemisch angewärmt oder das Trägergas vor dem Mischprozess erwärmt (Anm.: ggf. auch die Auftrefffläche). Beim Auftreffen auf der Unterlage deformieren sich die Partikel und gehen mit der Unterlage eine Bindung ein. Der gesamte Prozess spielt sich weit unter der Schmelztemperatur des verarbeiteten Metalles ab. Dadurch entstehen Schichten, die nicht von oxidativen Begleitprozessen beeinträchtigt werden. Diese

Schichten weisen eine hohe Materialdichte bei gleichzeitig homogenen Materialeigenschaften auf. In der Vergangenheit wurde dieses Verfahren lediglich für Beschichtungen verwendet und in geringem Maße, um Spaltmaße beispielsweise im Turbinenbau zu verringern. Die Firma Hermle Maschinenbau GmbH hat dieses Verfahren unter der Bezeichnung Metallpulverauftragsverfahren MPA in einer Hybridmaschine weiterentwickelt und für die Additive Fertigung wirtschaftlich nutzbar gemacht. Es können damit verschiedene Materialien verarbeitet werden. Ausgangsmaterial für das MPA-Verfahren sind Metallpulver mit Korngrößen von 25 bis 75 µm. Auch die Kombination verschiedener Materialien in einem Bauteil ist dadurch möglich.

oben Der Arbeitsraum des 5-Achsen-Bearbeitungszentrums von Hermle mit integrierter MPA-Technologie bei der Herstellung eines Werkzeugeinsatzes.

unten Das Hermle MPA-Verfahren eignet sich besonders für die Erstellung von Formen mit konturnahen Kühlkanälen für das Kunststoffspritzgießen. (Bilder: Hermle)





Additive Verfahren im Überblick – Teil 3:

Flüssigmaterialverfahren

Das älteste additive Fertigungsverfahren ist die Stereolithografie. Die „Mutter“ aller generativen Verfahren war Wegbereiter für die additiven Methoden im Bereich Rapid Prototyping und Rapid Manufacturing. Auf der Basis von flüssigen Ausgangsmaterialien wurden erstmals Modelle nicht zerspanend aus dem Vollen gefertigt. Aber auch andere Verfahren bedienen sich flüssiger oder pastöser Ausgangsstoffe, um virtuelle Modelle Realität werden zu lassen.

Im Bereich der Additiven Fertigung ist es oftmals nicht leicht eine genaue Kategorisierung der Verfahren vorzunehmen. Häufig können Verfahren leicht zu zwei oder gar drei Kategorien gleichzeitig gehören. Zu den Flüssigmaterialverfahren können all jene gezählt werden, bei denen der Aggregatzustand des Ausgangsmaterials zunächst flüssig ist. Dazu kann man auch honigartige bis pastöse Ausgangsstoffe zählen. Genau genommen müsste man demnach die Polyjet- oder MJM-Verfahren auch zu den Flüssigmaterialverfahren zählen. Da diese aber mehr einem Druckprinzip unterliegen, werden wir uns bei den Flüssigmaterialverfahren auf solche beschränken, bei denen das Materialsubstrat entweder

in einem Arbeitsbehälter oder Applikationsschale vorgehalten wird und somit flächig für den Schichtaufbau zur Verfügung steht.

Status und Entwicklung

Die auf flüssigen oder pastösen Photopolymeren basierenden Lösungen haben für die Industrie eine besondere Bedeutung. Mit diesen Verfahren lassen sich die glattesten Oberflächen erzeugen. Es sind auch Werkstoffe verfügbar, die am Ende des Verarbeitungsprozesses glasklar sind und dadurch auch die Möglichkeit bieten, beispielsweise Beleuchtungskörper oder durchsichtige Gehäuseteile herzustellen. Die Bauteile sind, je nach

Werkstoff, mechanisch belastbar, unmittelbar verwendbar und können sowohl für Ansichtsmodelle als auch für Nutzteile herangezogen werden. Speziell in der Herstellung von Grünlingen für den Feinguss oder aber in der Herstellung feinsten, komplexer Strukturen eignen sich diese Verfahren sehr gut. Durch die Möglichkeit auch große Teile in überschaubarer Zeit herzustellen, eignet sich die Stereolithografie beispielsweise auch für die Fertigung von Prototypen für Interieurteile in der Fahrzeugindustrie. Auch bei den flüssigkeitsbasierten Verfahren gehen die Entwicklungen im Materialbereich am schnellsten voran. Immer neue Werkstoffe erweitern auch hier ständig die Nutzungsmöglichkeiten.

Mit modernen Stereolithografiegeräten können auch transparente Teile mit glatten Oberflächen hergestellt werden. (Bild: 3D Systems)



Das Video
zum SLA-Verfahren



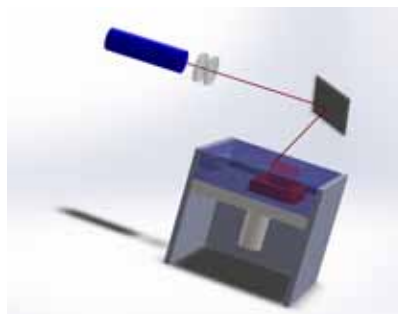
Stereolithografie, SLA

Die Stereolithografie, wohl die „Mutter“ aller additiven Fertigungsverfahren, wurde bereits im Jahre 1984 von Chuck Hull im kalifornischen Valencia entwickelt. Er gründete auch die Firma 3D Systems. Im Zuge dieser Entwicklung entstand auch die STL-Schnittstelle. STL steht für Standard Triangulation Language und bezeichnet eine Sprache zur Beschreibung von 3D Modellen mithilfe von Dreiecken.

Sie ist bis heute eine der Quasi-Standardschnittstellen für CAD-Systeme zum Austausch von Hüllgeometrien von CAD-Modellen. Dieses Datenformat findet bei den meisten Anwendungen im Bereich der Additiven Fertigung Anwendung für den Datenimport. Das STL-Format ist, ähnlich wie das PDF-Format für Dokumente, als allgemeines Format verbreitet.

Das Stereolithografieverfahren basiert auf der Verwendung von Photopolymeren, wie sie auch beim MJM und Polyjet-Verfahren verwendet werden.

Der schichtweise Aufbau des Modells erfolgt dadurch, dass ein Laserstrahl den Werkstoff aushärtet. Die Schichtstärken liegen dabei im Bereich von 0,05 mm bis 0,25 mm. In der Mikrostereolithografie sind sogar Schichtstärken von 0,001 mm erzielbar. Der Vorgang erfolgt in einem Bad, das mit dem Ausgangsstoff befüllt ist. Nach jedem Belichtungsschritt wird die Bauplattform wenige Millimeter in das Bad abgesenkt und auf eine Position zurückgebracht, die um das Maß der Schichtstärke unterhalb der vorhergehenden liegt. Eine Rakel nivelliert das Material und der Belichtungsvorgang beginnt von Neuem.



Alternativ kann aber auch ein umgekehrter Aufbau erfolgen, bei dem die Bauplattform von oben in ein Bad mit Photopolymer eingetaucht wird und von unten mittels eines Lasers schichtweise ausgehärtet wird (vgl. LCM bei den flächigen Verfahren). Über Stereolithografie erstellte Modelle müssen in der Regel im Nachhinein nochmal mithilfe einer UV-Lampe ausgehärtet werden. Nach dem Abtropfen und Reinigen kommen sie in eine UV-Kammer. Für Überhänge und Hinterschneidungen müssen teilweise Stützstrukturen mit angebracht werden. Diese werden vor dem Nachhärten, dem sogenannten „Curing“ entfernt.

Bei der Mikrostereolithografie entfallen häufig die Stützstrukturen sowie das Nachhärten. In der Industrie hat das Stereolithografieverfahren auch bei der Herstellung größerer Bauteile einen festen Platz, zumal sowohl farbige als auch glasklare Werkstoffe bis hin zu wachsähnlichen Werkstoffen (Anm.: beispielsweise bei den Geräten von DWS) verarbeitet werden können.

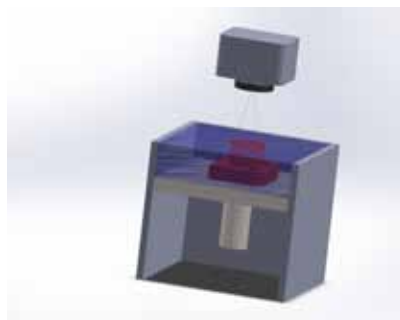


Flächige Verfahren, DLP, SGC, LCM

Auch die flächigen Verfahren mit flüssigen Ausgangsstoffen arbeiten mit Photopolymeren. Die Funktionsweise des Substratbades und die Schichtdefinition funktioniert im Grunde genauso wie bei der Stereolithografie.

Im Gegensatz dazu werden jedoch die Aufbauschichten nicht zeilenweise mit einem abgelenkten Laserstrahl gehärtet, sondern auf einmal mit einer UV-Lichtquelle belichtet. Diese funktioniert wie ein gewöhnlicher Projektor. DLP steht für Digital Light Processing. Es werden dabei Microspiegel, die in einer Matrix angeordnet sind, abgelenkt und es entsteht somit ein gerastertes

Bild. Die Auflösung des DLP-Arrays bestimmt auch über die Auflösung des Bauteils. Über die Intensität der Belichtung können verschiedene Eigenschaften, wie zum Beispiel der Aushärtegrad des Werkstoffes, beim Bauteil eingestellt werden. So können Stützgeometrien, die weniger stark belichtet werden, leichter entfernt werden.



Ganz ähnlich dem DLP-Verfahren wird beim Solid Ground Curing SGC jede Aufbauschicht auf einmal belichtet. Dazu werden jedoch zuvor erstellte Fotomasken benötigt, die für jede Bauschicht erstellt werden müssen. Durch den hohen Aufwand, den das Verfahren mit sich bringt, hat es jedoch an Bedeutung verloren und wird nur der Vollständigkeit halber erwähnt. Das LCM-Verfahren (Lithography-based

Ceramic Manufacturing) der Wiener Lithoz GmbH arbeitet im Gegensatz zu anderen flächigen Verfahren ähnlich einem umgedrehten Stereolithografieverfahren. Die Bauplattform wird nicht in einem Materialbad abgesenkt, sondern bewegt sich nach oben. Dabei wird das Bausubstrat in eine Wanne eingebracht, in der es mit einer Rakel glattgezogen wird. Dann senkt sich die Bauplattform bis auf Schichtstärke ab und wird von unten per DLP-Technik belichtet. Diese Methode wurde entwickelt, weil die Firma Lithoz für die Herstellung von Keramikbauteilen ein Gemisch aus Keramikpulver und Photopolymer verwendet. Da das Ausgangsmaterial eine hohe Viskosität aufweist, würde eine Verarbeitung wie bei der Stereolithografie die Performanz des Systems enorm beeinträchtigen. Die bei diesem Verfahren entstehenden „Grünlinge“ müssen nach dem Reinigen noch gesintert werden, wodurch der Polymer, der eigentlich nur als Binder dient, ausbrennt und das fertige keramische Werkstück zurücklässt. Der große Vorteil dieser Methode ist, dass mit unterschiedlichsten Materialien, die auch unterschiedliche Korngrößen aufweisen können, zuverlässige Ergebnisse erzielt werden können.



Das LCM-Verfahren von Lithoz – ein DLP Verfahren – eignet sich bestens für die Herstellung feinsten einbaufertiger, keramischer Bauteile. (Bilder: Lithoz)



Das Video
zum SCM-Verfahren





Additive Fertigungsverfahren im Fokus

Termin	24. – 27. November 2015
Ort	Frankfurt
Link	www.formnext.de

Mit der formnext in Frankfurt feiert im Herbst die neue Leitmesse für Werkzeug- und Formenbau und Additive Technologien/3D-Druck Premiere: Vom 24. bis 27. November 2015 wird Herstellern, Zulieferern und Entwicklern dieser dynamischen Branchen eine ideale Plattform geboten, um zielgruppengenaue Besuchern aus aller Welt ihre technologischen Highlights zu präsentieren.

Werkzeug- und Formenbau und Additive Technologien/3D-Druck wachsen angesichts immer kürzer werdender Produktionszyklen mehr und mehr zusammen. Bereits heute sind additive Fertigungsverfahren ein wesentlicher Bestandteil in der Produktionstechnik

und ihr Einfluss wird weiter steigen. Zugleich gewinnen internationale Absatzmärkte an Bedeutung und stellen die Branche vor Herausforderungen. „Für uns waren das klare Signale, die Idee einer internationalen Leitmesse in die Tat umzusetzen, auf der die ge-

samte Prozesskette vom Design bis zur Montage und Try Out abgebildet ist“, erläutert Sascha Wenzler, Bereichsleiter beim Veranstalter Mesago.

Internationale Hersteller und OEMs sollen die Gelegenheit haben, neue Kundengruppen und Zielländer zu erschließen – umgekehrt sollen sich die Einkäufer aus den verschiedensten Anwendungsbranchen schnell und unkompliziert über neue Produkte informieren können. Eine konzentrische Aufplanung der formnext in der rund 38.000 m² großen Messehalle 3 wird zeigen: Die Additiven Technologien bilden gemeinsam mit dem Werkzeug- und Formenbau den Kern der Branchen. Mesago setzt mit der neuen Messe formnext in jeder Hinsicht auf Qualität. So sollen beispielsweise alle namhaften Unternehmen der Branche als Aussteller gewonnen werden.



Die formnext bildet den tiefgreifenden Trend der Branche ab: Additive Technologien sowie der Werkzeug- und Formenbau gehören zusammen.

Additive und hybride Produktion mit 3D-Druck

In den letzten Jahren haben rasche Fortschritte im 3D-Druck nicht nur Endverbrauchern diese Technologie zugänglich gemacht, sondern auch in größerem Umfang neue Methoden der additiven und hybriden Produktion ermöglicht. Einem Bericht des Marktanalyse-Unternehmens IDC zufolge steht der 3D-Druck aktuell an der Schwelle zu breiter Einführung. Unternehmen beginnen, die Kosten- und Produktionsvorteile der Technologie zu erkennen und anzunehmen.

Autor: Jan Larsson / Siemens PLM Software



Durch Kombination von Materialauftrag und Zerspanung in einem einzigen CNC-Programm lassen sich komplexe Formen mit höchster Präzision erzeugen und fertigstellen. (Bild: DMG MORI)

IDC prognostiziert, dass sich die Anzahl verkaufter 3D-Drucker weltweit von 2012 bis 2017 verzehnfachen wird. Dieses Wachstum wird in erster Linie von Privatkunden und Kleinunternehmen getrieben, es hat jedoch auch wesentliche Auswirkungen auf die industrielle Produktion. Der 3D-Druck hat insbesondere die Möglichkeiten für Design und Entwicklung sowie für Produktion und Vertrieb von Produkten verändert. Diese Fortschritte haben sowohl Türen zu besonders sauberen, leichteren und absolut sicheren Produkten aufgestoßen als auch zu kürzeren Lieferzeiten und geringeren Kosten.

Die Herausforderung

Der 3D-Druck bietet Potenziale für die wesentliche Beschleunigung und Verschlan-
kung einzelner Prozesse, allerdings nicht ohne Herausforderungen. Die erste liegt im derzeitigen Stand und Reifeprozess der Technologie, in der Verfügbarkeit von Anwendungs-Know-how und in schwer zu beantwortenden Wirtschaftlichkeitsfragen begründet. Beispielsweise gestaltet sich in einer wechselnden Landschaft mit wenigen Anhaltspunkten die kalkulatorische Abwägung zwischen Werkzeugkosten und der Anwendung eines 3D-Druckverfahrens zur endformnahen Herstellung sehr schwierig. Produkthersteller, die diese Technologie heute aus dem Musterbau in die Produktion übertragen möchten, sind klassische „Frühanwender“ mit den typischen Schwierigkeiten, Investitionen

zu rechtfertigen und Umsetzungsent-scheidungen zu treffen. Deshalb sind für die erfolgreiche Implementierung in einer einzigen Produktionsanwendung Monate zu veranschlagen.

Darüber hinaus macht die Additive Fertigung die Umwandlung von CAD-Geometrien in STL-Dateien erforderlich. Das bringt inhärente Ungenauigkeiten ins Spiel, die um Größenordnungen über denen der traditionellen subtraktiven, also spanabhebenden Fertigung liegen. Zahlreiche weitere Herausforderungen machen zusätzliche Forschungsanstrengungen erforderlich, um die konsistente Herstellung eines Produkts zu gewährleisten. Die Additive Fertigung gestattet aktuell keine dynamische Überwachung des Prozesses, was bei konventioneller Zerspanung mehr oder weniger zum Standard gehört. Für den Übergang von traditionellen subtraktiven Fertigungstechniken zu additiven und letztendlich hybriden Verfahren werden nicht nur neue Maschinen benötigt, sondern auch eine neue Geisteshaltung und dazu passend Werkzeuge und Verfahren. Zudem entstehen neue Möglichkeiten für die Analyse und für neue Materialien.

Bedarfsgerechte und maßgeschneiderte Produktion

Zwei der primären Vorteile des 3D-Drucks sind die Möglichkeit, kundenspezifische Einzelstücke herzustellen und nicht norm-gerechte, komplexe Konstruktionen →

Die Evolution der Additiven Fertigung

In der industriellen Produktion gibt es den 3D-Druck bereits seit mehreren Jahrzehnten, allerdings nur in sehr engen Nischen – zunächst reserviert für den Musterbau per Stereo-Lithografie. Diese ermöglichte die Herstellung von Prototypen zur Unterstützung der Produktentwicklung, ihre Ergebnisse waren jedoch ursprünglich sehr fragil und rau und eigneten sich ausschließlich zur Veranschaulichung von Konzepten. Am Ende wurden die meisten Konstruktionen mittels traditioneller Methoden in

großen Mengen produziert, denn trotz der hohen Kosten des Werkzeugbaus senkt dieser Ansatz den Teilepreis und eignet sich hervorragend für hohe Stückzahlen. Auch erzielt man so üblicherweise eine bessere Oberflächenqualität.

Die Additive Fertigung hat sich seither aus der Stereo-Lithografie auf Basis von Flüssigpolymeren heraus weiterentwickelt. Zu den heutigen Möglichkeiten gehören Kunststoff- oder Metallpulver-

basierte Optionen wie selektives Laser-Sintern und Elektronenstrahlschmelzen oder der Mehrdüsen-3D-Druck sowie das FDM-Verfahren (Fused Deposition Modelling). Von Materialeigenschaften über Auflösung und Ausschussraten bis zum Handling haben sie alle verschiedene Vor- und Nachteile.

Klar ist jedoch, dass die Additive Fertigung konstruktive Möglichkeiten schafft, die mit traditionellen Methoden einfach nicht realisierbar sind.

in einem Stück zu produzieren. Das hat zahlreiche Vorteile, die Einsparungen bei Zeit, Ressourcen oder Kosten bringen können. Ein einfaches Beispiel ist die Herstellung von Streben. Statt eines massiven Stabs mit hohem Gewicht und der Notwendigkeit anschließender Verformung kann die im 3D-Druck erzeugte Variante hohl sein, im Inneren eine komplexe Konstruktion zur Versteifung aufweisen und gleich in der gewünschten Form gedruckt werden. Das Endprodukt ist stärker und leichter, wird in kürzerer Zeit und mit weniger Material gefertigt.

Zudem kann eine Konstruktion, für die mehrere Teile produziert und anschließend zusammengefügt werden müssten, als einzelnes Objekt gedruckt werden. Bei Anwendung konventioneller, spanabhebender Fertigungsverfahren können selbst recht unkomplizierte Baugruppen zahlreiche, separat zu produzierende Teile erforderlich machen. Das verursacht

Kosten und begrenzt die konstruktiven Möglichkeiten. Mittels additiver Herstellungsverfahren lässt sich das Objekt als einzelnes Teil in einem einzigen Arbeitsschritt produzieren und ist zugleich leichter und haltbarer. Die von additiven Produktionsverfahren gebotene geometrische Freizügigkeit bei kundenspezifischen Anpassungen ermöglicht nicht nur den beschleunigten Prototypenbau, sondern bedeutet auch, dass sich Grundkonstruktionen gemäß individueller Anforderungen anpassen lassen. In der Medizin bringt das die Möglichkeit, Teile wie künstliche Knie- oder Hüftgelenke, exakt zur Anatomie des Patienten passend herzustellen.

3D-Drucker ermöglichen nicht nur die Herstellung neuer Konstruktionen, sie bringen auch neue Materialien. Das beschränkt sich nicht auf den Übergang von Kunststoffen zu Metallen und Legierungen, sondern schafft völlig neue Materialgruppen, die für die traditionelle Fertigung

nie in Frage gekommen wären. Zu diesen gehören kalt verformbare und biologische Materialien für Anwendungen in der Lebensmittel- und Pharmabranche. Selbst eher traditionelle Metalle bieten Möglichkeiten zur Einführung von Dichtegradienten oder Material-Mischformen, die mit herkömmlichen Schmiede- und Gusstechniken nicht erzielt werden können.

Ein neues Konstruktions-Ökosystem

All dies weist einen aufregenden, innovativen Weg in die Zukunft der Produktion. Diese Vision umzusetzen, erfordert jedoch ein völlig neues Ökosystem für Konstruktion und Produktion. Auf der Entwurfsebene braucht es neue CAD-Werkzeuge für die Leichtbaukonstruktion mit komplexen Oberflächenmustern sowie Konstruktionsrichtlinien für die Additive Fertigung und Unterstützung für Mischmaterialien.

Die Additive Produktion ermöglicht einen komplexeren Aufbau – mit verborgenen, inneren Strukturen – der fertigen Teile. Derartige Strukturen bringen einen erhöhten Bedarf für Vorab-Festigkeitsanalysen zur Abschätzung der zu erwartenden Belastungsfähigkeit und zur Überprüfung der Vorgabenerfüllung in unterschiedlichen Szenarien. Eine erhöhte Komplexität des Aufbaus zieht auch zusätzliche Herausforderungen für die Qualitätssicherung nach sich, da klassische CMM-Messungen unter Umständen kein vollständiges Bild ergeben. Ebenso sind Erweiterungen der CAE-Analysesysteme um Werkzeuge für Topologie-Optimierung, Deformationsberechnung und Laser-Leistungsregelung erforderlich. In der Werkhalle werden neue CAM-Systeme vielachsige, additive Maschinen sowie hybride Produktionssteuerungen und -verfahren zu unterstützen haben.

Vor diesem Hintergrund muss auch das die Produktion umgebende Ökosystem überdacht werden. Die Fähigkeit, einzelne Teile auftragsspezifisch zu fertigen, ermöglicht den völligen Verzicht auf Teilelager, was wiederum zur Restrukturierung von Lieferketten führt. Schlussendlich verlangt all dies neue Fertigkeiten der MitarbeiterInnen sowie einen weitaus gemeinschaftlicheren Zugang zum gesamten Konstruktions- und Produktions-Lebenszyklus.



Pulver-Auftragsschweißen in einer mehrachsigen Maschine ermöglicht den additiven Aufbau entlang beinahe beliebiger Achsen und somit eine schnellere und flexiblere Teileherstellung. (Bild: DMG MORI)



Für den Betrieb dieser revolutionären, hybriden Bearbeitungsmaschinen stellt Siemens innovative Software-Lösungen bereit und nimmt innerhalb der CAD/CAM-Branche eine Führungsrolle ein.

Ein hybrider Ansatz

Die Additive Produktion ist trotz der zahlreichen Vorteile, die sie bringt, nicht ohne Schwächen, speziell bei Genauigkeit und Auflösung (Oberflächenstruktur). Die Lösung besteht in der Verfolgung eines hybriden Ansatzes, der additive Methoden und spanabhebende Bearbeitung in ein gemeinsames System integriert. Das Objekt wird dabei mittels additiver Produktionsverfahren hergestellt, seine feineren Details anschließend im Prinzip durch Abrasieren rauer Kanten fertiggestellt. Dieser Ansatz löst auch das Problem der Toleranzen und Genauigkeiten, da am fertigen Produkt gemessen und geglättet werden kann.

Die Möglichkeit, in kleinen Schritten Material hinzuzufügen oder abzutragen, schafft auch die Möglichkeit, Formen nachträglich anzupassen statt sie ganz neu zu konstruieren. Die Analyse- und Testphasen selbst lassen sich kürzer und genauer gestalten. Dieser Ansatz verbessert und vereinfacht auch Reparatur und Instandhaltung. Abgenutzte oder beschädigte Teile können einfach mit Material ergänzt und anschließend bearbeitet werden.

Fazit

Für einfache Produkte mit hohen Stückzahlen werden auf absehbare Zeit die traditionellen Produktionsmethoden erhalten bleiben. Additive und

hybride Fertigung bieten jedoch Möglichkeiten für völlig neue Branchen und einen neuen methodischen Ansatz für Konstruktion und Herstellung bestimmter Artikel. Die Anwendung additiver Fertigungsmethoden zur Herstellung bestimmter Teile ist wirtschaftlich eindeutig sinnvoll. Die Entwicklung des benötigten Prozesswissens kann jedoch eine gewaltige Investition in Zeit und Ressourcen erforderlich machen. Diesen Sektor aus der reinen Nischen- und Kleinmengenproduktion heraus zu entwickeln, braucht die Unterstützung der gesamten Branche bei der Entwicklung der Werkzeuge, die produzierende Betriebe benötigen, wenn sie ihre Produktionsmöglichkeiten mit additiven und hybriden Produktionsmaschinen erweitern.

Siemens PLM Software arbeitet beispielsweise daran, solche Maschinen direkt aus der Software NX heraus anzusprechen, sodass kein Daten- oder Genauigkeitsverlust durch den Umweg über Zwischenformate mehr entsteht. Additive und hybride Fertigungsmethoden verändern sich täglich. Ihre Entwicklung nimmt einen spannenden, innovativen Verlauf. Sie haben das Potenzial, völlig neue Branchen zu eröffnen und die Art und Weise zu revolutionieren, wie wir viele Herausforderungen bei der Schaffung von Produkten für beinahe alle Bereiche unseres Lebens angehen.

■ www.siemens.com/plm

voxeljet



3D-Drucksysteme

- Industrietaugliche 3D-Drucksysteme
- Effektiver Dauereinsatz durch robuste, hochwertige Komponenten
- Großformatige Bauräume bis 8 m³
- Druck von Formen mit komplexen Geometrien und Hinterschnitten



Dienstleistungs-Center Sandguss-Kerne und Formen

- Bauteilabmessungen bis zu 4 x 2 x 1 m
- geeignet für den Guss aller gängigen Leichtmetall-, Eisen- und Stahllegierungen
- Seriennahe Abgusseigenschaften



Feinguss-Modelle

- Modelle bis 1.060 x 600 x 500 mm
- Ideal für Feinguss dank optimalem Ausbrennverhalten
- werkzeuglose Herstellung der Ausschmelzmodelle

voxeljet AG

Paul-Lenz-Straße 1a 86316 Friedberg
Germany

info@voxeljet.com www.voxeljet.com

Die Verfahren im Überblick

	Detailverfahren	Material	Branchen / Anwendung
Pulverbettverfahren	Binderjetting 3D-Druck von Pulvermaterial mit Binder	Pulver-Binder-Mischungen v.a. aus Kunststoff, Metall (z.B. Kombination aus Edelstahl/Bronze, Nickel/ Chrom, Wolfram), Keramik, Gipspulver, Quarzsand, Zirkon; Binder z.B. auf Basis von Furan, Silikat, Phenol oder auf wässriger Basis	Prototypen, Feinguss, Urmodell und Kernerstellung für Luft- und Raumfahrt, Automotive, Anlagenbau, Gießerei- und Modellwerkstätten, Grünteile (werden anschließend mit anderen Technologien weiterverarbeitet), F&E
	SLS Selective Laser Sintering, Selektives Lasersintern	PA, PS, TPE, PAEK, kunststoffbeschichteter Formsand, Metallpulver (Al, Co, Cr, Ti, Hochleistungsstahl, Ni-Legierungen), Keramikpulver	Luftfahrt, Motorsport, Robotik, Automotive, Maschinenbau, Schmuck, Lifestyle, Medizin, Werkzeugbau, Rapid Prototyping, Design und Produktentwicklung
	SHS Selective Heat Sintering	Thermoplastische Kunststoffe	Herstellung von Prototypen und Modellen (z.B. für Architekten, Ingenieure, Designer, Bildungseinrichtungen)
	SLM Selective Laser Melting, Selektives Laserschmelzen	Kunststoff, Metall (z.B. Edelstahl, Legierungen aus Al, Ni, Ti, CoCh, Bronze, Edelmetalle), Keramik	Luft- und Raumfahrt (Leichtbaustrukturen), Automotive, Maschinenbau, Werkzeugbau, Medizin (z.B. med. Geräte, Zahnersatz, komplexe Titanimplantate), Rapid Prototyping, technische Bauteile, Kleinserien, Schmuck
	EBM Electron Beam Melting, Elektronenstrahlschmelzen	Metalle, deren Pulver entsprechend angepasst werden können: Titan Grade 2 Ti-6Al-4V, CoCr, Al-Legierungen, Stahl, Ni-Legierungen, IN	Luftfahrt (Turbinschaufel, Pumpenrad), Automotive (Turboladerrad), Medizintechnik (Implantate), Produktion von Prototypen und/oder Kleinserien
Freiraumverfahren	FDM, FFF Fused Deposition Modeling, Schmelzschichtung oder Fused Filament Fabrication	Draht aus thermoplastischem Kunststoff, Harz, Gemische aus Kunststoff (z.B. PLA, ABS, CoPolymere) mit unterschiedlichen Füllmaterialien wie Glas, Kohlenfasern, Holzanteile, Keramik, Metallpulver; Gummi	Prototypenbau, Architektur (Modellbau), Industriedesign/ Produktentwicklung, F&E, Bildungseinrichtung, Werkzeug- und Maschinenbau
	Contour Crafting	Flüssiger Spezialbeton oder Lehm	Gebäudebau
	WDM Wax Deposition Modeling	Wachs	Feingussformen für Dentaltechnik und Schmuckherstellung, Urformen für Abguss
	AKF Arburg Kunststoff Freiformen	Kunststoffgranulate z.B. ABS, PP, PC, einfärbbar	Ergänzung zum Spritzgießen; für die industrielle Herstellung voll funktionsfähiger Kunststoffteile, einzeln oder in Kleinserie, ausgelegt
	MJM Multijet Modeling, Polyjet Verfahren	Acryl-Photopolymere = UV-härtende Kunststoffe (ABS-ähnlich, hohe Festigkeit, hohe Flexibilität), mehrfarbig, Wachs, Wachsstützmaterial, elastische Materialien	Architektur, Automobil- und Elektroindustrie, Industrie- und Produktdesign, Medizin, Archäologie, Werbebranche, Schmuckindustrie
	LOM Laminated Object Manufacturing	Kunststofffolien (PVC), Metall (Aluminium), Keramikfolien, Papier	Anschauungsmodelle, Gussmodelle
	Cladding, Auftragsschweißen	Metallpulver, Schweißdraht, keramische Pulverwerkstoffe	Reparaturen teurer, großer Bauteile (wie Triebwerke, Turbinen), Aufbau von Funktionsschichten/Verschleißschuttschichten, Anbringung Flansche, komplexe Geometrien.
	Kaltgasspritzen	Geeignet sind duktile Werkstoffe wie Cu, Ag, Al, Ti, Ni	Einsatz in der Automobilindustrie; Neue im Bereich Werkzeugreparatur und Werkzeugbau und im Bereich der Mikrotechnik.
	EBW Electron Beam Welding, Elektronenstrahlschweißen	Metalllegierungen: Ti, Ta, W, Ni, Edelstahl, Al, Cu, Ni, Zirkonium, IN	Luftfahrtindustrie, Antriebssysteme, Turbinenschaufeln für Energieproduktion, Medizintechnik, Industrie, Marine
Flüssigmaterialverfahren	SLA Stereolithografie	Flüssige Photopolymere z.B. Epoxidharz, Kunststoffe mit PP- und ABS-ähnlichen Eigenschaften und Aussehen, Kunststoffe mit hoher Elastizität- und Formbeständigkeit, Detailwiedergabe und Genauigkeit	Prototypen im Maschinenbau, Automobilbau und Medizintechnik. Künftig auch Rapid Manufacturing.
	Mikro-SLA	Harz (z.B. Acryl)	Wie SLA
	DLP Digital Light Processing	Flüssige Photopolymere, es können sogar Keramikpartikel beigemischt werden, Acrylatmischungen, ABS-ähnliche Mischungen	Vor allem Prototypenherstellung (transparent und blickdicht), Medizin (z.B. Zahnimplantate, Hörgeräte, ...), Schmuck, Design, Architektur (Modelle), Haushalt
	SGC Solid Ground Curing	k. A.	k. A.
	LCM	Photosensitive Kunststoffmischung mit keramischen Partikeln aus Aluminiumoxid, Zirkoniumoxid, Tricalciumphosphat	Zur Herstellung technischer, keramischer Bauteile für Automobilbau, Sonder- maschinenbau, Elektronik, Medizintechnik, Schmuck, Haushalt (Gewürzmöhlen)

Aufgrund von Überschneidungen ist eine eindeutige Zuordnung manchmal schwierig. Ebenso werden die Verfahren permanent verfeinert, die Genauigkeiten steigen und die Baugeschwindigkeiten variieren je nach Hersteller oft enorm. Für eine eventuelle Verfahrens- oder Produktauswahl ist eine genaue Evaluierung angebracht. Diese Liste ist sicher noch erweiterbar, soll aber einen ersten Anhaltspunkt liefern, welche Verfahren für welche Anwendung in Frage kommen.

Technologie / Besonderheit	Genauigkeit / Eigenschaften	Bauraum (mm)	Schichtdicke	Baurate	Auflösung
Verkleben durch Bindemittel, Prozess erfolgt ohne Hitze (Reduzierung von Energiekosten und Unfallgefahr), Einfärben des Bindemittels möglich -> mehrfarbige 3D-Modelle	Erstellung formfester Teile, ggf. Nachbearbeitung durch Infiltration notwendig, schnell und preiswert, allerdings evtl. Defizite bei Belastbarkeit und Detailgrad	bis zu 4.000 x 2.000 x 1.000	0,15 bis 0,50 mm	60 bis 85 cm ³ /h bis zu 18 mm/h	600 dpi und mehr
CO ₂ -Laser, Faserlaser, Verbindung durch Wärme/Anschrömelzen und Abkühlen	Gewisse Materialinhomogenität, Detailgrad auf Materialkörner beschränkt; breite Materialauswahl; hohe therm. und mech. Belastbarkeit, Schrumpfungsgrad muss berücksichtigt werden	200 x 250 x 330 bis 700 x 380 x 580	1 bis 200 µm	k. A.	k. A.
Schrömelzen des Bindemittels durch Wärme (z.B. Lichtbogen)	k. A.	200 x 157 x 140	0,1 mm	2 bis 3 mm/h	k. A.
Verbindung durch vollständiges Schrömelzen und Abkühlen, geringe Arbeitsgeschwindigkeit	Riss- und porenfreie Struktur, hohe Dichte, auch hier Schrumpfungsprozesse schon durch die Maschine mitberechnen, Detailgrad durch Größe der Pulverpartikel limitiert	125 x 125 x 75 bis 800 x 400 x 500	20 bis 200 µm	5 bis 105 cm ³ /h abhängig von Material, Größe/Art des Geräts, Größe des Modells	k. A.
Verbindung durch vollständiges Schrömelzen und Abkühlen unter Vakuum	Endformnahe Bauteile, minimale Nachbearbeitung	200 x 200 x 180 bis 350 x 380 (Durchm.)	50 bis 100 µm	55 bis 80 cm ³ /h	0,13 bis 0,2 mm
Beheizte Düse schmilzt Draht, anschließende Erhärtung durch Abkühlung	Geringere Stabilität, einzelne Schichten meist deutlich sichtbar	127 x 127 x 127 bis 980 x 1050 x 1100	100 bis 1.000 µm	bis 150 mm/h	k. A.
Großformatige Portalroboter (Drucker muss größer als das Gebäude sein)	Noch keine Vergleichswerte für Langlebigkeit oder Stabilität	k. A.	5 bis 10 mm	k. A.	k. A.
Beschränkung auf kleine Teile, geringe Arbeitsgeschwindigkeit	Hohe Auflösung, hohe Detailtreue, Oberflächenbehandlung kaum notwendig	152 x 152 x 102 bis 500 x 400 x 200	16 bis 51 µm		bis zu 5.000 x 5.000 x 8.000 dpi
Auftragen kleiner Tröpfchen, die sich beim Abkühlen miteinander verbinden. Austrageinheit fest, Bauplattform bewegt sich.	Dichte Bauteilstruktur, Oberflächengüte macht Nachbearbeitung oft überflüssig	230 x 135 x 250	Düsengröße von 150 bis 300 µm	je feiner die Düsengröße, umso langsamer	0,2 bis 0,3 mm
Einzelne Schichten werden gedruckt und mit UV-Licht ausgehärtet, begrenzte Verarbeitungsgeschwindigkeit, mehrere Materialien gleichzeitig möglich.	Kein nachträgliches Bearbeiten oder Infiltrieren notwendig	298 x 185 x 203 bis 533 x 381 x 300	16 bis 32 µm	6,5 mm/h	375 x 375 x 790 bis 750 x 750 x 1600 dpi
Einzelne Schichten werden laminiert und die Kontur geschnitten	k. A.	170 x 220 x 415	80 bis 150 µm (Papier)	2 bis 4 mm/h	k. A.
Draht- oder Pulverauftragsschweißen (auch geeignet für Hybridmaschinen) . hohe Aufheiz- und Abkühlgeschwindigkeiten, genaue Steuerung der Energie des Laserstrahls erforderlich	Nachbearbeiten wie Fräsen oder Drehen sind meist notwendig	735 x 650 x 560	1 mm und mehr oder auch eine Genauigkeit von 0,1 bis 0,8 mm	1 kg/h abhängig vom Material	k. A.
Metallpartikel und Trägergas werden auf mehrfache Schallgeschwindigkeit beschleunigt und vorgewärmt. Diese gehen beim Auftreffen eine Bindung mit der Unterlage ein.	Hohe Materialdichte bei gleichzeitig sehr guten Materialeigenschaften, keine Porosität, keine therm. Gefügeveränderung	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
Kommt ohne Schutzgas aus	Große Vielfalt in der Eindringtiefe von dünnen Folien bis über 6 cm	711 x 635 x 1.600 bis 5.791 x 1.219 x 1.219	k. A.	k. A.	k. A.
Der flüssige Werkstoff wird durch einen Laser ausgehärtet	Nachträgliches Aushärten durch	bis zu 380 x 380 x 250	0,05 bis 0,25 mm	k. A.	bis zu 585 dpi
Aushärtung durch UV-Projektor	UV-Licht notwendig	43 x 27 x 150	1 µm	10 bis 14 mm/h	bis zu 4.000 dpi
Der flüssige Werkstoff wird mit einer UV-Lichtquelle belichtet, je nach Belichtungsdauer untersch. Härte -> Stützmaterial wird kürzer belichtet	Nachträgliche Aushärtung durch	60 x 45 x 100 bis 192 x 120 x 230	1,4µm-200µm	3 bis 7 mm/h	1400 x 1050 Pixel 1920 x 1200 Pixel
Ähnlich wie DLP-Verfahren, zuvor erstellte Fotomasken sind notwendig	UV-Station	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
Bauplattform wird aus dem Werkstoffbad nach oben bewegt und von unten belichtet. Durch nachträgliches Sintern wird Polymer angetrieben. Keramik bleibt zurück.	Hohe Oberflächengenauigkeit und Dichte, hohe Temperaturbeständigkeit	76 x 43 x 150 mm	25 bis 100µm	2,5 bis 10 mm/h	635 dpi

Additive Manufacturing wird zum entscheidenden Wettbewerbsfaktor



“Die Vielfalt der Technologien ist groß, die Zahl der Anwendungsgebiete und das Potenzial sind gewaltig!

Rainer Gebhardt

VDMA-Experte für industriellen 3D-Druck und Projektleiter AG Additive Manufacturing im VDMA

Der VDMA (Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.) ist mit über 3.200 Mitgliedern der größte Industrieverband in Europa. Vom Kleinbetrieb über die „Hidden Champions“ des Hightech-Mittelstands bis hin zu Weltkonzernen wird dieses Exzellenz-Netzwerk geschätzt. Sie nutzen die Verbands-Dienstleistungen, um so die eigenen technologischen Kompetenzen zu stärken und international auszubauen. Wir haben Rainer Gebhardt, VDMA-Experte für industriellen 3D-Druck und Projektleiter AG Additive Manufacturing im VDMA, zum Interview getroffen.

Das Gespräch führte Georg Schöpf / x-technik

Herr Gebhardt, Sie sind VDMA-Experte für Additive Fertigung in der Industrie. Was fasziniert Sie persönlich – als einen mit herkömmlichen Fertigungsverfahren groß gewordenen Maschinenbauer und langjährigen Mitarbeiter einer F&E-Abteilung – an den Additiven Fertigungsverfahren?

Die schier zahllose Flut an neuen Möglichkeiten, die sich nun verwirklichen lassen: Vom Scharnier ohne Gelenk oder einer Luftführung, die ohne komplizierte Bohrungen auskommt, Kühlsysteme mit bisher unvorstellbaren Leistungsmerkmalen bis hin zum Umstand, dass wir dank der Schichtbauweise die innere Struktur von Flügelknochen einer Möwe nachbilden können.

Der andere Aspekt, der mich begeistert, ist, dass den Anwendungsgebieten keine Grenzen gesetzt zu sein scheinen. Mich erreichen Anfragen von Bauteilen mit aller kleinsten Mikrostrukturen für Präzisionswerkzeuge bis hin zu Reparaturen im Schwerma-

schinenbau für den Bergbau. Von einer Lernwerkstatt für ein SOS-Kinderdorf in Madagaskar bis hin zur Hightech für Luftfahrt. Alle mit ihren Vorstellungen, wie sie diese Technologien für sich sinnvoll einsetzen können.

Was ist für Maschinen- und Anlagenbauer das Bahnbrechende an den additiven Fertigungsverfahren?

Additive Manufacturing-Technologien sind werkzeuglose Herstellungsverfahren, die den schichtweisen Aufbau von Bauteilen aus digitalen Daten erlauben. Diese werkzeuglosen Herstellungsverfahren verändern die Art der Konstruktion radikal und eröffnen somit vollkommen neue Gestaltungsfreiräume. Argumente für den Erfolg der Technologie und für das breite Interesse gibt es viele: neue Konstruktionsfreiräume, schnelle und werkzeuglose Herstellung von Prototypen, Potenziale zur Reduzierung von Kosten in der Lagerhaltung, Leichtbau, Flexibilität in der Produktion, Individualisierung und Logistik, um nur einige zu nennen.

Wird Additive Fertigung herkömmliche Fertigungsmethoden ersetzen?

Bei aller Euphorie sollte man sich nicht darüber hinweg täuschen lassen, dass die Geometrie eines Bauteiles häufig nur ein Bruchteil der Ingenieurleistung ist. Bauteileigenschaften wie Verschleißfestigkeit, Bruchfestigkeit und Verformungseigenschaften sind Merkmale, die sich nicht einfach mit einem Datenfile und einer Handvoll Pulver erzeugen lassen. Ausgereifte Funktionsteile und hochwertige Massenteile des etablierten Maschinenbaus wird die Additive Fertigung sicherlich nicht ersetzen, aber ergänzen!

Welches sind die kritischen Faktoren, damit sich generative Verfahren auch in der industriellen Fertigung durchsetzen?

Um neue Fertigungsverfahren in der Industrie zu etablieren, braucht es Vertrauensaufbau. Die Werkzeuge, um dies zu erreichen sind: Industriestandards und eine solide Basis an Produktionsmöglichkeiten, sowohl was die Maschinen als auch was die Fertigungsstätten betrifft. In diesem Zusammenhang sind in unserer Arbeitsgemeinschaft die Themenschwerpunkte gesetzt worden auf Automatisierung in der Produktion und Arbeit an Qualitätsmerkmalen, die perspektivisch in Maschinenabnahmen und Zertifizierung von Fertigungsprozessen münden sollen.

Ist Additive Fertigung noch Zukunftsmusik? Gibt es Industriebereiche, in denen diese Verfahren bereits eingesetzt werden?

Additive Manufacturing ist in vielen Fällen heute schon eine hervorragende Methode, um Entwicklungsprozesse zu beschleunigen und Sonderwünsche zu erfüllen. Ein Werkzeughersteller unserer Arbeitsgemeinschaft beispielsweise fertigt seine Bohrer additiv, da herkömmlich gefertigte Bohrer in diesem Durchmesser nicht mit Kühlkanälen versehen werden können. Ein anderes Mitglied, ein Engineering-Büro im süddeutschen Raum, entwickelt für den Lebensmittelverpackungsbereich Greifersysteme. Diese Kunststoff-Systeme zeichnen sich durch →

3D-Printing Forum am 5. Mai in Wien:

Am Zahn der Zeit

Das Jahresforum für generative Fertigungsverfahren ging am 5. Mai 2015 in die nächste Runde. 140 Teilnehmende beschäftigten sich einen Tag lang intensiv damit, wie mit Additive Manufacturing vom Prototyp über Werkzeuge bis hin zum Endprodukt bereits heute wettbewerbsfähige Fertigung möglich ist.



Die Vielfältigkeit, Trends und Technologien der Additiven Fertigung stehen beim Austrian 3D-Printing Forum im Mittelpunkt.

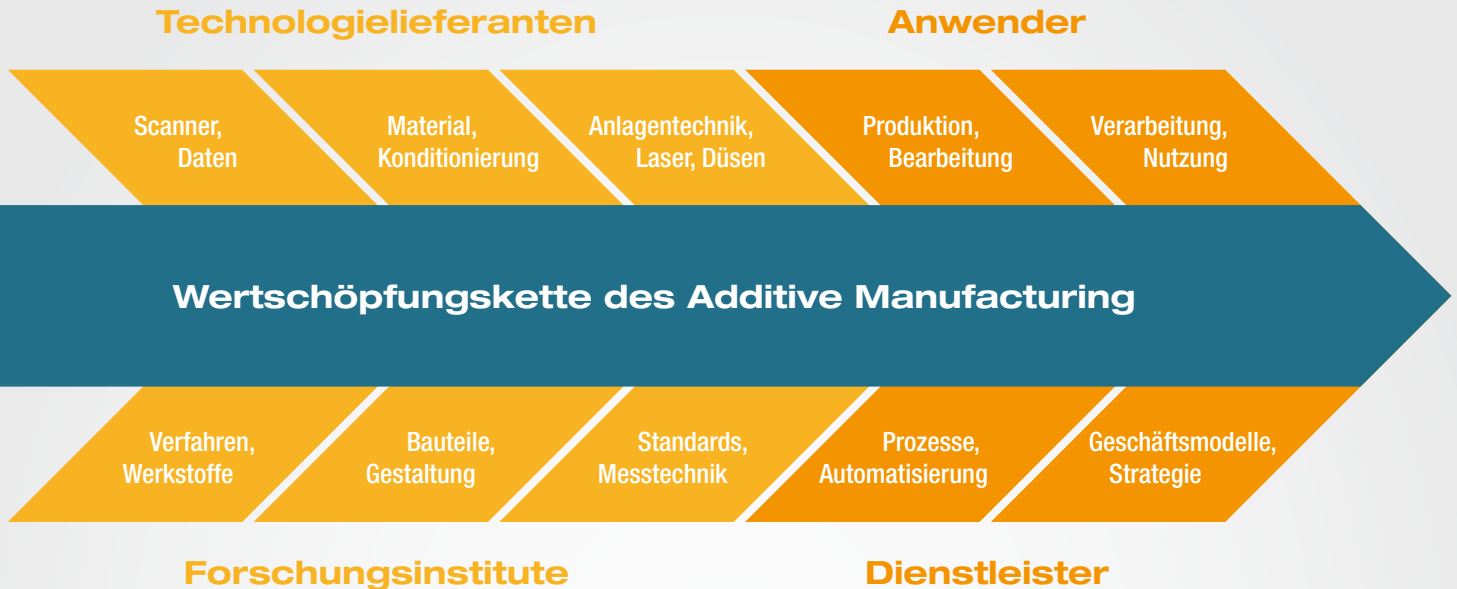
Neben Trends und neuen Entwicklungen in den unterschiedlichen Verfahren gab es diesmal eine Anwendersession, bei der Unternehmen wie Otto Bock über ihren Weg zur Integration Additiver Fertigung sprachen. Das Forum umfasste fünf internationale Keynote-Sprecher, Erfahrungsberichte sowie eine Übersicht über praxiserprobte Verfahren.

„Die Möglichkeiten der generativen Fertigungsarten wie 3D-Drucken werden die heute etablierten Unternehmensprozesse sehr stark verändern. Der Traum der Konstrukteure, funktionsgerecht zu entwerfen und unabhängig von fertigungstechnischen Hürden zu sein, lässt sich nun weitgehend realisieren. Ich freue mich darüber, dass sich das Austrian 3D-Printing Forum als die jährliche Plattform für Additive Fertigung in Österreich etabliert hat“, so Harald Bleier, Mechatronik- und Kunststoff-Clustermanager bei ecoplus, über die Bedeutung der Additiven Fertigung.

Dem kann sich Helmut Blocher von Succus Wirtschaftsforen, dem Veranstalter, nur anschließen: „Die Anzahl der Teilnehmenden zeigt, dass wir mit dem Forum den Informationsbedarf der Industrie treffen. Daher freuen wir uns schon auf die Fortsetzung im nächsten Jahr. Dann wird das Forum am 10. Mai 2016 parallel zur Smart Automation Messe im Kongresszentrum der Messe Wien stattfinden.“

■ www.succus.at

Additive Manufacturing Beteiligte der Arbeitsgemeinschaft



Funktionsintegration aus: Mechanik und Pneumatik sind in einem einzigen additiv gefertigten Bauteil integriert und dadurch besonders leicht. Spezialanwendungen wie Leichtbau und bauroptimierte Konstruktionen sind vielversprechende Aktionsfelder für die generativen Verfahren. Konstrukteure, die das klassische Maschinenbau-Know-how mit den Konstruktionsmöglichkeiten additiver Methoden verbinden, haben die Nase vorn, wenn es darum geht, die Leistungsfähigkeit von Baugruppen zu optimieren.

Wie viel Know-how müssen Nutzer von Additiven Verfahren im eigenen Haus vorhalten?

Das Spektrum des Einsatzes von Additiver Fertigung bei den Mitgliedern unserer Arbeitsgemeinschaft ist unvorstellbar breit. Einige Mitglieder spezialisieren sich auf ein Verfahren und dann auch auf ein Material und optimieren diese kontinuierlich für ihre eigene Anforderung. Dieses Know-how nutzen sie dann, um Werkzeuge herzustellen oder auch Bauteile, die in kleineren Stückzahlen zum Einsatz kommen. Andere

wiederum, meist größere Unternehmen, bauen in ihren Entwicklungsabteilungen Know-how zu verschiedenen Schichtbauverfahren auf. Die Know-how-Träger identifizieren dann bei den eigenen Produkten Bauteile bzw. Baugruppen, für die eine Fertigung mit Additive Manufacturing unter wirtschaftlichen oder Performance-Gesichtspunkten sinnvoll erfolgen kann. Die tatsächliche Fertigung wird häufig an professionelle Lohnfertiger extern vergeben, die das gewählte Verfahren im Detail beherrschen. Darüber hinaus bieten auch Engineering-Büros das komplette Paket an Dienstleistung an. Diese übernehmen dann auch die Identifikation von für Additive Fertigung geeigneten Bauteilen oder Funktionsgruppen, beraten hinsichtlich der Auswahl des geeigneten Verfahrens und bieten oftmals auch an, dieses Produkt zu liefern.

Vor welchen Herausforderungen stehen die Technologien heute?

Die Performance der Systeme muss sich verbessern und die Investitionskosten für die Anlagen müssen im Verhältnis stimmen. Die Materialkosten werden

sich auf einem gesunden Niveau einpendeln. Da die Technologie am Anfang steht, sind hier noch große Potenziale zu erwarten.

Was ist Ihnen noch wichtig?

Wichtig ist mir darauf hinzuweisen, dass es sich bei Additive Manufacturing nicht einfach nur um ein Herstellungsverfahren handelt, sondern vielmehr schon bei der Konzeptionierung eines Bauteils begonnen werden muss. Wer Additive Fertigung maximal gewinnbringend einsetzen möchte, wird nicht einfach ein herkömmliches Bauteil additiv fertigen, sondern ist gut damit beraten, bei der Konstruktion alle Freiheitsgrade dieser schichtenden Verfahren auszuschöpfen.

Mit dem Blick auf das, was heute schon geht, bin ich der Überzeugung, dass in wenigen Jahren Additive Manufacturing für Akteure im Maschinen- und Anlagenbau wettbewerbsentscheidend sein wird.

Vielen Dank für das Gespräch.

■ www.vdma.org

3D-Lasersintern – Erste serienreife
Anwendungen im Werkzeugbereich bei Mapal:

Zerspanungswerkzeuge aus dem 3D-Drucker

Die Möglichkeiten der Additiven Fertigung sind scheinbar grenzenlos. Im momentanen Hype um die neue Technologie loten Forscher und Entwickler mögliche Anwendungsfelder für den Einsatz von 3D-Druckern aus. Als einer der ersten Hersteller von Zerspanungswerkzeugen hat Mapal bereits 2013 in einen 3D-Drucker investiert, um mittels Lasersintern ganz neue Wege bei der Herstellung von Werkzeugen zu beschreiten. Die ersten Projekte wurde nun zur Serienreife gebracht.

Die Technologie des Lasersinterns bietet Herstellern von Präzisionswerkzeugen hohe Freiheiten. Innerhalb des Bauraums des Laserdruckers können Werkzeuggeometrien unbeeinträchtigt durch Maschinenaufspannungen, Werkzeuge und Fertigungsmittel hergestellt werden. Auch ist eine breite und sich ständig erweiternde Palette an Werkstoffen für das Lasersinternverfahren verfügbar. Mapal hat daher versucht, mittels Lasersintern Werkzeuge

zu produzieren, die auf konventionellem Wege nicht oder nicht optimal hergestellt werden können. Ein Beispiel sind kleine Durchmesser des 2013 im Markt eingeführten Wendeplattenbohrers QTD.

Mittels Lasersintern optimale Kühlkanalausführung möglich

Der QTD ist standardmäßig ab Durchmesser 13 mm erhältlich. Dafür ist u. a. die Kühlkanalführung des Grundkörpers verantwortlich. Üblicherweise wird bei Grundkörpern mit konstanter Spiralsteigung für Wendeplattenbohrer das Kühlmittel zentral nach vorne geführt und dann über eine Ypsilon-Gabelung an die Schneiden verteilt. Je kleiner der Grundkörper ist, desto mehr beeinträchtigt diese Kühlmittelführung die Leistungsfähigkeit des Werkzeugs – denn durch die zentrale Führung wird der Kern des Bohrers geschwächt und instabil. Darüber hinaus müssen die Kühlkanäle zunehmend kleiner ausgeführt werden. So ergibt sich ein abnehmender Durchfluss an Kühlmittel bis nach vorne an die Schneide. Stahl-Grundkörper mit gewendelt geführten Kühlkanälen – im Vollhartmetallbereich gängig – sind in kleinen Durchmessern bislang nicht üblich.

Der Einsatz des Lasersinterns zur Herstellung des Grundkörpers eröffnet



Mapal stellt aktuell die Grundkörper im Durchmesserbereich 9 bis 12 mm mit gewendelten Kühlkanälen auf einem 3D-Drucker her.

geometrische Freiheiten. So werden aktuell Grundkörper im Durchmesserbereich 9 bis 12 mm mit gewendelten Kühlkanälen auf dem 3D-Drucker hergestellt. Diese Auslegung ermöglicht im Vergleich zur zentralen Kühlmittelführung mit Umlenkungen einen um 100 % gesteigerten Kühlmitteldurchfluss, speziell durch von der Kreisform abweichende Kühlkanalprofile. Möglich sind darüber hinaus Hybridmodelle, bei denen die konventionelle und die additive Sinterfertigung kombiniert werden, um die Wirtschaftlichkeit im Herstellprozess weiter zu verbessern.

Gewichtsreduktion bei Reibahlen

Eine weitere Neuentwicklung von Mapal sind lasergesinterte Außenreibahlen. Auch hier nutzt das Unternehmen die Möglichkeiten des 3D-Druckverfahrens, um die Leistungsfähigkeit der Werkzeuge zu steigern. Ein rippenförmiger Innenaufbau reduziert das Gewicht der Reibahlen um mehr als die Hälfte. Diese Optimierung ermöglicht es dem Anwender seine Bauteile nun deutlich schneller und mit höherer Genauigkeit zu bearbeiten.



Herstellung von Grundkörpern für den Wendeplattenbohrer QTD mit dem 3D-Lasersinternverfahren.

■ www.mapal.de

Die Fotec macht Forschungsergebnisse im Bereich Additiver Fertigung für die Industrie nutzbar:

Forschung trifft Industrie

An Universitäten und Fachhochschulen werden oft neue Ansätze und Verfahren entwickelt. Damit diese auch den Weg in die Industrie finden können, benötigt es forschungsnahe Unternehmen wie die Fotec. Diese machen Forschungsergebnisse und akademische Methoden fit für die Wirtschaft und helfen bei der Umsetzung in die Praxis.

Autor: Georg Schöpf / x-technik

Die FOTEC Forschungs- und Technologietransfer GmbH ist das Forschungsunternehmen der Fachhochschule Wiener Neustadt für Wirtschaft und Technik GesmbH. Die Fotec wurde 1998 gegründet und beschäftigt aktuell 35 Mitarbeiter.

Aufgabe des Unternehmens ist es, die technisch-wissenschaftlichen Studiengänge der Fachhochschule Wiener Neustadt bei der Initiierung und Umsetzung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zu unterstützen. Es steht in enger Verbindung mit nationalen und internationalen Auftraggebern, Kooperationspartnern, Universitäten und Hochschulen, Forschungseinrichtungen sowie Förderstellen und stellt somit eine Schnittstelle zwischen Lehre, Wissenschaft und Industrie dar.

Angesiedelt ist die Fotec im Technologie- und Forschungszentrum Wiener Neustadt (TFZ-Wiener Neustadt), welches sich nur wenige Meter von der Fachhochschule ent-

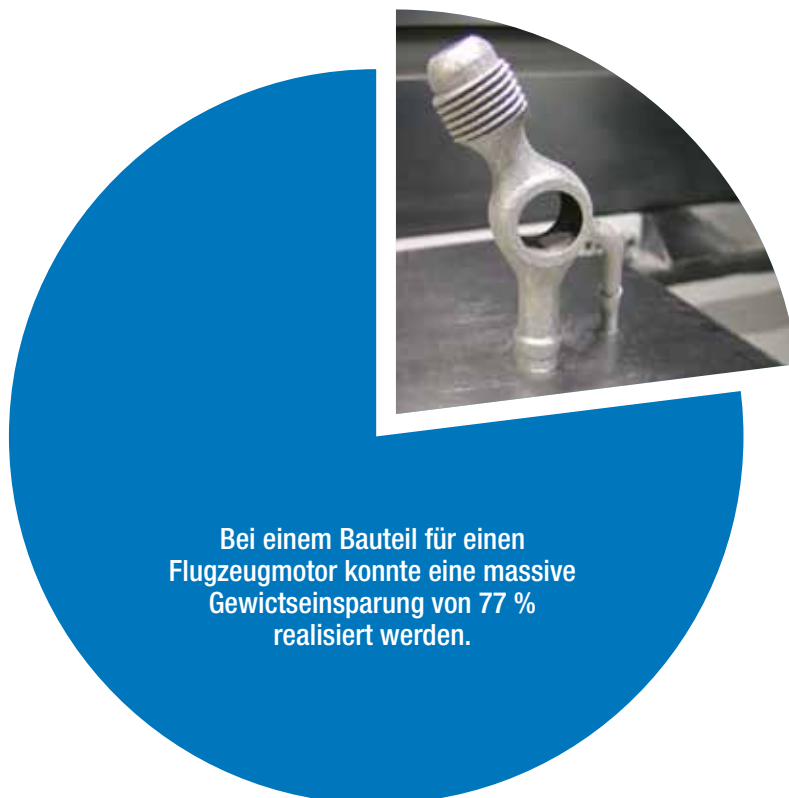
fernt befindet. Sie betreibt die drei Bereiche Innovative Software Systems, Aerospace Engineering und Engineering Technologies.

Geht es im Bereich Innovative Software Systems im Wesentlichen um Softwareentwicklungen und im Bereich Aerospace Engineering hauptsächlich um die Entwicklung miniaturisierter Antriebssysteme und neuartige Energiespeichersysteme, so steht im Bereich Engineering Technologies das Thema Additive Fertigung im Mittelpunkt.

Schulterschluss mit Fachhochschule

„Da in allen drei Bereichen eine Angliederung zu den jeweils analogen Studiengängen besteht, wird unser Team regelmäßig um Studierende der Fachhochschule erweitert. So entstanden in der Vergangenheit schon spannende interdisziplinäre Arbeiten aus unterschiedlichen Fachbereichen, wie zum Beispiel eine ‚in situ-Prozessüberwachung‘ für das Laser Beam Melting Verfahren. Ein Thema, das im Hinblick auf konsistente Bauteilqualität aus Additiver Fertigung sicher noch an Bedeutung gewinnen wird“, beschreibt Helmut Loibl, Geschäftsführer der Fotec den engen Schulterschluss mit der Fachhochschule.

Erklärtes Ziel der Niederösterreicher ist es, neu gewonnene Erkenntnisse und Know-how aus der Luft- und Raumfahrttechnologie für andere Industriezweige nutzbar zu machen. Dazu zählen sie insbesondere auch die Möglichkeiten und Methoden der Additiven Fertigung. Dabei weist Loibl auch mit Nachdruck darauf hin, dass für die Nutzung generativer Verfahren ein verändertes Denken hinsichtlich Konstruktion und Teileauslegung erforderlich wird. „Wir bieten Unternehmen die Möglichkeit, das erforderliche Know-how nicht allein aufbauen zu müssen, sondern auf die Unterstützung eines Forschungsunternehmens zurückgreifen zu können“, führt er weiter aus. Aber auch begleitende Themen zur Additiven Fertigung werden seitens Fotec behan-





Selektives Laserschmelzen (Laser Beam Melting) ist das Verfahren, welches bei Fotec für Verfahrensentwicklungen herangezogen wird.

delt. „Bei dem ganzen Hype um die generativen Verfahren, die in der Gesellschaft ja gerne unter dem Begriff 3D-Druck in einen Topf geworfen werden, werden so manche Aspekte einfach übersehen“, bemerkt Markus Hatzenbichler, Leiter für Additive Fertigung bei der Fotec. „Was dabei häufig gar nicht berücksichtigt wird, sind die rechtlichen Gesichtspunkte. Das beginnt beim Schutz geistigen Eigentums bei der Verwendung von Modellen, die im Internet kursieren, bis hin zu Haftungsaspekten bei der generativen Herstellung von Ersatzteilen. Da ist noch viel Rechtsbildung notwendig“, geht er ins Detail.

Industriekooperationen

Zu diesem Zweck geht die Fotec auch regelmäßig Kooperationen mit Industrieunternehmen und anderen Forschungseinrichtungen ein. Aktuellstes Vorhaben ist die Mitwirkung der Wiener Neustädter Ideenschmiede am „AddManu.at“-Projekt. Bei diesem Leitprojekt handelt es sich um ein nationales Forschungsnetzwerk mit internationalem Beirat zur Etablierung der Additiven Fertigung in der österreichischen Wirtschaft. Es werden jene vier Verfahren betrachtet, die aus der Sicht der Netzwerkpartner das größte Potenzial für

die industrielle Nutzung und das größte Entwicklungspotenzial bieten. Diese Verfahren sind im Detail lithografie-, laser-, extrusions- und binderbasierend. Aufbauend auf langjährigen Erfahrungen und intensiven Recherchen werden im Projekt jene Problemstellungen behandelt, die Hürden für die weitere Entwicklung und/oder wirtschaftliche Anwendung darstellen oder ein hohes Innovationspotenzial aufweisen.

Mehrdimensionale Entwicklung

Die F&E-Aktivitäten werden im „AddManu.at“-Projekt in die Bereiche Werkstoffentwicklung, Design und Auslegung, prozessspezifische und anwendungstechnische Aspekte gegliedert, und dies jeweils für Metalle sowie für Nichtmetalle. Übergeordnete Themen wie die Systemintegration werden in einem eigenen Arbeitspaket abgehandelt.

Ein wesentlicher Aspekt des Projektes ist dabei die Entwicklung neuer Werkstoffe und hybrider Werkstoffsysteme. Denn auch bei additiv hergestellten Bauteilen sind stets die Gebrauchs- und Verarbeitungseigenschaften ein erhebliches Qualitätsmerkmal. Diese werden in der Regel hauptsächlich →



“ Es ist wichtig festzustellen, an welchen Punkten man mit Additiver Fertigung im industriellen Umfeld ansetzen kann. Wir sehen es als unsere Aufgabe als Forschungsunternehmen, den Betrieben dabei Hilfestellungen zu geben und den Blick für die Möglichkeiten zu öffnen.

DI (FH) Helmut Loibl MSc., Geschäftsführer Fotec



lich durch die eingesetzten Materialien bestimmt. Verbesserungen in diesem Bereich werden ebenso angestrebt, wie Erkenntnisse über die Materialeigenschaften hinsichtlich strukturmechanischer Belastbarkeit, thermischen und chemischen Eigenschaften, insbesondere im Vergleich zu herkömmlich verarbeiteten Werkstoffen.

Kreativität im Vordergrund

Das Innovationspotenzial der Additiven Fertigung wird nach Ansicht der Projektpartner von AddManu.at primär von der Kreativität der Designer bzw. der Nutzung modernster Auslegungssoftware in Richtung Leichtbau bzw. Materialeffizienz bestimmt. Durch Kopplung der Methoden der Topologie- und Gestaltoptimierung mit den spezifischen Eigenheiten der Additiven Fertigung sowie Ergänzungen hin zu extrem filigranen Gitterstrukturen sollen neuartige Lösungen entstehen und neue Anwendungsbereiche erschlossen werden. Umso wichtiger erscheint es ihnen,

dass hinsichtlich der Nutzung generativer Methoden Konstruktionsrichtlinien und Arbeitsmodelle entwickelt werden, die dem industriellen Anwender klare Hilfestellungen geben. „Funktionsgerechtes und fertigungsgerechtes Konstruieren unter Berücksichtigung der Möglichkeiten Additiver Fertigung ist der Schlüssel für einen wirtschaftlichen Einsatz dieser Technologien“, hebt Loibl hervor.

Konkrete Industrieprojekte

Forschung wird bei Fotec aber nicht nur im theoretischen Raum betrieben. Meist sind es ganz konkrete Industrieprojekte, die als Triebfeder für Entwicklungen fungieren. „Wir haben einen starken Bezug zur Raumfahrtindustrie“, so Loibl. „Viele unserer Aufgabenstellungen kommen aus diesem Bereich und zielen meist in Richtung Gewichtseinsparungen oder Miniatürisierung von Komponenten“, führt der Geschäftsführer weiter aus. „Am Beispiel eines Bauteils für einen Flugzeugmotor

1 Der Umgang mit Pulverwerkstoffen erfordert spezielle Arbeitsschutzmaßnahmen.

2 Der große Vorteil additiver Verfahren liegt darin, dass nur die für das Bauteil erforderliche Materialmenge gebraucht wird. Im Vergleich zu zerspanenden Verfahren entsteht deutlich weniger Abfall.

konnten wir zeigen, dass durch entsprechendes Re-Engineering in Verbindung mit Additiver Fertigung massive Gewichtseinsparungen möglich waren, ohne Einbußen bei der Festigkeit in Kauf nehmen zu müssen“, ergänzt Hatzenbichler.

Dass die Additive Fertigung durch gemeinsame Initiativen aus Wirtschaft und Lehre schneller den Weg in die produktive Nutzung finden kann, dafür aber noch einiges an Bewusstseinsbildung und Know-how-Aufbau in der Industrie erforderlich ist, darüber ist man sich bei Fotec einig. Abschließend fasst Loibl zusammen: „Damit die Additive Fertigung in der Industrie ihren Platz finden kann, gilt es ein klares Bild der Möglichkeiten aufzuzeichnen – insbesondere wie additive Verfahren ergänzend zu bestehenden Bearbeitungsverfahren in die Wertschöpfungskette eingebaut werden können. Nicht zuletzt ist es wichtig, das Bewusstsein in der Industrie zu schärfen, in welchen Bereichen die neuen Verfahren Sinn machen. In der Entwicklung sollte das Hauptaugenmerk darauf gelegt werden, mit den neuen Möglichkeiten Lücken in der industriellen Produktion zu schließen.“

■ www.fotec.at



“Es gilt zu verstehen, dass Additive Fertigung die subtraktiven Verfahren nicht ersetzen wird, sondern eine wertvolle Ergänzung bildet. Da muss noch viel Aufklärungsarbeit in der Industrie erfolgen, um Berührungspunkte abzubauen.

Dr. Markus Hatzenbichler,
Leiter Additive Fertigung bei Fotec

Mit 3D-Druck zu neuem Turbinenrad

Die eigene Stromversorgung für ein kleines Krankenhaus in Äthiopien war wegen eines defekten Turbinenrads nicht mehr zu gewährleisten. Eine Neuanschaffung schien aus Kostengründen unmöglich. Durch das soziale Engagement einiger Technologie-Unternehmen und den Einsatz innovativer Fertigungsverfahren ließ sich das Problem schnell und unbürokratisch lösen.



Abb.1: Wo früher Sandkerne aufwendig aus handgefertigten Segmenten zusammengesetzt werden mussten, kann heute der gleiche Kern mit besseren Bauteileigenschaften in einem Stück hergestellt werden.

Das Problem: Die konventionelle Herstellung von Laufrädern ist aufgrund der manuellen Erstellung mehrerer Sandkernsegmente und der komplizierten Hinterschneidungen ein überaus aufwendiges und teures Unterfangen. Die innovative 3D-Drucktechnologie von voxeljet bot eine elegante, schnelle und zugleich überaus wirtschaftliche Lösung für das Problem.

So wurde das für Äthiopien benötigte Francis-Laufrad im strömungsführenden Innenbereich mit einem Monoblock-Sandkern hergestellt. Dabei ersetzt ein einziger, vollautomatisch im 3D-Druck gefertigter Sandkern viele aneinandergereihte, manuell erstellte Kernsegmente. (Abb. 1)

Schneller, besser, wirtschaftlicher

Die 3D-Drucktechnologie bietet immense fertigungstechnische Vorteile, die sich in puncto Qualität, Fertigungszeit und Wirtschaftlichkeit gleichermaßen

auswirken. So führte der 3D-Druck zu einer erhöhten Bauteilgenauigkeit, einem geringeren Putzaufwand sowie zu einer exzellenten Oberflächenqualität und Konturentreue.

Da der Sandkern für das Laufrad ausgehend von den 3D-CAD-Daten werkzeuglos und vollautomatisch im Schichtbauverfahren hergestellt wurde, entfiel der klassische Modellbau. Dadurch verkürzte sich die Durchlaufzeit für die Herstellung des Laufrades um Wochen. Zudem ließen sich Kosteneinsparungen realisieren.

Je nach Komplexität der Geometrie setzt sich diese Technologie bereits gegen die werkzeuggebundene Herstellung von Kernen und Formen durch. Konstrukteure können sich auf das Verfahren einstellen und zusätzliche Potenziale, z. B. zur Gewichtseinsparung oder Verbesserung der Bauteileigenschaften, ausschöpfen.

■ www.voxeljet.de



Mit technischen Innovationen Akzente setzen

Generatives Fertigen mit der Hermle MPA-Technologie im Praxiseinsatz – wie sich die „Technologie- und Produkt-Innovatoren“ Julius Blum GmbH und Berthold Hermle AG bei der Anwendung neuer Werkzeugbau-Verfahren lösungsorientiert ergänzen.

Autor: Edgar Grundler / Freier Redakteur

Die Julius Blum GmbH (Blum) ist ein weltweit tätiges Unternehmen, das auf die Herstellung und den Vertrieb von Möbelbeschlägen spezialisiert ist. Die Hauptproduktgruppen sind Klappen-, Scharnier- und Auszugssysteme für Möbel, vorwiegend in Küchen. Im Jahr 1952 von Julius Blum gegründet, zählt das österreichische Unternehmen heute zu den Marktführern der Möbelbeschlagsbranche. Nach wie vor komplett im Familienbesitz und den heimatlichen Traditionen verpflichtet, produziert Blum folgerichtig in sieben Werken in Vorarlberg sowie in weiteren Werken in Polen, USA und Brasilien. Unterstützt von 27 Tochtergesellschaften und Repräsentanzen beliefert die Blum-Gruppe regelmäßig die Kunden in über 120 Ländern der Erde.

Dem Standort Vorarlberg kommt dabei die führende Rolle zu, denn dort sind in sieben Werken sowohl die Zentrale und Verwaltung als auch Forschung und Entwicklung, Konstruktion, Werkzeug- und Sondermaschinenbau, Lehrlingsausbildung und die Produktion angesiedelt.

Dass Innovationen bei Blum ganz wesentlich zum Unternehmenserfolg beitragen, verdeutlicht die Tatsache, dass das Unternehmen über die Jahre als einer der fleißigsten Patentanmelder Österreichs auftritt und aktuell über mehr als 1.200 Schutzrechte gebietet. Viele der Erfindungen gelten bis heute als Benchmark und setzen weltweit die Standards bei Scharnier-, Klappen- und Auszugssystemen.



Der Arbeitsraum des 5-Achsen-Bearbeitungszentrums von Hermle mit integrierter MPA-Technologie bei der Herstellung eines Werkzeugzeugsatzes.



Bildquelle: Julius Blum GmbH

Anwender

Die Julius Blum GmbH produziert mit knapp 6.400 Mitarbeitern in sieben Werken in Vorarlberg sowie in weiteren Werken in Polen, USA und Brasilien als Hauptgruppe Klappen-, Scharnier- und Auszugssysteme für Möbel. Unterstützt von 27 Tochtergesellschaften und Repräsentanzen beliefert die Blum-Gruppe Kunden in über 120 Ländern der Erde.

Julius Blum GmbH
Industriestraße 1–3, A-6973 Höchst
Tel. +43 5578-705-0
www.blum.com

Um den Wünschen der Kunden sowie dem selbst gestellten sehr hohen Liefer- und Qualitätsanspruch auf Dauer genügen zu können, setzt Blum auf einen hohen Eigenfertigungsgrad, der auch alle für die Produktion relevanten Betriebsmittel, Werkzeuge und Sondermaschinen umfasst.

Partnerschaft im Bewusstsein beider Stärken

Gerhard Gorbach, Leiter Betriebsmittelbau Werk 3 bei der Julius Blum GmbH in Höchst, erklärt die Fertigungs-Philosophie der Vorarlberger: „Wir setzen wann immer möglich und sinnvoll auf neueste Technologien und Verfahren und gehen solche Projekte mit einem dreistufigen Evaluationsvorgehen an. Dazu gehören die grundsätzliche Aufnahme einer Idee sowie die Machbarkeitsprüfung und das Formulieren des Vorhabens. Danach folgt die Grundsatzentscheidung über die Wahl

der Technologie. Den vorläufigen Abschluss bildet die Wahl des Partners, der mit uns den neuen Weg gehen soll. Wir wollen immer langfristig zusammenarbeiten und beteiligen uns aktiv an den Entwicklungsschritten.“ So geschehen auch bei der neuen Technologie „Generatives Fertigen“, das im seit Langem laufenden Projekt „Auto-

matisierte Fertigung im Werkzeugbau“ künftig eine wichtige Rolle spielen dürfte.

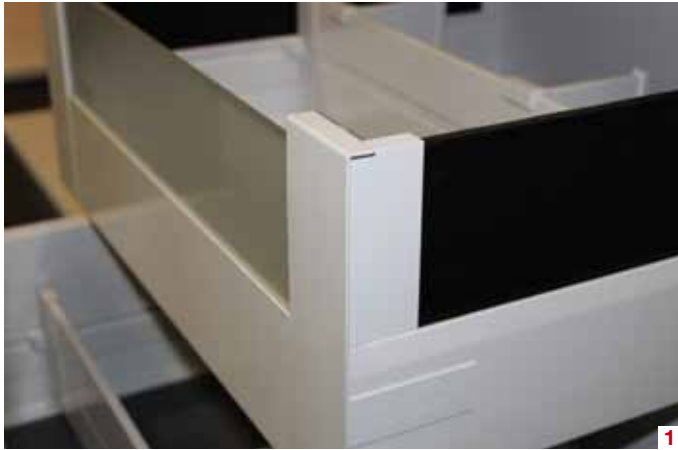
Generative Fertigung als logischer Schritt

Ausgehend von der bei Blum mit großem Erfolg praktizierten Kom- ➔



“ Da wir hier wegen der hohen Stückzahlen mit Mehrfach-Spritzgießwerkzeugen arbeiten, die beim Spritzen der nicht ganz einfachen Abdeckkappen einen Innendruck von 1.000 Bar und ziemlich hohe Taktfrequenzen aushalten müssen, kam es immer wieder zu Verschleißerscheinungen und folglich zu Problemen mit der Prozesssicherheit.

Klaus Holzer, Meister im Formenbau und verantwortlich für das MPA-Projekt, Julius Blum GmbH



plett-/Simultanbearbeitung auf 5-Achsen-CNC-Hochleistungs-Bearbeitungszentren des langjährigen Lieferanten Maschinenfabrik Berthold Hermle AG – und anlässlich der Vorstellung der neuen MPA-Technologie zur generativen Fertigung von Komponenten für Spritzgieß- sowie Druckgusswerkzeuge und Formen – fiel die Entscheidung, sich hier zu engagieren. Denn die generative Fertigung stellt nach Ansicht von Gorbach und Kollegen den nächsten logischen Schritt zur weiteren Rationalisierung bei der Herstellung etwa von Spritzgießwerkzeugen mit konturnaher Kühlung oder Formeinsätzen mit CU-Kern dar.

Zwar stand bei Blum zunächst die generative Fertigung von Prototypen im Vordergrund, jedoch kristallisierte sich bald heraus, dass die Vorteile der MPA-Technologie eher in den genannten Anwen-

dungsbereichen liegen, die wohl mehr als genug Potenzial beinhalten. Als Referenzprojekt wählten Gerhard Gorbach und Klaus Holzer, Meister im Formenbau und zuständig für das Projekt Generative Fertigung/MPA, ein Kunststoffteil „Abdeckkappe“. Dieses wird in großen Stückzahlen benötigt und stellt, aufgrund der hohen Qualitätsansprüche an Funktionalität, Passgenauigkeit und sichtbare Flächen, wegen der kontinuierlichen

Kühlung eine spritzgießtechnische Herausforderung dar.

Überzeugend im Praxistest: MPA-gefertigte Werkzeug-Nester

Klaus Holzer liefert dazu folgende Erklärung: „Bis dato mussten wir solche Werkzeuge sehr aufwendig aus zwei Teilen herstellen, die dann durch Zusammenlöten gefügt wurden. Da wir hier wegen



“ Das generative Fertigen in Gestalt der MPA-Technologie bietet für das Unternehmen Blum noch viel Potenzial, das wir gemeinsam mit unserem Partner Hermle realisieren werden.

**Gerhard Gorbach, Leitung Betriebsmittelbau Werk 3,
Julius Blum GmbH**

Wissenswertes zur MPA-Technologie

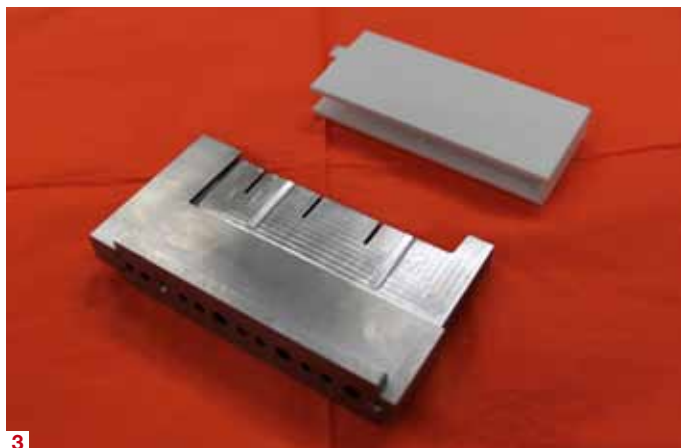
Die Hermle MPA-Technologie ist ein thermisches Spritzverfahren für Metallpulver zur generativen Fertigung von Formen- und Werkzeugbau- sowie speziellen Maschinenbauteilen. Die Auftragseinheit für den generativen Werkstückaufbau mit unterschiedlichen Materialien ist in ein 5-Achsen-Hochleistungs-Bearbeitungszentrum vom Typ C 40 U integriert. Zur Komplettherstellung eines Werkstücks wird im C 40 U der Materialauftrag mittels MPA-Technologie mit der präzisen 5-Achsen-Zerspantechnologie der Hermle AG kombiniert.

Aktuell sind für die MPA-Technologie folgende Materialien einzusetzen:

Stähle: 1.2344 Warmarbeitsstahl (H13); 1.4404 Rostfreier Stahl (316L).
Schwermetalle: Reinkupfer, Bronze.
Leichtmetalle: Titan, Aluminium.
Je nach Bedarf und Kombination kommen die Materialien, deren Spektrum sukzessive ausgeweitet wird, z. B. für temperierte Spritzgieß- oder Druckgusswerkzeuge sowie für funktionsintegrierte Bauteile zur Verwendung. Dabei ist es möglich, durch wasserlöslichen Füllstoff, der zum Fertigungsende herauszuspülen ist, Kanäle und komplexe Hohlräume sowie Hinterschnitte zu realisieren. Eine abschließende Wärmebehandlung optimiert das Materialgefüge und sorgt überdies für die Bauteil- bzw. Oberflächenhärte nach Kundenwunsch

Die Hermle MPA-Technologie steht Hermle-Kunden exklusiv als Komplett-Dienstleistung zur Verfügung und beinhaltet Beratung, Machbarkeitsprüfung, Werkstoff-Untersuchungen, Optimierung der Teile-Konstruktion, Fertigung (auch mit vom Kunden bereitgestellten Halbzeug) sowie die Wärmebehandlung.





1 Abdeckkappen aus Kunststoff als Steckelement mit innenliegenden Funktions- und außenliegenden Sichtflächen, die in großen Stückzahlen hergestellt werden.

2 Dieses Bild zeigt den Einsatz eines Mehrfach-Spritzgießwerkzeugs mit vier Nestern (zwei in konventioneller, zweiteilig gelöteter Bauweise und zwei in MPA-Technologie erstellt) zur Serienproduktion von Abdeckkappen.

3 Hier sind ein MPA-gefertigter Werkzeugeinsatz und eine durch Spritzgießen gefertigte Abdeckkappe zu sehen.

4 Dieses Bild verdeutlicht die Komplexität des Werkzeugeinsatzes im temperierten Werkzeugsystem zur kontinuierlichen Kühlung bei der Herstellung der funktionsintegrierten, hochwertigen Abdeckkappen.

der hohen Stückzahlen mit Mehrfach-Spritzgießwerkzeugen arbeiten, die beim Spritzen der nicht ganz einfachen Abdeckkappen einen Innendruck von 1.000 Bar und ziemlich hohe Taktfrequenzen aushalten müssen, kam es immer wieder zu Verschleißerscheinungen und folglich zu Problemen mit der Prozesssicherheit. Weil sich mit der MPA-Technologie von Hermle – nämlich durch Verwendung geeigneter und vor allen Dingen homogener verbundener sowie hochpräzise bearbeiteter Materialien plus automatisierter Bearbeitung und reduzierter Fertigungszeit – für uns ein echtes Nutzenversprechen zeigte, machten wir den Praxisversuch und rüsteten ein 4-fach-Spritzgießwerkzeug für Abdeckkappen mit zwei konventionellen und zwei MPA-gefertigten Nestern aus."

Die MPA-gefertigten Nester basieren auf Werkzeugstahl (1.2344) und weisen zur besseren und vor allem kontinuierlich

kontrollierten Wärmeabfuhr konturnahe Kühlkanäle auf. Bei Blum verspricht man sich durch die mittels MPA-Technologie hergestellten Werkzeuge weitere Vorteile wie z. B. höhere Spritzgießqualität, kürzere Zykluszeiten und Steigerung der Produktivität pro Zeiteinheit.

Resümee und Ausblick

Abschließend meinte Gerhard Gorbach: „Diese Technologie birgt eine ganze Reihe von Vorteilen, die nicht unbedingt auf den ersten Blick sichtbar sind. Wir können die Werkzeuge zum Spritzgießen und auch für Druckgussteile künftig noch kompakter auslegen – sprich bei gleicher Baugröße mehr Nester unterbringen – und mit vorhandenen Spritzgießmaschinen die Produktivität weiter steigern. Darüber hinaus lassen sich die CAD-Daten der Werkzeuge und Komponenten fertigungstechnisch optimieren und somit auch die Automatisierung und Rationalisierung im Formen- und Werkzeugbau weiter vorantreiben. Zumal ein solches Werkzeug eben nicht mehr zweiteilig

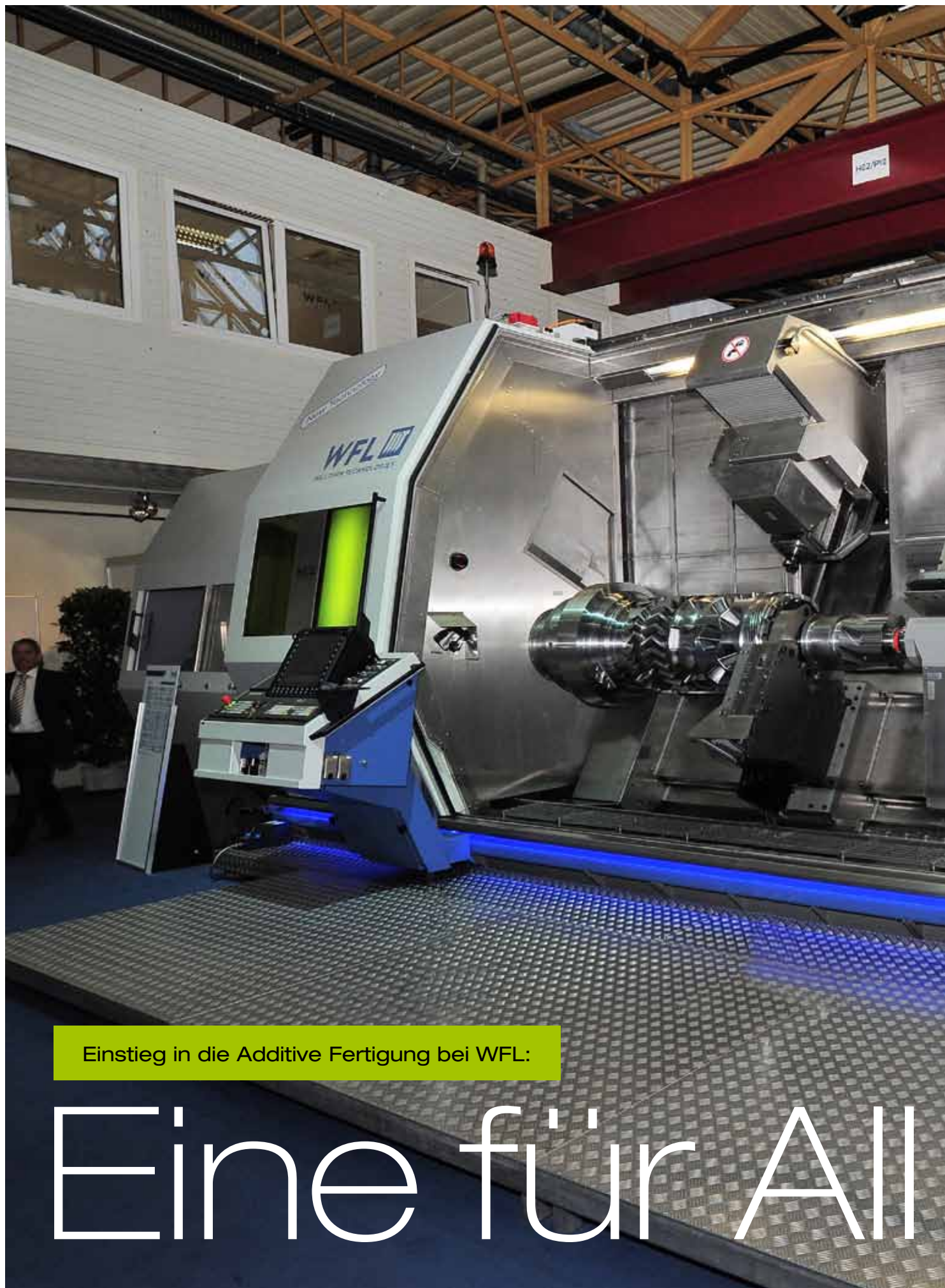
sondern einteilig aufzubauen und zu fertigen ist und das Lötens als Zwischenschritt sowie die Nachbearbeitung komplett entfallen. Des Weiteren steigt die Prozesssicherheit und es ist eine reproduzierbare Produktqualität gewährleistet.

Als wichtigen weiteren Vorteil sehen wir die Möglichkeit, verschiedenste Werkzeugbau-Materialien mit unterschiedlichsten Eigenschaften in Kombination einsetzen und dergestalt im Detail auf spritzgieß- oder druckgusstechnische Anforderungen eingehen zu können – und zwar ohne irgendeinen Kompromiss akzeptieren zu müssen, beispielsweise die Produktivität, Qualität und Oberfläche sowie den damit verbundenen Lichteinfall bei unseren äußerlich sichtbaren Produkten betreffend. So gesehen bietet das generative Fertigen in Gestalt der MPA-Technologie für das Unternehmen Blum noch viel Potenzial, das wir gemeinsam mit unserem Partner Hermle realisieren werden.“

■ www.hermle.de



Im Bild v. l. n. r.: Klaus Holzer, Meister im Formenbau und verantwortlich für das MPA-Projekt; Gerhard Gorbach, Leitung Betriebsmittelbau; Helmut Böhler, Abteilungsmeister Fräsen und Maschinenbediener Mathias Huf – alle von der Julius Blum GmbH im Werk 3 in Höchst/Vorarlberg.



Einstieg in die Additive Fertigung bei WFL:

Eine für All



Vor gut einem Jahr begann man bei der WFL Millturn GmbH & Co. KG damit, sich mit dem Thema Additive Fertigung intensiv auseinanderzusetzen. Beim WFL Technologiemeeting, das im März stattgefunden hat, stellte das Unternehmen einem ausgewählten Fachpublikum erstmals seine neue Laseroption vor, mit der das Thema Komplettbearbeitung um ein Kapitel reicher geworden ist und jede Millturn zur Hybridmaschine werden kann.

Autor: Georg Schöpf / x-technik



es

Als Hersteller für Dreh-Bohr-Fräszentren ist die WFL Millturn GmbH & Co. KG aus Linz seit Jahren eine feste Größe am Markt. Seit jeher ist es die Philosophie des Unternehmens, die Komplettbearbeitungszentren durch einen modularen Aufbau an die Kundenbedürfnisse anpassbar zu machen. Das Kernkonzept der Millturn Maschinen von WFL beinhaltet, möglichst alle Bearbeitungsoperationen in einer einzigen Aufspannung bzw. Maschine bewältigen zu können.

Kein Wunder also, dass sich die Linzer auch zum Thema Additive Fertigung etwas einfallen ließen. „Wir bewegen uns mit unseren Maschinen im Bereich von High-End-Anwendungen und unsere Kunden haben meist komplexe Aufgaben zu lösen, bei denen sie ein Höchstmaß an Präzision, Wiederholgenauigkeit und Prozesssicherheit benötigen. Da ist oft innovatives, manchmal auch revolutionäres Denken gefordert“, schildert Reinhard Koll, Leiter Anwendungstechnik bei WFL.

Zusätzliche Bearbeitungsschritte ohne umspannen

„Trotz des enormen Leistungsumfangs der Millturn Maschinen war es in der Vergangenheit für manche Operationen zwingend nötig, das Teil auszuspannen, in einem anderen Bereich weiter zu bearbeiten und ggf. anschließend für das Finish wieder auf die Millturn zu bringen. Im Wesentlichen ist das bei Bearbeitungsoperationen erforderlich, bei denen gehärtet, etwas angeschweißt oder Material aufgetragen werden muss“, so Koll weiter. Als Beispiele nennt er die Herstellung von Werkstücken, an denen Verschleißschuttschichten aufgetragen oder Verzahnungen, die auf der Millturn hergestellt und anschließend gehärtet werden müssen. Ziel war es schon länger, derartige Arbeitsschritte direkt auf einer Millturn abzuwickeln. Dabei war das Thema Additive Fertigung noch gar nicht im Gespräch.

Dieses spezielle Fertigungsverfahren wurde vor etwa einem Jahr im Rahmen eines internen Workshops evaluiert. Ziel war es herauszufinden, ob Anwendungen und Möglichkeiten generativer

Verfahren für das Unternehmen relevant seien und ob sie sich mit dem Millturn-Konzept in Einklang bringen lassen. Ergebnis war, dass eine geschickte Kombination aus Bearbeitungszentrum und Lasertechnologie zielführend wäre. „Primär steht immer die Anwendung im Vordergrund. Es geht vor allem darum, für unsere Kunden einen Mehrwert darzustellen“, definiert Dieter Schatzl, Marketingleiter bei WFL deren Anspruch. „Für den Kunden muss das Arbeiten einfacher und wirtschaftlicher werden. Im Idealfall kann er alle Bearbeitungsschritte auf unserer Maschine abwickeln“, so Schatzl weiter.

Das richtige Verfahren

Die Möglichkeit zu schweißen, zu härten und auch Material aufzutragen, wurde am besten durch eine Applikation für Pulverlaserauftragsschweißen abgebildet. Diese Technologie beinhaltet alle erforderlichen Elemente. Die vielfältigen Werkstoffe, die über dieses Verfahren verarbeitet werden können, bilden in Verbindung mit den hohen Auftragsraten die optimalen Voraussetzungen für ein breites Anwendungsspektrum. Dabei galt es jedoch, grundsätzliche Fragen zu klären: Wie würde sich das Metallpulver in der Maschine verhalten? Welche Maschine sollte mit dieser Technologie ausgestattet werden? Wann möchte man damit auf den Markt kommen? Mit welchen Partnern kann dieses Projekt bewältigt werden?

Der vom Fraunhofer Institute for Material and Beam Technology IWS in Dresden entwickelte Auftragskopf bot die besten Voraussetzungen. Dieser wurde genau auf die Anforderungen von WFL abgestimmt. Gespeist wird der Auftragskopf von einem Diodenlaser von Laserline mit einer Leistung von zehn Kilowatt. Optional kann ein Laser sogar mit bis zu 40 kW eingesetzt werden.

Der Prozess im Detail

Für das Laserauftragsschweißen und das Laserhärten wurde beim Technologiemeeting ein und derselbe Kopf verwendet, da



Der Auftragskopf besteht aus einer Düse, durch welche die Metallpulverpartikel fokussiert zur Auftragsstelle transportiert werden. Ein Schutzgas verhindert Oxidationsprozesse und dient als Träger- und Transportmedium. Der Laserstrahl wird durch das Zentrum der Düse auf den Auftragspunkt fokussiert.



Der vom Fraunhofer Institute for Material and Beam Technology IWS in Dresden entwickelte Auftragskopf wird in der Maschine vorgehalten und kann über die WFL-Prismenwerkzeugschnittstelle aufgenommen werden.

für beide Anwendungen ein eher größerer Strahlpunkt benötigt wird. Für das Auftragsschweißen wird über eine Ringdüse unter Zuhilfenahme eines Schutzgases das Metallpulver auf einen Auftreffpunkt fokussiert. An dieser Stelle befindet sich auch der Fokuspunkt des Laserstrahls, wodurch ein Schmelzbad entsteht. In diesem lagert sich das aufgeschmolzene Metallpulver an und erstarrt danach. Ein genau abgestimmtes Verhältnis von Energieeintrag und Verfahrensgeschwindigkeit des Laserstrahl sowie der zugeführten Pulvermenge bestimmt die Breite und Höhe des entstehenden Materialauftrags. Das Schutzgas verhindert, wie beim herkömmlichen Schutzgasschweißen, einerseits Oxidationsvorgänge und fungiert gleichzeitig als Träger- und Transportgas für die Pulverpartikel. Die Pulverpartikel weisen eine Größe von 100 bis 150 µm auf und sind damit groß genug, um vom 40 µm Filter der Maschine ausgefiltert zu werden. Damit ist sichergestellt, dass überschüssige Pulverpartikel die Maschinenfunktion auf Dauer nicht beeinträchtigen können. Die Auftragsraten liegen, je nach Prozessparameter, bei 1,0 mm Schichtstärke und mehr.

Der Nutzen der generativen Fertigung in einem Bearbeitungszentrum liegt auf der Hand. Die Herstellung komplexer Geometrien, die mit konventionellen Fertigungsverfahren nicht oder nur sehr schwierig herzustellen sind, rücken damit in greifbare Nähe. Im Falle von Geometrien, die aus dem Werkstück herausragen, kann

auf überdimensionale Rohlinge verzichtet werden, was die Zerspanungsraten senkt. Das spart Bearbeitungszeit, senkt Werkzeugkosten und die Möglichkeit, ohne Umspannung mit zerspanenden Verfahren weiterzuarbeiten: speziell bei teuren oder schwer zu zerspanenden Werkstoffen ein nicht zu vernachlässigender Aspekt. „Den Auftragslaserkopf können wir auch direkt für das Laserhärten verwenden, optional kann dazu auch eine für den Härteprozess optimierte Optik gewechselt werden. Damit können beispielsweise die Zahnflanken bei der Herstellung von Verzahnungen unmittelbar nach dem Fräsen gehärtet werden“, erklärt Koll.

Für das Laserschweißen hingegen wird ein Kopf mit einer anderen Optik benötigt. Zum Spalt-/Tiefspaltschweißen ist eine wesentlich engere Fokussierung des Laserstrahls erforderlich, um einerseits größere Schweißtiefen erzielen zu kön-

nen und andererseits beim Schweißen die Wärmeeinflusszone möglichst eng zu halten. Ziel ist es, damit beispielsweise eine Alternative zu dünnen Tieflochbohrungen zu entwickeln. So kann man etwa einen Kühlkanal zunächst an der Außenkontur eines Bauteils fräsen und anschließend eine Abdeckung darüberschweißen. Das vereinfacht nicht nur den Bearbeitungsprozess, sondern bietet auch ganz neue geometrische Möglichkeiten. Ebenso wird es möglich, Drehteile konzentrisch zusammenzuschweißen, die zuvor in Haupt- und Gegenspindel der Maschine parallel gefertigt wurden.

Laserkopf im Werkzeugträger

Beide Laserköpfe werden vom gleichen Diodenlaser gespeist und können mit geringem Aufwand getauscht werden. Der jeweilige Laserkopf wird in einer speziellen Halterung in der Maschi- ➔



“Das neue Verfahren eröffnet uns in der Komplettbearbeitung komplexer Bauteile ganz neue Möglichkeiten. Aber auch hier liegt der Schlüssel zu produktivem Arbeiten in einem tiefen Verständnis des Gesamtprozesses, letztlich liegt die Kundenanwendung im Focus unserer Entwicklungen.

Reinhard Koll, Leiter Anwendungstechnik bei WFL



Aufgetragene Strukturen können ohne umzuspannen sofort nachbearbeitet werden, was ein Maximum an Genauigkeit gewährleistet und Rüstzeiten spart.

ne untergebracht und über die Medienleitung mit der Laserversorgungseinheit außerhalb der Maschine verbunden. Aufgenommen wird der Laser über die WFL-Prismenwerkzeugschnittstelle. Durch die fünf interpolierenden Achsen der Millturn Maschinen kann der Laser über einen weiten Bereich geschwenkt werden und auch Freiformflächen bearbeiten. Je nach Auftragsdüse kann ein

Materialauftrag bis in die Waagrechte erfolgen. Außerdem ist es möglich, durch unterschiedliche Düsengeometrien und Pulverkombinationen unterschiedliche Effekte beim Materialauftrag zu erzielen.

„Grundsätzlich verfolgen wir aber auch bei den neuen Möglichkeiten unsere Strategie, dass wir zusammen mit unserem Kunden am konkreten Projekt die

Prozessparameter ermitteln und das Gesamtsystem genau auf die Bedürfnisse in der Anwendung abstimmen. Nur so können wir die optimale Qualität und Effizienz erzielen, welche die Kunden von uns gewohnt sind“, verspricht Koll abschließend.

Markteintritt auf der EMO

Die gesamte Maschine wird mit Laserschutzgläsern in der Verkleidung ausgestattet, um ein sicheres Arbeiten für Bediener und Umfeld zu gewährleisten. Grundsätzlich kann die Laseroption in jede Millturn eingebaut werden. Der weltweite Markteintritt für die neue Lösung wird auf der EMO im Oktober 2015 stattfinden.

■ www.wfl.at



“ Mit der Laseroption sind wir jetzt in der Lage Schweißanwendungen, Härten und Auftragsschweißen genauso wie die zerspanenden Anwendungen in ein und derselben Aufspannung anzubieten. Und das auf jeder unserer Millturn-Maschinen.

Dieter Schatzl, Leiter Marketing bei WFL



Bei der Herstellung von Verzahnungen können unmittelbar nach dem Fräsen die Zahnflanken gehärtet werden.



ADDITIVE FERTIGUNG. Interaktiv neu erleben.

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



Alle Infos immer
und überall griffbereit

- + Alle Ausgaben kostenlos
- + Videos
- + Bildergalerien
- + Links zu Produkten
- + Links zu Herstellern und Anwendern
- + Suchfunktion
- + Inhaltsverzeichnis
- + Lesezeichen

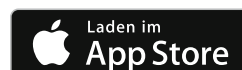


Alle x-technik
Fachmagazine und
Ausgaben in einer App

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



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



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.



Vier parallel arbeitende Laser steigern die Baugeschwindigkeit der SLM® 500HL.

Mit 25 Jahren Branchen-Know-how aus Metall- und Kunststoffindustrie zu cleveren Lösungen:

Vom Pulver zum fertigen Teil

Um Additive Fertigung in der Industrie wirtschaftlich zum Einsatz zu bringen, gilt es bestimmte Rahmenbedingungen einzuhalten. Daher ist es gut, wenn es Unternehmen gibt, die neben der Kompetenz zu den generativen Verfahren auch noch fundiertes Branchen-Know-how beisteuern können. Die MostTech Technologie Agentur, welche die SLM Solutions Group AG in Österreich vertritt, sieht sich als genau diese Schnittstelle.

Autor: Georg Schöpf / x-technik

Die Wurzeln der SLM Solutions Group AG reichen bis ins Jahr 1863 zurück. Ursprünglich aus der Rohstoffgewinnung stammend, hat sich das Unternehmen über die Sparten Prototype Tooling und Vakuumgießen zu einem der Pioniere der Additiven Fertigung im Bereich Selektives Laserschmelzen (SLM) entwickelt. Seit dem Jahr 2000 konzentriert sich das in Lübeck ansässige Unternehmen auf die Herstellung von innovativen Anlagen für die generative Fertigung. So ist das norddeutsche Traditionsunternehmen Mitbegründer und Namensträger des SLM-Verfahrens.

„Als Hersteller von Maschinen für die Prototypen- und Serienproduktion richten wir unsere Unternehmenspolitik auf die Entwicklung, die Produktion und den Vertrieb von Maschinen und integrierten Systemlösungen für den additiven Fertigungsprozess aus. Die Anlagen werden weltweit von Kunden in der Luft- und Raumfahrtbranche, in der Medizintechnik, Maschinen- und Anlagenbau im Gesundheitswesen, auf dem Energiesektor oder dem Automobilsektor eingesetzt“, fasst Stefan Ritt, Marketingleiter bei SLM-Solutions die Unternehmensphilosophie zusammen. Mit über 160 Mitarbeitern ist das Unternehmen mittlerweile auch in den USA und Singapur vertreten.

Innovation als Produktivitätsfaktor

Die Lübecker haben sich zum Ziel gesetzt, mit ihren Anlagen richtungsweisend im Hinblick auf den Innovationsgrad zu sein. So arbeiten in der High-End-Maschine SLM® 500HL vier Laser nicht nur gleich-



“Wir sehen unsere Aufgabe darin, den Anwendern in der Industrie einen Blick über den Tellerrand zu ermöglichen und den Blick für die Möglichkeiten der Additiven Fertigung zu schärfen. Dabei leisten wir Technologieberatung aus der Praxis für die Praxis.

Michael Hofer, MostTech Technologieberatung



links Formsegment für die Reifenherstellung.

rechts Auch in der Medizintechnik finden die Systeme von SLM Solutions Anwendung. Hier eine Hüftgelenkspfanne aus Titan.

zeitig und parallel, sondern bearbeiten auch mehrere Pulverschichten in einem Schmelzvorgang mittels 400-W- bzw. 1.000-W-Laser. Mit der Maschine lassen sich Schichtdicken von 20 bis 200 µm bei einer Baugeschwindigkeit von 105 cm³/h realisieren. Der Bauraum beträgt 500 x 280 x 320 mm. Mit minimalen Wandstärken von 0,16 bis 0,18 mm lassen sich auch feinste Strukturen präzise Abbilden. Die Metallpulverförderung ist aufgrund der größeren Mengen und Gewichte als kontinuierliches Fördersystem ausgelegt. Mit dieser Maßnahme wird das Pulvermanagement automatisiert. Damit entfällt die zeitaufwendige, manuelle Befüllung der Anlage mittels Flaschen bzw. Containern. „Unsere Ingenieure haben intensiv an der Vereinfachung und Automatisierung des Anlagenkonzepts gearbeitet, um die Produktionsprozesse zu optimieren. Mit den verfügbaren Auspackstationen sind die Anlagen nahezu ohne Stillstandzeiten voll einsetzbar, da ein Abkühlen der Bauzylinder in der Anlage entfällt und der nächste Baujob sofort gestartet werden kann“, geht Ritt ins Detail.

Starke Partnerschaft

Um ihren Kunden die bestmögliche Betreuung zukommen zu lassen, setzt die SLM Solutions Group AG auf die Zusammenarbeit mit regionalen Partnern. So wird das Unternehmen in Österreich von der Technologieagentur MostTech

unter der Leitung von Michael Hofer vertreten. „Wir sind schon stolz mit einem der Pioniere des Selektiven Laserschmelzens zusammenarbeiten zu können“, meint dieser. Hofer blickt auf über 25 Jahre Erfahrung in unterschiedlichen Bereichen der Metall- und Kunststoffindustrie zurück. Er sieht sich als Mittler zwischen konventionellen Fertigungsverfahren und generativen Methoden. „Ich möchte den Nutzern aufzeigen, dass die SLM Solutions Fertigungstechnologie mehr Chancen als Risiken bietet, aber auch klarstellen, dass ein erfolgrei-

cher Einsatz ein klares Verständnis des Gesamtprozesses erfordert“, fasst er zusammen und sieht die additiven Verfahren als „Evolution in der klassischen Fertigung“.

■ www.slm-solutions.com

■ www.mosttech.at

Das Video
zur SLM® 500HL



Die SLM® 500HL zeigt mit ihren vier Lasern und unterschiedlichen Laserleistungen für verschiedene Schmelztiefen einen hohen Innovationsgrad, was die Produktivität im selektiven Laserschmelzen angeht.

Generative Fertigung in Fertigteilqualität

In Zeiten immer kürzer werdender Produktlebenszyklen und zunehmend komplexer Bauteile können generative Verfahren helfen, neue und innovative Produkte noch schneller zu fertigen und ermöglichen die einfachere Herstellung komplexer Werkstücke. Die Technologiekombination von Laserauftragsschweißen mittels Pulverdüse und Fräsen ermöglicht dem Anwender völlig neue Applikations- und Geometriemöglichkeiten.

DMG MORI offeriert deshalb mit der LASERTEC 65 3D eine Hybridlösung für das kombinierte Laserauftragsschweißen und 5-Achs-Fräsen.



DMG MORI präsentiert mit der LASERTEC 65 3D eine CNC-Maschine, die das generative Laserauftragsschweißen in eine vollwertige 5-Achs-Fräsmaschine integriert.



Das Video
zum LASERTEC 65 3D



Generative Fertigung mit der LASERTEC 65 3D: Laserauftragsschweißen mit Pulverdüse ist 20-mal schneller als das Pulverbett-Verfahren.

Der Markt für additive Verfahren ist in der Vergangenheit rasant gewachsen. Bisher waren die Verfahren jedoch auf die Herstellung von Prototypen und Kleinteilen beschränkt, die sonst mit keinem anderen, herkömmlichen Verfahren gefertigt werden konnten. Mit der Kombination beider Verfahren, der additiven sowie der spanenden Bearbeitung auf einer Maschine, ergänzt und erweitert die Additive Technologie die traditionellen Bearbeitungsmethoden.

Die LASERTEC 65 3D ist für die generative Fertigung mit einem 2-kW-Diodenlaser für das Laserauftragsschweißen ausgerüstet, wobei die vollwertige 5-Achs-Fräsmaschine von DMG MORI

in stabiler monoBLOCK®-Bauweise auch hochpräzise Fräsoperationen ermöglicht. „Die LASERTEC 65 3D eignet sich aufgrund des vollautomatischen Wechsels zwischen Fräs- und Laserbetrieb für die Komplettbearbeitung komplexer Bauteile mit Hinterschnitt – aber auch für Reparaturarbeiten sowie das Aufbringen von partiellen oder kompletten Beschichtungen für den Formen- und Maschinenbau oder auch die Medizintechnik“, erläutert Friedemann Lell, Vertriebsleiter SAUER LASERTEC, in Pfronten.

Große Bauteile generativ fertigen

Im Gegensatz zum Laserschmelzen im Pulverbett erlaubt das Laserauf- ➔

formnext

powered by:



International tool making
and additive technologies
exhibition and conference

Frankfurt am Main, 17. – 20.11.2015
formnext.de

**Am internationalsten.
Am besten.
Am Main.**

Unternehmen aus den Additiven Technologien sowie der Prozesskette von einer Produktidee bis zur Herstellung zeigen auf der formnext was sie können.

Entdecken Sie die beeindruckende Angebotsvielfalt der formnext in einer der spektakulärsten Messehallen der Welt.

Where ideas take shape.

Weitere Informationen unter
+49 711 61946-825 oder
formnext@mesago.com



tragsschweißen per Metallpulverdüse die Herstellung großer Teile. Mit einer Baurate von bis zu 3,5 kg/h ist dieser Prozess bis zu 20-mal schneller als das Lasergenerieren von Teilen im Pulverbett. Die Kombination mit der Fräsbearbeitung ermöglicht völlig neue Anwendungen: Das Bauteil kann in mehreren Stufen aufgebaut werden, wobei zwischen dem Auftragsschweißen gefräst werden kann, um auch Stellen auf Endgenauigkeit zu bearbeiten, die beim fertigen Bauteil aufgrund der Bauteilgeometrie vom Fräser nicht mehr erreicht werden können. Die Hybrid-Maschine kombiniert die Vorteile des Fräsens wie z. B. hohe Präzision und Oberflächengüten mit der Flexibilität und der hohen Aufbaurrate des Pulver-Auftragsschweißens. „Bei Integralbauteilen, wo heute mittels Fräsbearbeitung 95 % Material zerspannt wird, wird mit additiven Verfahren nur dort Material aufgebaut, wo es benötigt wird. Damit reduziert sich der Materialverlust auf 5 %. Das führt zu signifikanten Rohmaterial- und Kosteneinsparungen“, erklärt Friedemann Lell. Der Laser wird samt Pulverauftragskopf in die HSK Werkzeugaufnahme der Frässpindel eingewechselt. Er kann automatisch in einer gesicherten Dockingstation geparkt werden, solange die Fräsoptionen auf der Maschine ausgeführt werden.

Gesteuert wird die Maschine über eine 19" ERGoline® mit Operate 4.5 auf SIEMENS 840D solutionline. Die Steuerung für den Laserprozess ist in einem separaten Schaltschrank untergebracht, was die Integration dieses Systems in andere DMG MORI Maschinen erleichtert.

Herstellung von 3D-Konturen

Mittels Diodenlaser wird das Metallpulver schichtweise auf ein Basismaterial aufgetragen und ebenso poren- wie rissfrei mit diesem verschmolzen. Dabei geht das Metallpulver eine hochfeste Schweißverbindung mit der Oberfläche ein. Ein ko-axiales Schutzgas verhindert die Oxidation während des Aufbauprozesses. Nach dem Erkalten entsteht eine Metallschicht, die mechanisch bearbeitet werden kann.

Weil das Laserauftragsschweißen als einzelne Technologie längst bewährt ist, lässt es sich ideal integrieren. „Die Kombination von spanenden und additiven Verfahren wird in Zukunft noch an Bedeutung gewinnen, denn sie eröffnet dem Anwender viele neue Möglichkeiten“, so Lell weiter.

Eine Stärke dieses Verfahrens ist die Möglichkeit, Schichten verschiedener Materialien sukzessive aufzubauen. In Abhängigkeit von Laser und Düsengeometrie sind Wandstärken von 0,1 bis 5 mm möglich. Auch können komplexe 3D-Konturen ohne Stützgeometrie schichtweise generiert werden.

Die einzelnen Schichten können anschließend präzise spanend bearbeitet werden, bevor die Stellen aufgrund der Geometrie des Bauteils nicht mehr für einen Fräser oder andere Werkzeuge zugänglich wären. Die Kombination beider Verfahren macht Sinn für Instandsetzungsarbeiten und die Herstellung von Werkzeugen und Formen. Sie bietet jedoch auch viele interessante Optionen für Leichtbau-Komponenten, Pro-

1, 2 Die Reparatur von Turbinenkomponenten zählt zu den Highlights der LASERTEC 65 3D ...

3 ... ebenso wie das Aufbringen von Beschichtungen.

totypen oder Kleinserien – insbesondere im Bereich der Herstellung großer Teile, wo andere additive Herstellungsverfahren aufgrund des begrenzten Bauraums nicht angewendet werden können.

Kostengünstige Lösung

Große Maschinen, wie sie für die Bearbeitung sperriger Bauteile im Energie- oder Aerospacebereich gebraucht werden, sind tendenziell teuer. Reduziert man daher das Schrumpfen, Auftragen und Schichten auf eine einzige Maschine, so stellt dies eine finanziell vorteilhafte Lösung für den Kunden dar.

In der Energie- und Ölindustrie müssen Bauteile außerdem oft mit korrosionsfesten Legierungen zum Verschleißschutz beschichtet werden. Das Auftragsschweißen bietet Schutz für Produkte wie Rohre, Armaturen, Flansche und Spezialanfertigungen, die in aggressiven Umgebungen eingesetzt werden. Mit einer Hybrid-Maschine können sowohl das Bearbeiten des Grundwerkstoffs, das Beschichten als auch die Endbearbeitung auf einer Maschine erfolgen. Kosteneinsparungen und Reduzierung der Durchlaufzeiten sind die Folge.

■ www.dmgmori.com



Mit hoher Auflösung und Geschwindigkeit richtet sich der 3D-Desktop-Drucker an ein breites Spektrum von Anwendern, darunter Ingenieure im Rapid Prototyping und in der Produktkonzeptentwicklung.

Kompakter Desktop-3D-Drucker

RS Components hat seiner wachsenden Palette an Rapid Prototyping-Geräten einen Desktop-3D-Drucker hinzugefügt. Der Ultimaker 2 nutzt die Fused Filament Fertigung (FFF) Technologie und zielt sowohl auf Techniker und Ingenieure in Elektronik und Maschinenbau, die in Design, Prototyping oder Forschung und Entwicklung tätig sind als auch auf Enthusiasten und Studierende.

Hergestellt aus hochwertigen Materialien verfügt die neueste Version des Ultimaker 3D-Druckers im Vergleich zur früheren Version nun über ein beheiztes Bett. Dieses glättet das ausgegebene Druckobjekt, ermöglicht den Druck mit ABS-Material und verhindert auch ein Verziehen des Druckergebnisses. Der Drucker bietet eine Druckgeschwindigkeit von bis zu 300 mm/s und eine Schicht-Auflösung von nur 20 Mikrometern. Darüber hinaus weist der Drucker mit Rahmenabmessungen von 357 x 342 x 388 mm (ohne Filamentspule) ein sehr kompaktes Design auf und ermöglicht ein Gesamt-Bauvolumen von 230 x 225 x 205 mm. Weitere Spezifikationen sind ein Düsendurchmesser von 0,4 mm und die Möglichkeit mit einem empfohlenen Filamentdurchmesser von 2,85 mm zu arbeiten. Die Betriebstemperaturen der Druckdüsen und des beheizten

Bettes sind 180 bis 260° C und 50 bis 100° C.

Breite Palette an Filament-Materialien

Die ungefähren, vom Hersteller Ultimaker angegebenen Druckkosten betragen 0,05 EUR pro Kubikzentimeter sowohl für Material als auch Energie. Die Nutzung der FFF-Technologie ermöglicht die Auswahl aus einer breiten Palette an Filament-Materialien, darunter die populären Optionen PLA und ABS. Der Drucker wird mit einer stand-alone-SD-Karte für den Upload einer 3D-Modelldatei und der Ultimaker Cura Open-Source-Software geliefert. Die Software zerteilt ein 3D-Modell in die erforderlichen Schichten im Rahmen der Vorbereitung für den Druck.

■ www.rs-components.at

Laserstrahlschmelzen (3D Drucken) von Metallen

Allgemeine Beratung

Beurteilung der Eignung von Bauteilen für den 3D-Druck

Workshops, Schulungen

Simulationsgestützte Bauteilauslegung und -optimierung

Bau von Funktionsteilen oder Funktionsbaugruppen

Vor-, Null- und Kleinserien



REJLEK
METAL & PLASTICS

FOTEC Forschungs- und
Technologietransfer GmbH
Das Forschungsunternehmen der
Fachhochschule Wiener Neustadt
Viktor Kaplan-Strasse 2
A-2700 Wiener Neustadt / Austria

Tel: +43 2622 90333-0
Mail: office@fotec.at
Web: www.fotec.at



Additives Fertigungssystem für den Metallbereich

EOS hat mit der EOS M 290 den Nachfolger des bewährten EOSINT M 280 Systems für die werkzeuglose Fertigung hochwertiger Serienbauteile, Ersatzteile und Prototypen eingeführt. Mit einem umfangreichen Qualitätsmanagement, erweitertem Monitoring und einem Bauvolumen von 250 x 250 x 325 mm ermöglicht die EOS M 290 die flexible und wirtschaftliche Herstellung von Metallbauteilen.

Die neue EOS M 290 bietet umfangreiche Monitoring-Funktionen für das System selbst sowie zur Überwachung des Bauprozesses und ermöglicht so eine umfangreiche Qualitätssicherung für die Additive Fertigung. Damit ist das System insbesondere für industrielle Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt sowie im Medizinbereich attraktiv. Mithilfe von EOSTATE PowderBed überwacht eine in der Prozesskammer eingebaute Kamera mit Einzelbildern das Pulverbett nach dem Pulverauftrag und nach der Belichtung.

EOSTATE Base sorgt für eine kontinuierliche Überwachung diverser Parameter, wie etwa die Position der Z-Achse oder des Scanners, Laserleistung, Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Druck. Und schließlich misst EOSTATE LaserMonitoring die Laserleistung über die gesamte Bauzeit hinweg.

Flexible Komponenten und umfangreiches Zubehör

Das System ist mit einem 400-Watt-Laser ausgestattet, der sich durch eine hohe Strahlqualität und Leistungsstabilität auszeichnet. Die EOS M 290 kann unter Stickstoff-Schutzgasatmosphäre als auch unter Argon betrieben werden und lässt dadurch die Verarbeitung einer großen Bandbreite an Werkstoffen zu. Dazu gehören Leichtmetalle, Edel- und Werkzeugstähle wie auch Superlegierungen. Die EOS Parametersätze sorgen dafür, dass Teile mit standardisierten Eigenschaftsprofilen gefertigt werden

können und so ein breites Anwendungsspektrum abgedeckt wird. Wie auch beim Vorgängermodell stellt EOS seinen Kunden für die EOS M 290 den EOS Parameter-Editor zur eigenen Weiterentwicklung diverser Belichtungsparameter zur Verfügung. Mithilfe dieses Tools kann der Kunde auf Basis der EOS-Parametersätze eigene, applikationsspezifische Parameter weiterentwickeln, so etwa die Laserleistung, die Belichtungsgeschwindigkeit oder -strategie.

Eine neue Version des Parameter-Editors ist derzeit in Vorbereitung und wird eine Anpassung von Schichtstärke, Schutzgas-

strom, Bauplattformtemperatur und Skip Layern ermöglichen.

Hohe Nutzerfreundlichkeit und intuitive Software

Die Nutzerfreundlichkeit bei der EOS M 290 wurde in der neuen EOSYSTEM Maschinen-Software nochmals optimiert und ermöglicht eine intuitive, aufgabenorientierte Bedienung des Systems über eine grafische Benutzeroberfläche, die speziell für Fertigungsumfelder entwickelt wurde. Zusätzlich führt ein Bediener-Assistent durch das Programm. Die neue EOSPRINT



Neben allen Neuerungen für die EOS M 290 sind die prozessrelevanten Features wie Prozesskammer, Gasstrom und Prozessparameter erhalten geblieben. So wird ein konstantes Prozessverhalten und damit eine gleichbleibende Teilequalität über EOSINT M 280 und EOS M 290 hinweg sichergestellt.



Desktop Software ermöglicht die Jobvorbereitung und -berechnung getrennt vom Bauprozess und direkt am Arbeitsplatz. Die Jobdatei kann dann über das Netzwerk an das System übertragen werden, welches sich dann ganz auf den Teilebau konzentriert. Mithilfe der Offline-Jobvorbereitung können schnell komplexe Teile mit großen Jobdateien verarbeitet werden. Dies führt wiederum zu einer Flexibilisierung der Anwendungsentwicklung. Das Prozessgasmanagement wurde ebenfalls optimiert. Die EOS M 290 ist mit einem Umluftfiltersystem ausgestattet, das über eine automatische Abreinigungsfunktion verfügt. Diese führt zu einer längeren Lebensdauer der Filter, sodass diese seltener gewechselt werden müssen.

■ www.eos.info



Rapid.Tech am 10. und 11. Juni in Erfurt:

Additive Manufacturing in allen Facetten

In den Bereichen Additive Manufacturing und 3D-Druck hat sich die Rapid.Tech in den letzten elf Jahren zu einer der international führenden Veranstaltungen entwickelt. Dies liegt nicht zuletzt an der einzigartigen Kombination von Fachmesse und hochkarätigem Kongress mit Anwendertagung sowie Fachforen. Die Rapid.Tech bietet damit am 10. und 11. Juni 2015 in Erfurt eine herausragende Plattform für den wissenschaftlichen sowie anwendungsspezifischen Austausch.

Kein anderer Technologiebereich entwickelt sich so rasant und erfolgreich wie Additive Fertigung und 3D-Druck. Verbunden damit sind jedoch Veränderungen eingefahrener Fertigungs- und Vertriebsstrukturen. Dies generiert einen immensen Bedarf an Information, aber auch an Erfahrungsaustausch und Diskussion. Die Aussteller der Rapid.Tech Fachmesse präsentieren zahlreiche Neu- und Weiterentwicklungen. Darunter Unternehmen wie beispielsweise Alcoa Power and Propulsion – TITAL, Blueprinter, Botspot, Coffee Solution, Concept Laser, EOS, Igus, MakerBot Europe und SLM Solutions. Insgesamt werden in diesem Jahr rund 160 Aussteller erwartet.

Umfangreiches Programm

Die Keynote-Session „Vision 3D“ mit Vorträgen hochkarätiger Referenten, die Anwendertagung „Neue Technologien“ sowie spezifische Fachforen zu den bewährten Themen „Luftfahrt“, „Medizintechnik“ und zu den neuen Bereichen „Wissenschaft“ und „Werkzeuge“ sowie der „Konstrukturstag“ bieten Newcomern und Experten der jeweiligen Fachgebiete Gelegenheit, neueste Entwicklungen und Anwendungen kennenzulernen, Möglichkeiten generativer Verfahren zu diskutieren sowie einen Blick in die Zukunft zu werfen.

Termin	10. und 11. Juni 2015
Ort	Erfurt
Link	www.rapidtech.de



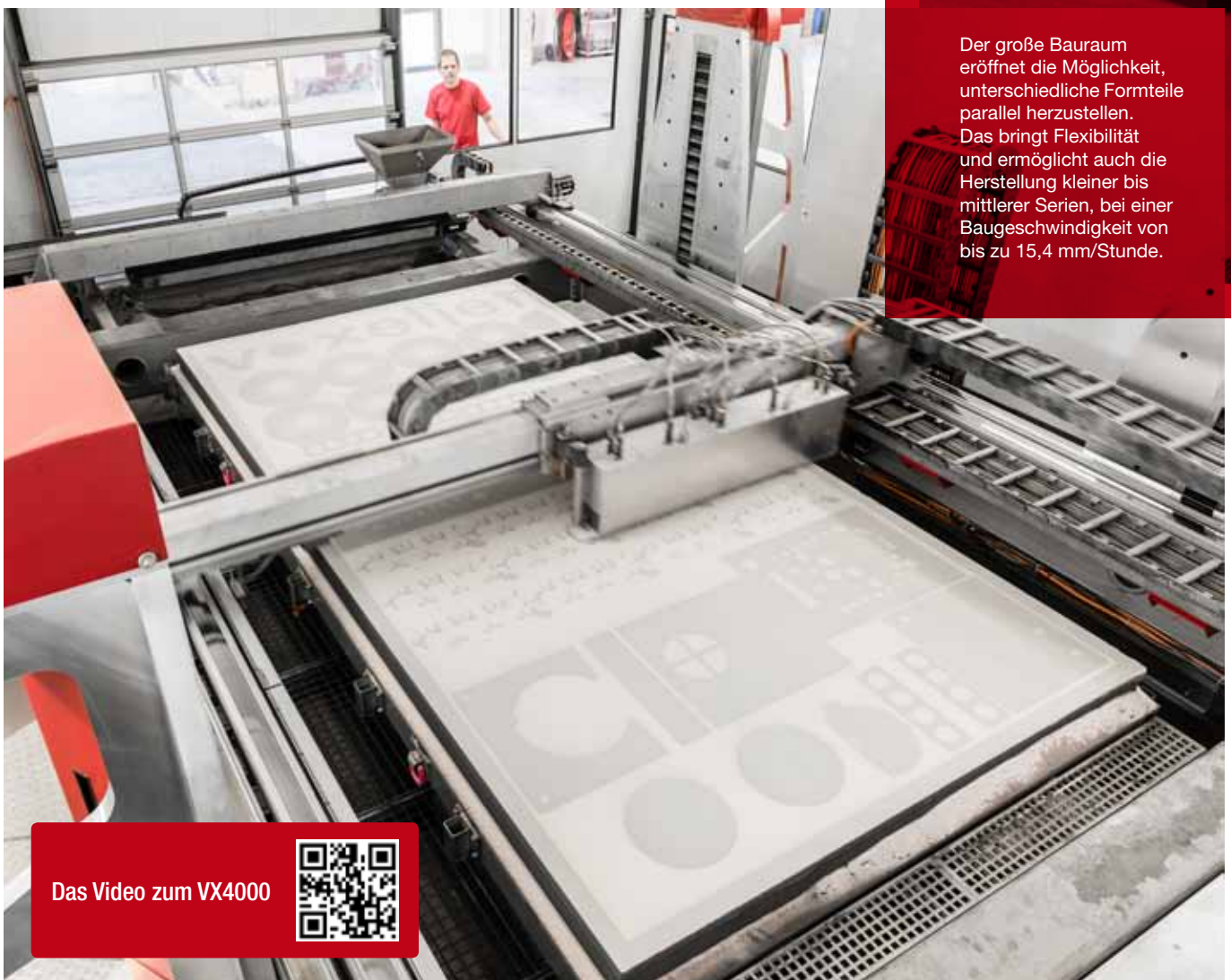
So geht digitale Produktion heute

Die 3D-Drucktechnologie hat in den zurückliegenden Jahren einen rasanten Entwicklungssprung vollzogen. Sandgussformen und Kunststoffmodelle aus 3D-Druckern bringen Gießereien heute im Bereich der Einzel- und Kleinserienfertigung entscheidende Wettbewerbsvorteile wie kürzere Produktionszeiten, geringere Nacharbeit sowie bessere Oberflächenqualität der Rohgussteile. Und das alles bei signifikant reduzierten Kosten.

Autor: Georg Schöpf / x-technik



Der große Bauraum eröffnet die Möglichkeit, unterschiedliche Formteile parallel herzustellen. Das bringt Flexibilität und ermöglicht auch die Herstellung kleiner bis mittlerer Serien, bei einer Baugeschwindigkeit von bis zu 15,4 mm/Stunde.



Das Video zum VX4000





Die Baufeldgröße der VX4000 beträgt 4.000 x 2.000 x 1.000 mm und bietet genug Platz für große Formteile bis hin zum umfangreichen Architekturmodell.

Voxeljets früheste Wurzeln finden sich bereits im Jahr 1995, als erstmals die Tropfendosierung von UV-Klebern gelingt. Im Rahmen des Schubladenprojekts „Generierung von 3D-Strukturen“ werden an der TU München erste 3D-Druckversuche unternommen. 1996 folgt dann die Teilnahme am 1. Münchner Businessplan Wettbewerb und 1998 wird das erste Patent erteilt. Im selben Jahr werden an der Universität die ersten Sandformen gedruckt. Am 5. Mai 1999 wurde schließlich die voxeljet AG (damaliger Name Generis) gegründet mit dem Ziel, neue generative Prozesse für die Produktion von Guss- und Kunststoffbauteilen mittels 3D-Druck zu entwickeln. Anfangs wird der Geschäftsbetrieb mit vier Mitarbeitern an der TU München aufgenommen. Kurz darauf erfolgt bereits der Umbau und Bezug der Firmenräume in Augsburg.

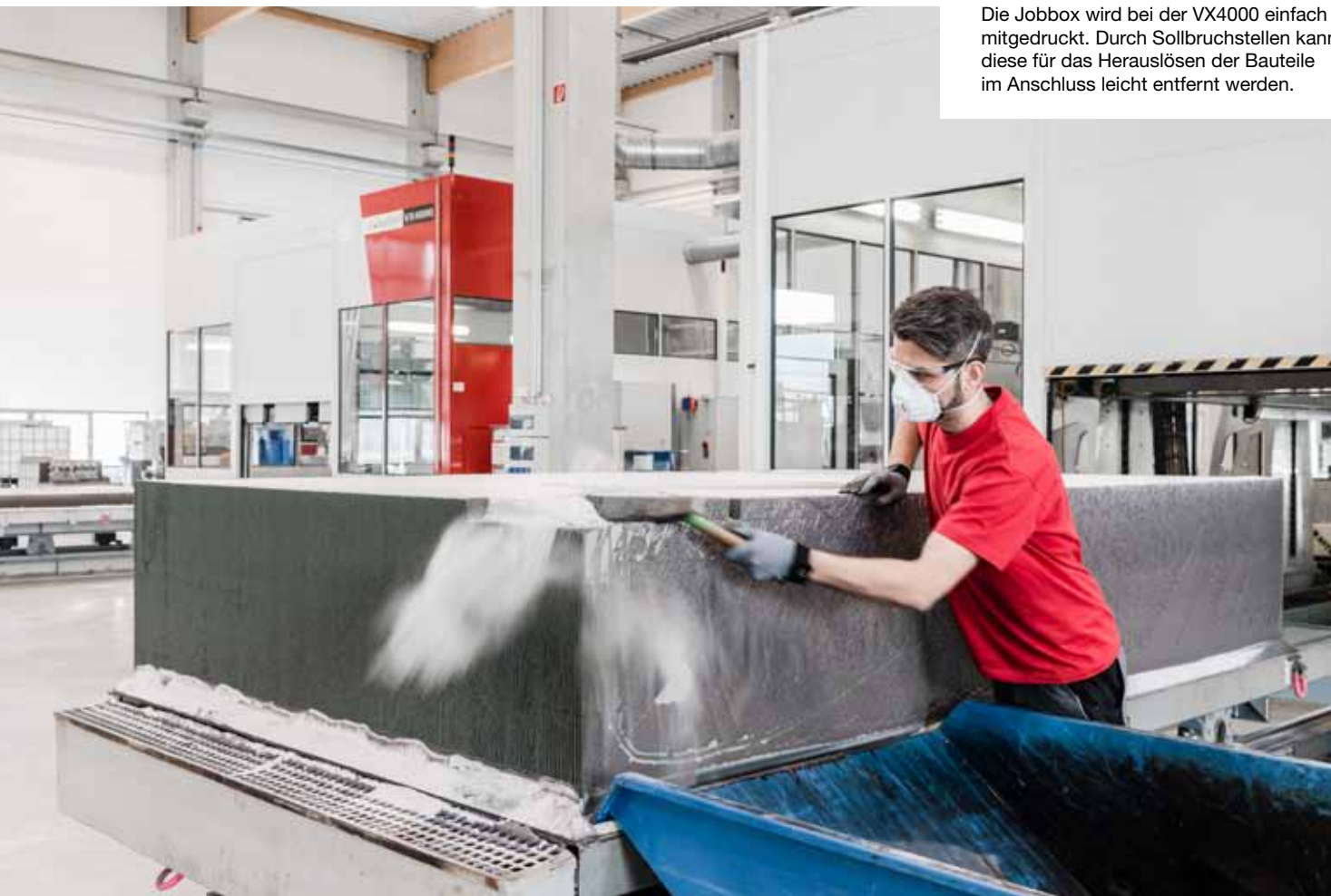
Heute beschäftigt das Unternehmen 180 Mitarbeiter am Hauptsitz im bayerischen Friedberg bei Augsburg und verfügt mittlerweile auch über Standorte in Großbritannien und den USA. Neben der Herstellung von Systemen für den industriellen 3D-Druck betreibt voxeljet an seinen Standorten auch Dienstleis-

tungszentren für die „On-demand-Fertigung“ von Formen und Modellen für den Metallguss. Dort werden auf Abruf Sandformen und Kunststoffmodelle nach CAD-Daten gefertigt. „Hersteller von Kleinserien und Prototypen schätzen die werkzeuglose und automatische Herstellung ihrer Gussformen und →



“ Mit der VX4000 erfährt unsere Produktpalette eine logische Ergänzung. Angefangen von der VX500 über die VX1000 bis hin zur VX4000 decken wir jetzt Baufeldlängen von 500 bis 4.000 Millimeter ab. Damit haben wir für nahezu jeden Einsatzzweck und jeden Kunden, vom Architekturbüro bis zum Automobilhersteller, die passende Anlage im Programm.

Dr. Ingo Ederer, Geschäftsführer der voxeljet AG



Die Jobbox wird bei der VX4000 einfach mitgedruckt. Durch Sollbruchstellen kann diese für das Herauslösen der Bauteile im Anschluss leicht entfernt werden.

3D-Modelle. Zu unserem Kundenkreis zählen renommierte Automobilhersteller und ihre Zulieferer, Gießereien sowie innovative Unternehmen aus der Kunst- und Designbranche“, erklärt Ingo Ederer, Geschäftsführer von voxeljet.

Schon vor 15 Jahren, als noch nicht über generative Verfahren gesprochen wurde, stellte voxeljet bereits gedruckte Gussformen und Formteile aus Sand her. „Das reduzierte die Entwicklungszeit bis zur Herstellung eines ersten

Prototypen drastisch. Auf einmal war es möglich, direkt aus CAD-Daten Formteile herzustellen und damit den Umweg über die Werkzeuge zu vermeiden“, so Ederer.

Anfänglich waren die Kosten für derartige Formteile noch relativ hoch. Nach Angaben des Geschäftsführers lag die Grenzstückzahl für die wirtschaftliche Nutzung bei gerade mal fünf bis zehn Teilen. Mit der Weiterentwicklung der Technologie stieg die Grenzstückzahl

deutlich an und bewegt sich heute bereits im Bereich kleiner bis mittlerer Serienstückzahlen. Somit ist diese Technologie dem reinen Prototypprozess entwachsen und eine realistische Alternative für Kleinserien geworden. Den größten Vorteil jedoch spielt diese Technologie aus, in dem sie praktisch jede beliebige Formgebung zulässt: Hinterschneidungen sind möglich und auf Formschrägen kann gänzlich verzichtet werden.

VX4000: 3D-Druck im Großformat

Häufig sind Geräte im Bereich der Additiven Fertigung in den Dimensionen des Bauraums stark eingeschränkt. Genau an diesem Punkt setzt voxeljet an. „Selbstverständlich haben wir auch Maschinen und Anlagen, die einen kleineren Bauraum bedienen“, so Martin Haugg, Leiter Kundenservice bei voxeljet. „Aber in unserem Kerngeschäft, der Herstellung von Gussformen, besteht ein erhöhter Bedarf an Großteilen. Dem haben wir mit unseren Anlagen Rechnung getragen“, so der Bereichsleiter



“Mit unseren Anlagen bieten wir ein Höchstmaß an Flexibilität. Neben großen Bauteilen können auch Serienstückzahlen problemlos bewältigt werden und das bei wirtschaftlichen Stückkosten.

Martin Haugg, Bereichsleiter Service bei der voxeljet AG

Auch für die Formherstellung im Feinguss sind die Systeme von voxeljet bestens geeignet. Verschiedene Werkstoff-Binder-Kombinationen ermöglichen scharfkantige, detailgenaue Formteile, die anschließend in verschiedenen Legierungen (links Aluminium, rechts Stahl) gegossen werden können.



weiter. Das kleinste System bietet einen Bauraum von 300 x 200 x 150 mm, die größte Anlage jedoch die stattlichen Bauraumdimensionen von 4.000 x 2.000 x 1.000 mm. „Mit unserer VX4000 lassen sich Formen in der Größe eines Sportwagens generieren. Erst bei einem Volumen von acht Kubikmetern ist Schluss. Damit eröffnen wir den Anwendern bisher ungeahnte Möglichkeiten“, erzählt Ederer begeistert.

Das riesige Baufeld erlaubt einerseits die schnelle Herstellung extrem großer Einzelformen, lässt sich aber auch flexibel für die wirtschaftliche Produktion von Kleinserien nutzen. Die neue Anlage punktet nicht nur bei der Flexibilität, sondern auch in Sachen Geschwindigkeit. Die Maschine arbeitet im Vergleich zu den Standarddruckern von voxeljet mit einer über 300 Prozent höheren Baugeschwindigkeit bei gleicher Auflösung und Präzision. Möglich wird diese Performance durch den Einsatz eines besonders breiten Druckkopfes, der eine Schicht, deren Stärke 300 µm beträgt, in nur zwei Überfahrten bedruckt. Dabei ist eine Baugeschwindigkeit von 15,4 mm/Stunde erreichbar. Den Nutzen hat der Anwender, der von den resultierenden Zeit- und Kosteneinsparungen profitiert.

Jobboxproblem clever gelöst

Üblicherweise wird für pulverbasierte Verfahren, also auch beim Sanddrucken, eine Jobbox benötigt. Diese ist meist der begrenzende Faktor solcher Anlagen, da das Handling der Bauplattform in dieser

Jobbox erfolgt. Um dieses Problem bei den enormen Dimensionen der VX4000 zu umgehen, haben sich die Friedberger Sanddruckspezialisten etwas Besonderes einfallen lassen. Der gesamte Bauprozess erfolgt auf einer festen Unterlage. Die Bauplattform wird also nicht bewegt, sondern der Druckkopf und Beschichter bewegt sich nach oben. Der eigentliche Clou ist aber, dass auf eine Jobbox verzichtet werden kann, denn bei der VX4000 wird ein Rahmen aus Sand einfach mitgedruckt. Die Jobbox entsteht also gewissermaßen zusammen mit den Bauteilen. Mit entsprechenden Sollbruchstellen versehen, lässt sich diese gedruckte Jobbox einfach entfernen und die fertigen Bauteile freilegen.

„Das System verfügt über eine zusätzliche Bauplattform, die in die Anlage geschoben werden kann“, nennt Haug eine weitere Besonderheit und ergänzt: „Damit ist die VX4000 für den harten Industrialltag mit Mehrschichtbetrieb bestens gerüstet.“

Verschiedene Werkstoff-Binder-Kombinationen

Die Systeme von voxeljet sind aber nicht auf den Druck von Sand beschränkt. Auch Kunststoffe können in den Anlagen verarbeitet werden. Neben Quarzsand, der zusammen mit anorganischem Binder verarbeitet wird, steht auch PMMA, als auch modifiziertes Acrylglas als Werkstoff zur Verfügung. Diese können mit den hauseigenen Bindemitteln Polypor B und Polypor C verarbeitet werden. Beides sind Binderharze und stattdessen die

fertigen Bauteile, je nach Anforderung mit unterschiedlichen Materialeigenschaften aus. So eignet sich Polypor B vor allem für Feingussteile mit scharfen Kanten und höchste Auflösung. Polypor C, das jüngste Mitglied in der Materialfamilie, ist ein farbloses Harz und ermöglicht zusammen mit dem weißen PMMA-Ausgangsmaterial reinweiße Teile für Feinguss und Architekturmodelle. Dieses Harz lässt sich aber auch leicht einfärben, um so farbige Modelle zu erhalten.

Bei allen Materialien, die bei voxeljet zum Einsatz kommen, stehen Eigenschaften im Vordergrund, die auf Gussanwendungen abzielen. Detailgetreue, gute Infiltrierbarkeit, um zum Beispiel durch Wachsinfiltration perfekte Oberflächeneigenschaften zu erhalten, oder gutes Ausbrennverhalten. „Wir sehen uns als Innovationstreiber im Bereich moderner Gussformherstellung. Deshalb suchen wir auch immer nach neuen, verbesserten Materialkombinationen“, bemerkt Ederer abschließend und verweist auf das kürzlich eingeführte Phenolic-Direct-Binding Verfahren (PDB) auf der Basis von Phenolharz. Es verbessert die Bindeeigenschaften, was besonders bei komplexen Formen eine Verbesserung der Detailgenauigkeit und Kantenschärfe ermöglicht. Im Gegensatz zu herkömmlichen Bindern muss der Quarzsand beim PDB-Prozess nicht vorbehandelt werden und lässt sich deshalb problemlos wieder dem Sandkreislauf zuführen.

■ www.voxeljet.de

Kosteneffizienter Drucker für hohen Drucksatz

Der kürzlich von 3D Systems am Markt eingeführte ProX™ 800 ist der jüngste Zuwachs in der Familie präzise arbeitender 3D-Drucker mit Stereolithografie-Technologie (SLA). Mit seinem neuen Druckkopf und einem durchdachten Materialmanagement-System senkt der ProX 800-Produktionsdrucker die Betriebskosten. Dank seiner neuen Bauform ist die Aufstellfläche des Druckers um bis zu 50 % kleiner und die hohe Bedienerfreundlichkeit resultiert aus dem einfach zu bestückenden Harzmodul und dem integrierten Touchscreen.

Mit den neuen SLA-Produktionsdruckern sind qualitativ hochwertige, besonders detaillierte 3D-Druckerzeugnisse auch bei hohem Druckaufkommen herstellbar. „Unsere Geräte vervielfachen die Produktionskapazitäten von 3D-Druckdienstleistern, Unternehmen der Automobil- und Rüstungsindustrie, der Luft- und Raumfahrt sowie von Herstellern medizinischer und zahnmedizinischer Geräte“, sagt Buddy Byrum, Vizepräsident des Produktions- und Channelmanagements bei 3D Systems. „Unsere Kunden erstellen innerhalb kürzester Zeit große Teile oder hohe Stückzahlen kleiner Teile und profitieren dabei von einer außergewöhnlichen Detailwiedergabe, Oberflächengüte und Genauigkeit. Der ProX 800 wurde für große Druckaufkommen bei höchster Detailtiefe und Präzision mit der größten Bandbreite funktionaler Kunststoff-Materialien geschaffen, die es im 3D-Druck überhaupt gibt. Sein großer Bauraum druckt sowohl große als auch kleine Teile bei minimalen Stück- und Betriebskosten im Vergleich zu aktuellen Produktionsdruckern auf dem Markt. Wir wollen unsere Innovationskraft bei unserer SLA-

Technologie stets weiter vorantreiben und haben es jetzt geschafft, sie noch sparsamer und effizienter denn je zu machen.“

Überzeugende Eigenschaften

Der neue Produktionsdrucker übertrifft die schon sehr gute Betriebssicherheit von SLA-Anlagen noch einmal und verfügt über einige neue Eigenschaften: Dank des um bis zu 50 % geringeren Platzbedarfs im Vergleich zu vorherigen Druckmodellen derselben Klasse ist mehr Platz in der Fertigungshalle.

Durch die Vereinfachung des Geräteaufbaus und die verbesserte Nutzungseffizienz bei Betrieb und Wartung des Geräts kann der ProX 800 den Output je m² Bodenfläche verdoppeln, was eine Steigerung der Produktionskapazität ohne jede weitere Investition bedeutet. Die fortschrittliche Druckkopfsteuerung steigert den tatsächlichen Geräteoutput, verlängert die Lebensdauer des Druckkopfes um bis zu 15 % und reduziert die Betriebskosten.



Das Video
zum ProX™ 800



1 Mit den neuen SLA-Produktionsdruckern sind qualitativ hochwertige, besonders detaillierte 3D-Druckerzeugnisse herstellbar.

2 Der ProX 800 druckt auch sehr große Teile ohne Zugeständnisse an die Auflösung oder Präzision.



3D Systems hat mit dem ProX™ 800 einen kosteneffizienten Drucker für hohen Drucksatz auf den Markt gebracht, dessen Aufstellfläche – dank seiner neuen Bauform – bis zu 50 % kleiner ist.

Die vollständig gekapselten Druckköpfe verhindern die Ansammlung von Staub und müssen nicht gereinigt werden. Gleichzeitig verlängern sich die Wartungsintervalle und damit auch die tatsächlichen Betriebszeiten.

Der ProX 800 ist über einen Touchscreen zu bedienen. Das leicht befüllbare Materialzuführungsmodul macht die Nutzung bequem, schnell und intuitiv – für maximale Effizienz. Der ProX 800 druckt sehr große sowie sehr kleine Teile ohne Zugeständnisse an die Auflösung oder Präzision. Ob Zahnschiene, Seriengehäuse aus Kunststoff oder sehr große Gussmodelle – der Benutzer kann sich auf höchste Genauigkeit verlassen. Der ProX 800 verbindet die Vorteile einer großen Materialauswahl mit einem sehr effizienten und umweltfreundlichen 3D-Drucker. So können Produzenten mehr fertigen und gleichzeitig dabei sparen. Neben qualitativ hochwertigen Kunststoffen verarbeitet der ProX 800 auch biokompatible Materialien für chirurgische Einsatzbereiche, CastPro-Gussmodellmaterialien für die werk-

zeugfreie Herstellung von komplexen Gussmodellen, klare Kunststoffe für den Prototypenbau und sogar Materialien, die eine Wärmeformbeständigkeit von bis zu 260° C aufweisen. Der ProX 800 druckt diese Materialien hocheffizient mit sehr geringem Abfallaufkommen. Er bietet alle Vorteile in einem Gerät für hohen Durchsatz bei geringen Betriebskosten.

SLA – in vielen Branchen erste Wahl

„Heutzutage ist es nicht mehr genug, hochwertige Modelle zu liefern. Unsere Kunden müssen sich auf ihren 3D-Drucker, unabhängig von der Teilegröße und den Materialspezifikationen, verlassen können. Der ProX 800 bietet genau das. Er ist ein echtes Arbeitstier mit der allerbesten Eignung für ein breites Spektrum industrieller Einsatzbereiche“, fasst Byrum abschließend zusammen.

■ www.3dsystems.com
■ www.bibus.at



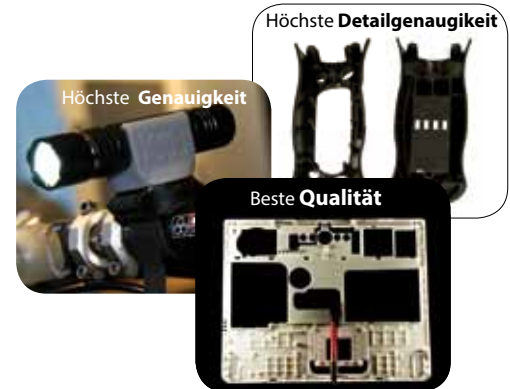
3DSYSTEMS

AUTHORIZED RESELLER

Einfache Bedienung Genauigkeit SLA® Qualität



ProJet® 6000 & ProJet® 7000 Professional 3D Drucker



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

MANUFACTURING THE FUTURE

BIBUS®
SUPPORTING YOUR SUCCESS

www.bibus.at

Arburg zeigt mit seinem Freeformer, wie sich ein Maschinenbauer die Additive Fertigung vorstellt:

Mit Kunststoff-Freiformen zu neuer Formfreiheit

Die Vielfalt an Materialien, Anwendungen und Verfahren in der Kunststoffverarbeitung nimmt stetig zu. Bereits vor Jahren hat Arburg das Potenzial der Additiven Fertigung erkannt und aus Sicht eines Maschinenbauers neben dem Spritzgießen eine weitere industrielle Technologie entwickelt und aufgebaut, die diesen wachsenden Markt bedient. Ergebnis sind der Freeformer und das Arburg Kunststoff-Freiformen (AKF), die auf der Weltleitmesse K 2013 Weltpremiere feierten. Damit steht nun ein System zur Verfügung, mit dem sich nicht nur Anschauungsmuster und Prototypen, sondern voll funktionsfähige Einzelteile oder Kleinserien auf Basis von 3D-CAD-Daten aus Standardgranulaten produzieren lassen.

Autor: Georg Schöpf / x-technik

Betrachtet man den Gesamtmarkt der Additiven Fertigung, so stellt man sehr schnell fest, dass es eine überschaubare Anzahl grundlegender Technologien und Verfahren gibt, die von verschiedenen Herstellern auf die mehr oder weniger gleiche Art umgesetzt werden. Natürlich unterscheiden sich die Anlagen und Geräte in Details, Ausstattung und Spezifikation, jedoch sind die Prinzipien der Bauteilerstellung doch recht ähnlich. Auch die Geräte unterscheiden sich im Funktionsprinzip oft kaum.

Betrachtet man den Bereich der kunststoffverarbeitenden Geräte, stellt man schnell fest, dass zwei Varianten vorherrschend sind. Zum einen die FDM-basierten Systeme, die mit einem Kunststofffaden oder -draht arbeiten und zum anderen Druck- und Lasersysteme, die Kunststoffpulver verarbeiten.

Gängige Ausgangsstoffe in der allgemeinen kunststoffverarbeitenden Industrie sind jedoch Kunststoffgranulate, die industriell für die Verarbeitung in Kunststoffspritzgussmaschinen in großen Mengen bereitgestellt werden. Ein Betätigungsfeld, auf dem sich die Arburg GmbH + Co KG im süddeutschen Loßburg einen Namen gemacht hat. Das Unternehmen wurde 1923 gegründet und zählt zu den Pionieren der Kunststoffverarbeitung. Die weltweit 2.400 Mitarbeiter bieten innovative Spritzgießlösungen. →



“Auf der Hannover Messe haben wir mit unserem Exponat zum einen konkret gezeigt, wie sich der Freeformer nahtlos in eine automatisierte Prozesskette mit Industrie 4.0-Technologien einbinden lässt. Zum anderen war zu sehen, dass er sich als Fertigungsmaschine für die personalisierte Produktion in der digitalen Fabrik von morgen eignet.

Heinz Gaub, Geschäftsführer Technik bei Arburg



links Der Freeformer verbindet jahrzehntelanges Know-how aus dem Spritzgussbereich mit modernster Technologie für die Additive Fertigung.

unten Durch die Möglichkeit, auf bestehenden Teilen aufzubauen, ist der Freeformer prädestiniert für die Individualisierung von Industrieprodukten. Hier ein Lichtschalter mit Namenszug.

Arburg zeigte auf der Hannover Messe Industrie 4.0 zum Anfassen

Die Prozesskette begann mit einem CAD-Arbeitsplatz an der Station Produktdesign. Dort war zu sehen, dass der Freeformer ein wichtiges Instrument für Produktentwickler ist, wenn es darum geht, aus STL-Daten schnell einen Prototypen zu fertigen. Viele Messebesucher nutzten die Gelegenheit, beispielhaft einen Lichtschalter individualisiert zu produzieren. Das Arburg Leitrechner-System erfasste dabei alle relevanten Prozessdaten und übermittelte sie an einen Webserver. An einer PC-Station konnte man zunächst eine persönliche Symbol-Namens-Kombination wählen. Die Auftragsdaten wurden auf eine RFID-Chipkarte gespeichert. Nach Einlesen der Daten produzierte eine Allrounder-Spritzgießmaschine den zugehörigen Lichtschalter, auf den sofort ein DM-Code aufgelasert wurde. Die datentechnische Vernetzung des Bauteils mit den Fertigungsmaschinen erfolgte über eine Cloud. Das heißt, das Produkt wurde durch den aufgetragenen Code zum Informationsträger und steuerte seinen Durchlauf durch die Prozesskette nunmehr selbst. Der DM-Code ist besonders robust, kann nicht abfallen oder gelöscht werden. Das ist in der Praxis etwa bei Airbags und anderen sicherheitsrelevanten Bauteilen für die Automobilindustrie wichtig oder in der Medizintechnik – z. B. bei Prothesen, die durch Additive Fertigung individuell an den Patienten angepasst werden.

An der nächsten Station individualisierte ein Freeformer den Lichtschalter durch additiven Kunststoffauftrag mit den zuvor ausgewählten Motiven. Es folgten eine optische Qualitätskontrolle via Kameraprüfung und die ebenfalls individuelle Verpackung des Bauteils. Über den aufgedruckten QR-Code auf der Verpackung konnten die Besucher mit einem Smartphone selbst alle Prozessdaten „ihres“ Bauteils auf einer teilespezifischen Internetseite online abrufen.





Den Werkstoff verstehen

Vor Jahren bereits wurde bei Arburg die Bedeutung der Additiven Fertigung erkannt. Als Spezialist für Kunststoffverarbeitung besteht ein tiefes Verständnis für die Eigenarten unterschiedlicher Kunststoffe, den daraus resultierenden Möglichkeiten, aber auch bestehenden Restriktionen in der Verarbeitung. „Es gilt zu verstehen, dass bei der Verarbeitung von Kunststoffen, speziell bei der thermischen Formgebung, Effekte auftreten, die sich auf Formstabilität, Haltbarkeit und strukturelle Eigenschaften auswirken“, erklärt Oli-

ver Keßling, Abteilungsleiter Kunststoff-Freiformen bei Arburg.

Bei anderen Verfahren, bei denen das thermoplastische Material in Linien aufgetragen wird, entsteht eine Ausrichtung in der Materialstruktur. Dies führt dazu, dass die strukturellen Eigenschaften oft schwer voraussagbar sind. Schon bei der Abkühlung des fertigen Bauteils können dadurch Materialverzüge entstehen. Auch spätere Erwärmung kann wiederum zu geometrischen Veränderungen führen. Darin liegen unter anderem Toleranzeffekte bei diesen Verfahren begründet.

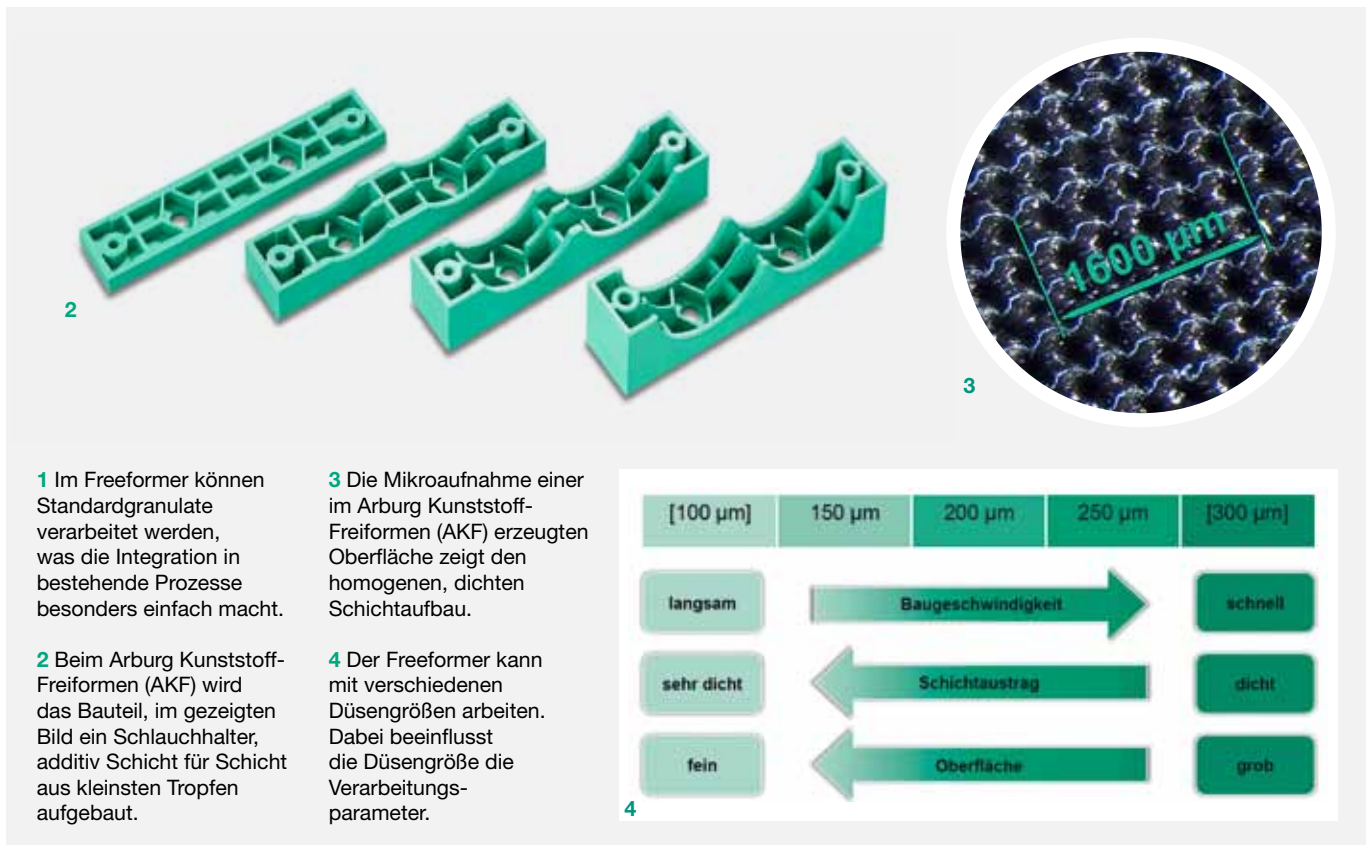
Da die Kunststoffexperten aus dem Schwarzwald diese Vorgänge aus dem Bereich Spritzguss nur allzu gut kennen, war es naheliegend, dass ein Ansatz gesucht wurde, um diese Effekte zu umgehen. „Unser vorrangiges Ziel war es, hochwertige technische Kunststoffteile einzeln oder in variantenreichen Kleinserien zu produzieren. Zudem wollten wir eine Lösung entwickeln, die Bauteile mit weitgehend homogenen Materialeigenschaften ermöglicht und gleichzeitig ein Höchstmaß an Flexibilität bei der Bauteilerstellung erlaubt“, schildert Heinz Gaub, Geschäftsführer Technik bei Arburg, die Herangehensweise. „Außerdem war uns wichtig, dass künftige Anwender auf bestehende Ausgangsmaterialien zurückgreifen können (Abb. 1). Unser Anspruch ist stets, unseren Kunden produktionseffiziente Lösungen zu bieten, um Qualitätsteile zu wirtschaftlichen Stückkosten zu erzeugen“, so Gaub weiter.

Da das neu entwickelte Verfahren keiner der üblichen Technologien entspricht, wurde dafür die Bezeichnung Arburg Kunststoff-Freiformen – kurz AKF – geprägt. Dabei werden ähnlich wie beim Spritzgießen handelsübliche Kunststoffgranulate in einem Plastifizierzylinder



“ Unser Ziel war es, ein Verfahren zu entwickeln, das die Verwendung von herkömmlichen Kunststoffgranulaten ermöglicht und am Ende Bauteile mit homogener, kalkulierbarer Materialstruktur entstehen.

**Dr. Oliver Keßling, Abteilungsleiter
Kunststoff-Freiformen bei Arburg**



aufgeschmolzen. Eine Austrageinheit mit spezieller Düse trägt die Kunststofftropfen mittels hochfrequenter Piezotechnik auf den Bauteilträger auf.

Exakte Positionierung und homogener Schichtaufbau

Im Gegensatz zu nahezu allen anderen Verfahren bleibt beim AKF die Austrageinheit fest und der Bauteilträger wird bewegt. Nachdem der Freeformer die Schmelze aufbereitet hat, beginnt der zentrale Prozess: Die unter Druck erzeugten Kunststofftropfen mit Durchmessern von 0,2 bis 0,3 Millimetern (je nach Düse) fügen sich aneinander, verschmelzen teilweise und bauen auf diese Weise schichtweise das dreidimensionale Kunststoffteil auf.

Für das Aushärten sind keine speziellen Prozesse erforderlich, vielmehr verbinden sich die winzigen Tropfen beim Abkühlen von selbst. So entsteht Schicht für Schicht das gewünschte Bauteil (Abb. 2).

Die Oberfläche, die beim AKF erzeugt wird, entspricht der eines grob strukturierten Spritzteils. Sie ist zwar tropfenförmig, aber besonders gleichmäßig,

und das in jeder Richtung, wie auch Makroaufnahmen zeigen (Abb. 3). Darüber hinaus stehen verschiedene Düsengrößen zur Auswahl, die ebenfalls die Verarbeitungsparameter beeinflussen (Abb. 4). Je kleiner die Düse ist, desto kleiner sind die Tropfen und desto feiner wird die Oberflächenstruktur. Mit einer größeren Düse lässt sich hingegen ein schnellerer Arbeitsfortschritt erzielen.

Der Bauraum des Freeformers ist so ausgelegt, dass sich darin Teile in Abmessungen bis max. 190 x 135 x 250 Millimeter herstellen lassen. Arburg hat z. B. gezeigt, wie sich mit dem Freeformer Steckergehäuse aus ABS in kleinen Stückzahlen effizient herstellen lassen. Je zwölf dieser Ersatzteile für Allrounder-Spritzgießmaschinen entstanden in einer Bauzeit von rund 18 Stunden (Abb. 5).

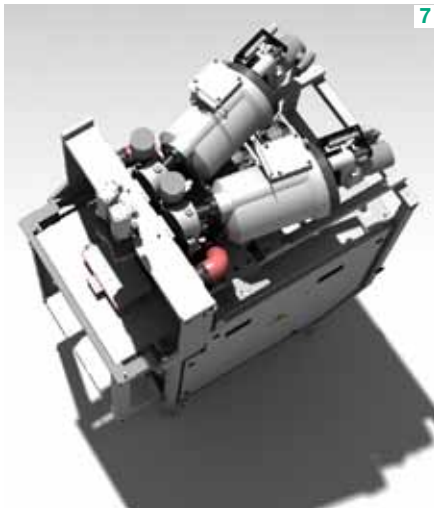




6

6 Auch die Steuerung für den Freeformer hat Arburg selbst entwickelt. Dabei wurde auf die bewährte Selogica für Spritzgießmaschinen aufgebaut. Der Multi-Touchscreen arbeitet gestengesteuert.

7 Mit zwei Austragseinheiten ausgestattet, kann der Freeformer verschiedene Materialien verarbeiten, z. B. um Bauteile mit Hart-Weich-Verbindungen herzustellen.



7

Einsatz kostengünstiger Standardgranulate

Messungen der Zugfestigkeit zeigen, dass die Qualität von Bauteilen, die im AKF-Verfahren produziert werden, für die meisten Funktionsteile und Kleinserien vollkommen ausreicht. Ein Unterschied gegenüber dem Spritzgießen liegt im Rissverhalten, bei dem praktisch keine Dehnungsphase auftritt. Herausforderungen liegen weniger in der Zugfestigkeit als in der Realisierung dünner Wandstärken von weniger als 0,6 Millimetern oder filigraner Strukturen.

Der große Vorteil des AKF-Verfahrens bzw. des Freeformers ist, dass sich kostengünstige Standardgranulate verarbeiten lassen. Dazu zählen derzeit ABS, PC, PA und auch weiches TPE. Die Qualifizierung weiterer Kunststoffe ist eine der Hauptaufgaben bei der Weiterentwicklung dieser neuen Technologie.

Umwelt- und bedienerfreundlich

Ein großer Vorteil bei der Arbeit mit dem Freeformer ist, dass weder Staub

noch Emissionen anfallen und deshalb keine weitere Infrastruktur erforderlich ist. Auf Absauganlagen oder Kühlwasser kann verzichtet werden. Das System ist daher auch für den Einsatz in einer Büroumgebung geeignet. Alles, was erforderlich ist, sind eine Steckdose, 3D-CAD-Daten und herkömmliches Kunststoffgranulat.

Die Steuerung und die Software zur Aufbereitung der 3D-CAD-Daten (Slicing) hat Arburg ebenfalls selbst entwickelt (Abb. 6). Das Bedienpanel besteht aus einem leistungsstarken Industrie-PC mit Multi-Touchscreen, der über Gesten intuitiv gesteuert wird. Wie bei den Allrounder-Spritzgießmaschinen ist eine Berechtigungsvergabe über Transponder-Karten und Datenspeicherung über Compact-Flashkarten möglich.

Aus STL-Daten und Materialdefinition generiert die Steuerung selbständig die Verarbeitungsdaten. Aber auch die individuelle Eingabe von Parametern ist möglich, z. B. wenn ein Betrieb, der sich mit der Selogica-Steuerung für

Spritzgießmaschinen bereits auskennt, sein eigenes Material für ein bestimmtes Produkt spezifizieren will.

Verfahrensvariante: Zwei-Komponenten-Bauteile

Mit einem Freeformer, der standardmäßig mit zwei Austrageinheiten bestückt ist, lassen sich auch Mehrkomponenten-Bauteile fertigen, z. B. in verschiedenen Farben, mit spezieller Haptik oder als Hart-Weich-Verbindung. Die beiden Materialien werden in jeder Schicht nacheinander ausgetragen. Alternativ lässt sich die zweite Komponente

zum Aufbau von Stützstrukturen einsetzen. (Abb. 7).

Neben einem über drei Achsen beweglichen Bauteilträger soll eine künftige Variante mit fünf Achsen auch die Umsetzung von Überhängen und Hinterschnitten ermöglichen. Sie ist prädestiniert für rotationssymmetrische Teile, auf Stützstrukturen kann gegebenenfalls verzichtet werden (Abb. 8). Vorteile liegen unter anderem im geringen Materialverbrauch und der zeitsparenden Herstellung ohne Nacharbeit.

■ www.arburg.com



Das Video zum Arburg
Kunststoff-Freiformen



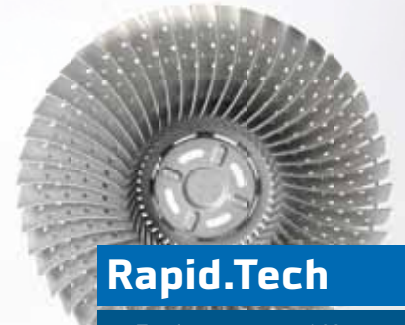
Dank zweier zusätzlicher Drehachsen lassen sich mit einem Fünf-Achs-Bauteilträger künftig auch komplexe Geometrien und Hinterschnitte realisieren, wie am Beispiel Riemenrad zu sehen ist.

Seit 11 Jahren

Kompetenz für generative
Technologien

10. – 11. Juni 2015

Messe Erfurt



Rapid.Tech

- Fachmesse und Kongress
- Anwendertagung „Neue Technologien“
- Fachforen Wissenschaft, Medizintechnik, Luftfahrt und Werkzeuge



Rapid.Tech

Trade Fair and User's Conference
for Rapid Technology

www.rapidtech.de



Titelmotiv: Kühlkörper, citim GmbH,
Foto: Barbara Neumann



FabCon 3.D

- Messe für 3D-Druck
- 3D-Printing Conference



FabCon 3.D

print your ideas.

www.fabcon-germany.com



Titelmotiv: Frederik Brückner und
Alexander Snejkovski (FH Aachen), Foto: Barbara Neumann

Als Systemanbieter unterstützt die Bibus Austria GmbH beim Einstieg in die Additive Fertigung:

Das richtige Verfahren nutzen

Dass die Additive Fertigung schon vor über zehn Jahren in Österreich angekommen ist, beweist die Bibus Austria GmbH. Als Anbieter von Dienstleistungen und Geräten für generative Fertigungsverfahren sorgt das Unternehmen für den erforderlichen Know-how-Transfer, damit der Einstieg in die Additive Fertigung gelingen kann.

Autor: Georg Schöpf / x-technik

Seit 1989 ist Bibus Austria Partner der österreichischen Industrie für hydraulische, pneumatische und mechatronische Komponenten mit den Kernkompetenzen Entwicklung, Logistik und Service. Vor über zehn Jahren ist mit Einführung des E-Manufacturing ein weiteres Geschäftsfeld hinzugekommen. „Unser Ziel war es von vornherein, mit dem Thema Additive Fertigung auch das Feld des Rapid Manufacturing zu adressieren und nicht nur das Prototyping“, erklärt Bernt Tröster, Geschäftsführer der Bibus Austria GmbH. Als Lösungsanbieter steht für Tröster dabei immer der konkrete Anwendungsfall des Kunden im Vordergrund. „Es gilt zu verstehen, wozu der Kunde das Bauteil verwenden möchte“, so der Geschäftsführer und unterscheidet dabei klar die Bereiche Rapid Prototyping und Rapid Manufacturing.

Das richtige System wählen

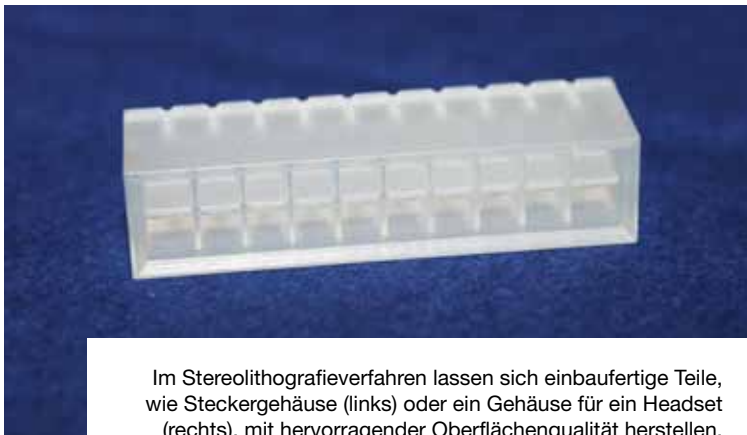
„Beim Rapid Prototyping geht es oft um Ansichts- und Designmodelle oder aber um Funktionsbauteile, deren endgültige Form oder Beschaffenheit noch nicht klar definiert ist. Beim Rapid Manufacturing aber steht das verwendbare Bauteil im Fokus, mit allen Anforderungen hinsichtlich Funktionalität, wirtschaftlicher Herstellung und kurzfristiger Verfügbarkeit“, geht er weiter ins Detail. Darum hat Bibus auch unterschiedliche Verfahren im Angebot. Angefangen hat alles mit den Z-Printern der ehemaligen Z-Corporation, die heute zu 3D Systems gehört. Mit diesen Systemen ließen sich bereits vollfarbige Modelle herstellen, was vor allem im Bereich Architektur, Industriedesign und der Konsumgüterindustrie Anwendung fand. Heute ist

diese Technologie in den ProJet® X60 Systemen von 3D Systems zu finden. Zusätzlich bietet eine breite Palette an Systemen, die nach dem Multijet-Modeling Verfahren arbeiten, eine Werkstoffvielfalt, die für Funktionsteile und kleine Serien aus Kunststoff bestens geeignet ist. Auch die Kombination unterschiedlicher Werkstoffeigenschaften ist dadurch möglich. So können starre zusammen mit elastischen Werkstoffen verarbeitet und so innerhalb kürzester Zeit komplexe, flexible Funktionselemente erzeugt werden. Abgerundet wird das Sortiment durch Lasersintermaschinen von EOS. „Diese Systeme sind wirklich perfekt für das Rapid Manufacturing geeignet“, erklärt Tröster begeistert und führt weiter aus: „Für das Lasersintern stehen mittlerweile eine Vielzahl an Werkstoffen zur Verfügung. Neben unterschiedlichen

“Bevor man sich für ein Gerät zur Additiven Fertigung entscheidet, muss man sich darüber klar werden, welche Eigenschaften man sich von den fertigen Teilen erwartet. Es ist eben nicht einfach damit getan, das CAD-Modell an die Maschine zu schicken. Da ist der Aufbau von spezifischem Know-how erforderlich. Auch darin sehen wir unsere Verantwortung.“

DI Mag. Bernd Tröster, Geschäftsführer Bibus Austria GmbH





Im Stereolithografieverfahren lassen sich einbaufertige Teile, wie Steckergehäuse (links) oder ein Gehäuse für ein Headset (rechts), mit hervorragender Oberflächenqualität herstellen.



Kunststoffen, Verbundmaterialien und Metalllegierungen gibt es auch Sonderwerkstoffe. Damit eignen sich diese Geräte nicht nur für die Bauteilerstellung, sondern auch ganz besonders für die serienreife Form- und Formkernherstellung im Gießereibereich.

Spezielles Know-how erforderlich

Obwohl die Möglichkeiten zur schnellen und kostengünstigen Herstellung komplexer Bauteile durch die Additive Fertigung enorm gestiegen sind, sieht der Geschäftsführer aber Aufklärungsbedarf in der Industrie. „Für die Anwender in der Industrie gilt es zu erkennen, dass mit den generativen Verfahren der Faktor Komplexität nicht mehr zwingend kostentreibend ist. Trotzdem ist es wichtig zu verstehen, wo die Grenzen der einzelnen Verfahren liegen. Man darf nicht blauäugig davon ausgehen, dass man

ein beliebiges CAD-Modell einfach an den Drucker schickt und nach wenigen Minuten kommt das fertige Teil heraus. Daten müssen überprüft werden. Die Baulage muss passen und Supportstrukturen gegebenenfalls hinzugefügt werden. Das braucht schon spezielles Know-how“, mahnt Tröster.

Den Gesamtprozess abbilden

Als Gesamtlösungsanbieter kümmert sich Bibus nicht nur um das eigentliche Ausgeben der Bauteile auf dem jeweiligen Gerät. Auch in der Vorbereitung der Daten unterstützt das Unternehmen. Mithilfe professioneller Softwarewerkzeuge werden die CAD-Daten passend zum jeweiligen Verfahren vorbereitet. Zudem besteht die Möglichkeit, Teile zunächst im Auftrag bei Bibus herstellen zu lassen. Mit die-

sem Angebot richten sich die Niederösterreicher vor allem an mittelständische Unternehmen, welche die erweiterten Möglichkeiten Additiver Fertigung zwar nutzen möchten, aber derzeit noch nicht in eigenes Equipment investieren möchten. „Unsere Kunden können sich darauf verlassen, dass wir sie bei der Einführung des gesamten Prozesses unterstützen. Unser Ziel ist es, dass ein Anwender innerhalb kürzester Zeit die Vorteile der Additiven Fertigung möglichst weit ausschöpfen kann“, so Tröster abschließend.

■ www.bibus.at



Werkstücke aus Alumide®, ein Verbundwerkstoff aus Aluminium und Polyamid, zeichnen sich durch hohe Steifigkeit, metallisches Aussehen und gute Bearbeitbarkeit aus. Die Oberflächen von Alumide®-Bauteilen sind durch Schleifen, Polieren oder Beschichten leicht zu veredeln.

Software in der Additiven Fertigung

Aus anderen Bereichen moderner Fertigungsprozesse weiß man, dass für den Betrieb von Maschinen und Anlagen immer eine Steuerungssoftware erforderlich ist. Ähnlich wie bei CNC-gesteuerten Bearbeitungsmaschinen sind auch im Bereich der Additiven Fertigung die Geräte auf eine geeignete, angepasste Steuerung angewiesen. Ebenso ist für die Herstellung von Werkstücken eine entsprechende Arbeitsvorbereitung zu leisten. Die Verfahren unterscheiden sich freilich von denen der Zerspangung, sind diesen bei genauerer Betrachtung der Gerätesteuerung aber gar nicht so unähnlich.

Autor: Georg Schöpf / x-technik

Schon früh in der Entwicklung der Additiven Fertigung wurde von Chuck Hull, dem Entwickler des Stereolithografieverfahrens, eine Methode entwickelt, dreidimensionale Computergrafiken so zu beschreiben, dass damit die reine Hüllgeometrie abgebildet werden kann. Die Stereo Triangulation Language (STL) hat sich zum Quasi-Standard für die systemunabhängige Modellbeschreibung entwickelt. So kann jedes gängige 3D-CAD-System seine Daten auch in diesem Format abspeichern. Lange Zeit nahm jedes auf dem Markt befindliche additive Fertigungsverfahren dieses Datenformat per se als Grundlage. Dieses Format kann auch nach heutigem Stand immer noch für die Verarbeitung auf jedem Gerät zur Additiven Fertigung verwendet werden. Allerdings hat sich Anfang dieses Jahres ein Konsortium gebildet mit dem Ziel, ein neues und besseres Standardformat zu definieren, das dem Modell mehr Informationen mitgibt und gleichzeitig Fehlerquellen eliminiert.

Vom CAD-Modell zum Werkstück

Um aber ein 3D-Modell auf einem Gerät für Additive Fertigung ausgeben zu können, bedarf es einer vorhergehenden Datenaufbereitung. Denn: Alle additiven Verfahren beruhen darauf, dass das Baumaterial in Schichten aufgetragen wird. Dazu muss natürlich das Modell zunächst in diese Schichten zerlegt werden. Wie in

der Beschreibung der einzelnen Verfahren ausgeführt, sind dabei verschiedene Randbedingungen zu berücksichtigen. Sei es eine Mindestwandstärke, Stützgeometrien bei Überhängen oder aber die geeignete Lage für den Bauteilaufbau, um entsprechende Oberflächengüten zu erzielen.

Grundvoraussetzung Modellqualität

Für diesen Zweck ist es erforderlich, die Ausgangsgeometrie zuerst darauf zu prüfen, ob das 3D-Modell in sich geschlossen ist. Bei der Erstellung eines STL-Files kann es nämlich durch Ungenauigkeiten in der Hüllenbeschreibung zu Fehlern kommen. Dem kann auf dreierlei Arten entgegengewirkt werden. Erstens sind die Hersteller von CAD-Systemen bemüht, immer effizientere STL-Beschreibungen auszugeben um schadhafte Dateien von vornherein zu vermeiden. Zweitens werden Reparaturwerkzeuge angeboten, mit denen existierende STL-Dateien überprüft und gegebenenfalls ausgebessert werden können. Und drittens schließlich sind Softwareanbieter für Gesamtlösungen in der Additiven Fertigung bemüht, CAD-Daten im Originalformat einzulesen, um Übergangsungenauigkeiten auszuschließen.

Geschicktes Anordnen erwünscht

Als nächstes gilt es zu bestimmen, ob das Werkstück in den Bauraum passt. Bei be-

grenztem Bauraum ist es möglicherweise erforderlich, das Bauteil in mehrere Stücke aufzutrennen und später wieder zu fügen. Dies sollte jedoch möglichst nur bei Ansichtsmodellen oder Entwurfsmustern in Erwägung gezogen werden. Grundsätzlich gilt auch für die Additive Fertigung, dass ein Teil aus einem Stück besser ist, als aus mehreren Segmenten zusammengefügt. Außerdem ist zu prüfen, welche Baulage anzustreben ist.

Durch eine geschickte Baulage können die Anforderungen an Supportgeometrien gegebenenfalls drastisch reduziert werden. Ebenso ist abhängig vom Verfahren zu prüfen, wie eine künftige Belastungssituation des fertigen Bauteils aussieht, weil additiv gefertigte Werkstücke oft richtungsabhängig sehr unterschiedliche strukturelle Eigenschaften aufweisen. Nicht zuletzt ist auch häufig die Oberflächengüte von der Baurichtung abhängig (Abb.1).

Größe und Innenstruktur

Für manche Teile ist auch eine Skalierung sinnvoll. Entweder weil das Teil in Originaldimensionen für eine eingehende Betrachtung und Bewertung zu klein ist oder aber eine Verkleinerung praktikabel ist. Dies könnte beispielsweise bei Architekturmodellen angezeigt sein. Außerdem ist es für viele Modelle wichtig, die Innenstruktur



Abb. 1: Der Workflow für die Additive Fertigung folgt ähnlich wie in der zerspanenden Fertigung im Grunde immer dem gleichen Schema – von der Modellerstellung über die Datenaufbereitung, das Slicing und Generieren des Maschinencodes bis zur Ausgabe auf dem Gerät.

zu definieren. Bei Leichtbaumodellen mit eventuellen topologieoptimierten Innenstrukturen ist dies bereits über das Modell vorgegeben. Bei Vollkörpern hingegen ist die Definition der Innenstruktur verfahrensabhängig. Beispielsweise versucht man bei einem Aufbau im FDM-Verfahren durch geeignete Gitterstrukturen Material einzusparen und eine möglichst gleichmäßige, verzugsfreie Anordnung des Filaments zu erreichen.

Am Ende der Vorbereitung steht noch ein Packaging. Ein geschicktes, platzsparendes Anordnen mehrerer, verschiedener Teile ermöglicht es, den Bauraum besser zu nutzen und mehr Teile in einem Aufbauvorgang zu fertigen. Denn auch für Geräte in der Additiven Fertigung zählt der Grundsatz einer möglichst effizienten Maschinennutzung. All diese Arbeitsschritte wurden im Schema in Abb. 1 unter dem Begriff des Handling zusammengefasst.

Schichtweise zerlegt

Unumgänglicher Schritt in der Aufbereitung der Daten ist das anschließende, sogenannte Slicing. Dabei wird das gesamte Paket an Modellen, die im Bauraum angeordnet werden, in einzelne Schichten zerlegt, wie sie nachfolgend in der Maschine aufgebaut werden sollen. Bereits hier spielen die Bearbeitungsparameter der Anlage eine Rolle, denn schon jetzt muss die Schichtdicke bestimmt werden. Materialeigenschaften wie Schwinden des Materials bei Abkühlung oder eventuelles Einsacken von Strukturen ist dabei bereits zu berücksichtigen. Diese Effekte sind häufig von den zu erstellenden Gesamtflächen abhängig und bedürfen einer eingehenden, vorherigen Analyse.

Die aus dem Slicing resultierenden Bauschichten werden schließlich an den Buildprozessor herangeführt. Dieser ist die eigentliche Schnittstelle zum Fertigungsgerät und vergleichbar mit einem Druckertreiber oder einem Postprozessor für CNC-Maschinen. Abhängig von Verfahren und Maschinenkenndaten erstellt der Buildprozessor die Steuerdaten für die Maschine in Form von G-Code oder M-Code. Diese werden schließlich an die Achscontroller, Lasereinheiten, Extrusionsdüsen oder was auch immer die verfahrensbestimmenden Elemente sind, weitergegeben.



Die Oberflächenqualität in der Additiven Fertigung hängt eng mit der Modellausrichtung im Bauraum zusammen. Im Bild ist der Schichtaufbau bei sanften Wölbungen gut zu erkennen. (Bild: Stratasys)

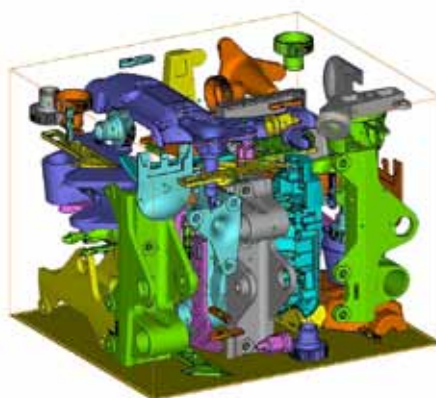
Unterschiedliche Softwarekonzepte

Steuerungssoftware wird oft von den Herstellern der Fertigungsgeräte direkt im Bundle mit angeboten. Häufig sind darunter Eigenentwicklungen zu finden, die aber meist auf der Grundlage eines verfügbaren Slicers oder einer Open Source Lösung basieren. Zusätzlich gibt es auf dem Markt aber auch eigenständige Softwarepakete, mit denen die gesamte Aufbereitung der Ausgangsdaten erfolgen kann und die Anbindung direkt an das Ausgabegerät erfolgt, indem nur der jeweilige Buildprozessor eingebunden werden muss. Der Vorteil dieser Variante besteht darin, dass die Aufbereitung für unterschiedliche Geräte in ein und derselben Arbeitsumgebung erfolgen kann und lediglich die Anpassung des Ausgabegerätes mit den erforderlichen Bearbeitungsparametern erfolgen muss. Bei der Einführung additiver Verfahren ist die Datenaufbereitung jedenfalls ein wichtiges Thema, das in die Gesamtüberlegung

einfließen sollte. Denn auch in der Additiven Fertigung ist eine gründliche Arbeitsvorbereitung Grundlage für wirtschaftliche Ergebnisse. Die Auswahl der richtigen Systemumgebung sollte deshalb stark bedarfsorientiert erfolgen. Ist der Einsatz verschiedener Verfahren geplant, sollte in jedem Fall der Workflow der Datenaufbereitung einer genaueren Betrachtung unterzogen werden. Denn das Ergebnis kann nur so gut werden, wie es die Qualität der Daten zulässt.

Vereinheitlichung erforderlich

Die große Varianz an Datenformaten im Bereich der Entwicklung, des Designs und der Konstruktion stellt die Hersteller von Schnittstellen und Bearbeitungssoftware vor eine große Herausforderung. Das STL-Format, das mittlerweile auch schon etwas in die Jahre gekommen ist, genügt den Anforderungen oft nicht mehr. Der Wunsch in der Industrie besteht, fertigungsrelevante Informationen zusammen mit den Modelldaten zu übertragen. Geschlossene Geometrien und konsistente Teilebeschreibungen sind ohnehin Grundlage für eine additive Verarbeitung.



Durch ein geschicktes Packaging kann der Bauraum optimal genutzt werden. Leerwege im Fertigungsgerät werden dadurch vermieden und die Bauzeit effizient genutzt. (Bild: Materialise)

Das kürzlich gegründete 3MF Konsortium, das es sich zur Aufgabe gemacht hat ein Datenformat ins Leben zu rufen, das genau auf die Bedürfnisse und Anforderungen der Additiven Fertigung zugeschnitten ist, versucht all diese Punkte in einer allgemeingültigen Datenbeschreibung zu vereinen. Das soll den Datenaustausch erleichtern und Fehlerquellen minimieren. Eine Entwicklung, die eine durchgängige Prozesskette in der Additiven Fertigung enorm vereinfachen würde. ■



Erst kürzlich gab Microsoft Details über ein neues 3D-Druck-Konsortium bekannt. Es soll dort ein Datenformat entwickelt werden, das den 3D-Druck für alle diejenigen erleichtert, die mit Windows 10 und jüngeren Microsoft-Betriebssystemen arbeiten. Gespannt wurden die Neuigkeiten erwartet, die Emmett Lalish und Steve Olsson auf der diesjährigen Microsoft Build Conference präsentierten.

Das neue gemeinsame Entwicklungsprojekt nennt sich 3MF Konsortium und besteht zunächst aus folgenden sieben Unternehmen: Microsoft, HP, Shapeways, Autodesk, Dassault Systems, netfabb und SLM Solutions. Das Konsortium soll in der Teilnehmerzahl nicht eingeschränkt werden und zielt darauf ab, ein Datenformat zu definieren, dessen Nutzung durch Anlehnung an den Designprozess eine möglichst große Bandbreite abdeckt.

Es soll vom Design bis zum Druck nur ein einziges Datenfile erforderlich sein, wo-

durch Verluste im Gesamtprozess vermieden werden sollen.

Das Konsortium arbeitet an der Beschreibung für dieses Datenformat, das es erlauben soll, sämtliche Detailinformationen eines 3D-Modells ohne Genauigkeitsverlust an andere Anwendungen, Dienste, Plattformen und Drucker zu senden.

Aktuelle Datenformate, wie beispielsweise STL, die derzeit für die Datenübertragung zwischen verschiedenen Systemen ver-

wendet werden, führen immer wieder zu Schwierigkeiten an den Systemschnittstellen. Einige dieser Probleme sind entweder zu komplexe (AMF) oder zu stark reduzierte Daten (STL). Auch stark unterschiedliche Methoden in der Objektbeschreibung führen zu großen Unterschieden in den Datenmodellen. IGES, STEP und NURBS seien hier nur exemplarisch erwähnt.

Vorteile des 3MF-Formates

3MF soll den Unternehmen und Designern ermöglichen, sich mehr auf Innovation als auf Kompatibilität zu konzentrieren. Das Datenformat .3MF existiert schon seit Jahren, wurde nun von Microsoft komplett überarbeitet und vom 3MF Konsortium mit voller Unterstützung angenommen. Die Vorteile des neu gestalteten Formates sehen die Beteiligten darin, dass sämtliche Informationen eines Modells in einem einheitlichen Archiv zusammengefasst werden. Ähnlich wie bei anderen standardisierten Formaten soll auch in diesem Fall das XML-Schema den Rahmen bilden. Darunter werden gut bekannte binäre Formate wie PNG, JPEG und andere, einheitlich strukturiert abgelegt. Es soll die Möglichkeit bestehen, nach eng definierten Richtlinien Informationen hinzuzufügen.

Speziell für die Additive Fertigung entwickelt

Das Format ermöglicht es, Objekte zu drehen, zu skalieren bzw. zueinander anzuordnen. Es wurde speziell für die Additive Fertigung kreiert und bietet die Möglichkeit, künftige Technologien zu integrieren. Mit der raschen Entwicklung im Bereich der generativen Verfahren und der zunehmenden Nutzung in der Industrie ist es nach Ansicht des Konsortiums offensichtlich, dass ein einheitliches Datenformat zur exakten und vollständigen Übertragung von Daten unumgänglich ist.

Die beteiligten Unternehmen laden dazu ein, auf 3DPB.com mitzudiskutieren und eigene Gedanken dazu einzubringen. ■



Sicher, einfach und umweltfreundlich

Der Mcor Iris ist prädestiniert für eine Vielzahl von Anwendungen: Prototypen, Forschung, Endverbraucher-Produkte, Kunst und Medizin. 3D-Objekte lassen sich mit diesem 3D-Drucker kostengünstig, in Echtfarben und umweltfreundlich umsetzen. Mit der SDL (Selective Deposition Lamination) Technologie ausgestattet, druckt der Mcor Iris mit Standard-Briefpapier und erzeugt daraus fotorealistische Objekte. Die Modelle

sind weiters weder rau noch schwer sowie sehr stabil und haltbar – auch ohne Infiltration. Zum Abtragen von Material am Modell sind keine Chemikalien nötig und es entstehen keine toxischen Gase oder Dämpfe. Zudem bedarf es nur weniger Minuten, um den Anschnitt vom 3D-Modell zu entfernen.

■ www.mcor technologies.com
■ www.prirevo.at

Firmenverzeichnis

3D Systems	7, 9, 14, 16, 23, 62, 70
Arburg	17, 64, 76
Autodesk	74
Bibus	62, 63, 70
Blueprinter	12
Blum	40
Concept Laser	7, 8
Dassault Systems	74
DMG MORI	13, 20, 26, 52
DWS	23
EOS	10, 56, 70
FIT AG	12
FH Wiener Neustadt	36
Fotec	36, 55
Fraunhofer Institut IWS	44
Hermle / HMG	21, 40
HP	74
Laserline	44
Lithoz	24
Mapal	35
Materialise	73
Mcor	6, 19, 75
Mesago	25, 53
Messe Erfurt	57, 69
Microsoft	74
MostTech	2, 50
netfabb	74
Prirevo	75
Renishaw	11
RSC Engineering	7
RS Components	55
Sauer	52
Shapeways	74
Siemens	52
Siemens PLM	26
SLM	2, 10, 11, 50, 74

Stratasys	15, 73
succus	33
Ultimaker	55
VDMA	32

voxeljet	8, 29, 39, 58
WFL	1, 7, 20, 44
x-technik	49

Impressum

Medieninhaber

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

Geschäftsführer

Klaus Arnezeder

Chefredakteur

Georg Schöpf
georg.schoepf@x-technik.com

Team x-technik

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

Grafik

Alexander Dornstauder
Steve's Designstudio

Druck

FriedrichVDV GMBH & CO KG
Zamenhofstraße 43-45, A-4020 Linz

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

Auflage: 10.000 Stück

Vorschau Ausgabe 2/Okttober

- Aus der Praxis
- Maschinen und Lösungen
- Materialien
- Software
- Dienstleister

Anzeigenschluss: 28.09.15
Erscheinungstermin: 13.10.15

Bei Interesse:

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

DIE KUNST DER PRODUKTIONSEFFIZIENZ



Freiheit zu schaffen ist eine Kunst: Der freeformer revolutioniert die additive Fertigung. Funktionsfähige 3D-Produkte aus Standardgranulaten werkzeuglos und höchst flexibel fertigen – vom Einzelteil bis zur Kleinserie. Frei geformt vom Red Dot Award Winner 2014. Eine weltweit einmalige Perspektive!