

Produzieren im Sinne der Erfinder

Wie der Weitblick der Gründer und eine Kultur des Austauschs den 3D-Druck befruchten

Verglichen mit der Kunststoff- und Metallfertigung durchlebt das junge Fachgebiet der additiven Fertigung immer noch eine stürmische Entwicklung. Der Trend geht zur Digitalisierung, nicht nur im Sinne von Simulation und Software-Suites. Kein Wunder, dass viele Anwender sich das Thema auf unkonventionelle Art aneignen.

Wer sich ernsthaft mit additiver Fertigung befasst, dem sind vermutlich immer wieder die Bücher von Prof. Dr. Andreas Gebhardt eine Hilfe gewesen. Als frischgebackenem Gewinner des Dr.-Richard-Escales-Preises (S. 18) hatten wir gleich doppelt Anlass, mit ihm über die Entwicklungen auf seinem Fachgebiet zu sprechen, das er seit Anfang der 1990er-Jahre begleitet und in zahlreichen Publikationen dargestellt hat.

Kunststoffe: Prof. Gebhardt, Sie haben schon eine Reihe anderer Ehrungen bekommen. Zum Beispiel sind Sie vor einem Jahr als „Urgestein“, als Pionier der 3D-Druck-Branche ausgezeichnet worden. Jetzt also der Dr.-Richard-Escales-Preis. Was bedeutet Ihnen diese Auszeichnung?

Prof. Dr.-Ing. Andreas Gebhardt: Die Auszeichnung als „Urgestein“ würdigt für mich das ständige Bemühen um das Thema, das Mitarbeiten in Ausschüssen usw., also das Weitertragen des Themas. Der Dr.-Richard-Escales-Preis hat für mich eine andere Dimension, weil Escales als Gründer der Kunststoffe das völlig neue Gebiet der Kunststofftechnik in die Welt tragen musste. Und der Erfolg hat ihm recht gegeben – die Zeitschrift gibt es ja noch, und das aufgrund einer Qualität, die sich über Jahre herausgebildet hat und die anerkannt ist. Ich habe in kleinerem Umfang auch ein völlig neues Gebiet aufgegriffen – nicht erfunden, das haben andere gemacht – und durch systematische Veröffentlichungen in Büchern und auf Kongressen versucht, das in die Welt zu tragen.

Kunststoffe: Sie haben Ihr erstes Buch über „Generative Fertigung“ oder „Rapid Prototyping“, wie es damals noch hieß, bereits 1995 veröffentlicht. Wie hat sich die Zielrichtung des Fachgebiets seither gewandelt?

Gebhardt: Interessanterweise ist das allererste Buch, das seinerzeit von Chuck Hull, Mitbegründer von 3D Systems, herausgegeben worden ist, betitelt: Rapid Prototyping and Manufacturing. Die – das muss man ja schon fast sagen – Großväter der additiven Fertigung hatten direkt im Visier, dass sie mit dieser neuen Technologie auch produzieren und nicht nur Mockups oder Anschauungsmittel herstellen wollten. Genau das ist es, was wir heute beobachten können: Die Entwicklung geht immer mehr in Richtung Produktion. Anwendungen z.B. auch für Kleinserien im Fahrzeugbau unterstreichen, dass diese Verfahren serienreif sind.

Kunststoffe: Können Sie dafür ein Beispiel nennen?

Gebhardt: Bei jedem Beispiel muss man vorsichtig sein, weil die Unternehmen, die das Geld ausgeben, es ja erst einmal verdienen müssen. Wenn die sich entscheiden, alles zu drucken, was sich drucken lässt, wird es das Unternehmen möglicherweise bald nicht mehr geben. Das Unternehmen braucht ja ein Gleichgewicht zwischen der Demonstration neuester Technologie – und damit der eigenen Leistungsbereitschaft – und der Wirtschaftlichkeit. Deswegen ist etwa das gedruckte Metallteil, das nun im BMW i8 eingebaut worden ist, in jeder Hinsicht gut als Beispiel geeignet: Es steht für Elektromobilität, wird aber in so kleinen Stückzahlen benötigt, dass BMW über die Entscheidung nicht stolpern wird. Wenn es nicht funktionieren sollte, könnte das Unternehmen wieder auf die Fall-back-Lösung zurückgreifen, also ein gefrästes Teil nehmen, und der i8-Käufer wird das gedruckte Bauteil nicht vermissen.

Kunststoffe: Solche Leuchtturm-Anwendungen bedeuten aber nicht, dass die Produktion mit additiven Verfahren auf breiter Front in die Industrie Einzug hält.

Gebhardt: Der ursprüngliche Anspruch – Prototyping und Produktion – mit einer Betonung auf dem „und“, ist aus meiner Sicht genau der richtige: Wir müssen die Teile, die wir produzieren, irgendwann auch einmal konstruieren und produktionsreif machen. Das ist der Rapid-Prototyping-Teil. Prototypen können natürlich, auch für spätere Metallteile, während der Entwicklung aus Kunststoff bestehen. Aber wenn es dann in die Produktion geht, dann zählen natürlich auch andere Anforderungen, beispielsweise die geplanten Stückzahlen und wirtschaftliche Aspekte, die erst einmal mit dem 3D-Druck nichts zu tun haben.

Kunststoffe: Woran liegt es, dass das Interesse in den letzten Jahren so stark zugenommen hat?

Gebhardt: Die verbesserte Wirtschaftlichkeit ist es insofern, als es über die Zeit immer mehr Beispiele dafür gibt, dass man das 3D-Drucken wirtschaftlich betreiben kann. Wie bei allen neuen Technologien war auch das 3D-Drucken zunächst sehr interessant, aber viel zu teuer. Wenn ich das mal so despektierlich sagen darf: Nach einiger Zeit haben immer mehr Leute verstanden, um was es wirklich ging. Dann entsteht ein Sog-Effekt. Wenn der eine Automobilhersteller sieht, dass der andere erfolgreich ein tol-

les Teil druckt, wird natürlich gefragt: Warum macht das denn bei uns keiner?

Kunststoffe: *Trotz solcher Anwendungsbeispiele, die Aufsehen erregen: Wenn man sich den Verkauf von Druckern und den weniger dynamisch steigenden Verbrauch von Material anschaut, liegt der Schluss nahe, dass viele Unternehmen noch in der Orientierungsphase sind.*

„Man kommt auf das 3D-Drucken,
weil man Grenzen verschieben möchte.
Dafür gibt es keinen Königsweg.“

Prof. Dr.-Ing. Andreas Gebhardt

Gebhardt: Diese Phase ist auch erforderlich. Wenn es um einen Einstieg in die additive Fertigung von Metall geht, muss man mit Investitionen in der Größenordnung von etwa einer halben Million Euro rechnen. Wenn es um den qualifizierten Einstieg in das Drucken von Kunststoffen geht, muss man auch etwa 50 000 Euro auf den Tisch legen. Ein Firmen-Meinungsbildner, der zu Hause sieht, dass sein Sohn oder seine Tochter zu Hause ein Teil gedruckt hat, will meistens nur einfach mal anfangen. 6000 oder 8000 Euro für eine industrietaugliche Einstiegslösung bekommt er in seinem Budget wahrscheinlich auch unter und kann das so in die Firma tragen. Dann lernen die Mitarbeiter grundlegend, wie man mit der Technologie umgeht. Sogar unterschiedliche Technologien der additiven Fertigung sind miteinander verwandt – obwohl eine große Metallschmelzanlage natürlich nicht dasselbe ist wie ein Drucker aus dem Baumarkt. Aber man ist schon mal in derselben Gedankenwelt unterwegs.

Kunststoffe: *Learning by doing also...*

Gebhardt: Unsere Art, mit Technologien umzugehen, hat sich nach meiner Erfahrung in den letzten 20 oder 30 Jahren vollkommen geändert. In meiner Jugend haben die Entwicklungsabteilungen am liebsten im Elfenbeinturm gearbeitet. Wichtig war ihnen, dass kein anderer sieht, womit man sich befasst. Heute verbreiten wir die Technologie über das Internet, das nach meiner Überzeugung am Gedankenaustausch über Technologien einen sehr großen Anteil hat. Heutzutage setzen sich Entwickler abends an ihren Rechner und tauschen sich weltweit mit anderen Experten über generelle Probleme aus. Es gibt also parallel zur eigentlichen Berufstätigkeit so eine Art „Volkshochschule“, in der sich Berufstätige mit mehr oder wenig enger Verbindung zu ihrem Job um diese Thematik kümmern, was auch dem Arbeitgeber wieder zugutekommt.

Kunststoffe: *Im Unternehmen steht dem aber doch die Verpflichtung zur Geheimhaltung entgegen.*

Gebhardt: Ich spreche von der ganzen Bandbreite, von Schülern über Studenten bis in die professionellen Ebenen. Natürlich wird in Firmen niemand darüber sprechen, was konkret die Entwicklungspläne sind. Aber auch solche Leute werden verschiedene Detail-Problematiken in passenden User-Zirkeln diskutieren. »

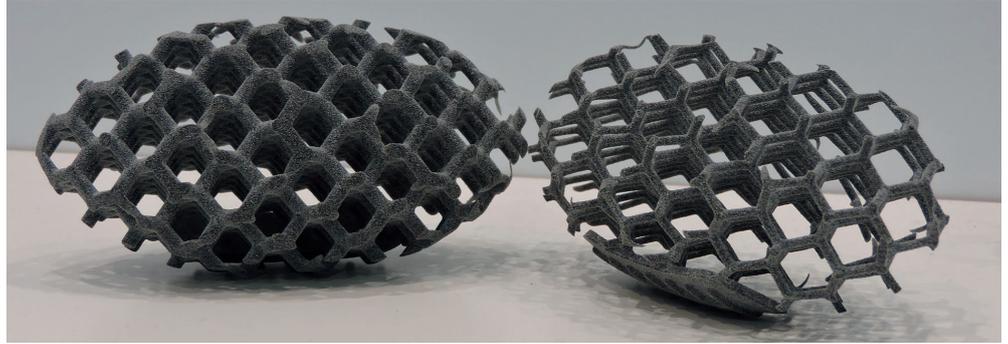


Zur Person

Prof. Dr.-Ing. Andreas Gebhardt hat von 1973 bis 1978 an der RWTH Aachen Maschinenbau mit dem Schwerpunkt Wärme-, Kraft- und Arbeitsmaschinen studiert und dort 1986 mit Auszeichnung promoviert. Als Geschäftsführer eines Laser-Bearbeitungs- und Beratungszentrums kam er 1991 im Rahmen eines Forschungsprojekts über das Laserhärten von Kurbelwellen mit den generativen Fertigungsverfahren in Berührung. Sein Grundlagenwerk zu den additiven Fertigungsverfahren ist bereits 1995 in der ersten Auflage erschienen; sein jüngstes Werk, das mit Co-Autoren erstellte Buch „Produktgestaltung für die Additive Fertigung“, erschien im Oktober 2019. Dazwischen liegen zahlreiche weitere Buch- und Zeitschriftenveröffentlichungen. Im Jahr 2000 wurde er als Professor für „Hochleistungsverfahren der Fertigungstechnik und Rapid Prototyping“ an die Fachhochschule Aachen berufen, der er nach seiner Emeritierung im August 2019 als Lehrbeauftragter treu bleibt. Daneben ist Gebhardt aktiv als Geschäftsführer der CP Centrum für Prototypenbau GmbH, Erkelenz, und der IWF Institut für werkzeuglose Fertigung GmbH, Aachen.

© IWF

Steifigkeit als Parameter: Die aus BASF Ultrasint TPU 01 auf einem System der Serie HP Jet Fusion 5200 hergestellten Bauteile setzen einer elastischen Verformung aufgrund ihrer unterschiedlich dicken Gitterstrukturen mehr (links) oder weniger Widerstand entgegen (© Hanser/K. Klotz)



Kunststoffe: *Ist dieser relativ offene Austausch insbesondere ein Phänomen in Kreisen der Entwickler, die mit additiven Verfahren arbeiten?*

Gebhardt: Dass das besonders bei den additiven Verfahren zu beobachten ist, hat sicher damit zu tun, dass diese Methoden relativ neu sind, also nicht so viel Erfahrung existiert. Deshalb wird da quasi ein Naturalientausch gemacht: Ich sage dir, wie ich meine Oberfläche glätten kann, und du erklärst mir dann, warum dein Schnapphaken so gut funktioniert. Das ist eine Kultur des Austauschs, die wir, zumindest hier in Deutschland, früher nicht so kannten.

Kunststoffe: *Muss man also am besten schon mit Digitaltechnik aufgewachsen sein, um in diesem neuen Feld Erfolg zu haben?*

Gebhardt: Man kann es in der additiven Fertigung durchaus zu etwas bringen, ohne ein Digital Native zu sein, wie Sie auch an mir sehen können. Aber immer mehr Glieder der Prozesskette bekommen tatsächlich digitale Anteile. Zum Beispiel werden die Programme zum Drucken immer komplizierter, umfangreicher und teurer. Aus Programmen werden Programmsysteme, oft Suites genannt, die wir gar nicht mehr kaufen, sondern als Cloud-Lösungen nutzen. In die Konstruktion eingebunden wird die Fertigung immer mehr simuliert, wie das im Spritzgießen schon lange selbstverständlich ist. Die Simulation ist heute vermehrt in den 3D-Fertigungsprozess eingebunden, weil wir die Mechanismen inzwischen besser verstehen, was Voraussetzung für das Simulieren ist. Das ist ähnlich wie bei der Spritzgießsimulation, die über die Zeit kontinuierlich verbessert wurde. So wurde z.B. irgendwann das thixotrope Verhalten von Kunststoffen in die Simulation eingebaut, wodurch sich viel realistischere Ergebnisse ergaben.

Kunststoffe: *Dennoch sind die Abweichungen zwischen einzelnen mit additiver Fertigung hergestellten Bauteilen manchmal relativ hoch.*

Gebhardt: Für die additive Fertigung ist da noch viel Arbeit zu leisten. Das Problem ist die teilweise noch nicht zufriedenstellende Reproduzierbarkeit. Wenn man sich das in einem Fischgrät-Diagramm vorstellt, bei dem die Einflüsse verschiedener Parameter auf das Ergebnis dargestellt werden, gibt es vielleicht etwa 160 oder gar mehr Einflussgrößen, die Auswirkungen auf das Ergebnis haben können – bis hin zum Luftdruck. Diese

Prozesse sind daher nur sehr schwer reproduzierbar in den Griff zu bekommen. Auf dieser Strecke ist man über die Jahre aber sehr weit gekommen. Man sieht das daran, dass man Scharnierelemente eines Sportwagens heute drucken kann, die dann auch funktionieren.

Kunststoffe: *Muss man betonen, dass additiv gefertigte Bauteile den Erwartungen entsprechen?*

Gebhardt: Wir behaupten in der Branche ja gegenüber dem Kunden, wir könnten alles drucken und erzeugen so eine Erwartung, die wir oft gar nicht erfüllen können, sodass wir den Erwartungen hinterherlaufen. Das soll nicht heißen, dass Leute wesentlich falsche Informationen verbreiten. Aber man hat oft gesehen, dass es in der Praxis nicht so einfach geht, wie man selbst angenommen hat. Wie lange hat es zum Beispiel gedauert, bis wir stabile Harze hatten! Anfang der 90er-Jahre sind die Stereolithographiemodelle wegen der Aufnahme von Sauerstoff und Feuchtigkeit weich geworden und waren aufgrund dieser Veränderungen oft nicht brauchbar.

Kunststoffe: *Was kann der Anwender tun, um sich vor solchen unangenehmen Erfahrungen zu schützen?*

Gebhardt: Der Fehler bei der additiven Fertigung ist oft, sich kopfüber in ein Projekt zu stürzen, weil die Beispiele so toll sind. Man muss die Projekte aber auf Herz und Nieren prüfen. Die Teile, die man herstellen will, muss man gut diskutieren und sollte sich – wie generell in der Kunststoffverarbeitung – auch nicht schämen, Anwendungsberatung in Anspruch zu nehmen. Wenn man die Maschinen nicht kritisch beurteilt und nur nach Äußerlichkeiten geht, kommt es zu Reinfällen. Bevor man vielleicht selbst in eine Technologie investiert, kann man einen der vielen Dienstleister beauftragen, mal 50 Teile herzustellen. Da sollte man nicht zu geizig sein. Ein paar Dutzend Teile drucken zu lassen ist allemal billiger als eine Fehlentscheidung beim Maschinenkauf. Mit den hergestellten Testteilen kann man z.B. Zugversuche machen, Farben analysieren etc. Wenn man schließlich eine kleine Serie produziert, wird die Enttäuschung deutlich geringer ausfallen oder sich direkt ein Erfolg einstellen.

Kunststoffe: *Woran erkennt man einen guten oder passenden Dienstleister?*

Gebhardt: Wer zunächst ein paar Bauteile über Dienstleister (in-house oder extern) herstellen lässt, kann sich mit

Service

Digitalversion

- Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/2019-11
- Video-Interviews zu Prof. Gebhardts Büchern und zur Verleihung des Dr.-Richard-Escales-Preises finden Sie unter www.kunststoffe.de/kunststoffe-tv

dem Lieferanten über das Resultat unterhalten. Dabei muss man deutlich formulieren, was man haben will. Zu oft wird das erst am Schluss deutlich als Kritik formuliert: „Das Teil ist aber zu rau.“ Wie bei jeder Beauftragung muss der Kunde alles ins Pflichtenheft schreiben, was er wirklich haben will. Vielleicht erkennt man daran einen guten Dienstleister, dass er eine Reihe von Fragen stellt, an die man selbst vielleicht gar nicht gedacht hat.

Kunststoffe: *Wie kann man bei ersten Gehversuchen herausfinden, welche Technologie infrage kommt?*

Gebhardt: Man kommt ja auf das 3D-Drucken, weil man Grenzen verschieben möchte. Dafür gibt es keinen Königsweg. Selbst wenn man ein völlig falsches Verfahren wählt, wird man ein Ergebnis bekommen und kann dann iterativ weiterarbeiten. Wer gar keine Ahnung hat, nur Faszination, kann erst einmal ein paar Wochenenden mit einem Baumarkt-Drucker arbeiten und wird z.B. selbst erfahren, dass und warum sich die Bauteile furchtbar verziehen. So kann man Schritt für Schritt lernen, wenn man mit Verstand an die Sache herangeht.

Kunststoffe: *Welche Entwicklungen in der additiven Fertigung faszinieren Sie heute?*

Gebhardt: Wir können heute flexible Materialien drucken, beispielsweise für schwimmende Sensoren, die aussehen wie Kaulquappen und sich mit Mikromotoren in Flüssigkeiten bewegen können, vielleicht einmal als aktives Element in einer Blutbahn. Das zu drucken ist schon sehr visionär. Und es gibt zunehmend kombinierte Verfahren, wie das Jet-Fusion-Verfahren, bei dem der klassische 3D-Druckprozess mit einem Sinterprozess kombiniert wird. Das macht die Maschinen komplizierter, aber solche Prozesse werden in Zukunft häufiger auftauchen. Kombinierte Prozesse werden die heutigen Grenzen verschieben helfen. Interessant ist auch z.B. das Clip-Verfahren (Continuous Liquid Interface Production), das ausnutzt, dass die Polymerisation vom Sauerstoffgehalt abhängt. Da kann man durch die Kontrolle des Sauerstoffgehalts in Flüssigkeiten Schichten kontinuierlich ineinander übergehen lassen. Das steigert die Prozessgeschwindigkeit und damit die Produktivität enorm und kann insbesondere für optische Anwendungen nützlich sein, die sich so ohne innere Defekte herstellen lassen.

Schließlich beobachten wir den Fortschritt der Digitalisierung. Das klingt zunächst verwirrend, denn additive Fertigung steht ja auch für digitale Fertigung. Genauer betrachtet arbeiten wir aber mehrheitlich mit diskreten (analogen) Werkstoffkennwerten. Aber schon jetzt kann man z.B. Farben digital definieren: An welchen Stellen soll ein Bauteil rot, gelb oder grün sein? Derzeit arbeitet man daran, weitere Materialeigenschaften digital zu definieren. Beispiele sind die Elastizität oder die Transparenz. Das wird insbesondere durch kombinierte Verfahren unterstützt. Aktuell kann man Bauteile drucken, die auf der einen Seite hart sind, auf der anderen weich. Ein so antiquiertes Bauteil wie ein Scheibenwischer wird so zu einem Paradebeispiel für die neuen Möglichkeiten des 3D-Drucks werden: Außen hart, innen hohl, um Wasser durchpumpen zu können, stellenweise elektrisch leitfähig, um ihn abtauen oder Waschwasser temperieren zu können und schließlich an der Scheibe weich, um an gekrümmten Scheiben besser anzuliegen – so könnte man sich das vorstellen. ■

Das Interview führte Dr. Karlhorst Klotz, Redaktion

KUTENO

Kunststofftechnik Nord

Die kompakte Zuliefermesse für die kunststoffverarbeitende Industrie

12. – 14.05.2020

A2 Forum | Rheda-Wiedenbrück

Das bietet Ihnen die KUTENO:

- ▶ **Kooperationsmöglichkeiten:** Aussteller entlang der gesamten Prozesskette
- ▶ **Expertendialog:** gesonderte Kommunikationsflächen für den Kontakt mit Fachbesuchern
- ▶ **Full-Service-Paket:** inklusive schlüsselfertigem Messebau und Catering
- ▶ **Zentraler Standort:** Lage inmitten von 12 wichtigen Branchendustern

Jetzt Standplatz buchen!