

# Homo Fabber

Exklusiv bei changeX: Auszüge aus dem neuen Buch *Vom Personal Computer zum Personal Fabricator*.

Von *Andreas Neef, Klaus Burmeister und Stefan Krempf*

***Die industrielle Fertigung steht vor einer tief greifenden Veränderung: Nahezu unbemerkt von der Öffentlichkeit haben Wissenschaftler Produktionsverfahren entwickelt, die Computermodelle in dreidimensionale Gegenstände verwandeln. Schon heute werden in so genannten Rapid-Verfahren künstliche Knochen aus keramischem Pulver oder Fahrzeugersatzteile aus Metallstaub erzeugt. Anschaulich schildern Andreas Neef, Klaus Burmeister und Stefan Krempf, wie sich diese leise Revolution auf Produktionsprozesse, Unternehmensalltag und Privatleben auswirken wird.***

Sie haben eine Spülmaschine und empfinden dies als große Erleichterung? Aber bleibt da nicht noch das leidige Ein- und Ausräumen des Geschirrs, das danach in einer Reihe großer Schränke dem nächsten Essen entgegenharrt? Das muss nicht sein, dachten sich Erfinder am legendären Media Lab des Massachusetts Institute of Technology (MIT). Sie haben ein Hightech-Gerät in Größe einer Spülmaschine erfunden, das Tassen, Teller und Schüsseln aus Plastik für jede Mahlzeit im Handumdrehen frisch produziert. Eine typische Ausgeburt der amerikanischen Wegwerfgesellschaft, denken Sie? Nicht ganz, denn der „Geschirrmacher“ schmilzt die Essensutensilien auch gleich wieder ein und hebt die Rohstoffe für die nächste Fertigungsrunde auf. Produktion und Recycling sind in einer Maschine vereint, die eine Mischung aus einem Drucker (für die Geschirrherstellung) und einem Brennofen (für die Rückführung des Plastiks in seine Ausgangsform) darstellt.

So, wie es im Haushalt der Zukunft im Wohnzimmer Video on Demand und in allen Räumlichkeiten Music on Demand gibt, macht die Computer-Revolution gemäß den MIT-Forschern auch vor der Küche nicht Halt: „Dishes on Demand“ – Geschirr auf Abruf – haben sie ihr Verfahren betitelt.

Den Geschirrmacher können Sie heute noch nicht im Laden kaufen. Aber der – zugegebenermaßen noch etwas unförmige – Prototyp im Media Lab kann bereits alle 90 Sekunden einen Teller oder einen anderen Tischgebrauchsgegenstand ausspucken. Was herauskommen soll, kann die Hausfrau beziehungsweise der Hausmann auf einem Zahlenmenü ähnlich wie bei einer Mikrowelle einstellen. „Smarte“ Acrylkunststoffe, die sich ihre Ausgangsform „merken“ und bei leichter Erhitzung diese wieder annehmen, erlauben ein Recycling ohne hohe Energiezufuhr. Küchenschränke braucht es daher nur noch für Gläser oder fürs Besteck. Aber die Pioniere der neuen heimischen „Fabrik-Kultur“ arbeiten bereits daran, dass auch derlei Geräffel nur noch on Demand hergestellt wird. Ihr eigentliches Ziel ist es, einen „persönlichen Fabrikator“ zu fertigen. Der soll die Zahl der permanent vorgehaltenen Haushaltsgegenstände, mit denen wir uns heute noch umgeben und den Wohnraum zukleistern, auf ein Minimum reduzieren. An die Stelle der Platz benötigenden Gebilde aus Atomen soll der digitale, computergesteuerte und weitgehend virtuelle Designtransfer treten. Die Dinge halten

sich nach Vorstellung der MIT-Vordenker die meiste Zeit allein im Rechner auf. Sie werden nur dann „ausgedruckt“, also in eine feste Form überführt, wenn wir sie wirklich gerade brauchen. Danach „verschwinden“ sie genauso schnell wieder, indem nur noch die Rohstoffe übrig bleiben.

Das Vorhaben der Küchenverbesserer am Media Lab ist Teil einer langsam einsetzenden massiven Transformation der Produktion aus dem Geiste der informationstechnischen Revolution. 3-D-Drucker können heute schon nicht nur Plastikteller anfertigen, sondern beispielsweise auch künstliche Zähne, Knochen, Hautgewebe, Sushi oder Metallteile. „Wir spielen Gott, wir schaffen etwas aus nichts“, gibt Boris Chichkov, Physikprofessor am Laserzentrum Hannover, als leicht vermessen klingende Forschungsparole aus.

Die Rapid-Verfahren, welche die Grundlage für die skizzierte Personal Fabrication bilden, bestehen aus komplexen Technologien. Sie haben beim ersten Betrachten etwas Magisches an sich, da die für die Fertigung verwendeten Materialien in dem Prozess kaum sichtbar sind. Scheinbar werden die digitalen, virtuellen Bits im Rechner direkt wie von Geisterhand in Materie verwandelt. Erinnerungen an den fiktionalen „Replikator“ in der „Star Trek“-Serie oder den „Nutri-Matic“-Getränkeautomaten aus *Per Anhalter durch die Galaxis* werden wach. Solche Vorstellungen führen zum Teil in die Irre, da durch die Rapid-Techniken keineswegs physikalische Gesetze gebrochen werden. Mit Zauberei hat das Ganze nichts zu tun, eher mit modernem Hightech. Das am nächsten liegende Bild ist nach wie vor das vom Ausdrucken eines Texts vom Computer am Tinten- oder Laserprinter. Der große Unterschied ist aber, dass sich alles nicht auf der Fläche, sondern auf der räumlichen 3-D-Ebene abspielt.

**Die zugrundeliegende  
Technologie.**

Aber auch die bildhafte Vorstellung rund um das „Ausdrucken“ von Materie vom Heim-PC aus schön die Realität der RP-Technik gewaltig. So führt der Fabber-Evangelist Marshall Burns eine TV-Werbung von UPS aus dem Jahr 2000 als anschauliche Darstellung künftiger Herstellungsverfahren an. In dem Spot bestellt ein Junge einen Football auf einem Heim-PC über das Internet. Erwartungsvoll richtet sich sein Blick daraufhin auf den angeschlossenen Drucker. Aus ihm ploppt das begehrte Spielzeug dann auch nach kurzer Zeit regelrecht heraus in die Arme des fangbereiten Nachwuchssportlers. Sicherlich kommt darin ein Traum aller RP-Visionäre wortwörtlich zum Ausdruck. Doch das Szenario direkt aufs Fabbing zu übertragen geht an der weniger glorreichen Theorie und Praxis des Rapid Manufacturing vorbei. UPS dürfte sich selbst wohl auch kaum für eine derartige Interpretation begeistern, da der Burns'sche Haushalt-Fabrikator mit seinem unterirdischen Zuliefer-system klassische Zustelldienste in Existenznöte bringen würde. Der Firma ging es vielmehr darum, für ihre schnelle Beförderung von online bestellten Waren zu werben. Tragisch trotzdem, dass sie mit dem Spot ungewollterweise ihrer eigenen Abschaffung das Wort redete.

Wie funktionieren die Rapid-Verfahren also tatsächlich? Der Begriff Rapid Prototyping stammt aus der Software-Entwicklung, wo er Mitte der 1980er entwickelt wurde und 1990 erstmals in einem Buchtitel auftaucht. In diesem Umfeld dient RP dazu, die Machbarkeit und die Dauer eines Projekts einzuschätzen. Rasch fasste das eingängige Schlagwort auch im Ingenieurwesen Fuß und wurde auf die Herstellung von Musterbauteilen ausgehend von elektronischen Konstruktionsdaten übertragen. Heute gilt RP als Sammelbegriff für eine Reihe unterschiedlicher neuer Fertigungsverfahren, um Werkstücke möglichst rasch und automatisch aufzubauen. Die ersten RP-Methoden hatten das Ziel, Anschauungsmodelle zu erzeugen. Mittlerweile wird die ganze Palette der Entwicklungsstufen abgedeckt. Sie reicht von Proportions-, Ergonomie-, Design- und Funktionsstudien über Prototypen mit Gebrauchs-

eigenschaften und Werkzeugen (Rapid Tooling) bis hin zu funktionstüchtigen Bauteilen oder gar Endprodukten beim Rapid Manufacturing.

Wie wird sich die Zukunft der Rapid-Technologien gestalten? Wie wahrscheinlich ist die Entwicklung vom Rapid Prototyping zum Personal Fabricator? Grundsätzlich sind drei Kern-Szenarien denkbar, die wiederum in unterschiedlichen Varianten adaptiert werden können.

### *Drei Szenarien.*

*Das Industrie-Szenario.* In diesem Ausblick bleiben Rapid-Techniken auf die industrielle Anwendung beschränkt. So, wie heute niemand auf die Idee kommen würde, sich etwa ein Fließband aus der Fabrik zu Hause zu installieren, werden sich auch RP-Maschinen keinen Platz im digitalen Heim der Zukunft erobern. Stattdessen werden die Hersteller auf der einen Seite die Techniken und Prozesse der RP-Systeme immer weiter verfeinern und verstärkt für die Fertigung qualitativ hochwertiger Endprodukte hochrüsten. Da dafür nach wie vor weite Sprünge bei der Verbesserung der Verfahren und Materialien notwendig sind, bleibt in diesem High-End-Bereich kein Raum für Kostensenkungen. Nur Konzerne werden weiterhin in der Lage sein, die teuren Fabrikanlagen zu erwerben. Gleichzeitig werden Low-End-Systeme wie 3-D-Drucker allerdings langsam günstiger. Für Ingenieur- und Architektenbüros sowie Medizinlabors bieten sich somit erschwingliche Alternativen, die allerdings nicht an die Genauigkeit der teuren RP-Boliden heranreichen. Reines Virtual Prototyping wird sich nicht durchsetzen, das Verlangen nach dem haptischen Moment in der industriellen Fertigung stark bleiben.

*Das Kinko-Szenario.* Dieses Modell trägt seinen Namen nach der riesigen Copypshop-Kette in den USA gleichen Namens. Die Kinko-Shops bieten schon heute eine Reihe von Dienstleistungen, die vom reinen Kopieren über die Nutzung von Computern für Fachanwendungen und das Ausdrucken von digitalen Dateien reicht. Nichts liegt gedanklich näher, als dass die McDonald's im Kopier- und Printing-Business künftig auch 3-D-Drucker bereithalten und das Fabrizieren von Bau- und Werkteilen – eventuell nach im Laden verfügbaren Datei-Vorlagen – zu einem relativ niedrigen Preis erlauben. An 3-D-Scannern können Kunden zudem Gegenstände einlesen, im CAD-Programm am gemieteten Rechner verändern und auf den RP-Systemen ausdrucken. Natürlich steht es ihnen auch frei, eigene STL-Dateien mitzubringen und im Laden zu materialisieren.

Das Kinko-Szenario gliedert sich am unteren und am oberen Ende in mehrere Untergruppen auf. Von der Produktqualität und dem Preis her gesehen am niedrigsten liegen die *Points of Fab (POFs)*. Sie sehen in etwa aus wie heutige multimediale Informations-Kiosksysteme beziehungsweise Points of Information (POIs), Geldautomaten oder Telefonzellen und sind wie diese über den gesamten städtischen Raum verteilt. Der Verbraucher benutzt den POF als „virtuelles Kaufhaus in a Box“ mit realem Output: Wie in einem E-Commerce-Portal sucht er das passende Produkt aus einem vorgegebenen Sortiment fabbarer Gegenstände aus oder nimmt kundenindividuelle Anpassungen vor. Je nach Waren-Typ kann man die Ware sofort mitnehmen. Oder man „versendet“ den Auftrag an einen anderen POF, an dem man später noch vorbeikommt. Alternativ ist natürlich vorstellbar, dass man den Fab-Befehl vom heimischen Rechner, vom Mobiltelefon oder vom PDA aus startet und das erwünschte Teil dann an einem ausgesuchten POF abholt. Ähnlich wie bei zentralen Lagerstätten für die Abholung von online bestellten Shopping-Artikeln werden die Fabrikate auch beim POF in einzelnen Schließfächern parat gehalten, die sich nur mit einem individuellen Code oder über ein Biometricsystem öffnen lassen.

Verständlicherweise kommen bei einem POF – schon allein aus Vandalismus-Vorsorge – nicht die teuersten Stereolithographie-Geräte zum Einsatz. Auch im Fab-bereiten Copyshop finden sich eher halbwegs preisgünstige Inkjet-Systeme, keine Highend-Geräte. Wer Wert legt auf ein oberflächen-genaues und weitgehend makelreines Bauteil, Werkzeug oder Endprodukt, muss sich an professionelle *Fab-Center* oder *Technofakturen* mit so genannten *Local Units of Fabrication (LUFs)* wenden. Dahinter verbergen sich RP-Systeme der höchsten Qualitätsstufe, also vor allem Stereolithographie-Maschinen. Sie sind am ehesten mit den bereits heute verfügbaren Service-Centern zu vergleichen und bieten eine große Produktpalette samt Beratung. Für diverse Einzelhandelsketten bietet es sich auch an, LUFs in das eigene Ladenkonzept zu integrieren, insbesondere bei der Vermarktung individuell angepasster Produkte. Der persönliche Laufschuh etwa wird dann gleich beim Kauf vor Ort fabriziert; der Kunde kann ihn nach kurzer Zeit mitnehmen.

Alle diese unter dem Kinko-Szenario zusammengefassten Modelle gehen davon aus, dass sich mit dem Fortschreiten der RP-Technik ein indirekter Verbrauchermarkt für das Fabbing entwickelt.

*Das Heim-Szenario.* Erst hier kommt der eigentliche Personal Fabricator zum Zuge. Allerdings handelt es sich auch um das gewagtste Szenario. Brock Hinzmann stellt in seinem frühen Aufsatz über den PF klar: „Es geht davon aus, dass die Kosten, die Bedienungsfreundlichkeit und die nachgeordneten Infrastrukturen der heutigen RP-Maschinen sich bis zu einem Punkt hin entwickeln, an dem der durchschnittliche Verbraucher ein solches Gerät für den Heimgebrauch will, es sich leisten und es so bedienen kann, dass es eine persönliche Fabrik darstellt und sämtliche physikalischen 3-D-Strukturen fabrizieren kann.“ Zahlreiche Bedingungen – synergetische Techniken, Versorgungswege und Marktfaktoren insbesondere – müssen dafür zusammenkommen, was nach Ansicht der meisten Experten frühestens in 20 Jahren der Fall sein wird. So ist es beispielsweise mit der Anschaffung eines Fabbers und der dazugehörigen Materialien nicht getan. Um den vollen Nutzen aus dem Investitionsgut zu ziehen, wird neben einem leistungsstarken Rechner unter anderem ein 3-D-Scanner benötigt. Dabei handelt es sich momentan ebenfalls keineswegs um Konsumgüter und es ist momentan nicht vorhersehbar, ob sich die Technik überhaupt entsprechend entwickelt.

Zudem könnte sich bei aller theoretischen Wünschbarkeit eines PF der praktische Nutzen doch als relativ begrenzt herausstellen. So viel kann im Haushalt gar nicht zu Bruch gehen, als dass man einen Fabber tatsächlich sinnvoll einsetzen könnte, unken Skeptiker. Und die im Haushalt allen Individualisierungsansätzen zum Trotz auch künftig relativ stark zum Einsatz kommenden Massenartikel könne man im Super- oder Heimwerkermarkt um die Ecke immer billiger kaufen, als sie zu Hause anzufertigen. Nicht bedacht werden von den Gegnern des Heimszenarios allerdings der Spieltrieb und die kreative Schaffensfreude der Menschen.

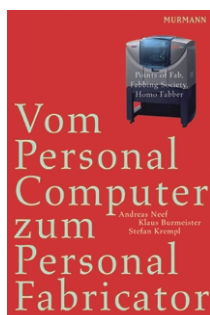
Selbst wenn der Personal Fabricator sich nicht durchsetzen sollte, dürfte künftig eine mehr oder weniger dichte Infrastruktur fürs Fabbing zur Verfügung stehen. Von schier ubiquitären *Points of Fab* bis zu *Local Units of Fabrication* in eher spezialisierten Technofakturen reicht hier die Bandbreite der denkbaren Lösungen. Eine Dienstleistungsindustrie wird entstehen, die das einfache und rasche Fabrizieren materieller Gegenstände auf der Basis von Design-Dateien aus dem Computer ermöglicht. Ein zumindest indirekter Verbrauchermarkt steht der Rapid-Prototyping- beziehungsweise Fabber-Industrie damit offen. Es wird noch eine ganze Weile dauern, bis der Prosument sich etwa sein verloren gegangenes Netzteil in einem Fabbing-Center nachbaut. Und den Plastikstuhl für den Balkon wird er vermutlich immer im

**Die Fabbing Society kommt –  
so oder so.**

Baumarkt oder im Möbelgeschäft billiger und schneller bekommen. Die „antike“ Kommode mit Sammlerwert wird Fabbern zudem wohl stets vorenthalten bleiben. Doch das individualisierte Telefonbauteil, der Maßanzug oder die ans Wohnumfeld optimal angepasste Design-Lampe werden aus dem 3-D-Printer kommen.

Im industriellen Bereich zeichnet sich vorab bereits die weitere Verlagerung der Produktion in dezentrale Minifabriken ab, um kundennah Mass Customization erschwinglich anbieten zu können. Rapid Prototyping und Rapid Manufacturing werden dabei die entscheidende Rolle spielen, um die Anpassung der Güter an die individuellen Kundenwünsche innerhalb möglichst kurzer Zeit durchzuführen. Aus der Medizin sind RP-Verfahren schon heute kaum noch wegzudenken. Sie dienen der Fabrikation von Prothesen genauso wie der Erstellung von Operationsmodellen. Auch Architektur und die eigentliche Designwelt schwören verstärkt auf die additiv-generative Fertigung von Modellen und Produkten. Die RP-Technik zum Hausbau befindet sich mitten in der Serienentwicklung.

Den Rapid-Verfahren und dem Fabbing steht so eine große Zukunft bevor – unabhängig davon, ob sie direkt in die Hände einer Vielzahl von sich zu Prosumenten wandelnden Verbrauchern fällt. Die Fabbing Society kommt – ob in Form einer Dienstleistungsindustrie oder in ihrer Ausgestaltung mit Fabbern im Heimbereich ist letztlich eine Geschmacksfrage. Wenn der Homo Fabber sich nicht selbst künftig das neue Getriebe seines Fahrzeugs aus dem Netz lädt und ausdruckt, so wird dies zumindest die Werkstatt oder die Zubehörfirma tun und in den Wagen einbauen. Das wochenlange Warten auf die Lieferung von Ersatzteilen ist passé.



**Andreas Neef / Klaus Burmeister / Stefan Krempf:**

***Vom Personal Computer zum Personal Fabricator,***

Murmann Verlag, Hamburg 2005,

140 Seiten, 35 Euro,

ISBN 3-938017-39-2

[www.murmann-verlag.de](http://www.murmann-verlag.de)

[www.z-punkt.de](http://www.z-punkt.de)