

Seite: N1
Ressort: Natur und Wissenschaft
Seitentitel: Natur und Wissenschaft
Serientitel: Aufmacher Natur und Wissenschaft
Ausgabe: Hauptausgabe

Gattung: Tageszeitung
Nummer: 128
Auflage: 263.904 (gedruckt) 239.946 (verkauft)
 254.263 (verbreitet)
Reichweite: 0,758 (in Mio.)

Sinfonie der Stoffe

Die Digitalrevolution hat vergessen lassen, wie der 3D-Druck Leben und Arbeiten umkrempelt. Das dürfte sich schnell ändern.

Von Manfred Lindinger

Tassen, Spielzeug, Skulpturen, Lampenschirme, Zahnersatz, Implantate, Schuhe, Fahrräder, Autokarosserien und Flugzeugbauteile, ja sogar Häuser - die Liste der Gegenstände, die sich mittlerweile mit einem 3D-Drucker herstellen lassen, ließe sich beliebig erweitern. Mit dem Verfahren, das sich anschiebt, die gängigen industriellen Fertigungsprozesse zu revolutionieren, will man eines Tages sogar komplette künstliche Organe aus Stammzellen oder Gewebezellen produzieren oder Gebäude auf dem Mond drucken. Der Phantasie scheint keine Grenzen gesetzt zu sein. Man füttert einen Computer mit den Konstruktionsdaten des gewünschten Objekts, drückt auf einen Knopf, und innerhalb von Minuten hält man den Gegenstand in den Händen.

Die 3D-Drucker sind mittlerweile so erschwinglich, dass sich jedermann zu Hause seine eigene Welt drucken kann. Aber nicht nur im Heim- und Unterhaltungsbereich erfreut sich der 3D-Druck immer größerer Beliebtheit, auch Industrie und Forschung haben mittlerweile vermehrt Interesse an der Technik gefunden. Denn sie hat entscheidende Vorteile: Selbst die kompliziertesten Bauteile, bei denen normale Fertigungsverfahren scheitern, können in einem Guss hergestellt werden - in jeder Größe, bis hinunter in den Mikro- und Nanomaßstab. Weil man mittlerweile alle gängigen Materialien - seit kurzem Metalle, Halbleiter und auch Glas - drucken kann, lassen sich die mechanischen, elektrischen und optischen Eigenschaften der Bauteile bereits während des Druckens maßschneidern, was nicht nur Wissenschaftler fasziniert.

Die Idee, die dritte Dimension mit einem Drucker zu erschließen, hatte der amerikanische Produktdesigner und Tüftler Charles Hull. Hull hatte Anfang

der achtziger Jahre eine Maschine entwickelt, die auf Knopfdruck Kunststoffteile in verschiedenen Größen in weniger als einer Stunde fertigen konnte, wofür etablierte Fertigungstechniken oft mehrere Tage oder Wochen benötigten. Hulls entscheidender Gedanke war es, Bauteile Schicht für Schicht aufzubauen und nicht mehr aus einem festen Block heraus zu fräsen oder zu sägen. Sein damaliger Arbeitgeber war darauf spezialisiert, dünne, lichtempfindliche Polymerschichten mit ultraviolettem Laserlicht auszuhärten. Hull schrieb ein Computerprogramm, das den Laserstrahl automatisch überall dorthin fokussierte, wo der Kunststoff erstarren sollte. War eine Schicht fertig bearbeitet, senkte sich der Boden der Wanne mit dem Kunststoff, und flüssiges Material strömte nach oben. Auf diese Weise wuchs der dreidimensionale Gegenstand allmählich in die Tiefe. Nach einer Dreiviertelstunde war Hulls erstes Werkstück fertig - ein dunkelbraunes geriffeltes Plastikschälchen.

Hull meldete seine Erfindung, die er zunächst noch Stereolithografie nannte, 1984 als Patent an. Weil sein Arbeitgeber nicht in die neue Technik investieren wollte, gründete er seine eigene Firma. "3D-Systems" mit Sitz in Vancouver ist heute Weltmarktführer im 3D-Druck. Hulls Verfahren fand zunehmend Nachahmer. Dass es immer bekannter wurde, lag auch an der neuen Bezeichnung: "3D-Druck". Mittlerweile verbirgt sich hinter diesem Begriff eine ganze Palette von additiven Verfahren. Die Materialien werden als selbsthärtende Pasten und Tinten schichtweise auf Unterlagen gesprüht, Pulver werden mit intensiven Laserstrahlen gezielt aufgeschmolzen und fest verbacken, Flüssigkeiten verfestigen sich, wenn man sie mit Laserlicht erhitzt. Den Bauplan für zu druckende Objekte liefert meist ein

CAD-System. Je nach Anwendung haben die Drucker die Größe eines Kühlschranks oder einer Kaffeemaschine. War das Verfahren ursprünglich für die Herstellung von Prototypen gedacht, die man für die Massenproduktion von Bauteilen nutzt, so hat der industrielle 3D-Druck inzwischen einen Reifegrad erreicht, der die Serienfertigung von Komponenten, Ersatzteilen und ganzen Produkten erlaubt. Künftig will man komplette mechanische und elektronische Systeme, die aus mehreren Komponenten und verschiedenen Materialien bestehen, in einem Zug herstellen. "Geht die Entwicklung weiter, wird man in zwanzig Jahren sein Smartphone selbst ausdrucken können", sagt Martin Wegener vom Karlsruher Institut für Technologie. Der Physiker, der vor elf Jahren die Firma "Nanoscribe" mit gegründet hat, gilt als einer der Experten für den 3D-Druck von Mikrostrukturen. Die stabilen Miniaturgitter und Fachwerkgerüste, die er und seine Mitarbeiter fertigen, sind so filigran, dass die Details erst mit einem Elektronenmikroskop sichtbar werden. "Die kleinsten Linienbreiten, die wir derzeit im Labor erreichen, messen rund 30 Nanometer, aber wir möchten noch kleiner werden", sagt Wegener. Das Ziel sind zehn Nanometer. Das wäre Rekord und eröffnete viele Möglichkeiten, etwa in der Mikrooptik. Die bei der Chipherstellung gebräuchlichen Verfahren erreichen derzeit bestenfalls 20 Nanometer - mit vergleichsweise viel Aufwand.

Deutlich einfacher geht es mit der additiven Fertigung, die die Forscher um Wegener nutzen und immer weiter verfeinern. Ein roter gepulster Laserstrahl belichtet einen flüssigen Fotolack, der an jenen Stellen aushärtet, an denen der Brennpunkt des Strahls auftrifft. Dort werden chemische Reaktionen ausgelöst, die zur Verfestigung des Materials

führen. Wo der Laserstrahl den Fotolack belichtet, wird über einen Computer gesteuert. Nach dem Belichten wird der noch flüssige Fotolack in einem Entwicklerbad entfernt. Durch optische Kunstgriffe können Wegner und seine Kollegen die Beugungsgrenze unterlaufen und Strukturen herstellen, die deutlich kleiner sind als die eingestrahlte Wellenlänge. Indem sie verschiedene Photolacke, Farbstoffe und andere Materialien kombinieren, können sie ihren Gerüststrukturen verschiedene optische und mechanische Eigenschaften aufprägen, die man bei normalen Werkstoffen nicht beobachtet. Mit ihrem 3D-Laserdruckverfahren hat Wegener winzige 3D-Sicherheitsmerkmale geschaffen, die mit dem bloßen Auge nicht zu erkennen sind, aber verräterisch fluoreszieren, wenn man sie mit bestimmten Wellenlängen bestrahlt ("Advanced Materials", doi: 10.1002/admt201700212). Mit Biologen und Chemikern arbeiten die Karlsruher Physiker derzeit an funktionalisierten Klettergerüsten, in denen lebende Zellen nur in bestimmte Richtungen wachsen können. Das Ziel ist es, das Zellwachstum so zusteuern, dass funktionsfähige Organe entstehen, etwa

eine Retina aus Nervenzellen. Letztere lassen sich anders als normale Zellen nicht ohne weiteres drucken. "Wir wollen damit vor allem lernen, warum Zellen wachsen können und wie sie das tun", sagt Wegner. Das es bald "Organe aus dem 3D-Drucker" geben wird, glaubt Wegner nicht. Es sei schwierig, Dinge, die nicht per se kleben, zu drucken.

Während der 3D-Mikrodruck noch in der Grundlagenforschung anzutreffen ist, sind für Wegner viele additive Fertigungstechniken bereits zum festen Bestandteil von industriellen Produktionsprozessen geworden. Allerdings nicht für die Massenfertigung. "Mit dem 3D-Druck hat man jetzt die Möglichkeit, die Produkte individuell an die Bedürfnisse der Kunden anzupassen und bei Bedarf zu produzieren."

Eine ganz andere Anwendung für den 3D-Druck haben Forscher vom Media Lab des Massachusetts Institute of Technology (MIT) im Sinn. Sie verwenden es, um riesige digitale Datensätze, die jede Darstellung auf einem Bildschirm sprengen würden, in dreidimensionale Objekte zu verwandeln und so zu veranschaulichen. Kernspinaufnahmen menschlicher Organe wie dem

Gehirn, komplexe Simulationsrechnungen und modellierte Molekülstrukturen umfassen Millionen dreidimensionaler Bildpunkte. Wie Christoph Becker und seine Kollegen in der Zeitschrift "Science Advances" (doi: 10.1126/sciadv.aas8652) schreiben, haben sie verschiedene Kunstharze und Pigmente miteinander kombiniert und jeder Mischung einen dreidimensionalen Bildpunkt zugeordnet, den es darzustellen galt. Ein Knopfdruck genügte, und aus den Düsen des Druckers strömten die eingefärbten Kunstharze auf die Unterlage. Schicht für Schicht entstanden so filigrane und mehrfarbige gedruckte Modelle, etwa eines gescannten menschlichen Gehirns (siehe Foto auf der folgenden Seite) oder von durchleuchtetem Lungengewebe, aber auch von simulierten Flüssigkeitswirbeln und berechneten Molekülstrukturen eines Proteinkristalls. Jedes Objekt ist etwa so groß wie ein Schuhkarton und lässt sich von allen Seiten betrachten. Die 3D-Visualisierung von Kernspinaufnahmen kann vielleicht bald schon Chirurgen helfen, Operationen am Hirn oder an anderen Organen eines Patienten exakt zu planen.

- Abbildung:** Am MIT MediaLab verschwimmen oft die Grenzen zwischen Kunst und Wissenschaft. So auch bei diesem Objekt, das mit einem Computer generiert wurde, bevor es dank eines 3D-Druckers Gestalt annahm.
- Abbildung:** Fotos Yoram Reshef/MIT Media Lab
- Abbildung:** Fast so schön wie in Wirklichkeit: Knapp einen Millimeter misst diese gedruckte Miniversion des Taj Mahal.
- Abbildung:** Foto Nanoscribe
- Abbildung:** Gedruckte Kristallstruktur des Biomoleküls Apolipoprotein A-I in höchster Auflösung
- Abbildung:** Foto Mediated Matter Group/MIT MediaLab
- Abbildung:** Haarige Struktur: Mehrere Millionen Datenpunkte bilden die Basis für diese transparente Kugel.
- Abbildung:** Foto The Mediated Matter Group
- Abbildung:** Kunstharze und Farbstoffe formen dieses 3D-Abbild eines durchleuchteten Fußes.
- Abbildung:** Foto S. Keating and A. Hosny/Wyss Institute Harvard
- Wörter:** 1246