



Zur Fachtagung über additive Fertigung des Carl Hanser Verlags kamen Anfang Februar rund 90 Teilnehmer nach Darmstadt (© Hanser/Klotz)

## Dem 3D-Druck auf den Zahn geföhlt

### *Additive Fertigung zwischen Wachstumseuphorie und Realitätssinn*

Zwischen dem Zuwachs beim Geräteverkauf und produzierten Bauteilen klappt eine Lücke. Noch wird wohl viel experimentiert. Eine Fachtagung gab Einblicke in Projekte, Probleme und Chancen der additiven Fertigung.

**D**rei krankheitsbedingt ausgefallene Vorträge musste Tagungsleiter Prof. Dr. Rudolf Pfaendner, Bereichsleiter Kunststoffe am Fraunhofer LBF in Darmstadt, gleich zu Beginn der Fachtagung „Additive Fertigung – Fokus Kunststoff“ vermelden. Doch in der Folge erhielten die Besucher nicht nur praxisnahe Ersatzvorträge aus den Reihen der kurzfristig eingesprungenen Tagungsbeiräte, sondern en passant auch manchen Hinweis auf faszinierende Forschungsthemen. So zum Beispiel ein Verfahren, das mithilfe zweier Laserwellenlängen die Polymerisierung wahlweise aktivieren und unterdrücken kann und so Fertigungsgeschwindigkeiten bis zu rund 2 m/h demonstriert hat [1].

Ein ähnlicher Appetithappen war der Verweis auf die Computed Axial Lithography (CAL), bei der ein Flüssigkeitsrohr während der Belichtung mit einer Sequenz von Bildern rotiert, sodass in einem Durchgang komplexe Bauteile ohne Stützmaterial sogar mit Hinterschnitten entstehen [2]. Kein Wunder, dass sich anhand solcher und ähnlicher Ausblicke der Eindruck aufdrängte, dass die additive Fertigung im Grunde noch in den Kinderschuhen steckt.

### *Stürmisches Wachstum*

Gleichwohl zeigen auf der wirtschaftlichen Seite Indikatoren wie der Verkauf von Anlagen, Material und der Dienstleister-Umsatz massiv nach oben. Martin Sauer, Geschäftsführer und Inhaber der sauer product GmbH, Dieburg, illustrierte dies anhand von Zahlen aus dem Wholers Report. 2017 hat der Anlagenverkauf den Umsatz mit Material deutlich hinter sich gelassen. Eine Erklärung dafür könnte sein, dass viele Projekte in produzierenden Unternehmen noch im Entwicklungsstadium sind.

Das mag bei 3D-Dienstleistern anders aussehen, deren Umsatz sich von 2015 bis 2017 nahezu verdoppelte: „Die Lose sind noch klein, aber wir befinden uns im Serienprozess“, beschrieb Sauer die Situation, wobei sich unspektakuläre Produkte wie Clipse, Klammern und Strukturbauteile hervorragend für die additive Fertigung eignen. „Wer heute in Unternehmen noch nicht über den Einsatz von additiver Fertigung nachdenkt, ist noch nicht zu spät dran, hat aber schon einen Wettbewerbsvorteil verspielt“, warnte er. Seiner Einschätzung nach werden die Anlagenpreise sinken und somit auch die Stundensät-

ze, allerdings bleiben die Wartungskosten bei den Lasersystemen hoch.

„Man kann mit 3D-Druck Geld verdienen, man muss die Dinge nur richtig machen“, spitzte Stephan Kegelmann zu, der Geschäftsführer der Kegelmann Technik GmbH, Rodgau-Jügesheim, der schon fast 30 Jahre in der additiven Fertigung unterwegs ist. Er untermauerte seine Behauptung unter anderem mit einem Stromschienenhalter (**Bild 1**), von dem sein Unternehmen heute im selektiven Lasersinterverfahren (SLS) 50.000 Stück pro Jahr produziert. Sein Resümee: Additive Fertigung ist im Mittelstand angekommen, setzt allerdings ganzheitliches Denken und eine „konstruktive Unruhe“ im Unternehmen sowie Wandlungsfähigkeit voraus.

Etwas kritischer sah dies Dr.-Ing. Volker Griebach, Geschäftsführer der V.G. Kunststofftechnik GmbH, Chemnitz. „Die derzeitigen Potenziale der additiven Fertigung werden überschätzt, die Aufwendungen zur Herstellung marktfähiger Produkte unterschätzt“, war sein Fazit. Eine Verschiebung dieser Grenzen sei jedoch in enger Zusammenarbeit mit dem Hersteller durch fertigungsgerechte Produktgestaltung und professionelle Beherrschung aller Prozess-

schritte möglich. Die additiven Fertigungsverfahren seien daher keine Alleskönner, aber ressourcenschonende Zukunftstechnologien, schloss er versöhnlich.

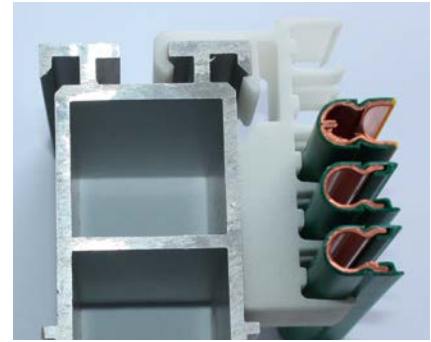
### *Vom physischen zum digitalen Lager*

Quantifizierbares Potenzial zeigte Daniel Kluth als Projektmitarbeiter CSP 3D-Druck Daimler Buses aus dem Beschaffungsmanagement der Daimler-Tochter EvoBus GmbH, Neu-Ulm, für additive Fertigung auf: Von über 300 000 Ersatzteilen des Fahrzeugherstellers erweist sich eine vierstellige Zahl unterschiedlicher Teile als attraktiv für die Umstellung von der physischen auf digitale Lagerhaltung, bei der die Bauteile bei Bedarf gedruckt werden. Für mehr als 100 dieser Kunststoffersatzteile wurde dieser Plan bereits umgesetzt, indem aus dem vorliegenden Material Daten erzeugt wurden, um diese für den 3D-Druck zu modifizieren. Mittlerweile ist im 3D-Druck bereits ein Großteil der haptischen und optischen Anforderungen der EvoBus umsetzbar.

Die Initiative ist Teil eines 2015 gestarteten Businessplans für ein zukünftiges Geschäftsmodell, das Potenziale durch 3D-Druck identifizieren soll und derzeit mehr als 20 Projektmitarbeiter bei der EvoBus beschäftigt. Zusätzlich könne man durch Individualisierungen neue Optionen für den Kunden schaffen und damit über das Standardgeschäftsmodell hinausgehen. Von der alten Welt wolle man sich zwar nicht komplett lösen, aber digitale Dienste ergänzend zum bisherigen Ersatzteilverkauf anbieten. Wie in der Diskussion zum Vortrag angesprochen, wirft dies aber die praktisch bedeutsame Frage auf, wie sich die Qualität eines ausgedruckten Bauteils garantieren lässt, wenn die Daten an den Kunden gegeben werden, damit er ein Bauteil selbst vor Ort fertigen kann.

### *Offene oder geschlossene Systeme?*

Der Versuch, existierende Bauteile in kleinen Serien additiv zu fertigen, führt jedoch oft in eine Sackgasse. „Am Ende



**Bild 1.** Stromschienenhalter: Ein jährlich in fünfstelligen Stückzahlen additiv gefertigtes Bauteil, das nicht spritzgegossen werden kann (© Kegelmann Technik)

geht es um Anwendungen, die funktionieren müssen“, resümierte Dr. Dirk Simon von der Farsoon Europe in Stuttgart Versuche in der Automobilindustrie, Spritzgieß-Bauteile durch additiv gefertigte zu ersetzen. Man müsse lernen, damit umzugehen, dass man aus unterschiedlichen Verarbeitungprozessen unterschiedliche Bauteileigenschaften erhält – bei iden- »

tischem Material (im getesteten Fall PA 12) lieferten die Drucker von vier unterschiedlichen Herstellern deutlich abweichende Werte. Noch dazu möchte man den Bauraum aus Effizienz- und Kostengründen möglichst vollständig nutzen, doch jede Position im Bauraum eines Druckers kann unterschiedliche Resultate liefern. Mit offenen Systemen ließe sich das steuern und sogar zum Vorteil der Anwendung nutzen, betonte Simon.

Dass Hersteller ihre Maschinen für bestimmte Materialien blockieren, weil sie im Hinblick auf einen gut abgestimmten Produktionsprozess die Hoheit über die Produktionsparameter in ihrer Hand behalten wollen – und wohl auch das Geschäft mit den Werkstoffen –, wurde auf der Fachtagung von mehreren Seiten kritisiert. Die Erwartung war allerdings auch, dass eine solche Strategie bei wachsendem Markt nicht erfolgreich sein werde – die Zukunft sind offene Anlagen, formulierte Tagungsleiter Prof. Pfaendner. Wie später noch die Diskussion deutlich machte, können offene Systeme jedoch Fluch und Segen zugleich sein: Der Anwender muss sich dann mit den Details des Produktionsprozesses intensiver befassen, muss praktikable Produktionsparameter eventuell durch Versuch und Irrtum selbst finden.

Dem steht der Wunsch von Unternehmen entgegen, möglichst „auf Knopfdruck“ gute Resultate zu erhalten. Um Anwendern einen guten Ausgangspunkt für eigene Optimierungen zu verschaffen, ermittelt beispielsweise die Arburg GmbH & Co. KG für das Kunststoff-Freiformen in ihrem Prototyping Center für zwei bis drei neue Materialien pro Monat Parametersätze. Dies erwähnte der für den weltweiten Vertrieb des Freeformers verantwortliche Lukas Pawelczyk bei der Vorstellung des neuen Modells 300-3X, von dem der Loßburger Hersteller nun im Frühjahr erste Exemplare ausliefert. Besonders die Nachfrage nach Weichma-

terialien für den 3D-Druck wie thermoplastische Elastomere (TPE) unterschiedlicher Shorehärte erweise sich als überraschend hoch.

### **Schwer druckbare Materialien**

Dr.-Ing. Claus Gabriel, Teamleiter 3D Printing Research der BASF SE in Ludwigshafen, berichtete von der Entwicklung eines Werkstoffs für das selektive Lasersintern auf Basis von PA 6. Bei diesem Ultrasint PA 6 MF sei es gelungen, die Verteilung der mineralischen Füllstoff-Partikel so präzise zu kontrollieren, dass sie sich nicht entmischen und unabhängig von der Position im Bauraum die gewünschte Konzentration erzielt werden kann. Erreicht wird dies, indem die Füllstoffe auf nicht näher beschriebene Weise in den PA-6-Partikeln dispergiert sind. Im Vergleich dazu führen Glaskügelchen beispielsweise je nach Position im Bauraum zu etwa 10 % um den Sollwert schwankenden Füllstoffgehalten, was einem Unterschied von bis zu zwei oder drei Materialklassen im Spritzgießen entspräche.

Über die Entwicklung von Photopolymeren, die bei der Konzernmutter unter anderem aufgrund der nicht zufriedenstellenden Langzeitbeständigkeit vor vier Jahren angestoßen worden war, berichtete András Marton von der BASF 3D Printing Solutions, Heidelberg. Er stellte erste Langzeittest-Ergebnisse von Ultracur3D ST 45 vor und hofft auf ähnliche aussichtsreiche Ergebnisse bei neueren Produkten der BASF. Relevant sind solche Materialien insbesondere für industrielle Anwendungen, Konsumgüter und die Zahntechnik, sodass z. B. im Laufe des Jahres ein Wasser-abwaschbares Photopolymer vorgestellt werden wird.

Dr. Jens Eichler von der Zentralen Forschung der 3M Deutschland GmbH, Neuss, ging auch auf das zur K2016 vorgestellte vollfluorierte Hochleistungspolymer Dyneon PTFE ein. Mit einer von 3M patentierten stereolithographischen Technik lassen sich bereits kleine Bauteile additiv fertigen, die in ihren mechanischen Eigenschaften und in der Mikrostruktur denen aus subtraktiver Bearbeitung sehr ähnlich sind und im abschließenden Sinterschritt ähnlich hohe – wenn auch nicht die höchsten konventionell erzielbaren – Dichten erreichen [3].

Schlag auf Schlag geht es inzwischen beim Start-up Kumovis GmbH, München.

Zur Zertifizierung des im FLM-Verfahren (Fused Layer Modeling) arbeitenden Druckers für die Herstellung patientenindividueller Medizinprodukte als Industrial Additive Manufacturing System arbeite man mit dem TÜV Süd zusammen, sagte Geschäftsführer Stefan Leonhardt. Erhältlich sein wird er ab Juli 2019. Herausforderung bei der Fertigung bleibe die Maßhaltigkeit. Fehlstellen sollen sich mithilfe einer Inline-Prozessüberwachung künftig schon während des Drucks erkennen lassen.

### **Standards und Zertifizierungen**

Die Frage nach der Zertifizierung von Materialien für den 3D-Druck adressierte Wendy Stikvoort von der niederländischen UL International. Im Rahmen eines Forschungsprojektes hat UL den Einfluss dieses Fertigungsverfahrens auf sicherheitsrelevante Eigenschaften untersucht, insbesondere Flammenschutz und Kriechstromfestigkeit (CTI). Weil sich diverse sicherheitsrelevante Eigenschaften in der additiven Fertigung jedoch gegenüber klassischen Fertigungsverfahren auf komplexe Weise (zum Beispiel richtungsabhängig) verringern, sind die dort gebräuchlichen „Yellow Cards“ für die Auswahl von Materialien in der additiven Fertigung nicht verwendbar.

Mittlerweile hat UL jedoch auf Basis von Flammenschutzprüfungen nach UL 94, elektrischen Parametern nach UL 746A sowie der Langzeittemperaturstabilität nach UL 746B ein gutes Dutzend an Materialien zur Verwendung in der additiven Fertigung freigegeben, was jeweils auf einer „UL Blue Card“ mit Verarbeitungs- und Nachbearbeitungsparametern sowie dem zugehörigen Drucker dokumentiert wird. Solche von den Teilnehmern der Fachtagung begrüßten Schritte in Richtung Standards könnten allerdings über kurz oder lang zu einem unübersichtlichen „Zoo“ von Angaben führen, so wurde moniert, wenn es nicht gelingt, von Druckermodellen unabhängige Beschreibungen zu finden. Um dem vorzubeugen, lädt UL alle Interessierten ein, bei der Realisierung technischer Standards mitzuwirken, die eine möglichst einfache Nutzung der additiven Fertigungsmethoden bei gleichzeitig hohem Sicherheitsniveau derart hergestellter Bauteile garantieren sollen. ■

*Dr. Karlhorst Klotz, Redaktion*

## Service

### Literatur & Digitalversion

- Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter [www.kunststoffe.de/8044309](http://www.kunststoffe.de/8044309)

### Mehr Informationen in Bildern

- [www.kunststoffe.de/7955035](http://www.kunststoffe.de/7955035)