

Fabriken für alle: Revolutionieren 3-D-Drucker und Open-Source-Software unser Leben?

Von Hendrik Send

1 Dinge des Netzes – Produktion und globale Innovation im Wohnzimmer

Die Menschen des Internet haben eindrucksvoll bewiesen, dass Sie in der Lage sind große Werte zu schaffen. Im Konsumentenmarkt sind zunehmend leistungsfähige und günstige 3D-Drucker verfügbar, seit ein Patents von Stratasys auf Schmelzsichtung abgelaufen ist. 3D-Designs werden in zunehmendem Maße von Internetnutzern konstruiert, auf Plattformen zu Verfügung gestellt und verbessert, wie zuvor auch schon Text- und andere Medieninhalte. Genau der frühe Zeitpunkt aber bietet die Chance, eine Ressource so zu gestalten, dass sie einen echten Beitrag zur Demokratisierung der Produktion macht.

1.1 Stand der Entwicklung / 3D-Druck und Schmelzsichtungsverfahren

Es ist eigentlich wenig Zeit vergangen, seit im Jahr 2009 das Patent von Stratasys-Gründer Scott Crumb für das Schmelzsichtungsverfahren ausgelaufen ist. Anders als in den 20 Jahren zuvor kommt ein nicht enden wollender Strom von 3D-Druckern für den ambitionierten Heimgebrauch auf den Markt und die neuen Hersteller haben verstanden, die Bedürfnisse und Fähigkeiten einer großen Kundenzahl zu treffen. Forscher von der Michigan Technological University haben im letzten Jahr ausgerechnet, dass der Moment gekommen sei, zu dem ein 3D-Drucker in jeden guten Familienhaushalt gehöre und sich wirtschaftlich rechne (Wittbrodt et al., 2013).

Die Qualität der Drucker steigt kontinuierlich und es sind inzwischen viele Geräte für teilweise 100€ auf dem Markt. Im Januar ist ein wichtiges Patent auf ein komplizierteres und fähigeres Verfahren, das Lasersintern, abgelaufen und erste, frei verfügbare Experimente zur kostengünstigen Nutzung der Technologie laufen (<http://www.andreasbastian.com/opensls/>). Generative Fertigungsverfahren (engl.: additive manufacturing) wie Schmelzsichtung sind, wie das Alter des Patents zeigt, in der industriellen Welt alte Bekannte. Aus Pulvern, Flüssigkeiten oder Feststoffen werden in diesen Verfahren Gegenstände in Schichten zusammengefügt. Subtraktive Fertigungsverfahren dagegen, bei denen durch z.B. Spanen, Schneiden oder Abtragen von Material Gegenstände aus massiven Feststoffen entstehen können, sind in der öffentlichen Wahrnehmung länger und besser bekannt. Beide Verfahren lassen sich seit langem von Computern schnell und präzise steuern.

2 Prosumenten und Demokratisierung von Produktion

Alvin Toffler hat schon 1970 über Konsumenten geschrieben, die sich mit ihrer Rolle nicht begnügen werden und selbst in die Produktion einsteigen, und 1980 für sie den Begriff Prosument gefunden. Gegenüber den Prosumenten aus dieser Zeit haben die heutigen Prosumenten zwei entscheidende Vorteile: Medienkonvergenz und Vernetzung.

Durch Computer und die dazugehörige Software stehen Prosumenten zunehmend mächtige Werkzeuge zur Verfügung. In den letzten Jahrzehnten haben Computer erst Text, dann Audio-, Bild- und Videodateien gleichermaßen gut erstellen, verwalten und wiedergeben können. Infolgedessen kann man im Umfeld des Internet beobachten, wie nach Technologien und Geräte die Wertschöpfungsbereiche und schließlich ganze Märkte zusammenwachsen. Mit für Konsumenten bezahlbaren 3D-Scannern und -Druckern erleben wir jetzt den Zeitpunkt, in dem zumindest

ein zunehmend genaues digitales Abbild von Gegenständen nun auch von dieser Konvergenz betroffen ist.

Wenn individuelle Kommunikationsakte zwischen zwei Marktteilnehmern für Dritte einen positiven Nebeneffekt haben, sind dies Netzwerkeffekte. Je mehr Nutzer innerhalb einer Plattform relevante Informationen zu gewissen Themen austauschen, desto wertvoller wird diese Plattform insgesamt für den einzelnen. Dieser Effekt führt dazu, dass für viele Aufgaben im Internet häufig einige wenige dominante Plattformen entstehen, die über ein sehr großes Netz von Teilnehmern verfügen. Wikipedia ist hierfür ebenso ein Beispiel wie die Suchmaschine Google.

Wenn nun die Designs für physische Gegenstände auf einer Plattform gesammelt werden, so dass der Beitrag eines einzelnen für andere relativ problemlos zur Verfügung steht, so ist auch hier davon auszugehen, dass Netzwerkeffekte dafür sorgen werden, dass sich sehr wenige Plattformen mit dafür sehr vielen Nutzern und 3D-Designs herausbilden werden.

2.1 Prosumenten lösen besondere Probleme

In Privathaushalten werden in Industrienationen wie den USA, Japan und Großbritannien Ressourcen investiert, die sich in ihrer Größenordnung durchaus mit den Ausgaben der Unternehmen im jeweiligen Land vergleichen lassen, wenn man die investierte Zeit der Erfinder und deren Lohn im Haupterwerb zugrunde legt (EA von Hippel, Ogawa, & Jong, 2011). Viele dieser Erfindungen aus dem Wohnzimmer lösen Probleme, die die Industrie noch nicht gelöst hat. Entweder hatten Firmen noch keine Möglichkeit, das jeweilige Problem zu lösen oder Firmen haben keinen Anreiz das Problem zu lösen, weil es eine zu kleine Zielgruppe betrifft, als dass sich eine Lösung wirtschaftlich entwickeln und vermarkten ließe (Henkel & Hippel, 2004). Daraus ergibt sich erstens, dass die meisten Haushalts-Innovationen komplementär zu industriellen Lösungen wie Waschmaschinen und Wasserkochern sind.

Wenn nun ein Konsument ein eigenes Problem gelöst hat und die Lösung als Programm oder eben als 3D-Design darstellbar ist, wird ein zweiter Effekt digitaler Güter wirksam, der First-Copy-Cost-Effekt. Digitale Güter beziehungsweise Medien können bei der ersten Erstellung sehr aufwändig und teuer sein. Jede Kopie aber, die danach angefertigt ist, verursacht im Vergleich zur Erstellung vernachlässigbare Kosten. Das gilt für Extremfälle wie eine Hollywoodproduktion und auf kleinerer Ebene geringerem Ausmaß für einen kurzen Text.

Das bedeutet, dass in sehr vielen Fällen digitale Güter sehr günstig angeboten werden können und auch sollten, weil die Kosten für die Erstellung der ersten Kopie durch eine sehr große Zahl von Konsumenten getragen werden können.

2.2 Konsumenten und das Internet

Für den weitaus größeren Teil der Gesellschaft gilt, was eine Disputantin beim Fachgespräch der Heinrich-Böll-Stiftung im Dezember 2013 klar formulierte: „Ich möchte gar nicht den ganzen Tag, vielleicht überhaupt nie Dinge erfinden.“ Im Gegensatz zu den Prosumenten sind die meisten Konsumenten dankbar für die Medieninhalte, die Sie schnell und günstig über das Internet bekommen können, sehen aber keine Notwendigkeit selbst in die Produktion von Medieninhalten einzusteigen. Durch das Internet und den First-Copy-Cost-Effekt können zum Glück Lösungen von Prosumenten auch den Konsumenten zur Verfügung stehen. Wikipedia ist dafür ein Beispiel, wie ein vergleichbar kleiner Anteil der Bevölkerung ein Gut schafft, das allen zur Verfügung steht.

In einer Situation, in der die beschriebenen Gesetzmäßigkeiten der Informationsökonomie gelten, ist es besonders vorteilhaft, für Inhalte ein Lizenzmodell zu finden, das eben diese Gesetzmäßigkeiten zum größten Nutzen der Beteiligten einsetzt. Der große Erfolg von Artefakten mit offenen Lizenzen wie die Wikipedia Enzyklopädien oder alle Programme der Open Source Software illustriert dies.

Im Moment kann man argumentieren, dass 3D-Druck mit noch so vielen Problemen einhergeht, dass der Ausdruck beispielsweise eines Objektivdeckels nicht verglichen werden kann mit dem Ausdruck eines Fahrplanes auf einem Laserdrucker. Langfristig hingegen kann man annehmen, dass die Technologie besser und die Sorgenfalten des 3D-druckenden Konsumenten weniger werden.

3 Konsequenzen

Mit dem Eintritt in die Medienkonvergenz ergeben sich für den 3D-Druck-Markt zwei gegensätzliche Konsequenzen und neue Herausforderungen.

Mit der Computerisierung sinken die Eintrittsbarrieren in die Produktion und Verbreitung von digitalen Medien. Das hat den Markt der Textproduktion beziehungsweise die Printbranche in eine langwierige Krise gestürzt, Musiklabels und Filmstudios vor bis dahin ungekannte Probleme gestellt. Eric von Hippel hat zahllose Beispiele für die Demokratisierung der Innovation gezeigt (Eric Hippel, 2005), Tapscott und Williams genauso viele für die Demokratisierung der Produktion (Tapscott & Williams, 2006). Die verringerten Markteintrittsbarrieren führen zu einer großen Vielfalt von Angeboten und Diskussionen um deren Qualität oder die Fairness der Arbeitsbedingungen der vielen neuen Wissensarbeiter.

Ohne Hilfe von Herstellern bringen Prosumenten gerade brauchbare Prothesen (beeindruckend: <http://www.robohand.net/>) und Lösungen für die kleinen Probleme des Lebens hervor (bemerkenswert: <http://www.thingiverse.com/thing:259899>). Eine zerstörerische Erneuerung von Märkten wie sie in der Printbranche derzeit stattfindet, erwartet Forbes für sieben Industrien, darunter die Spielzeug- und Autoindustrie (<http://www.forbes.com/sites/ehrllichfu/2013/10/29/-our-future-with-3-d-printers-7-disrupted-industries/>).

Abzusehen ist diese Entwicklung allerdings noch nicht und Kritiker sehen auch eine eher langsame weitere Entwicklung der 3D-Drucker voraus (Laseter & Hutchison-Krupat, 2013).

Die Computerisierung senkt Markteintrittsbarrieren und sorgt damit einerseits für mehr Marktteilnehmer. Netzeffekte, First-Copy-Cost-Effekt und Wechselkosten andererseits dazu, dass erfolgreiche, große Unternehmen durch zunehmende Skalenerträge zusätzlich belohnt werden. So wird auch eine Marktkonzentration durch große Unternehmen begünstigt. Das bekannte Akronym AGFA für die vier Giganten Apple, Google, Facebook und Amazon steht in diesem Zusammenhang die Konzentration im Netz.

Weil die Kosten für den 3D-Druck einer größeren Anzahl von Dingen viel höher sind, als die für die Massenherstellung (z.B. durch Spritzguss), gelten die zunehmenden Skalenerträge der Internetgeschäfte nicht für die Produktion von physischen Gegenständen, wohl aber für eine Plattform, die 3D-Designs sammelt und verteilt. So wie sich eine dominante Suchmaschine, ein größtes soziales Netzwerk, Versandhändler und Plattform für Musik etabliert haben, wird sich auch eine größte Plattform für 3D-Designs herausbilden.

3.1 Herausforderungen für Regulierung

Dass eine Welt, in der wir wesentlich einfacher physische Gegenstände herstellen können, warten mit neuen Herausforderungen auf. Aufregung gab es schon bei einer Reihe von konkreten Situationen wie dem vereinfachten Nachbau von Schlüsseln

(<http://www.heise.de/tp/artikel/39/39718/1.html>), von Teilen bei Geldautomaten, oder von Teilen von Waffen und einigem mehr. Auch die rechtliche und vertragliche Regulierung von 3D-Druck bringt einige neue Aufgaben mit sich. Einige Vertreter der Industrie sehen auch mit Sorge (<http://www.gartner.com/newsroom/id/2658315>) dem erleichterten Zugang der Nutzer zu Technologie und Designs eventuell auch jenseits geregelter Situationen entgegen und vergleichen das zu erwartende Szenario mit den Erfahrungen der Musikindustrie.

4 Plädoyer – Individualisierung fängt gerade an

Wir haben uns so sehr an Massenproduktion gewöhnt, dass wir bei vielen Produkten gar nicht darüber nachzudenken, ob wir nicht beispielsweise ein Fahrrad

(<http://knowable.org/projects/34>) haben wollen, das genau an unsere Bedürfnisse angepasst ist, Schuhe oder Brillen (<http://www.protoseyewear.com>), die wirklich für unseren Körper gemacht wurden. Bis wir selbstverständlich und komfortabel solche Produkte maßgenau kaufen können, muss zunächst ein Ökosystem von unterschiedlichen Unternehmen mit Druckern, Dienstleistungen und Materialien entstehen.

Ein Computer für sich alleine ohne Anbindung an das Internet, ohne Medieninhalte und Software ist eine unnötig komplizierte Schreibmaschine. So hätte der Computer für die meisten Konsumenten keinen Wert. Ein 3D-Drucker für sich ist ähnlich wenig wert. Jennifer Lawton, die Präsidentin von MakerBot, sagt daher, dass das Phänomen 3D-Druckern als Ökosystem und nicht als Gerät zu verstehen ist

(<http://www.forbes.com/sites/cherylsnappconner/2013/09/13/3d-printing-is-an-ecosystem-not-a-device-jennifer-lawton-makerbot/>). Erst wenn bedienbare Software, konfigurierbare Designs und komplementäre Produkte und Dienstleistungen einander so gut ergänzen wie verbreitete Betriebssysteme, Computer, Anwendungen und Endgeräte, wird es möglich sein zu sehen, wie 3D-Drucken den Markt verändern kann.

Werden physische Güter nun Teil des digitalen Universums, ist absehbar, dass auch die Branchenriesen interessiert sein werden, die Technologie in ihre eigenen Endgeräte (eher 3D-Drucker als -Scanner) und Plattformen zu integrieren. Die Benutzbarkeit der Technologie würde so sicher stark verbessert werden (<http://seekingalpha.com/article/1499652-3d-printing-needs-apple-and-apple-needs-3d-printing>).

Bis dato gibt es keine weltweit bekannte Internetplattform der nützlichen Haushalts-Erfindungen. Und so fanden von Hippel und Kollegen bei ihren Untersuchungen, dass nur zwischen 5% (Japan) und 17% (U.K.) der Innovationen von anderen Personen wieder genutzt werden, also sich verbreiten. In der Online-Community von engagierten Hobby-Erfindern, die an dem 3D-Drucker RepRap arbeiten, werden 40% der 3D-Designs weiterverwendet (de Jong & Bruijn, 2013). Der Vergleich ist wegen der unterschiedlichen Kontexte unzulässig, der zweite Fall illustriert aber den möglichen Beitrag des Internets, das die RepRap-Community umfangreich nutzt.

Die physische Produktion von Gegenständen wird immer auch von der physischen Umgebung abhängig sein. Anders als bei den exakten digitalen Kopien einer Software sorgen Schwankun-

gen von Luftfeuchte- und druck, Temperatur, Sonneneinstrahlung oder gar Staub dafür, dass bei der Amateurproduktion physischer Objekte immer mit Varianzen zu rechnen ist. Auch die Markteintrittsbarrieren in die Produktion von physischen Gütern sind trotz digitaler Hilfsmittel immer noch recht hoch. Konstruktion bleibt etwas, für das es zu Recht Vorlesungen an Hochschulen gibt.

4.1 Anders als bei Wikipedia: Gegenstände brauchen keine Sprache

Dennoch erleben wir gerade den Aufbruch in eine weitere kleine Digitalrevolution und zahllose schlaue Menschen überall auf der Welt lösen für sich und für andere kleine und große Probleme. Die beeindruckende Qualität und Menge der Artikel auf Wikipedia kommt zustande, obwohl für jede Sprache jeweils eigene und durchaus sehr unterschiedlich gute Artikel verfasst werden. Der große Vorteil von Gegenständen ist hier, dass sie keine Sprache brauchen. Ein Reisverschluss funktioniert auf Spanisch genauso wie auf Deutsch. Es könnte also eine wirklich globale Community über Sprachgrenzen hinweg eine gemeinsame Allmende von Gegenständen entwerfen.

Die größte Plattform, auf der man derzeit freiverfügbare 3D-Designs veröffentlichen, diskutieren, verbessern und herunterladen kann, ist thingiverse.com, das zunächst von MakerBot und nach dessen Aufkauf nun von Stratasys betrieben wird. Stratasys ist keine gemeinnützige Organisation sondern muss seinen Aktionären beweisen, dass es alle Möglichkeiten zur Inwertsetzung seiner Ressourcen nutzt. Langfristig könnte dies dazu führen, dass thingiverse.com auch ein Geschäftsmodell wählt, das nicht mehr nur die indirekte Finanzierung über den Verkauf von Druckern und Material zum Gegenstand. Der Zugang zu den 3D-Designs könnte mit Kosten verbunden werden oder die heruntergeladenen Modelle in einem proprietären Code angeboten werden, der sie nur noch für den zu thingiverse.com gehörigen MakerBot Drucker nutzbar macht.

Als MakerBot von Stratasys gekauft wurde, gab es Versuche, einen gemeinschaftlichen Auszug aus thingiverse.com zu veranstalten. Diese kann man wohl als gescheitert ansehen. Es wäre aber großartig, wenn sich zu diesem frühen Zeitpunkt in der Entwicklung von 3D-Drucken eine große und vorm allem gemeinnützige Organisation wie die Wikimedia mit ihrer starken Community der Sache annimmt und die globale Erfindungskraft für die Welt dauerhaft verfügbar macht.

5 Literatur

De Jong, J. P. J., & Bruijn, E. De. (2013). Innovation Lessons From 3-D Printing. *MIT Sloan Management Review*, (54212). Retrieved from <http://sloanreview.mit.edu/files/2012/12/819a3bcb5e.pdf>

GE. (2013). GE Views & News. Retrieved December 25, 2013, from http://site.ge-energy.com/businesses/ge_oilandgas/en/newsletter/geog_viewsandnews_0213/beyondinnovation.html

Henkel, J., & Hippel, E. (2004). Welfare Implications of User Innovation. *The Journal of Technology Transfer*, 30(1-2), 73–87. doi:10.1007/s10961-004-4359-6

Hippel, Eric. (2005). *Democratizing innovation*. Cambridge Mass.: MIT Press. Retrieved from http://www.worldcat.org/title/democratizing-innovation/oclc/56880369&referer=brief_results

Hippel, EA von, Ogawa, S., & Jong, J. P. de. (2011). The age of the consumer-innovator. Retrieved from <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/77937>

Laseter, T., & Hutchison-Krupat, J. (2013). A Skeptic's Guide to 3D Printing. *strategy+business*, (73).

Tapscott, D., & Williams, A. D. (2006). *Wikinomics : how mass collaboration changes everything*. New York: Portfolio.

Wittbrodt, B. T., Glover, a. G., Laureto, J., Anzalone, G. C., Oppliger, D., Irwin, J. L., & Pearce, J. M. (2013). Life-cycle economic analysis of distributed manufacturing with open-source 3-D printers. *Mechatronics*, 23(6), 713–726. doi:10.1016/j.mechatronics.2013.06.002