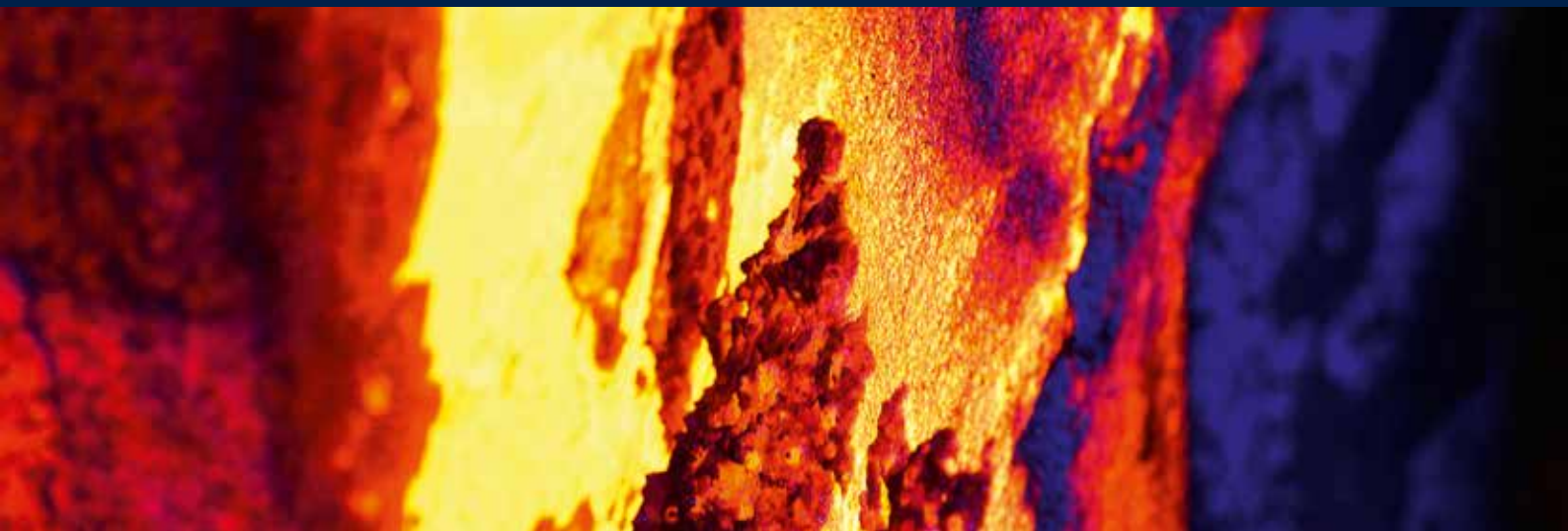


FUTURE MANUFACTURING

Magazin für intelligente Produktion



Additive Fertigung
Augmented Reality

Editorial

3D-Druck in der Industrie

Kommt 3D-Druck in der Industrie zum Einsatz, dann spricht die Fachwelt von additiver Fertigung (Additive Manufacturing, AM). Der Sammelbegriff umfasst zahlreiche Verfahren zur Verarbeitung von Metallen, Kunststoffen, Keramiken und weiteren Materialien, die ein großer Vorteil eint: Sie erzeugen komplexe Bauteile ohne vorhergehenden Werkzeugbau.

Was anfangs im Rapid Prototyping Furore machte, nutzt die Industrie vermehrt zur Fertigung von Einzelteilen, Kleinserien und Werkzeugen, zur dezentralen On-Demand-Produktion von Ersatzteilen oder Individualisierung von Massenprodukten. Das Potenzial ist enorm. Um es zügig zu heben, hat sich 2014 die Arbeitsgemeinschaft Additive Manufacturing im VDMA gegründet. Heute arbeiten darin Unternehmen aus allen Bereichen der additiven Wertschöpfungskette zusammen: Industrielle Anwender, AM-Anlagenbauer und Zulieferer, Material-, Software- und Automatisierungsspezialisten, Fertigungsdienstleister und Forschungsinstitute.

Eine aktuelle Mitgliederumfrage belegt die zunehmende Reife der Branche. Prototypen machen kaum noch ein Viertel der Produktion aus. Drei Viertel entfallen zu vergleichbaren Anteilen auf additiv gefertigte Werkzeuge, Ersatzteile und Serienprodukte.

Für den breiten industriellen Serieneinsatz bedarf es robuster, hochgradig automatisierter Prozessketten. Der Weg dorthin führt über die Vernetzung der Akteure entlang der Prozesskette. Der Austausch ihrer Anwendererfahrungen und ihrer Perspektiven auf die Prozesse ist die Basis dafür, dass die junge Branche schnell zu einem gemeinsamen Prozessverständnis gelangt. Gerade weil die Technologie so heterogen ist, liegt der Schlüssel in der Vielfalt: Sie erlaubt es den Akteuren, technologische Herausforderungen differenziert zu betrachten und Spezifika verschiedener Werkstoffe, Verfahren und Anwendungen zu berücksichtigen.

Die Arbeitsgemeinschaft Additive Manufacturing repräsentiert diese Vielfalt. Gemeinsam erarbeiten ihre 150 Mitglieder die Basis, um Einzelprozesse Schritt für Schritt zu vernetzen. Ziel ist die Integration von Additive Manufacturing in die Smart Factory. Denn dort können additive Verfahren ihre Stärken ausspielen: maximale Flexibilität, Designfreiheit und Umsetzungsgeschwindigkeit.

Neuste Entwicklungen finden Interessierte zum Beispiel auf der Branchenleitmesse Formnext vom 19. bis 22. November in Frankfurt. Die Messe ist seit ihrer Premiere 2015 vom Start-up zur dynamisch wachsenden Industriemesse geworden.



Rainer Gebhardt
Projektleiter Arbeitsgemeinschaft
Additive Manufacturing
VDMA

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rainer Gebhardt', written in a cursive style.

Rainer Gebhardt

Inhalt

| | |
|---|----|
| Editorial | 4 |
| Additive Fertigung Pulverbettverfahren im Vergleich: Binder Jetting oder selektives Laserschmelzen? | 6 |
| <i>Exone: Höhere Prozessgeschwindigkeit und bessere Qualität des Endprodukts</i> | |
| Sauberer 3D-Druck für saubere Abwasserkanäle | 8 |
| <i>Trumpf: Mehr Effektivität mit additiv gefertigten Düsen</i> | |
| Quantensprung in der Kupferverarbeitung | 10 |
| <i>Proto Labs: Bekannte Eigenschaften mit neuen Freiheiten</i> | |
| Der Einsatz von 3D-Druck im Ersatzteilbereich | 12 |
| <i>Antares: Chancen und Herausforderungen beim Reverse Engineering</i> | |
| Neues aus der Industrie | 14 |
| Augmented Reality Pulverbeschichtung 4.0: Wie Augmented Reality die Arbeit in der Maschinenhalle erleichtert | 16 |
| <i>Ubimax: Relevante Informationen werden in das Sichtfeld eingeblendet</i> | |
| Augmented-Reality-Inspektion durch exakte Registrierung von CAD-Modell und Kamerabild | 18 |
| <i>Visometry: Qualitätssicherung durch Tracking mit Computer Vision</i> | |
| Digitale Power für den Schaltschrankbau | 20 |
| <i>WSCAD: Unterstützung der Techniker bei Verdrahtung und Wartung</i> | |
| Augmented-Reality-Headsets für digitale Geschäftsmodelle | 22 |
| <i>Oculavis: Remote Service mit dem Blick auf die tatsächliche Situation</i> | |
| Unbestechlicher Helfer auf der Nase: Die Datenbrille in der Logistik | 24 |
| <i>Picavi: Millionenfache Picks schnell und präzise</i> | |
| An Augmented Reality führt kein Weg vorbei | 26 |
| <i>AP&S und Tepcon: Lösungen mit dem Einsatz erweiterter Realität</i> | |
| Die intelligente Datenbrille bietet Unterstützung in der Fertigung | 28 |
| <i>Siemens: In Verbindung mit neuartigen Interaktionsmodellen bieten tragbare Endgeräte einen Mehrwert</i> | |
| Bei der Anlagenentwicklung den Überblick behalten | 30 |
| <i>Machineering: Nutzer können in Gruppen interagieren</i> | |
| Mit Brille senkt BAE Systems den Trainingsaufwand | 32 |
| <i>PTC: Mit modernen Lernmethoden neue Mitarbeiter anleiten</i> | |



Prototypen und Kleinserien aus niedriglegiertem Kupfer eröffnen durch 3D-Druck eine neue Welt für Bauteile.

10



Mit der Pick-by-Vision-Lösung wissen die Werker genau, welche Ware aus dem Regal kommissioniert werden muss.

24



Augmented Reality in Verbindung mit Simulation kann Probleme bei der Anlagenentwicklung im Vorfeld lösen.

30

FUTURE MANUFACTURING 2020

Die Themen der nächsten Ausgaben: Digitale Farbig und künstliche Intelligenz, elektrische Automation, Antriebstechnik, Intralogistik.

Der Einsatz von 3D-Druck im Ersatzteilbereich

JENS HÄHN UND RALF BAUDER

Der 3D-Druck von Metallteilen bietet bereits vielfältige Chancen, und er wird weiterhin stark wachsen. Die additive Fertigung ist eine große Chance für das Ersatzteilmanagement. Bereits heute lassen sich durch Reverse Engineering und additive Verfahren attraktive Alternativen zu herkömmlichen Produktionsmethoden darstellen. Es handelt sich um eine komplexe Aufgabe, die deutlich über die reine Vermessungstätigkeit hinausgeht und vom Aufwand her teilweise fast an eine Neuentwicklung heranreicht.

Aufgrund der vielen positiven Entwicklungen bei der Maschinenproduktivität durch die Zahl der Lasersysteme und die Grundmaterialien ist zu erwarten, dass die Menge der Anwendungen stark zunimmt und der Ersatzteilbereich seine Rolle als wichtige Stütze des Gesamtmarkts für additive Fertigung ausbauen wird.

Additive Verfahren haben sich in den vergangenen Jahren rasant weiterentwickelt und ihre Serientauglichkeit in vielen Branchen wie Luft- und Raumfahrt, Fahrzeug- und Maschinenbau, Bahntechnik und Medizintechnik unter Beweis gestellt. So ist es naheliegend, diese Verfahren auch für Ersatzteile und andere Langsamdreher einzusetzen.

Insbesondere bei Produkten, die durch geringe Verkaufsmengen bei gleichzeitig hoher Volatilität im Bestellverhalten gekennzeichnet sind, bieten die 3D-Druckverfahren große Vorteile gegenüber herkömmlichen Verfahren: Zum Beispiel lassen sich durch die werkzeuglose Fertigung Rüstzeiten einsparen, was zu deutlich reduzierten Lieferzeiten führt. Produktionen

Fotos: Antares



Bei älteren Ersatzteilen stehen oft keine 3D-Daten zur Verfügung. Dann müssen diese Daten erfasst werden.

lassen sich deutlich besser an die tatsächliche Nachfrage anpassen und sind nicht mehr an (tendenziell zu große) Serienlose gebunden, was zu einer Reduzierung von Beständen führt. Auch die Integration von mehreren Funktionen in einem Bauteil, die Zusammenführung mehrerer (konventioneller) Bauteile zu einem sogenannten Single-Print-Bauteil oder die Umsetzung komplexer Geometrien zur Gewichtsreduzierung und Funktionsverbesserung werden erst durch den 3D-Druck möglich.

Als Materialien steht bereits eine Vielzahl von erprobten Legierungen zur Verfügung; das Spektrum reicht von Aluminium über verschiedene Stähle bis hin zu eher exotischen Materialien wie Titan. Damit lassen sich Bauräume bis zu 800 x 400 x 500 Millimetern realisieren.

Reverse Engineering für Ersatzteile

Die Idee, das additive Verfahren für Ersatzteile einzusetzen, ist also naheliegend. Allerdings gibt es auf dem Weg hierzu einige Herausforderungen zu meistern.

Wenn man über Ersatzteile und Langsamdreher spricht, dann handelt es sich sehr oft um ältere Bauteile, für die keine 3D-Daten zur Verfügung stehen. Auch sind die zugehörigen 2D-Zeichnungen nicht immer auf dem aktuellen Stand, sofern sie überhaupt vorliegen. Eine weitere Frage ist die der Leserlichkeit solcher Zeichnungen, was insofern kritisch ist, wenn es sich um Angaben zu Oberflächengüte oder Passungen handelt. Die Ausgangsbasis ist also in der Regel lückenhaft.

Der erste Schritt hin zu 3D-fähigen Unterlagen ist fast immer die Vermessung durch 3D-Laser-Scanning. Je nach Bauteilgeometrie wird dieser Schritt nicht ausreichend sein, da beispielsweise tiefe Bohrungen und Hohlräume vom Laser-Scanner nur rudimentär erfasst werden.

Ergänzend kommen daher taktile (maschinelle und manuelle) Messverfahren zum Tragen. Im nächsten Schritt wird die im Scan erzeugte 3D-Punktewolke in sogenannte NURBS-Flächen (nicht-uniforme, rationale B-Splines) umgewandelt. Die Ergebnisse der taktilen Messung und die NURBS-Flächen werden zu einem 3D-

Volumenmodell zusammengeführt, das idealerweise parametrisch aufgebaut und somit manipulierbar ist. Dieses 3D-Modell stellt die Ausgangsbasis für die weiteren Arbeiten dar.

Mit der Erzeugung von 3D-Modellen sind diese insbesondere bei technisch-funktionalen Bauteilen in der Regel nicht abgeschlossen. Um aus dem 3D-Bild ein funktionsfähiges und zuverlässiges Ersatzteil zu machen, bedarf es weiterer Konstruktionsarbeit. Teilweise handelt es sich um Berechnungen und Festigkeitsnachweise durch die Finite-Elemente-Methode (FEM); weiterhin müssen Passungen, Toleranzen, Oberflächenbeschaffenheiten und weitere Merkmale definiert werden. Wenn komplexe Baugruppen mit mehreren Einzelteilen für additive Verfahren fit gemacht werden, kommen weitere Entwicklungsschritte hinzu. Die genaue Kenntnis bezüglich der späteren Verwendung sowie der zu erwartenden Lastzustände ist eine wichtige Kompetenz der ausführenden Ingenieure.

Auf das Teilespektrum kommt es an

Naturgemäß hängen die Einsatzmöglichkeiten der additiven Verfahren stark vom jeweiligen Teilespektrum ab. Während klassische CNC-Teile oder Blechbiegeteile ohne weitere Bauteiloptimierung aus wirtschaftlichen Gründen in der Regel ungeeignet sein dürften, stellen komplexe Gussteile sehr gute Kandidaten für die Optimierung dar. Das gilt insbesondere, wenn Werkzeuge verschlissen sind oder die benötigten Mengen deutlich unter den für Gussverfahren sinnvollen Losgrößen liegen.

Einschränkungen und Grenzen

Jedoch gelten insbesondere im Ersatzteilbereich einige Einschränkungen. Aus Akzeptanzgründen besteht beispielsweise in der Regel die Kundenforderung, dass die Geometrie des nachgefertigten Bauteils mit der des Originalteils übereinstimmen muss. Es soll sich also um eine Eins-zu-Eins-Kopie handeln. Damit lassen sich jedoch Vorteile additiver Verfahren nicht oder nur eingeschränkt umsetzen, da zum



Wenn komplexe Baugruppen in additiver Fertigung hergestellt werden, dann ist auch die Erfahrung der Ingenieure gefragt.

Beispiel topologische Optimierungen zur Gewichtsreduzierung zu einem deutlich abweichenden Aussehen führen und damit am Markt teils auf Ablehnung stoßen, obwohl die Funktionalität vollständig gegeben ist.

Die rechtlichen Aspekte und insbesondere die Frage der Produktfreigabe sind nicht zu vernachlässigen, da der Inverkehrbringer der Produkthaftung unterliegt. Ein unautorisierte Nachbau von Ersatzteilen ohne Einbindung des Originalherstellers ist daher nicht zu empfehlen.

Die Einschränkung der Gestaltungsfreiheit und die Forderung nach einer exakten Kopie erweisen sich an dieser Stelle durchaus als Vorteil. Bei sachgerechter Ausführung der Konstruktion und richtiger Materialwahl darf man dann beruhigt davon ausgehen, dass das Ersatzteil mit Hilfe des 3D-Drucks den Anforderungen der Praxis genauso gut standhält wie die Vorlage. In vielen Festigkeitsversuchen haben 3D-Druckteile sogar besser abschnitten als entsprechende Teile beispielsweise aus Druckguss. Die additiven Verfahren führen zu einer gleichmäßigen Gefügestruktur, während Schwindungsprobleme und Lunker in der Regel entfallen. ●

Jens Hähn
Ralf Bauder
Geschäftsführende Gesellschafter
Antares Life Cycle Solutions GmbH

DAS NETZWERK
FÜR
INTELLIGENTE
PRODUKTION

www.future-manufacturing.eu