Kunststoffe Schicht für Schicht in Form bringen

Die meisten bahnbrechenden Technologien basieren auf einer einfachen und überzeugenden Idee. Das gilt auch für Methoden zur werkzeuglosen Herstellung von Bauteilen mit dem Arbeitstitel »Additive Manufacturing«.

Wenn es darum geht, Kunststoffe in Form zu bringen, denkt man schnell an Extrusion oder Spritzguss. Doch birgt Additive Manufacturing – werkzeuglose Fertigung von Bauelementen – vor allem für die Kleinserienfertigung ein ungenutztes Potenzial. Das Prinzip der werkzeuglosen Fertigung ist es, aus Flüssigkeiten, Pulvern, Strängen oder Folien ohne Einsatz von Werkzeug schichtweise dreidimensionale Strukturen aufzubauen.

▲ **Der FinGripper der Festo AG & Co. KG, die auf Automatisierungstechnik spezialisiert ist. Hergestellt durch selektives Lasersintern, ist der FinGripper leicht, flexibel und adaptiv – er passt sich, ähnlich wie die menschliche Hand, an die Kontur des zu greifenden Gegenstands an. Damit können natürlich gewachsene Früchte, Knollen oder druckempfindliche Lebensmittel schnell und sicher gehandhabt werden. Bei der Fertigung des FinGrippers werden 0,1 Millimeter dünne Schichten aus Polyamidpulver nacheinander aufgetragen und selektiv mittels Laser aufgeschmolzen; beim Abkühlen entsteht dabei ein festes Bauteil.**

Lasersintern: Vom Pulver zum Produkt

Beim Lasersintern setzt man ein pulverförmiges Ausgangsmaterial ein. Dabei werden zunächst Behälter mit feinem Pulver aus Metall, Keramik oder Kunststoff gefüllt. Über dem Pulverbad sitzt ein Laser, der – exakt geführt von einer Software und einer entsprechenden Optik – einen Querschnitt des Objekts entsprechend belichtet. Diese Bereiche schmelzen auf und verfestigen sich nach dem Abkühlen.

Das Abkühlen und Verfestigen erfolgt nach und nach – nicht vor dem Auftragen der nächsten Schicht. Danach senkt eine Automatik den Boden des Pulverbehälters um Bruchteile von Millimetern ab und streicht oben eine frische Partikelschicht auf. Auch die wird wiederum nur an bestimmten Stellen vom Laser belichtet. Auf diese Weise entsteht in vielen hauchdünnen Schichten ein räumliches Bauteil, dessen Komplexität nahezu nur durch die vorgegebenen elektronischen Konstruktionsdaten begrenzt ist. Diese Fertigungsmethode verzichtet auf Gussformen, Werkzeuge und raumgreifende Produktionsanlagen. Damit bildet Additive Manufacturing das Gegenstück zu herkömmlichen Verfahren, bei denen Teile zum Beispiel in vorgegebene Formen gegossen oder aus einem massiven Block spanabhebend herausgearbeitet werden. Bei Additive Manufacturing entstehen die Bauteile vielmehr nach einem digitalen Bauplan. So werden Formen möglich, die in der konventionellen Serienfertigung bislang nicht denkbar waren – und zwar schnell, flexibel und ohne großen apparativen Aufwand.

Additive Manufacturing in Kleinserienfertigung

Die Vorteile der werkzeuglosen Fertigung sind insbesondere im Prototypenbau verbreitet. Um neue oder veränderte Bauteile zu belasten, zu testen, ihre Passform und Funktionalität zu überprüfen oder zu optimieren, sind Prototypen unverzichtbar.

Doch hat Additive Manufacturing das Zeug zu mehr. Durch die Möglichkeit, noch vor der Fertigung das Produkt bereits im virtuellen Stadium zu analysieren und zu optimieren, und durch erprobte Materialauswahl und Design können Bauteile nicht nur entsprechend der individuellen Kundenwünsche ausgelegt und entwickelt, sondern auch kostengünstig hergestellt werden. Durch die stark gewachsene Modellvielfalt in der Industrie ist die Nachfrage nach adaptiven Fertigungs- und Arbeitsmitteln erheblich gestiegen. Das gilt beispielsweise für den Einsatz von Handhabungsrobotern: werkzeuglos generierte Greifer können sich an geometrisch unterschiedliche Objekte leicht anpassen und machen den Greifprozess effizient und flexibel.

Zwischen dem Prototypenbau und der Massenfertigung liegt der zunehmend wichtige Bereich der Kleinserien. Vie-

le Produkte werden in begrenzten Stückzahlen nachgefragt. Für sie ist die herkömmliche Massenproduktion mit ihren kostspieligen Werkzeugen und Großanlagen schlichtweg zu teuer. Daher gilt: Besonders wenn es um Produkte in kleinerer Stückzahl geht, spielt die Additive Manufacturing Technologie ihre Stärken aus.

Zu solchen Kleinserien zählen beispielsweise Komponenten für hochpreisige Pkw, Lenkkomponenten für Rechtsfahrer oder Gehäuse von Spezialmaschinen. Ein bedeutender Sektor ist nicht zuletzt der Leichtbau für Flugzeuge und Automobile. Im Verkehrssektor ist Leichtbau unbestritten ein unverzichtbares Konstruktionsprinzip, um Kraftstoffverbrauch und Emissionen zu senken. Ein anderes Einsatzfeld neben den Kleinserien sind individuell angepasste Bauteile. Dazu gehören zum Beispiel medizinische Hilfsmittel wie Hörgeräte, Implantate, OP-Besteck und Bohrhilfen für Operationen, aber auch Helme und Schuhe für den Profisport oder Atemschutzmasken. Additive Manufacturing macht solche individuellen Teile erst möglich, denn die Werkzeugkosten für die Herstellung eines einzigen Bauteils sind indiskutabel.

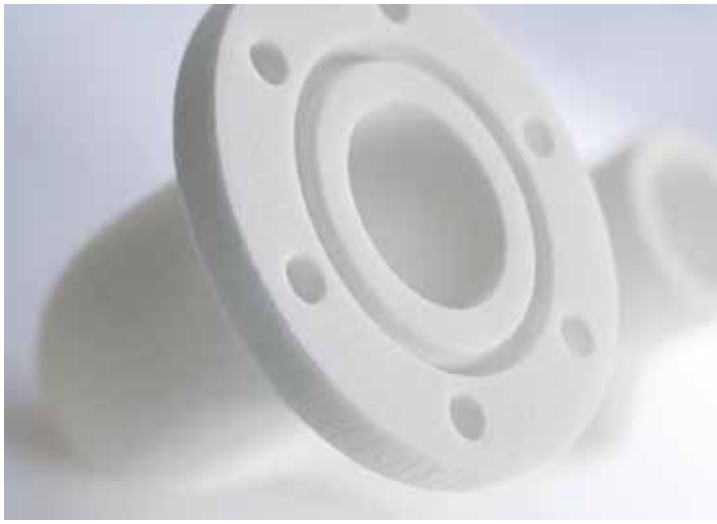
Kunststoffe ermöglichen neue Funktionalitäten

Die Industrie hat für die werkzeuglose Fertigung mittlerweile eine ganze Reihe von Spielarten entwickelt: Statt fester Partikel gibt es Verfahren, die in flüssigen Bädern ablaufen, andere arbeiten mit Strängen, die zu einem Bauteil aufgeschichtet werden. Statt mit einem Laser kann die einzelne Schicht durch Aufdüsen oder Drucken von Bindemittel oder Klebstoffen geformt werden. Eines ist all diesen Verfahren gemeinsam: Sie können selbst komplexeste Formen in einem Arbeitsgang umsetzen. Und sie sind flexibel.

Thermoplastische Kunststoffe sind ideal für Additive Manufacturing: Sie sind leicht zu pulverisieren, lassen sich gezielt schmelzen und können in ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften maßgeschneidert werden. Im Geschäftsgebiet High Performance Polymers von Evonik beschäftigen sich Experten seit rund 15 Jahren mit der Entwicklung von thermoplastischen Kunststoffen für die werkzeuglose Fertigung.

Je nach Anwendungsgebiet steigen die Anforderungen an das Ausgangsmaterial: Der Flugzeugbau verlangt nach Polymeren, die besonders hohe Temperaturen aushalten, ebenso nach solchen, die schwer entflammbar sind. Die Sport- und die Schuhindustrie fordern weiche Materialtypen, um Bauteile mit hoher Flexibilität herzustellen.

Evonik hat ein besonders flexibles Polyamid (PA) entwickelt, das acht Mal biegsamer ist und eine um den Faktor fünf höhere Bruchfestigkeit besitzt als das Standardmaterial. Pulver aus Polyetheretherketon (PEEK) zeichnen sich durch ihren hohen Schmelzpunkt bei 340 Grad Celsius aus – geeignet für Bauteile, die einem Betrieb im hohen Temperaturbereich ausgesetzt sind. Solch optimierte Polymere ermöglichen neue Funktionalitäten bzw. können andere Materialien wie Metalle ersetzen.



▲ **Der Ansaugkrümmer für den von Evonik gesponserten Lotus-Rennwagen wurde durch Lasersintern aus Polyamid-12-Pulver VESTOSINT® hergestellt. Die Geometrie des Ansaugkrümmers – ein dreidimensional gekrümmtes, elliptisches Rohr – kann weder mit üblichen Metallverarbeitungsverfahren noch im Spritzguss hergestellt werden.**

Ressourceneffiziente Produktherstellung und -anwendung

Die Bedeutung von Additive Manufacturing nimmt merklich zu. Die Vorteile dazu wiegen auch schwer: Entwickler können funktionale Hohlstrukturen in Kleinserie fertigen, die Strukturen lassen sich passgenau an die späteren Belastungen anpassen, die Bauteile können mit vorgegebenen Porositäten oder Oberflächen maßgeschneidert werden. Außerdem werden besonders leichte Bauteile möglich. Die Luftfahrtindustrie ist hier einer der Vorreiter. Die Boeing-787 hat bereits heute rund 30 Bauteile eingebaut, die im selektiven Lasersintern hergestellt wurden*.

2014 hat Airbus zum ersten Mal eine A350-Testmaschine erfolgreich mit einem Kabinenteil aus dem 3D-Drucker geflogen. Nach Aussagen von Airbus ermöglicht Additive Manufacturing das Gewicht von Flugzeugbauteilen zu halbieren.**

Ressourcen- und Energieeffizienz sind die zentralen Herausforderungen der Zukunft. In der industriellen Fertigung könnte Additive Manufacturing die Antwort darauf sein.

▶ INFO

Autor:
Sylvia Monsheimer
Global Business Director New Technologies / High Performance Polymers
Evonik Resource Efficiency GmbH
Tel.: 02365 49-5911
E-Mail: sylvia.monsheimer@evonik.com
www.evonik.com

*Quelle:
Terry Wohlers im Technology Review, 2011
**Quelle:
Peter Sander in der Pressemitteilung von Airbus, März 2014