

## "Das Feuer der Renaissance neu entfachen"

24.03.11 – Niels Boeing

**Vor zwölf Jahren startete der MIT-Physiker Neil Gershenfeld das erste Fab Lab, eine Hightech-Werkstatt für jedermann. TR sprach mit ihm über das rasante Wachstum der Community, das Konzept der digitalen Fertigung und die Bedeutung der Idee für ein Maschinenbau-Land wie Deutschland.**

*Am Anfang war es wohl nur eine kühne Idee: Wie wäre es, eine Einrichtung aufzubauen, in der man (fast) alles selbst herstellen kann? Unter dem Titel "How to make (almost) anything" gab **Neil Gershenfeld[1]**, Physiker und Leiter des "Center for Bits and Atoms" am MIT, 1998 erstmals einen Kurs, in dem er seine Studenten aufforderte, mithilfe von rechnergesteuerten Maschinen Gegenstände herzustellen, die einfach nur ihrer Fantasie entsprangen, aber technisch durchaus anspruchsvoll waren – sprich: auch eine Steuerelektronik enthalten sollten. Die Kurswerkstatt, die er hierfür einrichtete, nannte er "Fab Lab", eine Abkürzung für Fabrikationslabor. Ein wesentlicher Gedanke war dabei, technischen Laien Knowhow und Mittel für eine möglichst selbstbestimmte Produktion von Dingen an die Hand zu geben.*

*Mehr als zwölf Jahre später ist aus der Idee ein **globales Netzwerk[2]** mit 50 Hightech-Werkstätten geworden: Ob in den USA, in Indien, Südafrika, den **Niederlanden[3]** oder Ghana – überall wird an Gershenfelds Vision einer Produktion von morgen gearbeitet. Auch in Deutschland kommt die Fab-Lab-Idee in Fahrt: Die erste Hightech-Werkstatt öffnete Ende 2009 an der **RWTH Aachen[4]**, in vielen Städten sind derzeit Fab Labs im Aufbau. Technology Review sprach mit Neil Gershenfeld über das rasante Wachstum der Fab-Lab-Community, das Konzept der digitalen Fertigung, Open-Source-Maschinen und die Bedeutung der Idee für ein Maschinenbau-Land wie Deutschland. Das folgende Interview ist in einer gekürzten Fassung Bestandteil des Schwerpunktes "Rapid Manufacturing" in der aktuellen Print-Ausgabe 4/2011. Das Heft ist seit Donnerstag, dem 24.3. im Handel oder direkt im heise Shop **zu bestellen[5]**.*

**Technology Review: Herr Gershenfeld, viele Fachleute halten Fab Labs derzeit nur für eine nette technische Graswurzelbewegung, mehr nicht. Was würden Sie ihnen entgegen?**

**Neil Gershenfeld:** Ich würde gar nicht erst versuchen, diese Leute zu überzeugen. Die Zahl der Fab Labs verdoppelt sich inzwischen im Jahresrhythmus, und viele Menschen stecken eine Menge Energie in sie.

Davon abgesehen gibt es aber zwei Parallelen zu anderen Entwicklungen. Die erste betrifft den Personal Computer. Er wurde von der Computerindustrie anfänglich für ein Spielzeug gehalten, bis er fast ihr Geschäftsmodell zerstört hätte. IBM brauchte Jahrzehnte, um sich in dieser Welt des PCs zurechtzufinden. Diese machten zwar Großrechner nicht obsolet, stellten aber das Computergeschäft auf den Kopf. Heute ist jedem klar, dass PCs vollwertige Rechner mit ernst zu nehmenden Auswirkungen sind.

Wenn einige Leute sagen, die Maschinen in einem Fab Lab seien nur Prototyping-Spielzeuge, wiederholen sie die Geschichte PC vs. Großrechner. Natürlich gibt es noch

riesige Fertigungsmaschinen, aber sie können Dinge nur in Massen produzieren. Personal Fabrication, die individuelle Fertigung, wird jedoch zu einer technischen Ausdrucksform für Einzelpersonen. Diesmal geht es jedoch nicht darum Bits in einem Rechner zu programmieren, sondern Atome außerhalb des Computers.

**TR: Das Konzept des Fab Labs entstand aus ihrem MIT-Kurs "How to make (almost) anything". Sind sie überrascht, dass es in so vielen Ländern Anklang gefunden hat?**

**Gershenfeld:** Und ob mich das überrascht hat. Wir hatten am MIT ursprünglich nur den Plan, genau ein Fab Lab einzurichten, aber nicht, das Konzept global zu verbreiten. Es ist ein großer Zufall, dass sich das so entwickelt hat, und wir am MIT brauchten Jahre, um das richtig zu begreifen. Die Entwicklung ist auch deshalb so erfreulich, weil sie alle Weltgegenden, Sprachen, Geschlechter und Religionen umfasst.



Fab Lab Shoshanguve, Südafrika: Arbeit am Epilog-Lasercutter.

Bild: MIT

Allerdings ist mir wichtig, dass man Fab Labs nicht nur für sich betrachtet. In dieser Bewegung geht es auch darum, dass viele Menschen ihre eigene Forschung betreiben. Das Besondere an den Fab Labs ist, dass es sich um ein globales Netzwerk handelt.

**TR: Unterscheiden sich Fab Labs in Industrieländern von denen in Entwicklungsländern?**

**Gershenfeld:** Erstaunlicherweise überwiegen die Gemeinsamkeiten. Es ist nicht so, dass in ärmeren Ländern Armutsprojekte und in reichen Ländern entsprechend Projekte für Reiche gemacht werden. Die Interessen gleichen sich vielmehr überall auf der Welt. Das ist auch eine der treibenden Kräfte hinter der Fab-Lab-Community.

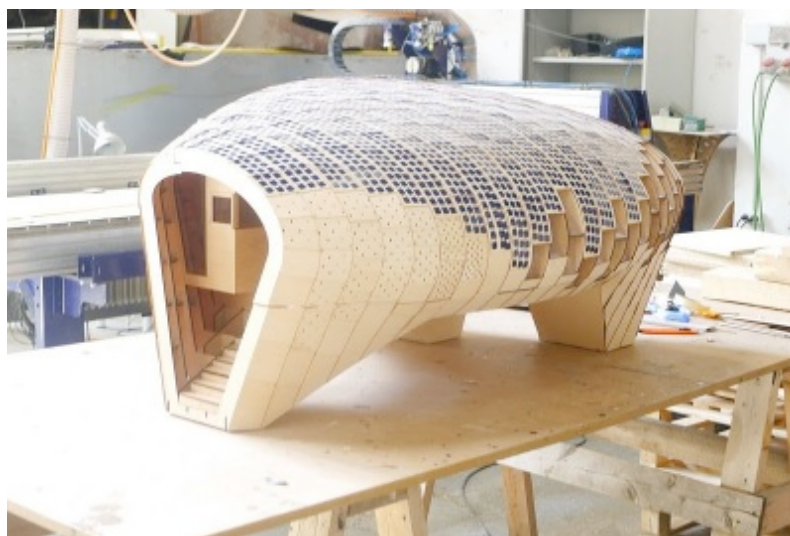
Wenn Sie irgendwo fragen: "Was wollt Ihr machen?", zucken die Leute am Anfang vielleicht

noch mit den Schultern. Aber sobald ein Fab Lab startet, wird ihnen klar: "Ach, ich könnte ja dies und das machen". Als ob eine Pumpe angeschaltet wird und die Ideen herausprudeln.

Es ist schwierig, jemanden zum Erfinden zu ermutigen, wenn die Werkzeuge fehlen, die ihm zeigen, was er erfinden könnte. Fab Labs helfen den Menschen also auch dabei, über das Erfinden nachzudenken.

**TR: Sie nennen die Produktionsweise, die in den Fab Labs gepflegt wird, auch "digitale Fertigung", weil computergesteuerte Maschinen eine wichtige Rolle spielen. Braucht man dafür eine neue Herangehensweise ans Konstruieren?**

**Gershenfeld:** Mit der digitalen Fertigung kann man zum einen integrierte funktionale Systeme machen, die zwei- und dreidimensionale Strukturen enthalten, logische Schaltkreise, Sensoren, Motoren und Kommunikationseinheiten. Zum anderen lassen sich Daten in Objekte verwandeln und umgekehrt. Damit kann man Projekte starten, an denen räumlich verteilt gearbeitet wird – so wie Open-Source-Gruppen über die Welt verteilt gemeinsam Software programmieren.



Prototyp eines Solarhauses im Fab Lab Barcelona, das später in voller Größe realisiert wurde.

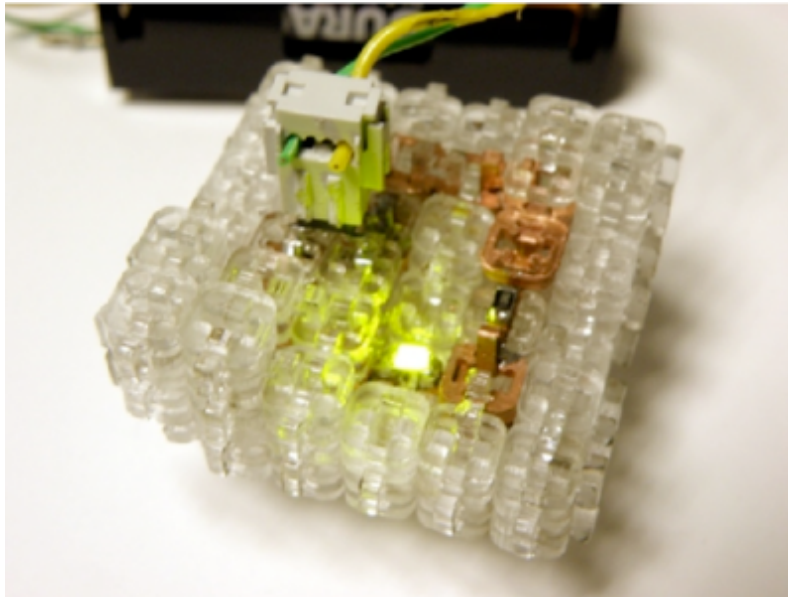
Bild: Fab Lab Barcelona

**TR: Was sollten solche Gruppen produzieren?**

**Gershenfeld:** Es geht letztlich auch darum, Programmcode in Materialien einzubauen. So wie die Molekularbiologie einersatz auf Programmen – dem genetischen Code – und andererseits Molekülen basiert, wollen wir Grundbausteine entwickeln, die sich aufgrund ihrer Form zu komplexeren Gegenständen zusammenfügen, eine Art "Mikro-Lego". Ich nenne sie lieber "digitale Materialien".

**TR: Und wozu soll das gut sein?**

**Gershenfeld:** Im Moment sind wir noch in einer Phase, in der wir in erster Linie Rechner an Werkzeuge anschließen. Im nächsten Schritt kommen wir zu sich selbst reproduzierenden Maschinen, dann zu Maschinen, die digitale Materialien zusammenbauen können, und schließlich zu sich selbst-reproduzierenden Materialien.



Demo des Konzepts digitaler Materialien von Jonathan Ward, MIT.

Bild: MIT

**TR:** Zurzeit sind die Geräte in einem Fab Lab aber noch nicht so leicht zu bedienen, dass jeder gleich loslegen kann.

**Gershensfeld:** Das sehe ich ganz anders. Die Werkzeuge in einem Fab Lab können Sie in einer Woche herstellen. Die Funktionalität lässt sich innerhalb eines Tages lernen. Manche Dinge, die man mit den Geräten machen kann, wären eher etwas für eine Doktorarbeit. Es gibt aber Sachen, die Sie in einem Nachmittag umsetzen können.

Auch hier gibt es eine historische Analogie. Wir konnten Mikrocontroller erst programmieren, nachdem wir die hierfür grundlegende Physik, die Quantenmechanik, verstanden hatten. Heute können Sie Kindern in ein paar Stunden beibringen, wie man eine erste simple "Hello World"-Funktion mit einem Mikrocontroller programmiert. Bei der traditionellen Bildung ging es um ein "Just in case"-Lernen, ein fallweises Lernen. Jetzt sind wir bei einem "Just in time"-Lernen.

**TR:** Könnte man die Maschinen aber nicht noch einfacher machen?[b]

**[b]Gershensfeld:** Die Frage ist so falsch gestellt. Wir haben für die Maschinen eine Roadmap in vier Stufen. Zurzeit kaufen wir Maschinen. Nun gehen wir gerade dazu über, sie in einem Fab Lab selbst herzustellen. Die nächste Stufe ist der Übergang von analogen zu digitalen Materialien und dann zu Materialien, die einen Programmcode in sich haben. Das ist die künftige technische Entwicklung, und sie kommt gut voran.

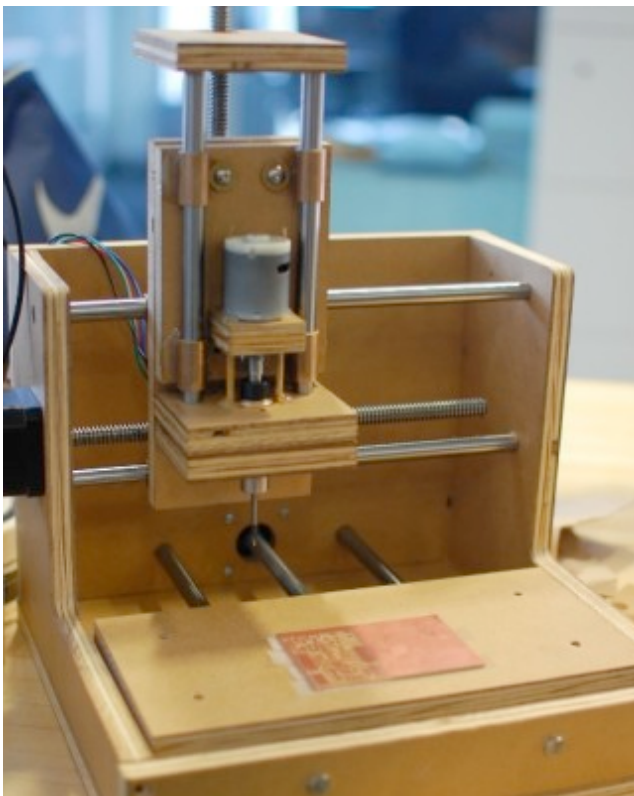
Deshalb bringt es nichts, die existierenden Maschinen noch zu verändern, denn wir befinden uns in einem Übergang zwischen unterschiedlichen Generationen von Maschinen. In den kommenden zwei Jahren werden wir den Punkt erreichen, wo alle Maschinen in einem Fab Lab auch dort hergestellt werden. Das ist eine viel größere Veränderung, als nur andere Maschinen zu kaufen.

Was die Benutzerschnittstellen angeht, müssen wir definitiv die ganze CAD- und CAM-Software neuschreiben. Im bisherigen Ablauf waren verschiedene Leute dafür zuständig, eine Spezifikation festzulegen, eine Konstruktion zu entwickeln, diese auf

Maschinen zu übertragen sowie die Maschinen zu betreiben. Wenn nun aber eine einzige Person all diese Schritte macht, muss man die Grenzen einreißen. Deshalb stecken wir viel Arbeit in die Konstruktionsprogramme. Hier gibt es auf jeden Fall eine Barriere.

### **TR: Welche Maschinen gibt es denn derzeit in einem typischen Fab Lab?**

**Gershenfeld:** In heutigen Fab Labs gibt es im Wesentlichen Lasercutter, Fräsen, Plotter und 3D-Drucker. Diejenigen Geräte, in denen sich ein Arbeitskopf auf drei Achsen mit hoher räumlicher Auflösung bewegt, ersetzen wir gerade durch eine selbstgebaute. Damit können wir Platinen fräsen oder Gussformen herstellen. Wir können das Gerät aber auch für schichtweises Drucken nutzen.



Der "Mantis" eine Platinenfräse zum Selberbauen.  
Materialkosten: ca. 100 Dollar.

Bild: MIT

In unserem Projekt **MTM, "machines that make"**[6], haben wir als 3-Achsen-Arbeitsplattform zum Beispiel den *Mantis* und den *Multifab*. Es gibt ein ganzes Portfolio solcher Geräte, die ähnlich funktionieren, aber bei einem ist die Geschwindigkeit optimiert, bei einem anderen die Kraft, die es aufbringen kann.

Wir betrachten sie alle als eine Gerätefamilie. Die kostet nur noch einige hundert Dollar statt wie früher viele tausend Dollar. Die Geräte funktionieren fast so gut wie kommerzielle Maschinen, sind aber mitunter flexibler einsetzbar.

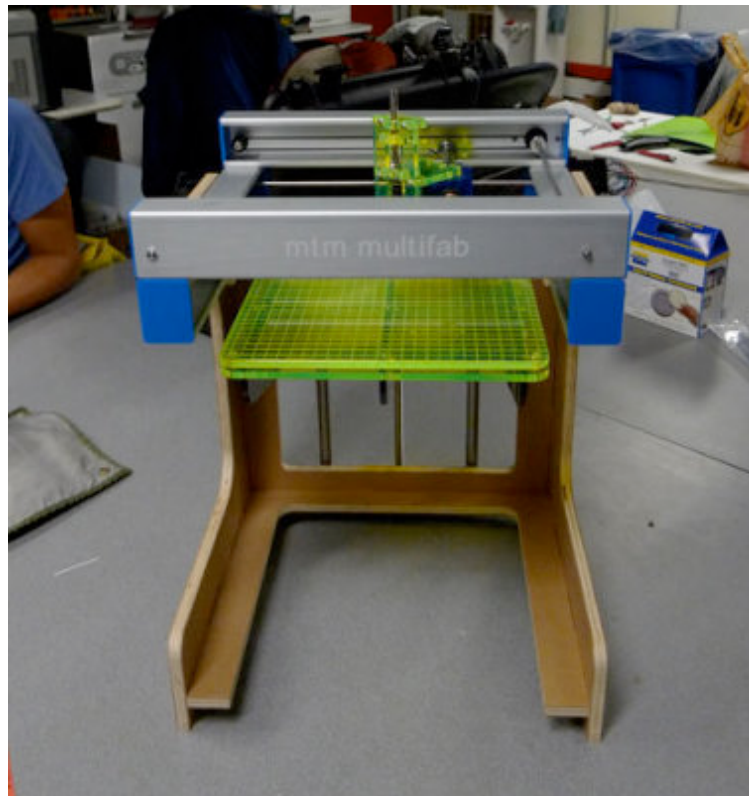
### **TR: Können Sie auch schon rechnergesteuerte Laserschneider selbst bauen?**

**Gershenfeld:** Das ist nicht ganz so leicht. Noch fehlen leistungsfähige und zugleich billige Laser, aber die Entwicklung geht dahin. Das ist vielleicht in ein, zwei Jahren so weit. Die großen Werkzeuge zu ersetzen, wird noch etwas länger dauern.

### **TR: Wie weit sind wir noch von Maschinen weg, die andere Maschinen herstellen können?**

**Gershenfeld:** Die jetzigen Maschinen, die Maschinen machen können, benötigen noch Standardbauteile, die man kaufen muss. Wir könnten im Prinzip Motoren und Kugellager schon selbst im Fab Lab herstellen, aber das lohnt sich nicht.

Das wird erst interessant, wenn wir komplette funktionale Systeme einschließlich Motoren herstellen. Allmählich entsteht so eine neue Maschinen-Infrastruktur. Da es sich um Open-Source-Maschinen handelt, kann man entweder den Bauplan herunterladen, einen Bausatz kaufen oder eine fertig zusammengebaute Version von einem kommerziellen Anbieter beziehen.



Der "Multifab" zeichnet sich durch Vielseitigkeit aus: Je nach Arbeitskopf wird aus dem Gerät ein Fräse, ein Plotter oder ein Pipettierroboter.

Bild: MIT

**TR: Wie wichtig ist das Wiederverwenden und Recyclen von Materialien?**

**Gershenfeld:** Wenn wir den Übergang zu digitalen, zusammensetzbaren Materialien geschafft haben, kann man sie auch genauso gut wieder auseinander nehmen. Recycling wird dann also integraler Bestandteil der Produktion. Das ist besser, als jetzt viel Energie in das Recycling existierender Waren zu stecken.

**TR: Sie haben einmal gesagt, es gebe kein Geschäftsmodell für Fab Labs. Gilt das noch?[/b**

**[b]Gershenfeld:** Als wir anfangen, hatten wir tatsächlich kein Geschäftsmodell. Aber wir sehen auch, dass alle Fab Labs Probleme haben, finanziell nachhaltig zu operieren. Da entwickeln sich gerade verschiedene Modelle, und jedes bringt interessanterweise eine neue Organisationsform mit sich.

Das offensichtlichste Modell ist, Fab Labs als Produktionsort zu nutzen. Man könnte ein Produkt konstruieren, aber anstatt es in eine Massenproduktion zu geben, verschickt man nur die Daten und stellt es dann lokal, je nach Bedarf, her. Das wäre dann eine "on-demand, on-site"-Produktion. Dafür braucht man aber eine geschäftliche Infrastruktur und auch neue Vertriebsplattformen.

Ein hervorragendes Geschäftsmodell ist Bildung. Aber auch dafür braucht man eine Bildungseinrichtung, die vernetzt agiert, nicht nur an einem Ort. Es ist ähnlich wie bei städtischen Bücherhallen: Die müssen zwar kein eigenes Geschäftsmodell haben, aber schon in eine öffentliche Infrastruktur eingebettet sein.



Weiterbildung: Workshop zur 3D-Drucktechnik im Fab Lab Barcelona.

Bild: Fab Lab Barcelona

Ich hatte immer erwartet, die größte Schwierigkeit des Fab-Lab-Projekts sei die Technologie-Roadmap. Die läuft aber sehr gut. Die Schwierigkeit besteht vielmehr darin, ein Äquivalent zu Microsoft und zum Internet zu erfinden – also neue Geschäftsmodelle und neue Organisationsstrukturen.

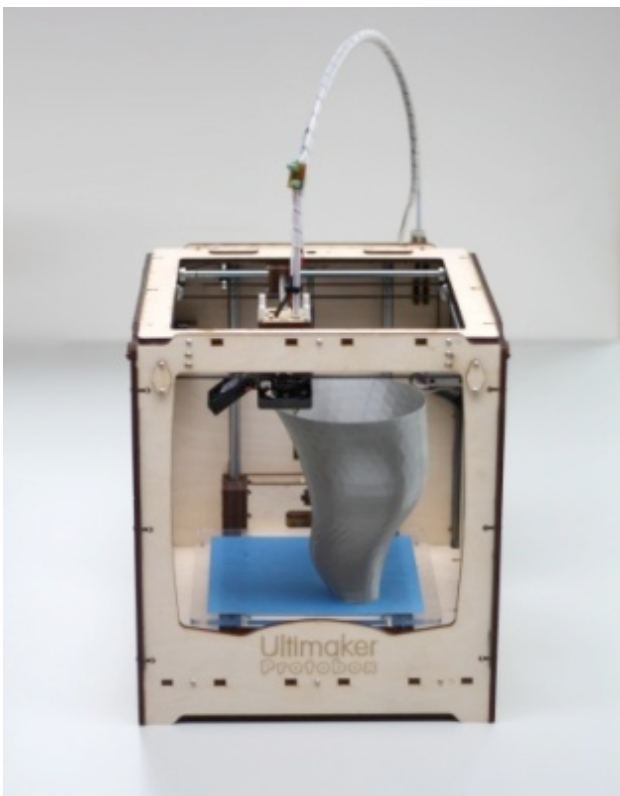
#### **TR: Wie wird die Produktion in zehn Jahren aussehen?**

**Gershenfeld:** 2020 wird es noch große Industriemaschinen geben, aber wir haben dann den Übergang zu digitalen Materialien schon hinter uns. Damit haben wir kein Müllproblem mehr: Technische Produkte lassen sich bis in die grundlegenden Bestandteile zerlegen und auf diese Weise recyceln. Außerdem werden wir bereits mit den neuen Organisationsformen

für die Produktion und mit den verteilten Geschäftsplattformen leben. Solche Übergänge verlaufen meist exponentiell: Man erkennt eine Veränderung lange nicht, und dann geht sie plötzlich explosionsartig vor sich, wirkt wie eine Revolution. Tatsächlich findet die Revolution aber schon heute statt.

#### **TR: Wie wird sich diese Entwicklung auf die derzeitige Industrieproduktion auswirken?**

**Gershenfeld:** Nehmen wir die Entwicklung der Software als Beispiel. Anfangs war sie proprietär – wer sie nutzen wollte, musste den Entwickler dafür bezahlen. Die Open-Source-Bewegung führte dann zu einer kurzen euphorischen Welle nach dem Motto "Yippie, alles gratis". Inzwischen hat sich daraus ein Ökosystem von Softwaremärkten entwickelt: Manche



3D-Drucker zum Selberbauen: Der Ultimaker ist eine Weiterentwicklung des RepRap Darwin, hervorgegangen aus dem Fab Lab Utrecht (ProtoSpace.nl).

Bild: Ultimaker.com (GNU FDL)

Programme sind kostenlos, andere haben einen kostenpflichtigen Mehrwert.

Ähnlich lief es bei der Musik: Ursprünglich gehörte sie den Musikverlagen, dann kam Napster und alle riefen wieder "Yippie, Musik

gratis". Auch hier haben wir heute ein Ökosystem aus Musiklabeln und Bands verschiedenster Größenordnung.

In diesem Sinne wird es neben der Massenproduktion Fab Labs geben, die Märkte eröffnen, die es vorher nicht gab. Existierende Geschäftsmodelle werden nicht einfach eliminiert, aber viele der interessantesten, ausdrucksstärksten Produkte werden für diese neuen Märkte hergestellt werden.

### **TR: Werden etablierte Firmen dagegen Widerstand leisten?**

**Gershenfeld:** Auch hier ist die Musikindustrie ein gutes Beispiel. Sie leistete zwar Widerstand, hat aber auf der ganzen Linie verloren. Sie hat nicht verstanden, dass Musik zu groß ist, um sie zu kontrollieren, und dass die einzige Antwort ist, sie besser zugänglich zu machen. Trotz Kopierschutz verbreitete sich die Musik im Netz weiter. Und heute haben wir Amazon und iTunes, die Musik ohne Kopierschutz verkaufen.

Bei der digitalen Fertigung sehen wir nun, dass all diejenigen, die davon bedroht werden könnten, sie noch nicht wahrnehmen. Wenn sie irgendwann feststellen, dass es sich nicht um Spielzeug handelt, ist es zu spät.

### **TR: In Ihrem Buch "FAB" schreiben Sie, dass am Ende der Renaissance eine Spaltung zwischen den freien Künsten und den technischen Fertigkeiten entstand, zwischen den so genannten artes liberales und den artes illiberales. Kann die Fab-Lab-Bewegung diese Spaltung überwinden?**

**Gershenfeld:** Diese Frage kann man sehr schön am Beispiel Deutschland beantworten. Deutschland war infolge der Renaissance ein Zentrum wunderbarer neuer Ausdrucksformen in Musik, Malerei und Literatur. Aber schließlich erstarrten diese, während Deutschland äußerst erfolgreich in den technischen Künsten wurde – bei den maschinellen Werkzeugen, die man von der bildenden Kunst abgespalten hatte. Die Maschinenbau-Industrie ist gut und vernünftig, aber sie ist weder Kunst noch Literatur.

Nun wächst eine neue Generation heran, die 3D-Maschinen und die Programmierung von Mikrocontrollern als genauso starke Ausdrucksformen ansieht wie Malen oder Komponieren. Diese Ingenieurskunst, auf die Deutschland so stolz ist, ist ein expressives Medium. Ich bin sicher, dass Maschinenbauer in Deutschland über unsere Geräte als "Kinderspielzeug" lachen würden. Tatsächlich sind sie aber so exakt und leistungsfähig wie deren Maschinen. Die Konstruktion von maschinellen Werkzeugen ist eine Angelegenheit persönlichen Ausdrucks geworden.

Deutschland ist in beiden Welten erfolgreich gewesen. Um aber wettbewerbsfähig zu bleiben, muss man die Stärke des Maschinenbaus und die Stärke der Malerei zusammen ausspielen. Und das wird nicht in den Unternehmen passieren, sondern in einer Generation, die in einem neuen Umfeld arbeitet.

Und wenn die Menschen erst einmal Kontrolle über ihre eigene Technik bekommen, tolerieren sie nicht mehr den Mist, der angeboten wird. Technik muss dann ansprechend, expressiv, schön und maßgeschneidert sein. Um das zu erreichen, müssen wir wieder das Feuer der Renaissance entfachen.

*Eine gekürzte Fassung dieses Interviews ist Teil des Fokus "Rapid Manufacturing" in der neuen Ausgabe von Technology Review (4/2011[7]). Sie kann ab heute portokostenfrei **hier[8]** bestellt werden.*

---

**URL dieses Artikels:**

<http://www.heise.de/tr/artikel/Das-Feuer-der-Renaissance-neu-entfachen-1212679.html>

**Links in diesem Artikel:**

[1] <http://ng.cba.mit.edu/>

[2] <http://fab.cba.mit.edu/about/labs>

[3] <http://www.fablab.nl>

[4] <http://fablab.rwth-aachen.de>

[5] <http://www.heise-shop.de/Produkte/Zeitschriften/Technology-Review/Einzelhefte>

[6] <http://mtm.cba.mit.edu/>

[7] <http://www.heise.de/tr/magazin/>

[8] [http://www.heise-shop.de/heise-zeitschriften-verlag/technology-review-4-2011\\_pid\\_14693111.html](http://www.heise-shop.de/heise-zeitschriften-verlag/technology-review-4-2011_pid_14693111.html)