

Welche Möglichkeiten der 3-D-Druck für die Produktionstechnik bietet, zeigt dieser Kunstdruck der Firma Christenguss aus dem schweizerischen Bergdietikon. Er hat 1,35 Milliarden Einzeloberflächen und war zeitweise im Centre Pompidou in Paris ausgestellt.

Additive Fertigung: Das Zukunftsthema der Produktionstechnik

Additive Fertigung ist das große Zukunftsthema der Produktionstechnik. Der dreidimensionale Druck ergänzt immer stärker herkömmliche Fertigungstechniken und ist in vielen anspruchsvollen Industrien wie der Medizintechnik, der Automobilindustrie und der Luft- und Raumfahrt bereits erfolgreich im Einsatz. Auch Gießereiindustrie, Stahl- und Aluminiumbranche haben das Potenzial des 3-D-Drucks erkannt. Das Düsseldorf-Messequartett GIFA, METEC, THERMPROCESS, NEWCAST 2019 vom 25. bis 29. Juni 2019 widmet dem Thema „Additive Manufacturing“ aus diesem Grund eine eigene Sonderschau.

VON GERD KRAUSE, DÜSSELDORF

Automobilindustrie, Luft- und Raumfahrt setzen auf 3-D-Druck

Ein Blick unter die Motorhaube des Demonstratorfahrzeugs zeigt das Potenzial des industriellen 3-D-Drucks für die Automobilindustrie: Wenige Bauteile, dafür mit Funktionserweiterungen und einer erheblichen Gewichtseinsparung. Die 34 kg leichte crashsichere neue Vorderwagenstruktur des alten VW Caddys ist aus der hochfesten und hochzähen Hochleistungslegierung Scalmalloy der Airbus-Tochter APWorks mit einem 3-D-Drucker der deutschen EOS gefertigt. Das unter Federführung des Entwicklungsdienstleisters csi laufende Projekt 3iprint wurde Mitte Juni mit dem „German Innovation Award 2018“ ausgezeichnet. Das Caddy-Konzept soll aufzeigen, was unter Anwendung neuer Konstruktionsmethoden und neuer Werkstoffe mit additiver Fertigung im Automobilbau technologisch möglich ist. Generativen Fertigungsverfahren, wie der Oberbegriff für die unterschiedlichen additiven Fertigungstechnologien mit al-

len möglichen Typen von 3-D-Drucksystemen lautet, gehört die Zukunft.

Schon heute ist die additive Fertigung mit Kunststoffen, Metallen und Keramik aus der Industrie nicht mehr wegzudenken. Knapp 40 % der 2016 befragten deutschen Unternehmen nutzen 3-D-Druck bereits, wie die Beratungsgesellschaft EY ermittelt hat. Das Potenzial quer durch alle Bereiche ist gewaltig. 3-D-Druck mit Beton könnte die Baubranche revolutionieren, Bioprinting von lebendem Gewebe ist bereits möglich – und selbst der Druck menschlicher Organe ist ein ernsthaft verfolgter Forschungsgegenstand.

Den Metallbranchen bietet der 3-D-Druck neue Chancen. Mit dem 3-D-Drucker erfolgt der Aufbau Schicht für Schicht auf Basis digitaler Konstruktionsdaten. Material wird nur an den Stellen verbaut, wo es gebraucht wird. Wo konventionelle Fertigungsverfahren an ihre Grenzen stoßen, spielen additive Technologien ihre Stärken aus. 3-D-Druck bietet Konstrukteuren uneingeschränkte geometrische Freiheiten. Mit variierenden Wandstärken, Hohlräumen und Wa-

benstrukturen lassen sich beispielsweise komplexe funktionsintegrierte Bauteile mit bionischem Aufbau fertigen, wie eben die hochbelastbare automobilen Leichtmetallkonstruktion aus dem 3iprint-Projekt. Im dreidimensionalen Druck ist auch eine Fertigung kleiner Losgrößen und selbst von Einzelstücken wirtschaftlich darstellbar. Druckgießwerkzeuge können entfallen, was schnell mehrere zehntausend Euro an Werkzeugkosten einsparen kann. Individualisierte Bauteile, Prototypen und selten nachgefragte Ersatzteile gelten daher als Domänen der additiven Fertigung.

3-D-Druck ist Ergänzung, nicht Substitution

Die universale Angriffswaffe zum Sturm auf die Bastionen der etablierten Fertigungswelt ist der 3-D-Druck indes nicht. „Additive Fertigung“, sagt der Fertigungsexperte Franz-Josef Wöstmann vom Fraunhofer Institut IFAM in Bremen, „ist Ergänzung, nicht Substitution.“ 3-D-Drucker geraten spätestens dort an ihre Grenzen, wo sich mit konventionellen Fer-

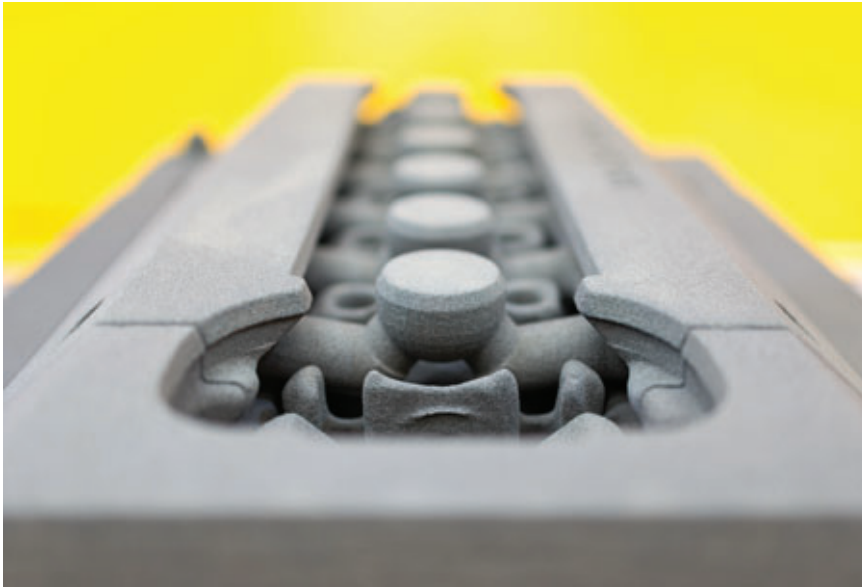


FOTO: CHRISTENGUSS

tigungsverfahren hohe Stückzahlen wirtschaftlich erzielen lassen. Das fällt insbesondere bei metallischen Fertigungsverfahren im Großvolumensegment der Automobilindustrie ins Gewicht. Die Produktivität additiver Fertigung mit Metall ist gegenwärtig wenig großserientauglich. „3-D-Druck wird für Premiumfahrzeuge und für eine beschränkte Anzahl an Bauteilen mehr und mehr kommen, die Gießerei aber nicht ersetzen können“, ist sich Dr. Stefan Geisler, Innovationsmanager der KSM Casting Group in Hildesheim, sicher. Die im Volumenmarkt benötigten Stückzahlen würden sich auch mit schnelleren Aufbauraten wie bei additiver Fertigung mit Draht nicht erreichen lassen. „Was gern vergessen wird, ist, dass auch die additive Fertigung die Physik nicht überlisten kann. Auch da geht es am Ende nur um Prozesse: Aufschmelzen und Abkühlen. Das geht nicht beliebig schnell“, gibt Geisler zu bedenken. Zudem müssen die gedruckten Komponenten durch spanende Prozesse zum fertigen Funktionsbauteil veredelt werden.

Nachteilig bei metallischer additiver Fertigung ist in jedem Fall auch der hohe Energieaufwand. Beim Laserschmelzen von Metall muss von der Pulverherstellung bis zum fertigen Bauteil rund zweimal so viel Energie aufgewendet werden wie beim konventionellen Gießen, wie der Münchner Professor Wolfram Volk, Ordinarius des Lehrstuhls für Umformtechnik und Gießereiwesen der TU München, vorrechnet. Additive Verfahren werden zunehmend zum Bestandteil bestehender Prozessketten. Wie sich additive und zerspanende Bearbeitung in einem Bearbeitungszentrum zu hybrider Komplettbearbeitung kombinieren lässt, zeigen u.a. die Werkzeugmaschi-

Komplexe Sandgießform aus dem 3-D-Drucker.

nenhersteller DMG Mori und Hermle. Weltmarktführer DMG Mori ergänzt das Laserauftragsschweißen mittels Pulverdüse (Laser Metal Deposition) um die zerspanende Nachbearbeitung mit Drehen und Fräsen. Wettbewerber Hermle erweitert mit seiner MPA-Technologie (Metall-Pulver-Auftrag) ein mehrschichtiges Bearbeitungsverfahren um ein thermisches Spritzverfahren, bei dem Metallpulver schichtweise zu einem soliden Bauteil verfestigt wird.

Höhere Aufbauraten bei der additiven Verarbeitung von Metallen verfolgt das Berliner Unternehmen Gefertec. Die 5-Achsen-Anlagen der Maschinenbauer für generative Fertigungstechnik schweißen Draht im Lichtbogenverfahren Lage für Lage aufeinander. Die so gefertigten Rohlinge kommen der Endkontur sehr nahe, was den Zeit- und Werkzeugeinsatz der spanenden Nachbearbeitung reduziert.

Gießerei: Direkte und indirekte Verfahren additiver Fertigung

Von generativen Verfahren gleich mehrfach profitieren kann die Gießereiindustrie. Direkte Verfahren der additiven Fertigung bieten Gießereien die Chance, auch Teile geringer Stückzahl bis hin zu Unikaten ins Produktportfolio aufzunehmen. Im indirekten Verfahren wiederum nutzen sie additive Technologien zur Herstellung von Formen und Kernen aus Sand und von Modellen aus Kunststoff. Weiteres Potenzial bieten Hybridtechnologien mit einer Verfahrenskombination aus konventionellem Gießen und additiver Ferti-

gung. Unter den Systemherstellern für additive Fertigung nimmt die deutsche Industrie eine Spitzenposition ein, wie der BDI in einem Positionspapier festhält. Bei den Pulverbettssystemen liegt ihr Marktanteil bei rund 70 %. Zu den global führenden 3-D-Druckerherstellern zählen EOS (Metall und Kunststoff), SLM Solution (Metall) und Voxeljet. Voxeljet hat sich auf Gießereien spezialisiert und vertreibt 3-D-Drucker zur Herstellung von Sandformen und Kernen, sowie von Kunststoffmodellen für den Feinguss nach dem Ausschmelzverfahren. Um ein Gussteil zu gießen, braucht es eine Form, zur Ausbildung der Hohlräume in dem zu gießenden Teils die entsprechenden Kerne. Beim klassischen Sandgießen bestehen Formen und Kerne aus Quarzsand, der mit einem speziellen Bindemittel verfestigt wird.

Während in der Großserienfertigung etwa von Pkw-Motoren vollautomatische Formanlagen und sogenannte Kernschießautomaten zur Standardausrüstung moderner Gießereien gehören, ist bei Prototypen und kleineren Serien der Einsatz der Automaten selten wirtschaftlich. Hier kommt immer stärker der 3-D-Druck zum Zug. Aus dem CAD-Datensatz heraus werden Sandformen und Kerne beliebiger Komplexität über einen Schichtbauprozess hergestellt. Diese werkzeuglose Fertigung bietet hohe Flexibilität bezüglich Stückzahl, Design und Varianten und erlaubt die Fertigung komplexer Formen und Kerne mit nahezu beliebiger Geometrie in exakt reproduzierbarer Qualität.

Voxeljet spricht beim 3-D-Druck von Formen und Kernen aus Sand für Kleinserien über Kosteneinsparungen von bis zu 75 %. Das Drucken von Sandformen und -Kernen eignet sich optimal als Entwicklungsinstrument. Die Eisen-Gießerei Düker mit den Standorten Karlstadt und Laufach beispielsweise setzt im Bereich Kundenguss keine Modelle mehr ein. Zur Herstellung der additiv gefertigten Sandformen dient allein der CAD-Datensatz. Neue Produkte werden so in kurzer Zeit aus dem Rechner in Guss realisierbar und können zur Erprobung weiterbearbeitet werden. Geometrische Anpassungen sind einfach umzusetzen, nach Änderung der Konstruktionsdaten und dem Druck einer weiteren Form kann der erneute Abguss erfolgen. Die Entwicklungszeit wird durch dieses Verfahren signifikant verkürzt, wie Düker berichtet. So sei es gängige Praxis, Erstmuster innerhalb weniger Wochen herzustellen, für die im Serienprozess Monate verstreichen. Auch das Druckgießen mit Dauerformen aus Werkzeug-

stahl profitiert vom 3-D-Druck. „Additive Fertigung bietet Druckgießern große Chancen“, wie Dr.-Ing. Ioannis Ioannidis, Chef des Druckgießmaschinenherstellers Oskar Frech, Schorndorf, und sowohl Vorstandsvorsitzender im Fachverband Gießereimaschinen als auch Vorstandsmitglied der Arbeitsgemeinschaft Additive Manufacturing im VDMA, im Interview hervorhebt. Im 3-D-Druck fertigt Frech beispielsweise eine komplexe Schlüsselkomponente für seine angussarme, Kreislaufmaterial (z.B. Aluminium oder Magnesium) sparende Werkzeugtechnologie FGS.

Die Form nimmt im Druckgießprozess eine Schlüsselstellung ein. Gefordert wird eine möglichst schnelle Erstarrung der Gussteile. Durch schnellere Abkühlung lässt sich die Prozesszeit eines Bauteils verkürzen, wobei gleichzeitig auch die Gussqualität verbessert wird. Das setzt eine ausreichende Wärmeabfuhr in der Gießform voraus, die klassischerweise durch Kühlbohrungen vorgenommen wird. Kühlbohrungen möglichst dicht an der formgebenden Oberfläche anzubringen sind allerdings verfahrensbedingt Grenzen gesetzt. Hier kann additive Fertigung Abhilfe schaffen, denn dank der großen Gestaltungsfreiheit lässt sich ei-



Gedruckte Sandgießform für einen Zylinderkopf von MAN.

ne konturnahe Kühlung auch an kritischen Bereichen in der Form erzeugen.

Sonderschau Additive Fertigung auf der GMTN 2019

Mit einer Sonderschau zu Additiver Fertigung erweitert die Messe Düsseldorf die Metallurgiemessen GIFA, METEC, THERM-PROCESS und NEWCAST vom 25. bis 29.

Juni 2019. Auf dem GIFA-Gelände zeigen Aussteller aus aller Welt neue Entwicklungen zu Additiven Verfahren. Softwareunternehmen mit Lösungen von der 3-D-Visualisierung und -Modellierung bis zur Datenaufbereitung sind ebenso vertreten, wie Anbieter von Metallpulvern und Herstellern von Maschinen, Anlagen und Verfahren für additive Fertigung und Nachbearbeitung.