

Die Zukunft wird gedruckt – Aber wie wird sie verkauft? Geschäftsmodelle für die nächste industrielle Revolution¹

Stephan Winterhalter, Christoph H. Wecht & Oliver Gassmann

„Gedruckte Zahnprothesen und Plomben reduzieren die Kosten der deutschen Krankenkassen um mehrere Millionen Euro pro Jahr! Fielmann eröffnet Online-Shop für Brillengestell Datensätze – zweistelliges Umsatzwachstum erwartet!“ So könnten schon in wenigen Jahren Medienmitteilungen von Unternehmen veröffentlicht werden. Die Grundsteine dafür wurden vor 20 Jahren gelegt. Heute werden die grossen Weichen gestellt und erste Unternehmen beginnen Geld mit einem Ansatz zu verdienen, der übergreifend als 3D-Printing Technologie bezeichnet wird. Dieser hat das Potenzial ganze Industrien zu revolutionieren und etablierte Geschäftsmodelle auf den Kopf zu stellen.

1 3D-Printing – Mehr als nur ein Hype

3D-Printing ist keine neue Technologie. Seit der ersten Präsentation 1983, wurde sie stetig weiterentwickelt. Das Grundprinzip ist einfach: statt physische Gegenstände aus einzelnen Bauelementen oder Teilen zusammenzubauen, wird die Form eines Objektes schichtweise und am Stück erstellt. Daher auch der Name "additive manufacturing", oft auch als dreidimensionales Drucken oder 3D-Printing bezeichnet. Schon mehrmals wurde die nächste, durch 3D-Printing befeuerte Revolution angekündigt, blieb dann aber aus – bis heute. Nun sprechen viele von einem Hype, der so schnell verschwinden wird, wie er aufpoppte. In Wahrheit aber führt die Technologie bereits ein jahrelanges Schattendasein für spezielle Industrieprodukte und im Prototyping. Im neuen Boeing Flugschiff, dem 787 Dreamliner, sind bereits heute 32 gedruckte Teile verbaut, die den traditionell gefertigten Komponenten überlegen sind. Dass gerade in der Luft- und Raumfahrt Bedarf an neuen, effizienteren Baustoffen besteht, zeigt auch der Forschungsaufwand, der von EADS betrieben wird. Ingenieure haben ein Fahrradprototyp aus ultraleichtem aber stabilem Nylonpulver an einem Stück, inklusive aller beweglichen Teile, „gedruckt“. Weitere hochinnovative Anwendungen der Technologie lassen sich im medizinischen Umfeld finden. Unter dem Begriff „Bio-Printing“ werden unterschiedliche Gewebe, Knochenstücke und sogar ganze Organe gedruckt. Zwar werden Jahrzehnte vergehen, bis funktionierende Herzen in einem aufbauenden Verfahren Druck entstehen, einfachere Anwendungen sind aber in absehbarer Zeit realisierbar. Bis in drei Jahren soll die erste, aus Kollagen gedruckte Ohrprothese implantiert werden und die schweizerische Biotech-Firma regenHU plant Anfang 2014 den ersten gedruckten, künstlichen Knochen auf den Markt zu bringen.

¹ Ungekürzte Version. Redigierter und gekürzter Artikel erscheint in IM+io 1/2014.

Diese Entwicklungen sind typisch für radikale Innovationen: In der Frühphase zu teuer und technisch den etablierten Methoden in den meisten Anwendungen unterlegen, werden diese nur von Spezialanwendern nachgefragt. Über kurz oder lang wird die Technologie technisch verbessert, kostengünstiger sowie vielfältiger in der Anwendung und verdrängt mittel- bis langfristig bestehende Verfahren.

Vielfach scheitern radikale Innovationen aber daran, dass sie ihrer Zeit voraus sind, das Umfeld noch nicht bereit ist. Der Tablet-Computer z.B. wurde bereits 1999 von Microsoft vorgestellt. Der Durchbruch erfolgte aber erst 2010 in Form des iPads, eingebettet im innovativen Ecosystem bestehend aus iTunes und App-Store. So existieren auch im Bereich 3D-Printing die meisten Start-ups der letzten 10 Jahre heute nicht mehr. Eine Vielzahl von rasanten Entwicklungen der letzten zwei Jahren begünstigen das Umfeld für die 3D-Printing Technologie aber so stark, dass wir einem potentiellen Durchbruch noch nie so nahe standen.

Entwicklung des 3D-Printing Umfeldes

Der massive technologische Fortschritt und Preisrückgang bei 3D-Druckern in den letzten zwei Jahren führt bei sinkenden Preisen zu immer besserer Qualität. 3D-Printer für den Heimgebrauch sind heute ab 1500 Euro zu erwerben und haben sich gem. einer Untersuchung der Michigan Technology University bei regelmässiger Benützung bereits nach einem Jahr amortisiert. Darüber hinaus erweitern massive Anstrengungen in die Erforschungen der 3D-Technologie deren Einsatzbereiche. Ausserdem machen Informations- und Kommunikationstechnologien rund um das Internet elektronische Daten immer, überall und jederzeit verfügbar und entwickelt sich in Form von Software, Musik, und Literatur zum Handelsgut des 21. Jahrhunderts. Ein wesentliches Element ist schliesslich das Auslaufen wichtiger Patente, 20 Jahre nachdem sie in den 1990er Jahren erteilt wurden. Dies wird ein zentraler Baustein zur Kostenreduktion und damit der Verbreitung sein.

Einbettung in die Trends der heutigen Gesellschaft

Neben wirtschaftlichen Treibern wie dem verstärkten globalen Wettbewerb, sich verkürzende Lebenszyklen neuer Technologien und Produkte und der dadurch kürzeren Wettbewerbsvorteile, sind vor allem soziale Treiber für 3D-Printing relevant.

Die Polarisierung zwischen sehr billig oder sehr teuer und der damit einhergehende Eklektizismus machen Kunden immer schwieriger einzuschätzen. Kunden geben nur für diejenigen Produkte mehr Geld aus, die ihnen einen hohen Wert stiften. Weiter findet eine Abkehr vom Standard statt. Gerade Kunden aus dem Mittelstand sind bereit für Individualität mehr zu zahlen. Das selbst designte T-Shirt, angepasste Sportschuhe oder das individuell gemixte Müsli sind hierfür Beispiele. Die aufstrebende Makers-Bewegung geht noch weiter und gibt

sich nicht mehr nur mit dem Designen von Produkten zufrieden (z.B. durch Crowdsourcing), sondern druckt sich die Eigenkreationen gleich selber mit 3D-Printern aus. In vielen Bereichen wird ausserdem Zeit zur kritischen Grösse: Produkte werden dort gekauft, wo sie am schnellsten verfügbar sind, Versand- oder Transportkosten werden vom Anbieter getragen.

Ausgehend von einem steigenden Umweltbewusstsein wird auch die Grundhaltung "Teilen statt Besitzen", welche von immer mehr Menschen als Lifestyle gelebt wird, die Industrie der Zukunft beeinflussen. Längerfristig wird sich in vielen Bereichen, in denen Menschen ein eklektisches Kaufverhalten haben, von einer Kauforientierung zu einer Nutzenorientierung führen. Airbnb, eine Bed & Breakfast Kette, bei der Private ihre Zimmer zur Verfügung stellen können, haben nach drei Jahren bereits mehr Zimmer unter Vertrag als die Hilton Gruppe in hundert Jahren aufbauen konnte. Rebuy, ein Online-Shop der ausschliesslich als Marktplatz für Gebrauchsgüter agiert, ist ein weiteres Beispiel.

Die 7 wesentlichsten Elemente, die die 3-D Revolution ermöglichen können, sind:

1. Verkürzte Technologiezyklen und neue Werkstoffe und Materialien;
2. Verändertes Konsumverhalten in Richtung Eklektizismus, Teilen statt besitzen, Individualisierungstendenzen in einem immer globaler werdenden Umfeld;
3. Geographische Verteilung und Erreichbarkeit der potentiellen Käufer (B-2C und B-2B);
4. Streben nach Unabhängigkeit verbunden mit ökologischen Zielen;
5. Wegfall des Patentschutzes für Grundlagentechnologien;
6. Erleichterung von Unternehmensgründungen (Start-up Förderungsboom der letzten 10 Jahre!);
7. Konkrete, funktionierende Frühanwendungen.

3D-Printing als Integrator

Während jeder dieser Trends für sich alleine bereits grosse Umwälzungen auslösen wird, bildet 3D-Printing eine mögliche technologische Basis diese Trends zu integrieren. Grundsätzlich sind alle Produkte/Dinge für 3D-Printing geeignet, die einer oder allen der folgenden drei Charakterisierungen entsprechen: Erstens ein hoher Individualisierungsgrad bis hin zum Einzelstück, beispielsweise bei Zahnersatz oder Schmuckstück; zweitens zeitnahe und kostengünstige Verfügbarkeit etwa für Brillengestelle oder Spielzeug; und drittens Produkte, die sich durch 3D-Printing günstiger oder besser herstellen lassen als mit traditionellen Herstellungsverfahren.

Aus technischer Sicht, gilt es zwei Punkte besonders zu beachten. Erstens fallen mit 3D-Printing viele Beschränkungen weg, die in traditionellen Herstellungsverfahren existieren (z.B.

können die Oberflächen eines Objektes direkt strukturiert werden und es muss keine Rücksicht auf verfahrenstechnische Besonderheiten wie Gussradien oder Entformbarkeit genommen werden. Zweitens sind die Stückkosten fast konstant und nicht von Produktionsmenge und Komplexität, sondern lediglich von Produktionszeit und verwendetem Material abhängig. Dies macht Skaleneffekte – das Kernstück der industriellen Produktion – obsolet.

Im industriellen Bereich wird 3D-Printing die bisherigen Herstellverfahren wie bereits bei früheren Technologiensprüngen ergänzen und teilweise ablösen (blau in Abb.1). Darüber hinaus ergeben sich neue Geschäftsmöglichkeiten, weil sich in geringeren Stückzahlen produzieren lässt und sich dadurch zuvor unattraktive Geschäfte plötzlich rechnen.

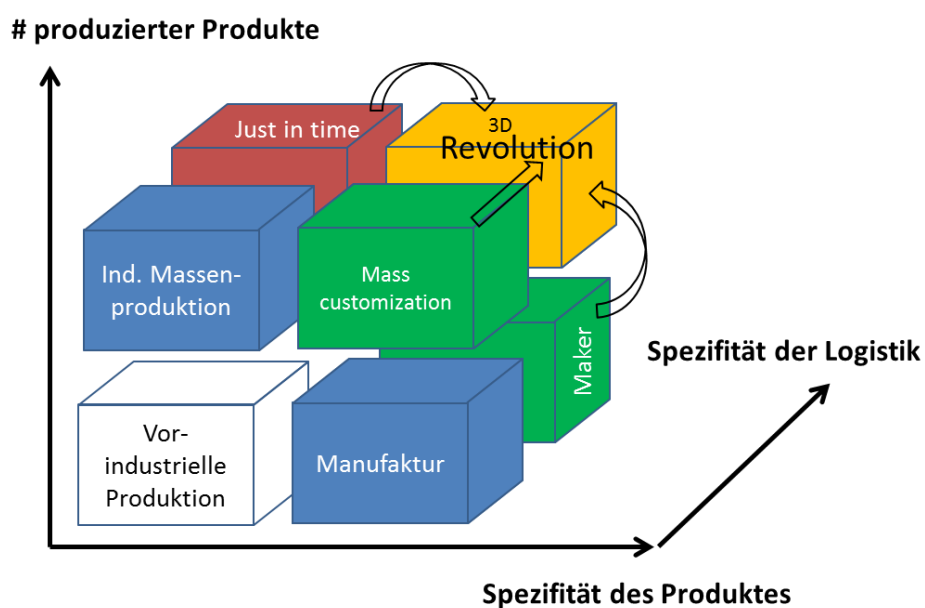


Abbildung 1: Der Weg zur Revolution durch 3D-Printing.

Weitaus einschneidender werden die Auswirkungen dort sein, wo der Kunde einen Teil der physischen Wortschöpfung übernimmt (grün in Abbildung 1). Die Makers-Bewegung wartet nicht mehr darauf, bis ihnen Produkte angeboten werden, die sie brauchen – sie baut und verkauft sie selber. Etablierte Unternehmen müssen sich entwickeln, um diese Kunden trotzdem adressieren zu können. Weiter müssen Unternehmen der fortschreitenden Individualisierung Rechnung tragen und Kunden echte Unikate anbieten, dessen Design geschützt und dadurch auch nur einmal erstellt werden kann. 3D-Printing ermöglicht echte Mass Customization. Zudem wird mit 3D-Printing die Logistik revolutioniert, da Produkte direkt an dem Ort ausgedruckt werden können wo sie nachgefragt werden, bzw, wo ein Drucker steht (rot in Abbildung 1). Mit Lizenzgeschäften (ähnlich jenem in der Musikindustrie) können z.B. Hersteller Kunden erreichen, die lieber selbst ausdrucken anstatt beliefert zu werden. Würden z.B. nur zwei Prozent der weltweit verkauften Spielzeuge auf diese Art und Weise pro-

duziert werden, wäre dies bereits ein Marktvolumen von 1.6 Mrd. Dollar, bedenkt man die globalen Umsätze von USD 84.1 Mrd. im Jahre 2012.

Werden sich diese Trends in breiterem Masse durchsetzen (gelb in Abbildung 1), ist in vielen Industrien mit ähnlichen Umwälzungen zu rechnen, wie bei der Digitalisierung des Mediensektors durch Smartphones und Tablets. Die Hauptherausforderung für die Unternehmen wird sein, die Kontrolle über ihre Produkte - auch in digitaler Form - zu behalten und damit an Kommerzialisierung partizipieren.

((Dreieck als Kasten/Illustration neben dem Text))

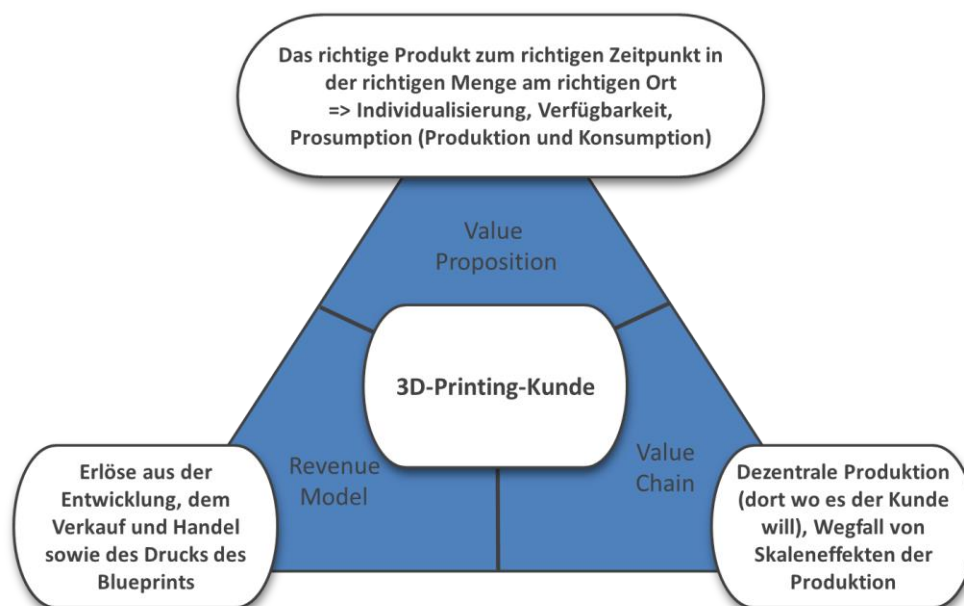


Abbildung 2: Lösungsraum für Geschäftsmodelle mit 3D-Printing.

2 Das 3D-Print Ecosystem

Die Digitalisierung der Produktion durch 3D-Printing eröffnet ganz neue Möglichkeiten für die Entwicklung und Fertigung von Produkten und Services. Das Verständnis über das Zusammenspiel von Design - welches softwaregeprägt ist - und dem Druck/Aufbau des physischen Produktes – seinerseits hardware determiniert – sowie den daraus resultierenden Möglichkeiten, gilt es für zukünftige Unternehmer und bereits etablierte Firmen, die auf diesem Gebiet aktiv werden wollen, zu verstehen und zu nutzen.

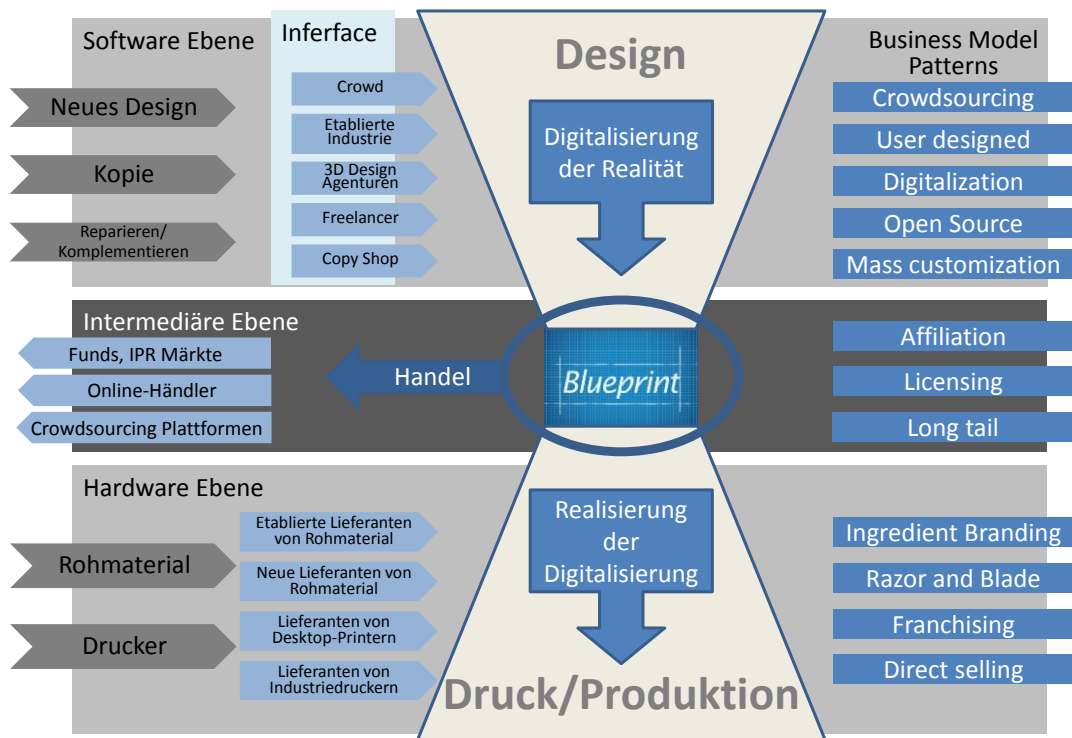


Abbildung 3: Das 3D-Printing Ecosystem.

Softwareebene – die Welt digitalisieren

Grundsätzlich gibt es drei Möglichkeiten ein digitales Bild der Realität zu erstellen: Neu designen, kopieren oder wiederherstellen mittels 3D-Scanner.

Bei *neuen Designs* erstellen Spezialisten (oder auch interessierte Laien) Produkte und Teile digital mit 3D-Software. Erste Start-Ups wie Thingiverse oder Shapeways haben bereits Geschäftsmodelle hierfür entwickelt. Beide Firmen besitzen eine Plattform, auf denen die Internet-Crowd selbst designte Objekte zum freien Download mittels *Open Source* Lizenz oder gegen eine Gebühr zur Verfügung stellen kann. In solchen Online-Shops lassen sich bereits heute eine beachtliche Anzahl von digitalisierten Objekten und Gegenstände finden, die grösstenteils *user-designed* sind. Aber auch etablierte Firmen, die von ausgeprägter *Mass Customization* ihrer Produkte profitieren, unternehmen Gehversuche in diesem Umfeld. Nike entwirft Schuhe, die speziell auf die physiologischen Eigenschaften von Kunden zugeschnitten und mit 3D-Printing produziert werden.

Beim *Kopieren und Komplementieren* können entweder frei verfügbare Blueprints (3D-Designs) oder 3D-Scanner zum Einsatz kommen. Sowohl Software und Scanner stehen bereits heute zum Einsatz bereit. Die abgebrochene, nicht mehr erhältliche Türklinke aus dem 18. Jahrhundert, kann so z.B. neu hergestellt werden. Die einzelnen Bruchstücke werden gescannt und *digitalisiert*, mittels Software fehlende Teile errechnet und die Einzelteile am

Bildschirm virtuell wieder zusammengesetzt bevor eine neue Türklinke nach altem Vorbild ausgedruckt wird. Bei der Restauration des Schweizer Parlamentsgebäudes in Bern, wurden auf diese Weise antike Fensterheber kopiert und ersetzt. Das ist nicht nur günstiger als diese Fensterheber auf traditionelle Weise anfertigen zu lassen, sondern bietet auch den Vorteil, dass diese nun mittels Blueprint immer wieder gedruckt werden können.

Weitaus radikalere Entwicklungen sind für den Heimgebrauch zu erwarten, sobald mit dem Smartphone 3D-Modelle einfach erstellt werden können und dadurch jedermann digitale Kopien bestehender Objekte und neue Designs produzieren kann, ohne dafür professionelle Computerprogramme beherrschen zu müssen. Diese Schnittstelle bzw. deren Nutzerfreundlichkeit ist entscheidend. Sobald es intuitiv möglich ist, Blueprints zu erstellen, wird ein riesiger Anstieg an Designs ausgelöst. Allerdings nicht nur von eigenen sondern auch fremden Designs: Mit dem integrierten 3D Scanner im Smartphone ist das digitale Design des exklusiven Bestecks genauso schnell erfasst wie der (2D-Foto-)Schnappschuss im Urlaub. Die Firma Autodesk setzt diese Vision bereits um und hat eine kostenlose App für das iPhone entwickelt, mit der Fotos eines Objekt aus verschiedenen Winkeln in ein dreidimensionales Objekt umgewandelt wird. Diese technischen Möglichkeiten öffnen natürlich auch Türen zum Missbrauch. Nach der Musikindustrie wird sich auch die produzierende Industrie mit privaten Raubkopierern auseinandersetzen müssen.

Intermediärebene – der digitale Handel mit der physischen Welt

Ist ein Gegenstand in digitaler Form vorhanden, kann dieser mit heutiger Informations- und Kommunikationstechnologie weltweit praktisch kostenlos verschickt werden. Das Design einer Tasse, eines Ohres oder Fahrrads wird per Email versandt – von New York nach Tokio, von Zürich nach Johannesburg, wo immer der Gegenstand benötigt wird und ein entsprechender Drucker verfügbar ist. Es ist noch nicht ganz die Teleportation von ‚Beam me up Scottie‘, aber die physische Welt nähert sich weiter der virtuellen Welt aus Bits und Bytes an.

Der Austausch wird nicht nur zwischen Personen stattfinden, sondern ein *Handel* wird institutionalisiert, den Online-Plattformen und Retailer koordinieren. Verschiedene Geschäftsmodelle sind in diesem Bereich denkbar. Einerseits sind Modelle möglich, die das Bindeglied zwischen Designern und Produzenten herstellen und diese zusammenbringen. Diese *Affiliatoren* verfügen über eine Plattform, auf der zum einen Designer ihre Werke (Blueprints) anbieten können und welche zum anderen Zugriff zu ein 3D-Drucker-Netzwerk besitzt, an das Druckaufträge verteilt werden. Verdient wird mit einer Gebühr für den Designverkauf und den Vermittlungen zum Druck. Auch etablierten Unternehmen, die noch länger auf konventionelle Herstellungsverfahren setzen, bietet der Handel mit Blueprints eine Chance. Diese können beispielsweise an ausgewählte und zertifizierte Print-Shops geschickt werden, welche Pro-

dukte in *Lizenz* drucken oder reparieren. Mittels Zertifizierung von 3D-Print-Shops könnten Unternehmen sogar für gedruckte Produkte die Garantie und Produkthaftung übernehmen. Ersatzteile von Turbinen müssten nicht mehr bis ans Ende der Welt transportiert werden, sondern könnten bei einem spezialisierten, geprüften und vertraglich gebundenen Print-Terminal ausgedruckt werden. Dieses Vorgehen wird die Logistik in vielen Bereichen revolutionieren und kommt bereits für die Ersatzteilversorgung der Armee der USA zum Einsatz.

Amazon hat dies erkannt und beginnt sich zu positionieren. Vor kurzem wurde ein eigener Bereich für 3D Drucker und Zubehör eingerichtet. Der Verkauf von Blueprints passt ebenfalls in das bisherige Geschäftsmodell des Internetriesen. Auch wenn zu Beginn von den einzelnen Artikeln nur geringe Stückzahlen verkauft werden sollten – durch die nicht vorhandenen Lagerkosten und die bereits installierten Rechenzentren, kann Amazon eine nahezu endlose Anzahl von Designs anbieten und mit dem sogenannten *Long-Tail* Geld verdienen. Auch die anderen Tech-Riesen werden auf diesem Gebiet aktiver werden. Man spricht nach dem Internet der Dinge u.a. bereits vom Facebook der Dinge, auf dem sämtliche Informationen zu jedem hergestellten Produkt (d.h. nicht eine Seite für einen Produkttyp sondern eine Seite für jede einzelne Zahnbürste) für den 3D-Print erforderlichen Produktdaten verzeichnet sein sollen. Der Kampf um die Vorherrschaft im Internet zwischen Google, Amazon, Facebook und Apple wird auch an der 3D-Print-Front weitergeführt werden.

Hardwareebene – die Welt drucken

Die dritte Ebene erweckt die digitalisierte Realität dezentral wieder zum Leben. Die Produktion dieser Güter ist nicht mehr an grosse Fabrikanlagen gebunden, Skaleneffekte verschwinden. Grosse Up-Front-Investitionskosten in Fertigungsanlagen werden genauso wie Lagerhallen nahezu überflüssig. Alltagsgegenstände werden zu Hause am Desktopdrucker erstellt, wodurch der *Direktvertrieb* eine komplett neue Dimension erfährt. Komplexere Objekte werden in Copy-Shops oder Spezialdruckereien zum Beispiel im *Franchise-Modell* (in Analogie zu Fastfood-Ketten: „Mc3DPrint“ garantiert weltweit gleichbleibende Qualität der Drucke) produziert. Beim Anlagen- und Gebäudebau werden Drucker entweder zentral zur Elementenherstellung oder direkt auf den Baustellen eingesetzt.

Sowohl eine teilweise Neuordnung der Fertigungsindustrie als auch neue Geschäftszweige sind zu erwarten. Dabei können flankierende Geschäftsmodelle, z.B. die Lieferung von Rohmaterial in Form von *Ingredient Branding*, etwas Sicherheit bieten. Für Unternehmen aus der chemischen Industrie wie BASF oder Dow Chemical ist dies genau so interessant wie für Glas-, Zement- und Keramikhersteller. Kooperationen mit Druckerherstellern können sich etablieren und – analog dem „*Razor and Blade*“ Geschäftsmodell bei den 2D-Desktopdruckern – Gewinne hauptsächlich über den Verkauf von Druckmaterial einer etablierten Marke erzielt werden. Aber auch die äusserst agile Start-up Szene kann zu einer

Umwälzung beitragen. Ein College-Student aus den USA hat bereits einen Roboter entwickelt, der PET-Flaschen und missglückte 3D-Ausdrucke zerkleinert, einschmilzt und zu neuem Druckmaterial recycelt.

3 Showstopper – oder die grosse Chance

Die dritte industrielle Revolution ist möglich, aber sie wird nur realisiert, wenn bestimmte Voraussetzungen gegeben sind:

- 1) *Robustes Produktdesign*: Das Design für den zu druckenden Gegenstand ist eine kritische Komponente, da sich bereits hier die Qualität des Endproduktes entscheidet. Trotz starker 3D-Softwarelösungen sind immer noch die Kompetenz und das Wissen des Designers entscheidend, um Gegenstände nicht nur stabil sondern auch ressourcen-sparend zu konstruieren.
- 2) *Intuitive*, auch für Nicht-Experten anwendbare *Software und Schnittstellen* sind Voraussetzung, um 3D-Printing insbesondere im B2C Bereich zur Massentechnologie zu machen.
- 3) *Schutz des geistigen Eigentums*: 3D-Printing ist für die produzierende Industrie, was das Kopieren von Musik für die Musikindustrie war. Umdenken und neue Geschäftsmodelle sind gefragt. Die Firma Intellectual Ventures hält bereits ein Kopierschutz-Patent für 3D-Objekte, das mittels Passwortabfrage verhindern soll, dass Objekte ausgedruckt werden, für die nicht bezahlt wurde. Das ist aber nur ein Tropfen auf den heißen Stein. Firmen müssen sich darauf spezialisieren, was nicht kopiert werden kann. Das ist im Falle der gedruckten Objekte z.B. der innere Aufbau, der auch von 3D-Scannern (noch) nicht erfasst werden kann.
- 4) *Produktqualität*: Bislang werden noch kaum qualitätskritische Teile gedruckt. Die Fertigungstechnologie muss hier trotz Fehlen von Skaleneffekten eine hohe Qualität erreichen.
- 5) *Sicherheit und Produkthaftung*: Nur wenn sich Kunden auf die Qualität der gedruckten Produkte verlassen können, werden sie diese auch nachfragen und den in traditioneller Verfahrensweise hergestellten Produkten vorziehen. Anbieter von 3D-Druckern und -Services schliessen heute jegliche Produkthaftung aus. Es gibt aber Bestrebungen zusammen mit dem Copyright, welches neben dem eigentlichen Kopierschutz auch sicherstellt, dass in der vom Hersteller definierten Art und Weise und mit den richtigen Materialien gedruckt wird, diese Lücke zu schliessen. Unternehmen, die als erste Qualitätsstandards ihrer Prints definieren und garantieren, werden einen entscheidenden Marktvorteil haben.

- 6) *Verfügbarkeit und Standards in Materialien:* Neben dem Aufbau und Design entscheidet hauptsächlich das Material die Qualität des Endproduktes. Ein dominantes Design in Bezug auf Materialien existiert noch nicht. Vielmehr gibt es eine grosse Auswahl von verschiedenen Stoffen, welche je nach gewünschten Produkteigenschaften zum Einsatz kommen. Am häufigsten werden Kunststoffe und Kunstharze aber auch unterschiedliche Metalle (u.a. Titan, Stahl, Gold und Silber) verwendet. Was beim Design gilt, gilt auch für die Rohstoffe: 3D-Printing muss einfach sein und sollte sich für den Massenmarkt auf so wenige Rohstoffalternativen wie möglich beschränken.
- 7) *Wirtschaftlichkeit:* Hauptargument des 3D Prints ist die flexible dezentrale Produktion verbunden mit grossen technologischen, produkttechnischen sowie unternehmerischen Möglichkeiten. Lange Transportwege von Fertigprodukten aus Fernost fallen weg, Lager können abgebaut werden, weil nicht mehr auf Vorrat produziert wird. Was bleibt, sind die Drucker und die Rohmaterialien. Die Wirtschaftlichkeit ist aber nur gewährleistet, wenn die Just-in-Time Philosophie der Fertigung konsequent durchgezogen wird.
- 8) *Ökologische Verträglichkeit:* Durch intelligente Vernetzung des Druckernetzwerks (ähnlich dem Prinzip des Smart Grids) und durchdachte Materialwahl könnte die neue Produktion nicht nur flexibler, sondern auch grüner werden. Die Nebeneffekte der 3D-Printtechnologie in Form von mehr Verpackungen für Rohmaterial aufgrund der Kleinstgrössen sowie Mehrverbrauch aufgrund minderwertiger Qualität dürfen in der Ökobilanz nicht die Transportgewinne übersteigen.

Sind die acht Punkte erfüllt, so steigen die Chancen, dass die 3D Technologie eine weitere industrielle Revolution auslösen wird. Wichtig ist jedoch die Erkenntnis, dass es das Geschäftsmodell und deren Ausgestaltung ist, welche erfolgskritisch ist. Die 3-D Technologie ist nur eine Determinante für den Erfolg.

Literatur

- EADS. (März 2011). *The future of manufacturing...on two wheels*. Abgerufen am 27.06.2013 von http://www.eads.com/eads/int/en/news/press.20110307_eads_airbike.html
- Gassmann, O., Frankenberger, K. & Csik, M. (2013). *Geschäftsmodelle entwickeln*. München: Hanser.
- Karapatis, N.P., Van Griethuysen, J.P.S. & Glardon, R. (1998). Direct rapid tooling: a review of current research. *Rapid Prototyping Journal*, Vol. 4, No. 2, pp. 77-88.
- Lipson, H. & Kurman, M. (2013). *Fabricated: the new world of 3D printing*. Indianapolis, Indiana: John Wiley & Sons.
- Marks, P. (August 2011). *3D printing: The world's first printed plane*. Abgerufen am 27.06.2013 von <http://www.newscientist.com/article/dn20737-3d-printing-the-worlds-first-printed-plane.html#.UcwFyvI ZZvk>
- Mijuk, G. (Juni 2013). *Die Welt aus dem Drucker*. Abgerufen am 27.06.2013 von http://www.vzls.ch/news_data/3-D-Drucker_19.Seite.pdf
- Myers, A. (Februar 2012). *Experts Build 3D Printed Jaw Bone for 83-Year-Old Implant Patient*. Abgerufen am 27.06.2013 von <http://www.ibtimes.com/experts-build-3d-printed-jaw-bone-83-year-old-implant-patient-405446>
- Pluta, W. (15. Oktober 2012). *Rapid Prototyping: Nathan Myhrvold patentiert DRM-Verfahren für 3D-Druck*. Abgerufen am 12. Juni 2013, von <http://www.golem.de/news/rapid-prototyping-nathan-myhrvold-patentiert-drm-verfahren-fuer-3d-druck-1210-95102.html>
- Preidt, R. (Februar 2013). *Hear This: 3-D Printing Creates Lifelike Artificial Ears*. Abgerufen am 27.06.2013 von <http://www.medicinenet.com/script/main/art.asp?articlekey=167978>
- Seo, M. (Februar 2013). *This Could Be The World's First 3D-Printed Car*. Abgerufen am 27.06 von <http://techcrunch.com/2013/02/27/this-could-be-the-worlds-first-3d-printed-car/>
- T.RowePrice. (May 2012). *Infographic: A Brief History of 3D Printing*. Abgerufen am 27.06.2013 von <http://individual.troweprice.com/public/Retail/Planning-&-Research/Connections/3D-Printing/Infographic>
- Thomas, G. (11. Juni 2013). *Materials Used In 3D Printing and Additive Manufacturing*. Abgerufen am 12. Juni 2013, von <http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=8132>
- Tofel, K. C. (4. Februar 2013). *Filabot makes 3D printing "ink" out of your plastic recyclables*. Abgerufen am 13. Juni 2013, von <http://gigaom.com/2013/02/04/filabot-makes-3d-printing-ink-out-of-your-plastic-recyclables/>