Digital

Druckrevolution in drei Dimensionen

3-D-Drucker werden günstiger und besser. Werden wir bald alle Gegenstände des täglichen Bedarfs einfach selber herstellen?

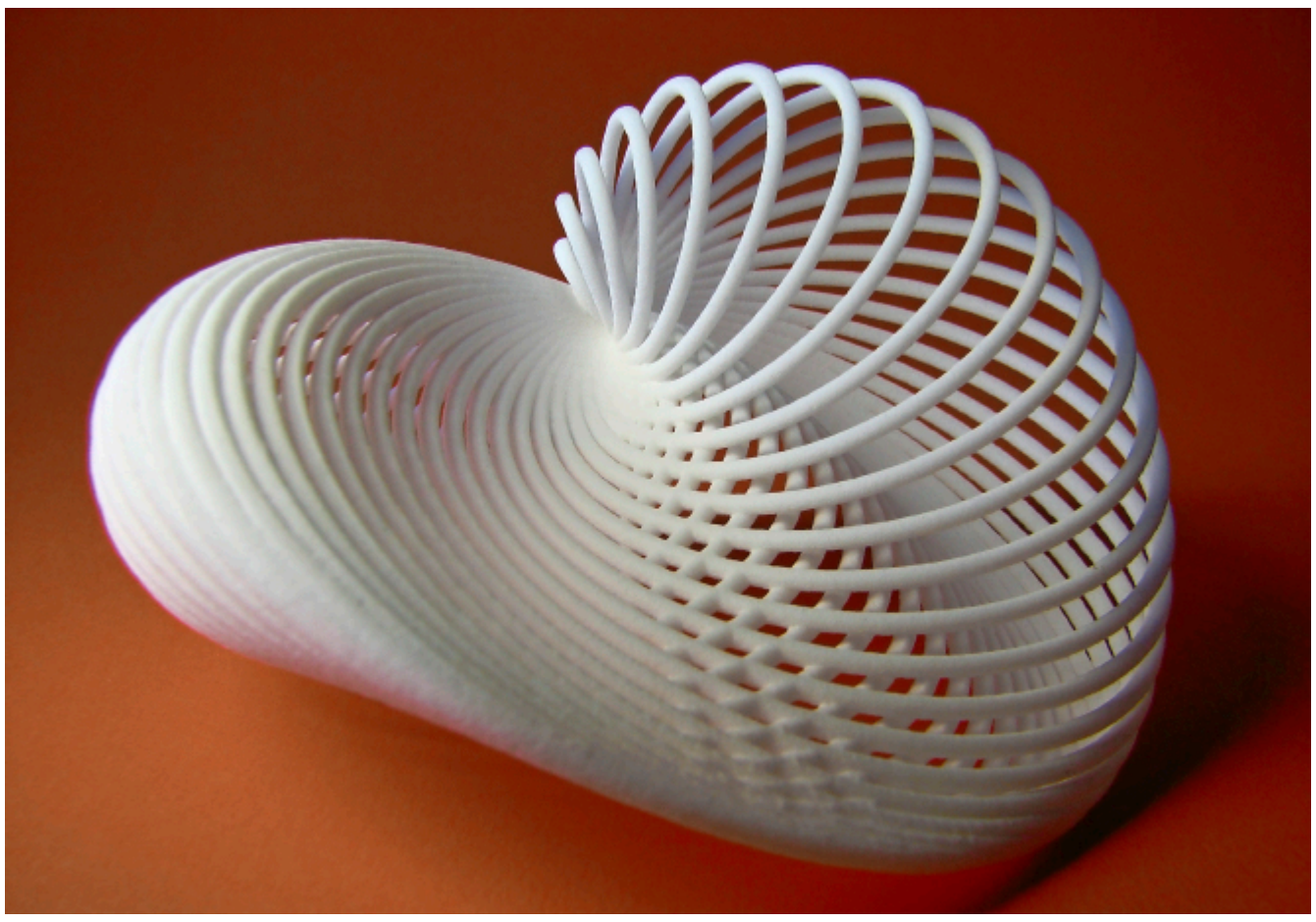
Von Erika Burri

Da kam diesen Frühling jemand ins Schwärmen. Nach einem Besuch in Rock Hill, South Carolina, hat ein «Economist»-Reporter von nichts weniger als einer «Vision der Zukunft» geschrieben. Gesehen hat er 3-D-Drucker. Sie wurden von 3D Systems präsentiert, einem der zwei marktdominierenden Hersteller dieser Maschinen.

Die Drucker sehen aus wie Mikrowellenherde, wie übergrosse Tumbler oder wie Glaskuben mit Kabeln drin, manche so gross wie Mittelklassewagen. Der Reporter hat gesehen, was die alles können: Sie drucken Autoteile, Architekturmodelle, Maschinenteile, Schmuck, ja, sogar Kleider. Und er hat gehört, was sie kosten: Grosse 3-D-Drucker sind nach wie vor teuer. Doch die kleinen und mittelgrossen sind für KMU und Private erschwinglich geworden.

Und nicht nur neue Geräte, auch bessere Drucksoftware sorgen für eine noch nie gesehene Qualität. Das Fazit des «Economist»-Reporters: «3-D-Drucker werden die Regeln der Fabrikation ändern.» Die dritte industrielle Revolution, sie bahne sich an, bisher im Stillen zwar, aber sie komme.

Ganz still aber auch wieder nicht: Gleich zwei Schweizer Thinktanks widmen der Zukunft der Produktion derzeit ein Magazin, nämlich das Gottlieb Duttweiler Institut und W.I.R.E., eine Ideenfabrik der Bank Sarasin und der ETH Zürich. Da schreitet eine technische Innovation voran, die das Zeug hat, die Individualisierung unserer Gesellschaft zu komplettieren. Ein neues Velo? Es wird künftig nicht mehr aus dem Katalog ausgewählt und beim Händler bestellt. Man wählt Modell, Farbe und beliebige Extras. Der Veloverkäufer erstellt eine CAD-Datei und schaltet seinen Drucker an. Die Lieblingstasse in Scherben? Aufheben und zum nächsten Druck-Shop damit! Da werden die Scherben eingescannt, die Tasse digital rekonstruiert und wieder gedruckt. Für den alten Staubsauger gibt es keine Ersatzteile mehr? Kein Problem. Man lädt die Datei aus dem Netz herunter und druckt.



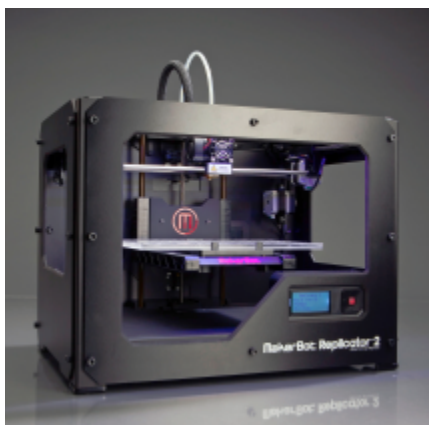
Ein schmuckes Objekt, das aus Herzkurven konstruiert und von einem 3-D-Drucker produziert wurde. Foto: Fdecomite/Flickr.com

Replizieren wie in «Star Trek»

Das erinnert an «Star Trek». Im Raumschiff gab es auch so ein Gerät, das alles ausspuckte, was man sich wünschte. Wenn man sie anschaut, die 3D Touch, Maker Bot Replicator, Z-Corp oder wie die Drucker heissen, sieht man diese Zukunft zwar noch nicht plastisch. Aber die Gegenwart ist aufregend genug: Ein Druckkopf fährt hin und her, Schicht für Schicht, und wie von Zauberhand entstehen Objekte wie Spielzeugfiguren, Büsten oder Design-Prototypen.

Ist das nun der Beginn einer neuen industriellen Revolution? So, wie im 18. Jahrhundert die Dampfmaschinen zu einer dauerhaften Umgestaltung der wirtschaftlichen und sozialen Verhältnisse geführt haben? Damals wurde das Fundament für die Massenproduktion gelegt, die uns zu einer Konsumgesellschaft werden liess.

Karl Marx hat der Entfremdung des Arbeiters von den Produktionsmitteln nicht viel Positives abgewinnen können. Und nun, mit den 3-D-Druckern, könnte sich alles wieder umkehren: Jeder Einzelne wird in Zukunft, wie der britische Technologiejournalist Jack Roberts in der W.I.R.E.-Publikation «Abstrakt» schreibt, wieder die Mittel haben, um selber zu produzieren. Mehr als einen Computer, ein CAD-Programm, Rohmaterial und einen Drucker braucht er nicht. Roberts spricht von «verkehrtem Marxismus» und beschreibt eine noch fiktive Gesellschaft, die sich vor Ort alles druckt, was sie benötigt. Vielleicht teilen sich Quartiere grössere Maschinen, Baupläne gibt es im Internet. Lagerhallen braucht es nicht mehr, weil alles druckfrisch entsteht. Ressourcen werden geschont und die Billigarbeit in fernen Ländern abgeschafft.



Der «Replicator» – der Name wurde von «Star Trek» ausgeliehen. Foto: PD

Bewährt seit den 80er-Jahren

Ingenieure mögen über diese Zukunftsvisionen lächeln. Neu ist die 3-D-Drucktechnik nämlich nicht. Und ersetzt hat sie solide Schlosser- und Polymechanikerarbeit schon gar nicht. Seit Jahren werden Objekte anhand digitaler Vorlagen «gedruckt». Die Auto- und Flugzeugindustrie verwendet seit den 80er-Jahren die generative Fertigung. Firmen wie Boeing, Airbus oder General Motors haben sie über Jahre weiterentwickelt. Flugzeugmodelle für den Windkanal entstehen so. Der Materialbedarf ist gering, weil die oft filigranen Strukturen nicht aus einem Titan- oder Polyamidklotz herausgesägt werden müssen.

Ende der 90er-Jahre fand die computergesteuerte Produktion den Weg in die semiprofessionelle Bastlerwelt. 1998 motivierte der amerikanische Physiker und 3-D-Druckpionier Neil Gershenfeld vom MIT seine Studenten dazu, «lieber zu erschaffen, statt zu konsumieren». Damals gab er zum ersten Mal ein Seminar mit dem Titel «Wie man (fast) alles selber herstellen kann». Die Studierenden sahen einen 3-D-Drucker, einen kleinen und störungsanfälligen zwar. Dennoch verleitete er sie dazu, mit ihm zu spielen. Der Kurs führte später zur Gründung der ersten «Fab Labs», Tüftelstätten. Es waren solche Tüftler, die 3-D-Drucker für den Hausgebrauch weiterentwickelt haben. 2006 wurde der Rep Rap der Szene präsentiert. Rep Rap ist nicht nur ein Drucker, er ist ein Open-Source-Hardware-Projekt. Jeder begabte Technikfreak kann den Rep Rap nachbauen.

Individuelle Implantate

Die Firma Maker Bot hat das Prinzip des Rep-Rap-Druckers weiterentwickelt und perfektioniert. Diesen Sommer öffnete sie in New York den ersten Walk-in Store, wo Kunden ihre USB-Sticks mit den Dateien zum Drucken vorbeibringen. Weitere Stores sollen folgen. Auch in Zürich gibt es einen solchen Laden. 3D-Model.ch heisst er. Die Besitzer, Christiane Fimpel und Philipp Blinkert, sind davon überzeugt, dass 3-D-Drucker kein Hype sind, sondern die Zukunft. In der Medizinaltechnik entstehen nicht nur Zahnkronen, sondern auch individuelle Knochenimplantate. Es wird an Techniken gearbeitet, mit denen Strukturen entstehen sollen, in denen Organe wachsen. Und auch die ersten Bilder einer gedruckten, offenbar funktionsfähigen Waffe tauchten auf. Keine Frage: Da wird noch mehr kommen.

3-D-Druck

Die gängigsten Verfahren

● **Fused Deposit Modeling (FDM).** Die FDM-3-D-Drucker funktionieren im Prinzip wie eine Heissklebepistole. Aus dem beweglichen Druckkopf kommt flüssiger Kunststoff. Das Objekt wird von unten nach oben geformt. Ausserdem wird mit Materialien wie Wachs, Beton, Gips, Schokolade und mit menschlichen Zellen experimentiert. Der Rep-Rap-Drucker kann selbst gebaut werden (Anleitung im Internet, www.reprap.org). Fertige Drucker wie der Maker Bot für den Heimgebrauch kosten um die 1000 Dollar (www.makerbot.com). Mit dem FDM-Verfahren können günstig Prototypen hergestellt werden, Ersatzteile und Spielereien aller Art.

● **3-D-Druck mit Pulver (3DP).** Der Druckkopf führt Klebstoff und arbeitet in einem mit Pulver gefüllten Gefäss. Auf eine feine Pulverschicht verteilt er auf den entsprechenden Stellen Leim. Dann folgt eine Schicht Pulver und wieder Leim. Das Objekt steht auf einer Halterung, die sich im Pulverbottich von oben nach unten bewegt. Das Pulver, das nicht verleimt wird, stützt das Objekt. So können auch überhängende Strukturen entstehen. Ist das Objekt fertig, wird das nicht verleimte Pulver abgesaugt. Alle möglichen pulverförmigen Materialen können verwendet werden: Kunststoff, Keramik, Glas, Bronze oder Elastomer (Gummi). Auf diese Weise entstehen Architekturmodelle und neuerdings auch Möbel und Kleider. Auch Knochenimplantate sind bereits hergestellt worden. 3DP-Drucker sind für den Heimgebrauch zu teuer. Allerdings gibt es Dienstleister, die Vorlagen ausdrucken.

● **Selective Laser Sintering (SLS)** Ein Hochleistungslaser verschmilzt Metallpulver. Wie beim 3DP-Druckverfahren entsteht das Objekt Schicht für Schicht in einem Pulverbottich. Belastbare, schlagfeste und gleichzeitig filigrane Objekte wie Zahnkronen werden so hergestellt.

● **Stereolithografie.** Ein UV-Laser bewegt sich in einem Bad aus flüssigem Harz mit einer besonderen Eigenschaft: Das Harz wird fest, wenn es belichtet wird. Das Objekt wird Schicht für Schicht in den flüssigen Harz gezeichnet. Ist es fertig, wird es in einer Belichtungskammer gehärtet. Dieses Verfahren ist noch teuer. Doch ist fast keine andere 3-D-Drucktechnik so genau. Komplizierte Maschinenteile entstehen auf diese Weise. «Eines Tages werden wir einen ganzen Motor drucken», ist sich Michael Idelchik, Forschungsleiter bei GE Research, sicher. *(ber)*

Kummerbox

Mac OS X

Den Leoparden aufs Altenteil schicken

Mein iPhone 4 hat mich via Softwareaktualisierung auf das System iOS6 aufmerksam gemacht. Dies habe ich befolgt und mit Schrecken festgestellt, dass sich das iPhone nun nicht mehr mit meinem Macbook synchronisieren lässt! Meine iTunes-Version sei zu alt. Die neueste Version von iTunes lässt sich aber nicht installieren, weil mein Macbook mit dem Betriebssystem Mac OS X 10.5.8 bestückt ist. Gibt es eine Möglichkeit, das Kaufen eines neuen Betriebssystems zu umgehen und trotzdem das iPhone wieder mit dem Macbook zu synchronisieren?
Iria Suppiger, via Mail

Die Rückkehr zu einer alten Softwareversion ist in aller Regel nicht vorgesehen und nur auf Umwegen möglich. Bei den iOS-Geräten (iPhone, iPad, iPod Touch) ist das Downgrading so kompliziert, dass ich schlicht davon abrate.

Das auch deswegen, weil das Downgrading keine nachhaltige Lösung darstellt. Apple verfolgt bei den alten Betriebssystemen eine restriktive Linie. Unterstützt werden nebst dem aktuellen System die beiden Vorgänger. Die aktuelle Version ist Mountain Lion (OS X 10.8). Entsprechend werden Lion (10.7) und Snow Leopard (10.6) mit Updates beliefert. 10.5 alias Leopard und seine Ahnen bleiben aussen vor.

Ein nicht unterstütztes System zu verwenden, hat Nachteile, wie iTunes vor Augen führt. Es ist auch ein Sicherheitsrisiko, weil Lücken im Programmcode ungeschlossen bleiben. Die Betriebssysteme von Apple stehen zwar nicht im Visier der Cyberkriminellen. Dennoch: Beissen Sie in den sauren Apfel und führen Sie das Update durch!

Windows

Störend gekennzeichnete Fotos

Wenn ich Fotos im Ordner «Bilder» aufrufe, dann ist jedes Bild mit einem Symbol versehen. Es gibt ein grünes Quadrat mit weissem Haken und ein blaues Quadrat mit zwei Winkeln. Ich weiss nicht, wozu die Kennzeichnungen gut sind, und sie verdecken auch meine Bilder.
Josef Lang, Luzern

Die Overlays stammen von Norton 360. Das ist Symantecs Sicherheitspaket, das auch eine Lösung zum Offsite-Backup enthält. Ihre Dokumente werden verschlüsselt auf die Server von Symantec hochgeladen, von wo Sie sie bei Bedarf wieder herunterladen können.

Die eingeblendeten Symbole zeigen den Back-up-Status an. Grün bedeutet, dass die Datei online gesichert wurde. Blau signalisiert einen noch ausstehenden Upload. Dokumente mit einem Symbol werden nicht gesichert.

Sie schalten diese Overlay-Bilder in den Einstellungen zu Norton 360 ab.

OS X

Wenn der Berglöwe sich dem Office verweigert

Ich habe auf meinem Macbook (wohl etwas vorschnell) das neue System Mountain Lion installiert. Jetzt läuft Office 2008 nicht mehr, und ich kann keine Dateien mehr öffnen. Muss ich tatsächlich Office 2011 kaufen?
Barbara Marty Kälin, Bern

Da Office 2008 ein unausgereiftes Produkt war und Office 2011 viele Mängel wettmacht, wäre ein Update sinnvoll. Umsteigen müssen Sie aber nicht, denn Office 2008 läuft grundsätzlich auch auf Mountain Lion.

Das Problem liegt nicht (wie bei vielen Problemen nach dem Update des Betriebssystems) bei der Kompatibilität, sondern bei der Gatekeeper-Funktion. Sie soll bei Mountain Lion für mehr Sicherheit sorgen, indem Programmen aus unbekannter Quelle der Start verweigert wird. Diesem Mechanismus fällt das Installationsprogramm zum Opfer. Klicken Sie in den Systemeinstellungen auf «Sicherheit» und ändern Sie in der Rubrik «Allgemein» bei «Programme aus folgenden Quellen erlauben» die Option «Mac App Store und verifizierte Entwickler».

Matthias Schüssler
Der TA-Experte beantwortet Fragen zu Mac, Windows, Sicherheit, E-Mail, Internet und Multimedia.

Senden Sie uns Ihre Fragen an
kummerbox@tages-anzeiger.ch

Es kann nötig sein, Gatekeeper bei der Installation von Office oder von Updates (auch bei Office 2011) mit der Option «Überall» ganz abzuschalten. Sie können die sichere Einstellung reaktivieren, nachdem Sie Office erfolgreich installieren und ausführen konnten.

Tipp

Schweinisches Seifenkistenrennen

Rovio Entertainment hat 2009 mit «Angry Birds» einen Spielerfolg gelandet, bei dem man als Spieler aufseiten der Vögel gegen Schweine antritt. Beim neusten Streich namens «Bad Piggies» (1 Franken für iOS, kostenlos für Android) wechselt man die Fronten – zu den Schweinen mit ihrer Vorliebe für aberwitzige Konstruktionen.

In diesem grandiosen Spielspass gilt es einen Parcours zu absolvieren – und zwar in einem Verkehrsmittel, das man erst selbst bauen muss. Dafür hat man diverse Bauteile zur Verfügung. Im einen Level sind es Kisten, Räder und Federn für eine Seifenkiste. Dann gibt es Flügel, Ballone und einen Ventilator, aus denen eine fliegende Kiste entsteht. In einigen Levels gibt es nur eine taugliche Fahrzeugkonstruktion. In anderen lässt man seinem Erfindergeist freien Lauf. Ist das Gefährt startbereit, macht man sich, unter Aufbietung aller Fahrkünste, auf den Weg. *(schü.)*

Diesen und weitere Tipps gibt es täglich in der iPad-App des «Tages-Anzeigers».
***ipad.**tagesanzeiger.ch*