

„3D“ WIRD MASSENTAUGLICH

# Mini-Menschen aus dem Drucker

Drucker, die nicht nur Papier ausspucken, sondern Gegenstände, die man greifen und benutzen kann: Das ist keine Zukunftsmusik, sondern Wirklichkeit. 3D-Drucker stehen auf der Schwelle zum Massenmarkt. Sie könnten schon bald so selbstverständlich sein wie der Tintenstrahl-Drucker neben dem PC.

VON PETER T. SCHMIDT

**München** – Das Geräusch könnte aus einem Science-Fiction-Film stammen: Der Kasten von der Größe eines Mikrowellenofens singt und brummt, während im Inneren ein Druckkopf hektisch über die Arbeitsplatte saust. Erst allmählich wird klar, dass hinter dem scheinbar planlosen Bewegungen System steckt: Schicht für Schicht wächst auf der Arbeitsplatte ein reich verzierter Ring aus weißem Kunststoff empor. Alexandra Bongartz hat das Schmuckstück entworfen und verkauft es ihrem Laden „FreeForm4U“ an der Münchener Auenstraße auch in Metall-Ausführung. Jetzt druckt sie es aus, um einen neuen 3D-Drucker zu testen. „Hier stimmt's noch nicht“, sagt sie, als sie nach gut zehn Minuten den Ring aus dem Drucker nimmt. An einer Stelle ist die Verzierung missraten. Bongartz wird noch an etlichen Einstellungen von Hard- und Software drehen müssen. Für die breite Palette an Druckern, die es mittlerweile zu Preisen zwischen wenigen hundert und wenigen tausend Euro zu kaufen gibt, sei das typisch, sagt die 36-Jährige. Für Laien bedeutet es Frust.

Sieben Jahre lang hat Bongartz in Köln für das Formel-1-Team von Toyota gearbeitet.

**„3D-Druck ist optimal für alles, was klein, komplex und individuell ist“**

Immer, wenn an den Renn-Boliden etwas geändert wurde, musste sie ein detailgetreues Mini-Modell für den Windkanal drucken – mit Geräten, die ztausend Euro kosten. Jetzt druckt sie in München aus, was ihre Kunden wünschen – vom Schmuckstück über Lampenschirme bis zum kompletten Schachspiel. Zwei „Ultimaker“ sogenannte FDM-Drucker (siehe Kasten) der Preisklasse zwischen 1000 und 3000 Euro, stehen dazu in ihrem Laden. Metall-Drucke lässt sie bei Dienstleistern fertigen, die bisher Prototypen für die Industrie herstellten.

Auf deren Maschinen setzen auch zwei Jungunternehmer aus Pasing. Das Geschäftsmodell ihrer Firma „Trindo“: Individuell gestaltete Handyhüllen für Unternehmen. In Kleinserien sei der 3D-Druck optimal „für alles, was klein, komplex und individuell ist“, sagen Felix Ewald (25) und sein Partner Philipp Kramer (23). Doch bis die Oberflächen glatt und die Farben satt genug waren, mussten sie zehn Monate experimentieren.

Was der farbige Pulverdruck zu leisten vermag, ist im Haus der kleinen Künste an der Buttermelcherstraße zu sehen. Oliver Frank stellt hier Menschen aus – als 16 bis 20 Zentimeter kleine Miniatur-Modelle. So lebensecht wirken die Mini-Menschen, bis hin zum Faltenwurf der Kleidung, dass man kaum überrascht wäre, wenn sie sich plötzlich bewegen würden. „Youlittle“ hat Frank sein Unternehmen genannt, bei dem man für 250 bis 300 Euro sich



Millimeterarbeit: Felix Tymcik begutachtet eine Miniaturbüste, die ein Drucker des „FabLab“ gerade vollendet hat.

FOTO: KLAUS HAAG



**Oliver Frank schrumpft seine Freundin:** Im Studio (links) wird Susanne Schäfner mit 48 gleichzeitig auslösenden Kameras eingescannt. Zwei bis drei Stunden muss Frank das von einer Spezialsoftware erzeugte 3D-Modell am Bildschirm nachbearbeiten (oben). Dann lässt er ein Abbild der 21-Jährigen im Mini-Format (rechts) ausdrucken. FOTOS: KLAUS HAAG



**Die Pistole aus dem Billig-Drucker ist nur eine Frage der Zeit**

selbst als Miniaturausgabe kaufen kann.

Dreidimensional drucken, so scheint es, lässt sich heutzutage fast alles. Doch wie werden Alexandra Bongartzs Ring und Oliver Franks Kunden zu Druckvorlagen? Im Prinzip nicht viel anders als in der zweidimensionalen Welt: Sind es dort Briefe, Fotos oder PDF-Dokumente, mit denen der PC per Mausklick den Tintenstrahler füllt, so braucht man zum 3D-Druck eine Datei, die das Objekt dreidimensional

beschreibt. Zum Beispiel eine digitale Konstruktionszeichnung sein. Konstruieren am Bildschirm, das war bisher eine Domäne von Ingenieuren und Architekten mit sündteurer Software. Inzwischen gibt es billige, teils sogar kostenlose Programme, mit denen sich auch Laien zurechtfinden.

Man kann Gegenstände auch einscannen. Spezielle 3D-Scanner kosten noch vierstellige Summen. Billiger, wenn auch nicht ganz so präzise, tut es mit passender Soft-

ware aus dem Internet auch der Kinect-Sensor, ein 150-Euro teures Zubehör zur Spielkonsole Xbox. Und schon gibt es preiswerte Programme, die Handyfotos eines Objekts aus unterschiedlichen Blickrichtungen zu einem 3D-Modell zusammensetzen, ähnlich wie es Landschaftsfotos Standard ist.

Immer häufiger findet man das, was man ausdrucken möchte, aber schon fertig in Internetforen wie „thingiverse.com“. Von allerlei Zierat-

ware aus dem Internet auch der Kinect-Sensor, ein 150-Euro teures Zubehör zur Spielkonsole Xbox. Und schon gibt es preiswerte Programme, die Handyfotos eines Objekts aus unterschiedlichen Blickrichtungen zu einem 3D-Modell zusammensetzen, ähnlich wie es Landschaftsfotos Standard ist.

Rund um die eigentlichen Drucker ist also einiges in Bewegung geraten, überall heißt der Trend: Die Qualität steigt, der Preis sinkt. Warum gerade jetzt? „Dieses Jahr sind einige Patente ausgelaufen“, sagt Nils

Hitze. Der 31-Jährige, im Hauptberuf Software-Entwickler und der Zitronenpresse reicht das Angebot. Konsument, Produzent – die Rollen verschwimmen, wenn Nutzer ein dort heruntergeladenes Objekt modifizieren und es wieder hochladen.

Hitze. Der 31-Jährige, im Hauptberuf Software-Entwickler und der Zitronenpresse reicht das Angebot. Konsument, Produzent – die Rollen verschwimmen, wenn Nutzer ein dort heruntergeladenes Objekt modifizieren und es wieder hochladen.

„Also haben wir den Kopf hier eingescannt und die Datei nach Amerika gemailt. Dort wurde das ausgedruckt, und der Meister hat nach dieser Vorlage den Kopf gefertigt.“ So weit ist das nicht mehr weg vom „Beamer“ in der Science-Fiction-Serie „Raumschiff Enterprise“.

3D-Druck kommt, darin sind sich alle Beobachter der Szene einig. Die Frage ist nur, wann und wohin. „Bald steht in jedem Haushalt ein 3D-Drucker“, sagt „Youlittle“-Gründer Frank. Entscheidend sei der Preis, sagt Nils Hitze: „Farbdrucker hat auch jeder erst gekauft, als sie weniger als 200 Euro zu haben waren“.

In fünf Jahren, so schätzt Alexandra Bongartz, „werden die Geräte einfach zu bedienen sein. Dann werden mehr Leute sowas haben“. Vielleicht bleibt die Technik aber doch für die Masse der Anwender zu kompliziert, und Dienstleister machen das Rennen. Schon jetzt

findet man im Internet Angebote nach dem Vorbild der beliebten Fotobücher: Der Kunde lädt die Daten auf einen Server hoch, bezahlt mit Kreditkarte und bekommt den fertigen Ausdruck per Post.

Wie auch immer: Die Grenzen zwischen der digitalen und der realen, (be-)greifbaren Welt wird der 3D-Druck noch ein wenig unschärfer machen.

## Die wichtigsten Druckverfahren

### Prinzip Heißklelepistole:

Der FDM-Druck (Fused Deposition Modeling) ist die billigste und für den Hausgebrauch geeignete Technik: Das Druckmaterial wird in einem Druckkopf geschmolzen und in hauchdünnen Schichten zielgenau aufgetragen. Druckmaterial: Meist stabiler ABS-Kunststoff oder der biologisch abbaubare Bio-Kunststoff PLA. Es gibt auch Spezialmaterialien, etwa mit Holzbeimengung.

**Vorteil:** Die Druckerzeugnisse sind stabil, der Druck vergleichsweise schnell.

**Nachteile:** Die Oberfläche kann geriffelt wirken, bei ausladenden Formen sind Stützstrukturen nötig.

### Pulververfahren:

In einer feinen Schicht aus Metall- oder Kunststoffpulver werden die Bereiche

verfestigt, die stehen bleiben sollen. Dann wird die nächste Schicht Pulver aufgetragen, und der Prozess wiederholt sich. Der Ausdruck wächst somit Schicht für Schicht in einem Pulverbett heran.

**Zur Verfestigung gibt es zwei Methoden:** Verschmilzt ein **Laserstrahl** die Pulverkörper, spricht man von Selective Laser Melting (SLM) oder Selective Laser Sintering (SLS), auf Deutsch: Laser-Sintern. Siemens forscht auf diesem Gebiet und will damit eines Tages sogar Turbinenschaufeln drucken.

Die Verfestigung mit einem **Bindemittel** wird meist als 3D-Druck bezeichnet. Das Bindemittel wird zielgenau mit einem modifizierten Tintenstrahl-Druckkopf aufgebracht, der auch Farbdüsen tragen kann. Das ermöglicht vollfarbige 3D-Ausdrucke, wie etwa die Miniaturmenschen von Youlittle (siehe oben).

**Material:** Unterschiedliche Kunststoff- und Metallpulver bei SLS/SLM, Gipspulver bei 3D-Druck.

**Vorteil:** Materialien mit unterschiedlichen Eigenschaften von weich bis hart, filigrane Formen sind möglich, Stützstrukturen nicht erforderlich.

**Nachteil:** Teuer, meist rauere Oberflächen, die gegebenenfalls nachbehandelt werden müssen.

### Stereolithographie:

Die älteste 3D-Drucktechnik, im Einsatz seit den 1980er-Jahren: Flüssiges Kunstharz in einem Becken wird Schicht um Schicht punktgenau mit UV-Licht (Laser oder Fototechnik) ausgehärtet. Am Ende kann man das fertige Objekt aus dem Bad des flüssig gebliebenen Kunststoffs herausnehmen.

### Papierdruck:

Die Objekte werden Schicht um Schicht aus Papierlagen aufgebaut. Jede Papierlage wird passend gefärbt, aufgeklebt und formgenau ausgeschnitten.

### Spezialanwendungen:

In der **Medizin** werden Stützgerüste gedruckt, auf denen ganze Organe geziert werden sollen.

Die **Lebensmittelindustrie** nutzt die Technik nach Art der Konditorspritze, etwa für Verzierungen von Tiefkühl-Torten. Der Nudelhersteller Barilla hat angekündigt, Pasta in beliebigen Formen zu drucken.

In der **Bauindustrie** denkt man darüber nach, komplexe Einfamilienhäuser auszudrucken – mit einem Drucker im Baukran-Format in nur 24 Stunden.

sei selbst bei den günstigen Geräten „für den Hausgebrauch annehmbar“, berichtet Mitglied Fabian Hesse. Der bildende Künstler druckt auf den FabLab-Geräten Kunstwerke aus, andere Nutzer haben hier Ersatzteile für defekte Haushaltsgeräte gefertigt.

3D-Druck könnte den Kundendienst revolutionieren, glaubt Nils Hitze. Statt aufwändige Lagerhaltung zu betreiben, könnte der Monteur das Ersatzteil ausdrucken. Das könnte aber auch der Kunde selbst. Dem werde damit „Macht und Verantwortung zurückgegeben“, sagt FabLab-Mitglied Felix Tymcik. Wenn Mama oder Papa fit am PC sind, oder wenn barmherzige Tüftler die Datei ins Netz stellen, kann der 3D-Drucker auch Kindertränen trocknen: Das verschollene, einzelne nicht käufliche Teil der Playmobil-Burg neu erstehen zu lassen, ist kein Wunschtraum mehr.

Welche Folgen es für das Markenrecht hat, wenn jeder alles nachbilden kann, ist noch kaum absehbar. Gut möglich, dass hier ähnliche Umwälzungen bevorstehen, wie sie die Musikindustrie gerade hinter sich hat. Nokia hat bereits reagiert und Druckvorlagen für die Hülle des Smartphones Lumia 820 ins Internet gestellt.

Und dann ist da noch die Geschichte mit den Waffen. Modelle für Kunststoff-Pistolen, die der Metallendetector am Flughafen nicht entdeckt, gestern durchs Internet. Zwar gelang es der Computerzeitschrift c't im vergangenen Jahr selbst mit Hilfe eines Waffenbauers nicht, daraus auf einem günstigen 3D-Drucker ein schussfähiges Exemplar herzustellen, doch schon mit der nächsten Drucker-Generation könnte das möglich werden. Aufhalten wird das die Technologie nicht – zu faszinierend sind ihre Möglichkeiten.

**Die Pistole aus dem Billig-Drucker ist nur eine Frage der Zeit**