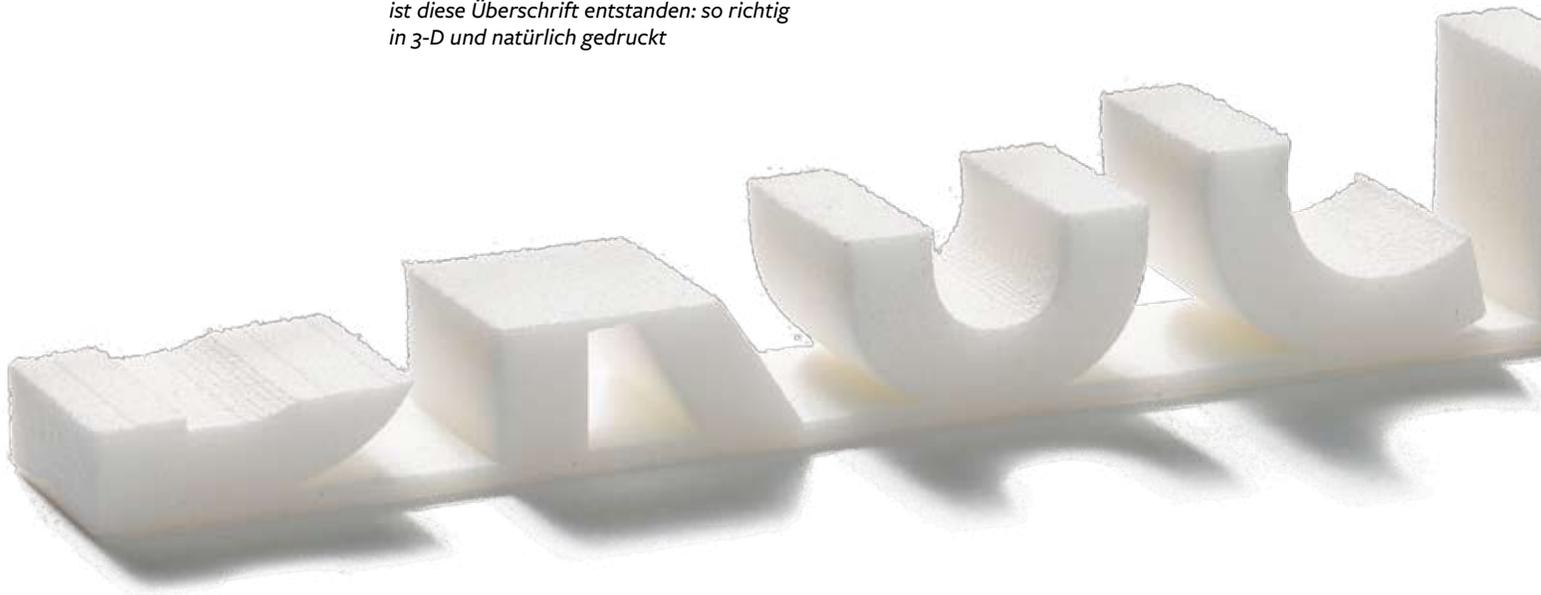


DRUCKREIF

In der Formiga P 100 von Hannes Kuhn ist diese Überschrift entstanden: so richtig in 3-D und natürlich gedruckt



INNOVATION 3-D-Drucker fertigen schichtweise Teile aus Kunststoff oder Metall und revolutionieren so die Produktion – und vielleicht bald unseren Alltag

[Text: Kristin Hüttmann]

Der Gartenstuhl hat einen Haken, und der ist kaputt. Jetzt lässt sich der Stuhl nicht mehr zusammenklappen. Ärgerlich, schließlich liebt Hans-Jochen Leitl das 20 Jahre alte Möbelstück. Eigentlich müsste er es wegschmeißen, denn Ersatzteile gibt es nicht mehr, sagt Hersteller Allibert. Doch sein Sohn Stephan hat eine Idee, wie er den Gartenstuhl retten kann: Er ruft Hannes Kuhn an. Bei dem lässt Designer Leitl oft Prototypen seiner Kreationen herstellen, etwa Teile für Kaffeemaschinen oder für Ravensburger Spiele. Jetzt will er ein Einzelstück: den Verstellhaken für den Gartenstuhl. Kuhn hat eine Maschine, mit der er den Haken ausdrucken kann. Dreidimensional, in der richtigen Höhe, der richtigen Breite, der richtigen Tiefe. Das Ergebnis: Das neue Teil sieht aus wie das Original, der Gartenstuhl ist wieder komplett und Stephan Leitls Vater glücklich.

Ersatzteile einfach auszudrucken ist heute keine Vision mehr, sondern Realität. Möglich macht das eine Technik, die umgangssprachlich

unter 3-D-Druck bekannt ist, Fachleute sagen Generative Fertigung oder Additive Manufacturing. Statt mit Tintenstrahl und Papier arbeiten die Hightech-Drucker mit Laser und Pulver aus Kunststoff, Gips, Harz oder Metall und bauen daraus in Mikrometer dünnen Schichten dreidimensionale Teile auf.

Gartenstuhlbesitzern kann man damit eine Freude machen, für kleine und mittelständische Unternehmen ist es eine große Chance: Sie können viel einfacher neue Produkte in Kleinserien produzieren und sehen, ob es einen Markt dafür gibt. Teure Werkzeuge und Maschinen – all das braucht man dafür nicht mehr. Schließlich gibt es ja den 3-D-Drucker.

Den müssen die Unternehmer nicht einmal kaufen. Sie wenden sich einfach an Menschen wie Hannes Kuhn: Dienstleister, die solche mindestens 200 000 Euro teuren Druckmaschinen in ihren Hallen stehen haben und darauf jedes beliebige Teil für ihre Kunden fertigen. Alles, was die Dienstleister brauchen, ist eine Datei mit dem Konstruktionsplan. Bekommen sie den



Man kann den ganzen alten Quatsch wie Sägen, Drehen, Bohren vergessen

übers Internet, schicken sie ein oder zwei Tage später das fertige Produkt zurück.

„Diese Technologie bringt so bahnbrechende Vorteile“, sagt Kuhn, „dass man Spritzgießen und den ganzen alten Quatsch wie Sägen, Drehen und Bohren vergessen kann.“ All diese Arbeitsschritte fallen weg beim 3-D-Druck. Kuhn ist davon so überzeugt, dass er das Spritzgussunternehmen seines Vaters in Weingarten unweit des Bodensees aufgegeben hat. „Das war alles so alt“, sagt er, „da hätte ich 2 bis 3 Mio. Euro investieren müssen.“ Kuhn schmiss alles raus. Weg mit den sechs Spritzgussmaschinen und dem Werkzeugbau. Stattdessen schaffte er einen 3-D-Drucker an, den Lasersinter Formiga P 100. Kein Gerät, das man sich mal eben auf den Schreibtisch stellt, schon allein wegen der Ausmaße: 2,20 Meter Höhe, 1,35 Meter Breite. Gewicht: 860 Kilogramm. „Mit dieser einen Anlage bin ich in der Lage, ein ähnliches Produktspektrum abzudecken wie mit den acht Maschinen, die ich

Hannes Kuhn fertigt in seinem Unternehmen mit 3-D-Druckern

vorher hatte“, sagt Kuhn. „Konstruktionsdaten festlegen, ausdrucken, fertig.“

Seit 2007 ist er im Geschäft.

Kuhn ist Chef, ein Angestellter, eine Sekretärin, seine Frau arbeitet auch noch mit. Bald will er expandieren und drei bis vier Ingenieure einstellen. 2010 hatte sein Unternehmen Kuhn-Stoff 400 000 Euro Umsatz. Ein Anfang.

Ein paar Hundert Euro davon kommen aus der Gartenstuhlbastelei. Schließlich machte nicht nur bei Leitls Stuhl der Haken schlapp, auch andere Kunden brauchten Ersatz. Der Vertrieb von Allibert verstand erst nicht, was Kuhn wollte, als der anbot, die Teile zu produzieren. „Das geht nicht“, hieß es, „die Werkzeuge zur Herstellung gibt es nicht mehr. Sie müssen den Sitz mit einem Lederbändchen festbinden.“ Nein, eben nicht. Kuhn druckte einfach zwei Verstellhaken aus und schickte sie an Allibert. Kurze Zeit später kam ein Anruf: „Hallo, Herr Kuhn, wir brauchen 20 Sätze davon.“ Inzwischen kriegt Kuhn jährlich vier Bestellungen >



Tatsächlich: druckreif
Hannes Kuhn holt die Überschrift für diesen impulse-Artikel aus seinem Laser-sinter-Drucker

à 30 Sätze. 10 Euro verlangt er pro Stück, das Doppelte der Produktionskosten.

Gartenstuhl-Verstellhaken ausdrucken ist die Kreisklasse einer Technologie, die weitaus mehr kann. Mittlerweile lassen sich nicht nur Kunststoffgegenstände ausdrucken, sondern auch Metallteile wie Triebwerksringe für Flugzeuge, Autoteile oder Zahnkronen. Viele Teile, eine Technik. Hergestellt ohne ein einziges Werkzeug.

Noch vor wenigen Jahren traute man der Technik nur die Fertigung von Prototypen zu – gut genug zum Gucken, aber nicht zum ernsthaften Benutzen. Jetzt wächst sie aus der Nische heraus. Konzerne wie Daimler, Siemens und BMW entwickeln und produzieren mit den 3-D-Druckern. Auch in Kuhns Kundenliste finden sich namhafte Firmen. Wer genau, darf er nicht verraten. Die Unternehmen wollen lieber im Stillen mit der neuen Technik arbeiten – und dann ihren Wettbewerbsvorteil nutzen, um den Markt aufzumischen.

Damit das gelingt, müssen sich die Firmen zuvor mit einer völlig neuen Art des Herstellens auseinandersetzen. Dreidimensionale Teile am Computer konstruieren, Datensätze erstellen, damit tun sich viele schwer. „Den Firmen fehlt das Wissen“, sagt Frank Piller. Der Professor für

Technologie- und Innovationsmanagement forscht sowohl an der RWTH Aachen als auch am US-amerikanischen Massachusetts Institute of Technology. Beweglichkeit und Umdenken sei jetzt gefragt. „Da sollten Firmen wirklich investieren und sich aneignen, wie man ein Scharnier so plant, dass es in einem schichtweisen Verfahren konstruiert werden kann, anstatt es aus vielen Einzelteilen zusammenzusetzen.“

Aber wie eignet man sich das an? Man muss Leute finden, die sich seit Jahren mit der Technik beschäftigen. Die gibt es: Eine globale Gemeinde von Bastlern und Designern tüftelt schon lange die Möglichkeiten der 3-D-Drucker aus.

An vielen Universitäten gibt es heute Fablabs: Fabrikationslabore, in denen mit kleinen Varianten der teuren High-tech-Maschinen experimentiert wird. Untereinander sind die Fablabs vernetzt, weltweit tauschen sich die Nutzer über Ideen, Baupläne und Produktionssoftware aus. Das erste deutsche Fablab eröffnete 2009 an der RWTH Aachen. In Bremen, Hamburg und München stehen Engagierte in den Startlöchern. Es gibt Fablabs in den USA, Indien, Ghana, Norwegen und Spanien – alle verbunden durch ein globales Netzwerk.

Unternehmen müssen sich junge Leute ins Haus holen, die Teil des globalen Bastlernetzwerks sind

Stefan Ritt Verkaufsleiter bei SLM Solutions

„Davon können Unternehmen profitieren“, sagt Stefan Ritt, Verkaufsleiter vom Anlagenproduzenten SLM Solutions in Lübeck, der 3-D-Drucker herstellt. „Sie müssen sich junge Leute ins Haus holen, die Teil dieses globalen Netzwerks sind, die mit dieser Technik aufgewachsen sind, sie kennen und damit experimentieren können.“ Und dieses Know-how auch in die industrielle Fertigung übertragen können.

Die Mühe könnte sich lohnen. Der Markt wächst zweistellig, ermittelte die Unternehmensberatung Wohlers. 2010 hatte die Generative Fertigung demnach einen weltweiten Jahresumsatz von 1,3 Mrd. Dollar. Für 2016 prognostiziert Wohlers einen Umsatz von 3,1 Mrd. Dollar, 2020 sollen es 5,2 Mrd. Dollar sein.

Dazu passt, dass auch die Zahl der Dienstleister stetig wächst. In Deutschland gibt es nach >

Angaben von Castle Island, einer Organisation aus Boston, die 3-D-Druck-Anbieter weltweit listet, mindestens 70 Firmen. Noch vor zehn Jahren waren es höchstens halb so viele.

Das wichtigste Verkaufsargument der Dienstleister: Die Konstrukteure brauchen keine Rücksicht mehr auf die Grenzen der herkömmlichen Fertigungsverfahren zu nehmen. Jede beliebige Form, jede Aussparung ist möglich. Und wenn die Ingenieure erst einmal nach Belieben konstruieren können, zahlt sich das am Ende aus.

Die Firma Polymold etwa, die Plastikbecher herstellt, benutzt eine Gussform, die mit 3-D-Druck produziert wurde – und spart allein dadurch jedes Jahr 24000 Euro. Bei der Plastik-

becherproduktion ist Hitze das Problem: Die Form heizt sich so stark auf, dass sie von innen gekühlt werden muss. Ständig müssen die Maschinen daher stoppen, 70 Prozent der Herstellungszeit ist Kühlzeit. Bei konventionell gegossenen Formen bohren Werkzeugmacher die Kühlkanäle nachträglich in die Gussform. Der Nachteil: Egal wie präzise die Werkzeugmacher arbeiten – der Bohrer bohrt nicht um die Ecke. Am Computer entworfen, können die Kanäle hingegen optimal angelegt werden – immer möglichst nah an der Oberfläche. Beim Ausdrucken werden die Kanäle einfach ausgespart.

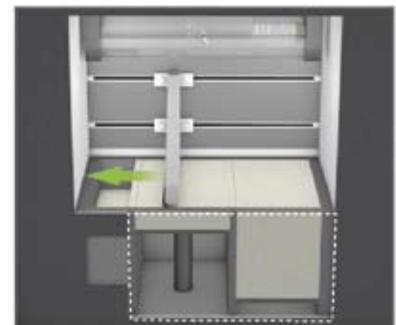
Das rechnet sich: Mit den neuen Gussformen wird die Kühlung so stark verbessert, dass die

Illustration: Niko Wilkesmann für impulse

VOM PULVER ZUR FIGUR: WIE LASER-SINTERN FUNKTIONIERT



1. Die zuvor am Computer erstellten Daten für den Bauplan werden eingelesen. Die Laseranlage errechnet daraus, wie dick die einzelnen Pulverschichten sein müssen.



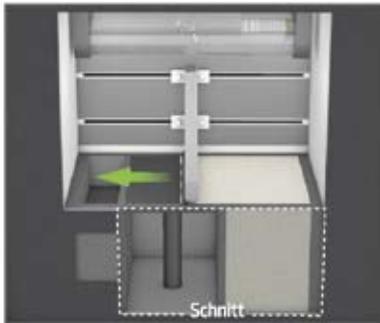
5. Der Schieber trägt die nächste Pulverschicht auf die abgesenkte Plattform auf. Schicht für Schicht entsteht das Bauteil.

Produktion 40 Prozent schneller läuft: mehr Becher in weniger Zeit.

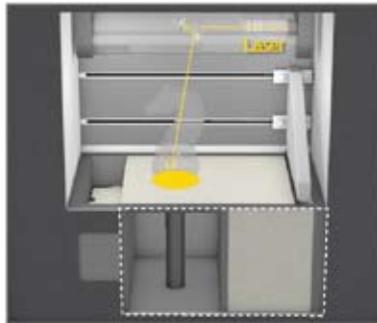
Das Hamburger Zahnlabor Flussfisch Dental hat sich gleich selbst einen 3-D-Drucker angeschafft. Die Maschine gleicht einem überdimensionierten Backofen, auch wenn sonst wenig an Backwaren erinnert. Hinter dem Sichtfenster der Brennkammer flitzen Lichtblitze. Ein Laserstrahl erhitzt eine nur 20 Mikrometer dicke Pulverschicht aus Kobalt-Chrom auf 1400 Grad Celsius. Ist der Laser einmal über die Platte gehüpft, streut ein Schieber eine neue Schicht Pulver auf und der Tanz beginnt von vorn. Nach und nach verschmilzt der Laser das Pulver zu einer ganzen Reihe von Zahnkäppchen – den

Unterbauten für Verblendkronen. Bis zu 250 Käppchen entstehen hier im Labor gleichzeitig. Jede gefertigt nach den individuellen Patientendaten – über Nacht: Die Mitarbeiter starten die Maschine jeden Abend um 18 Uhr, und am nächsten Morgen um 8.30 Uhr sind die Käppchen fertig. In derselben Zeit würde ein Zahn-techniker etwa 20 Stück schaffen.

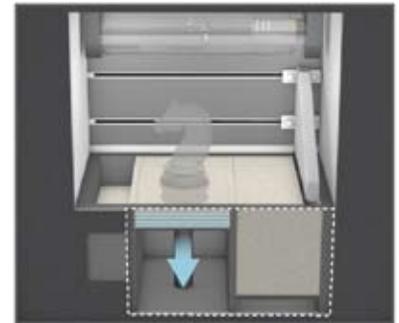
10 bis 20 Prozent des Geschäfts von Flussfisch Dental machen heute Produkte aus, die vom 3-D-Drucker hergestellt werden und nicht mehr von Hand. Tendenz steigend: „Wenn es so weitergeht, brauchen wir eine zweite Anlage“, sagt Vertriebsleiter Jörg Schürmann. Die Aufträge kommen online. „Die Kunden laden >



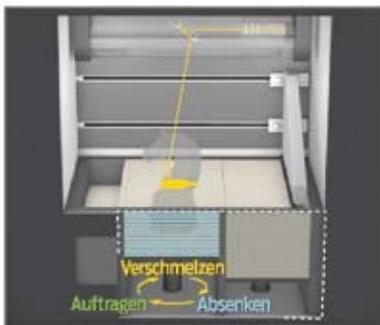
2. Die Produktion der dreidimensionalen Figur beginnt: Ein Schieber verteilt eine hauchdünne Schicht aus Kunststoffpulver auf der Bauplattform.



3. Der Laserstrahl flitzt über die Pulveroberfläche und verschmilzt das Pulver. Nach und nach zeichnen sich die Umrisse des Bauteils im Pulverbett ab.



4. Ist die Pulverschicht belichtet, senkt sich die Bauplattform um 20 bis 200 Mikrometer ab – je nachdem, wie dick die Schicht werden soll.



6. Jetzt geht es von vorn los: Der Laser verschmilzt die Pulverschicht, die Plattform senkt sich, neues Pulver wird aufgetragen.



7. Ist das Bauteil fertig, wird das nicht verschmolzene Pulver entfernt. Das meiste davon kann wiederverwendet werden.



8. Das Bauteil ist fertig. Seine Oberfläche ist noch rau, sie kann aber poliert und lackiert werden.

Putzig Die Kunststoff-Überschrift wird nach dem Ausdrucken kurz geputzt – und fertig!

ihre Daten über unser Portal hoch und können online verfolgen, wie weit ihr Auftrag ist.“ Individuelle Massenfertigung.

Die Zahnkäppchen sind nur der Anfang. Medizintechniker träumen davon, Bauteile und Implantate zu produzieren, die individuell an den Patienten angepasst sind. Dann könnte eine moderne OP-Planung so aussehen: Mediziner nehmen mithilfe einer Computertomografie die Daten für ein Implantat auf, das wird dann ausgedruckt und bei der anschließenden Operation eingesetzt. SLM Solutions setzt das bereits um: Australische Ärzte schicken die Daten von Patienten mit geschädigten Hüftgelenken nach Lübeck. Die Anlage druckt dann Hüftimplantate aus Titan aus, für jene Stellen, wo die Hüfte kaputt ist. Passgenau.

Überall, wo Präzision, Einzelteile oder komplexe Konstruktionen gefragt sind, ist die Technik auf dem Vormarsch. In der Luftfahrt etwa

sind bereits Bauteile aus Generativer Fertigung in fünfstelligen Stückzahlen im Einsatz. Hier geht es weniger um Massenware als um hoch spezialisierte Einzelteile: „Jede F 18 von Boeing ist heute mit 86 Lasersinter-Teilen ausgestattet“, sagt Udo Behrendt, Aerospace-Beauftragter bei EOS. „Die Produktionsstückzahl mag gering erscheinen, in puncto Geld ist es eine >



Was druckst du?

3-D-Drucker ist nicht gleich 3-D-Drucker: Was die unterschiedlichen Anlagen kosten, wofür man sie einsetzen kann und welche Drucker man sich zu Hause auf den Schreibtisch stellen kann

Stereolithografie

Ein Laserstrahl schreibt die Kontur eines Bauteils auf die Oberfläche eines mit flüssigem Kunstharz gefüllten Beckens. Dort, wo der Laserstrahl auftrifft, wird das Harz hart. Das Werkstück wird dann um Millimeterbruchteile abgesenkt, und der Laserstrahl fährt wieder über das flüssige Harz und härtet die nächste Schicht. So entsteht langsam ein dreidimensionales Modell. Anwendungen: Hörgerätegehäuse, hochwertige Prototypen. Anbieter: 3D Systems, Huntsman. Preis: 200 000 bis 1 Mio. Euro

Lasersintern

Ein Laser verschmilzt Kunststoff- oder Metallpulver zu 20 bis 200 Mikrometer dünnen Schichten. Daraus wird Schicht für Schicht das Werkstück aufgebaut. Anwen-

dungen: Prototypen und Endprodukte in der Industrie (Medizin, Maschinen, Automobil, Luftfahrt, Werkzeuge). Anbieter: EOS, MTT Technologies, SLM Solutions. Preis: 200 000 bis 1 Mio. Euro.

Polyjet Modeling

Funktioniert ähnlich wie ein Tintenstrahldrucker: Ein Druckkopf mit feinen Düsen trägt ein Harz- oder Kunststoffbinder-gemisch auf und härtet dieses mit UV-Licht aus. Anwendungen: Prototypen und Endprodukte (Design, Kunst, Architektur). Anbieter: Objet, Voxeljet. Preis: 50 000 bis 500 000 Euro

DLP (Digital Light Processing) Modeling

Funktioniert ähnlich wie die Stereolithografie, allerdings wird eine komplette Schicht in einem Vorgang belichtet. An-

wendungen: Prototypen und Endprodukte (Design, Kunst, Architektur). Anbieter: Envisiontec, Rapidshape, Z Corporation. Preis: 60 000 bis 200 000 Euro.

Fused Deposition Modeling

Schichtweise trägt eine Düse geschmolzenen Kunststoff auf, der beim Erkalten aushärtet. Die Technik gibt es auch für den Hausgebrauch. Hersteller wie Bits from Bytes oder Makerbot Industries bieten Bausätze für unter 1000 Euro an. Hewlett-Packard vertreibt 3-D-Drucker von Stratasys unter eigenem Namen. Der Drucker Origo ist für Kinder gedacht, die ihr Spielzeug selbst drucken wollen. Anfang 2013 soll er für rund 800 Dollar zu haben sein. Anwendungen: Prototypen und Endprodukte (Design, Kunst, Architektur). Preis: von 700 bis 500 000 Euro.



1 2



3 4



5

1 Flugzeugantrieb

108 Stunden braucht die Lasersinteranlage von EOS, um diese Brennkammer für Triebwerke zu fertigen. Weil das Bauteil mehreren Hundert Grad Celsius aushalten muss, verwenden die Konstrukteure eine spezielle Nickellegierung. Die Brennkammer wird samt Perforationen und Löcher in einem Stück hergestellt. Sie hat einen Durchmesser von 25 Zentimetern.

2 Umweltflitzer

Urbee ist das erste Auto, dessen komplette Karosserie in ihren verschiedenen Einzelteilen gedruckt wurde – inklusive der Windscheiben. Das Dreirad hat einen Hybridmotor, die 3-D-Fertigung soll den Wagen noch umweltfreundlicher machen: „Man verbaut nur da Material, wo es gebraucht wird – es

entsteht kein Abfall“, erklärt Jim Kor, Chef des Produzenten Kor Ecologic. Bisher gibt es nur einen einzigen Urbee, 2014 soll er in Serie gehen.

3 Beeindruckender Schmuck

Eine junge Architektin und ein Mathematiker machten sich 2007 selbstständig und drucken seitdem Schmuck, Vasen und Lampen. Für das Design ihrer Kette ließen sie sich von Einzellern inspirieren, sie kostet 75 Dollar und ist aus Silikon. Ihre Firma Nervous Systems fertigt aber auch aus Edelstahl und Edelmetall.

4 Schnelle Sohle

Früher beauftragte der Sportschuhhersteller Reebok andere Firmen, um Prototypen herzustellen. Schon seit 1998 drucken die

Designer Sohlen und Plastikelemente der Schuhe einfach selbst aus. Das geht viel schneller, sagen sie, bei einem kleinen Teil können sie zwei, drei Veränderungen pro Tag ausprobieren. An den Modellen überprüfen die Kreativen Optik und Farbe. Stimmt alles, werden mit ihnen die Formen für die Produktion gefertigt. Auch in den Fabriken von Reebok stehen 3-D-Drucker. Wenn Designer und Produzenten per Videokonferenz über ein neues Modell diskutieren, halten es beide Seiten in den Händen.

5 Groß in Klein

Früher bastelten Architekten ihre Modelle aus Holz, Plastik und Klebstoff. Heute kommen sie aus den 3-D-Druckern der US-Firma Z Corporation und taugen vom Konzeptdesign bis hin zur Konstruktion.

ganze Menge.“ Sein Unternehmen im bayerischen Krailling baut 3-D-Drucker und ist Weltmarktführer für die Laserschmelzmaschinen.

Auch hier spürt man den Boom. Vor 20 Jahren verkauften die Bayern sechs Anlagen pro Jahr. Heute sind es 160. Damit kommen sie auf 80 Mio. Euro Umsatz. Wenn sie mehr Mitarbeiter hätten, sagt Behrendt, könnten sie noch mehr verkaufen. Auf der Wiese neben der Zentrale soll das neue EOS-Firmengebäude entstehen. „Wir sind momentan nur beschränkt durch unseren eigenen Output“, sagt Behrendt.

Ernsthafte Konkurrenz

Ginge es nach dem Willen von EOS, dann könnte die Technik den Wettbewerb mächtig aufmischen, dann würde das 3-D-Drucken eines Tages zum ernsthaften Konkurrenten etwa für den klassischen Werkzeugbau. Mancher erwartet gar, dass der 3-D-Druck nicht nur die Fertigungsindustrie revolutionieren, sondern auch die Rollen von Konsumenten und Produzenten auf den Kopf stellen könnte und dass mit einem Drucker daheim jeder zum Hersteller wird. Denn neben der Profivariante in der Industrie gibt es auch eine abgespeckte günstigere Version, mit der eine stetig wachsende Gemeinschaft aus Bastlern und Künstlern schon seit Langem experimentiert.

Vor allem wegen dieser Heimdrucker, die es für unter 1000 Euro gibt, geraten Visionäre ins Schwärmen. Ihre Vorstellung der Zukunft sieht so aus: Es wird nicht mehr konsumiert, sondern kreierte. Geht der Gartenstuhl kaputt oder ein Teil der Kaffeemaschine fällt ab, lädt man sich den entsprechenden Bauplan einfach aus dem Internet herunter und druckt es am eigenen Heimdrucker aus. Statt Produkte kauft man nur noch Material. Und jeder Haushalt wird eine kleine Fabrik. ■



Perspektive

Beste Aussichten für Ihr Unternehmen: Ihre Ideen und unsere Expertise bilden zusammen die Grundlage für Ihren Erfolg. Denn wir sind die Bank für den Mittelstand – kompetent, partnerschaftlich, zuverlässig.

Ihre Pläne. Unsere Lösungen.

- www.postbank.de/firmenkunden
- 0180 3040636 (9 Cent/Min.)*
- Firmenkundenbetreuung
PB Firmenkunden AG, 53113 Bonn

 **Postbank**
FIRMENKUNDEN