

Hans-Joachim Laabs

## **Ist der 3D-Drucker die „Dampfmaschine“ der digitalen Revolution oder eine überschätzte Innovation?**

### **1 Einführung**

Von den knapp 14.000 in Zschopau produzierten Motorrädern „ETS 250“ sind nach über 40 Jahren noch ca. 200 für den Straßenverkehr zugelassen. Vielleicht restauriere ich gerade die 201te Maschine. Zur Aufnahme der Hinterradschwinge fehlt mir eine Distanzscheibe aus Plastik. Ein Pfennigartikel, der in diesen Abmessungen jedoch nirgends mehr aufzutreiben ist. Ich erstelle mit einem CAD-Programm<sup>1</sup> in wenigen Minuten die technische 3D-Zeichnung für dieses Bauteil und drucke mir eine neue Plastikscheibe in exakt den geforderten Abmessungen aus.<sup>2</sup> Was in den 1980er-Jahren in Gang gesetzt wurde, erlebt mit fallenden Preisen und komfortableren Ausstattungen einen regelrechten Boom. Fast täglich eröffnen sich neue Anwendungsfelder für 3D-Drucker, die es mittlerweile in einer unüberschaubaren Vielzahl von Ausführungen für die unterschiedlichsten Tätigkeitsfelder gibt. Wird er damit aber schon die zukünftige „Dampfmaschine“?

### **2 Was sind Drucker?**

Drucker sind technische Einrichtungen zum Drucken. Dass Drucken ist im Brockhaus-Lexikon von 1988 ein „mechanischer Vorgang zur Wiedergabe von Informationen (Bild und/oder Text) in beliebiger Anzahl durch Übertragung von Druckfarbe (oder färbenden Substanzen) auf einen Bedruckstoff (Papier, Karton, Gewebe, Glas, Folien aus Metall oder Kunststoff o.ä.) unter Verwendung eines Druckbildspeichers (z.B. Druckform)“ (Brockhaus 1988). Es beschreibt also eine Verfahrensgruppe, mit der Grafiken, Texte, Zahlen, Fotos, Symbole und andere, in der Regel zweidimensionale Muster auf ein Trägermedium gebracht werden.

---

1 3D-Software „123D Design“.

2 Der 3D-Drucker produzierte bereits Beutelklammern, Kartenboxen, Spielfiguren, Vasen, Modelllokomotiven und anderes mehr.

Überliefert sind Drucke schon vor rund 2.000 Jahren in China. Auf einen Stein (Druckbildspeicher) mit erhabenen herausgearbeiteten Zeichen und Bildern wurde nasses Papier aufgelegt. Durch das Aufbürsten einer pulvrigen schwarzen Farbe konnten Kopien in unbegrenzter Zahl hergestellt werden.<sup>1</sup> Dieses Verfahren wurde ständig verbessert, erst im 7. Jh. durch ein effizienteres, dem Holzdruck ersetzt. Das Druckbild war nun und in den nachfolgenden Druckverfahren spiegelverkehrt angeordnet.

Ob privat oder industriell, die Druckaufträge liegen heute fast ausschließlich als Daten vor. Über Eingabegeräte oder nach vorgegebenen Algorithmen selbst generierend gelangen sie in den Computer, in dem sie verarbeitet, gespeichert und für den Ausdruck aufbereitet werden. Das ursprüngliche Ziel des Druckens galt ausschließlich der *Visualisierung*. Daran änderte sich auch nichts, als die Computer die Schreibmaschine verdrängte und Drucker digital ansteuerten. Das visuelle Drucken erzeugt die Printmedien, einzelne, gefaltete, geklebte oder gebundene Blätter aus Papier in Form von Plakaten, Büchern, Visitenkarten etc.

Druckerzeugnisse sind aber auch Versandtaschen für CDs, Tüten, Bastelbögen oder Ansichtskarten mit klingenden Urlaubsgrüßen für den Plattenspieler. Das Drucken hat in vielen Anwendungen ergänzend eine *funktionale Bedeutung* erlangt.<sup>2</sup> Gedruckt werden aber auch Stroboskop-Scheiben zur Drehzahleinstellung an Plattenspielern, Leiterplatten zur Aufnahme elektronischer Bauelemente, elektrisch leitende Bahnen im Silizium zum Herstellen von integrierten Schaltkreisen, Antennen, RFID<sup>3</sup> und OLED<sup>4</sup>. Das Visuelle ist hier deutlich dem Funktionalen sogar untergeordnet, in vielen Fällen sogar völlig verzichtbar. Eindrucksvoll bestätigt dies die Erfindung von Louis Braille (1825) mit der Blindenschrift. Der Druck erhält eine räumliche Dimension, die Informationen mit den Fingern ertastbar macht.

Freilich, der 3D-Druck ist mehr als die kleinen Beulen der Braille-Schrift auf Papier und Karton. Er ist gewissermaßen die *räumliche und zeitliche Emanzipation* von digitalen Daten, das Tor zu ihrer Gegenständlichkeit.

---

1 Vgl. Die Geschichte des Druckens – von den Anfängen mit Stein- und Holzdruck bis hin zum heutigen Laserdrucker. 19.04.2010. – URL: <http://www.markt24.de/druckermagazin/Geschichte-des-Druckens/> [22.9.2014].

2 Vgl. Einführung in die Druck- und Medientechnik, 4 Definition Drucken. – URL: [http://www.idd.tu-darmstadt.de/media/fachgebiet\\_idd/studium\\_und\\_lehre/vorlesungen\\_4/einfuehrung\\_in\\_die\\_druck\\_und\\_medientechnik/ws201011\\_3/EDMt\\_WS1011\\_08\\_Drucken\\_1\\_V1\\_s.pdf](http://www.idd.tu-darmstadt.de/media/fachgebiet_idd/studium_und_lehre/vorlesungen_4/einfuehrung_in_die_druck_und_medientechnik/ws201011_3/EDMt_WS1011_08_Drucken_1_V1_s.pdf) [22.9.2014].

3 RFID: Radio Frequency Identification.

4 OLED: Organic Light Emitting Diode.

### 3 Schichtweise in die dritte Dimension

Was gedruckt werden soll, liegt zunächst als virtuelles Modell in einer dreidimensionalen Zeichnung vor. Als CAD-Datei ist sie in einen maschinenlesbaren Code abgelegt. Der Drucker empfängt, dekodiert und verarbeitet diese Daten. Das Druckergebnis ist die Vergegenständlichung des virtuellen Druckbildes.

Das zu druckende Objekt kann man sich als übereinander gestapelte, hauchdünne Scheiben vorstellen. In der horizontalen x-y-Ebene wird zunächst die unterste „Scheibe“ gedruckt. Der Druckkopf fährt in der Dicke des Gedruckten in z-Richtung hoch und druckt die zweite „Scheibe“. Wieder fährt der Druckkopf in der Dicke des Gedruckten in z-Richtung hoch und druckt die dritte „Scheibe“. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis alle „Scheiben“ als fertiger Gegenstand oder Gegenstände auf dem Druckertisch vorliegen.

Mit dem Auftragen von Druckmaterialien zum Herstellen von Gegenständen wird auch das Drucken zu einem Fertigungsverfahren. Dreidimensional und computergestützt arbeiten allerdings auch moderne Fräs-, Bohr-, Dreh- oder Schleifmaschinen. Im Unterschied zum 3D-Drucken bearbeiten die klassischen Verfahren jedoch ein kompaktes Rohmaterial als Ausgangsstoff, von dem zum Erreichen der Endform gezielt Werkstoff entfernt wird. Man spricht vom sogenannten *subtraktiven Verfahren*. Beim *additiven* oder *generativen Verfahren* wird Material bis zum Erreichen der Endform zugeführt. Es entstehen keine Materialverluste.

Außerdem sind bei den klassischen Verfahren die realisierbaren Geometrien zwangsläufig mehr oder weniger begrenzt. Mit dem 3D-Druck lassen sich sehr komplizierte und komplexe Formen verwirklichen. Selbst geschlossene Hohlräume können geometrisch exakt gestaltet werden, was für alle bisherigen Verfahren ausgeschlossen ist.

„Aber was ist das eigentlich genau dieses Drucken in 3D? Eigentlich ist schon die Frage falsch“, meint Martin-Jung, „denn mit Drucken hat die Sache nur wenig zu tun. Zumindest nicht bei professionellen Maschinen, die schnell mal einige Hundert oder auch Millionen Euro kosten. Die arbeiten nämlich oft mit dem Laser-Sintering-Verfahren“ (Martin-Jung 2014). Warum aber, so stellt sich aus dem bisherigen Kontext heraus die Frage, soll das selektive Lasersintern kein Drucken mehr sein? Ein konventioneller Laserdrucker funktioniert sogar sehr ähnlich. Durch elektrische Ladungen wird aus dem pulverförmigen Toner das Druckbild auf die Bildtrommel gebracht, das dann aufs Papier gewalzt und mit höherer Temperatur fixiert wird. Auch im zweidimensionalen Druck unterscheidet man eine Fülle von mitunter krass

abweichenden Verfahren beispielsweise zum Herstellen von Solarzellen oder zum Ausdrucken von elektrischen Schaltungen auf Papier. Dies stellt aber nicht das Drucken in Frage.

Nach erarbeitetem Verständnis sehen wir die begriffliche Zuordnung des 3D-Druckers zu der Gruppe der Drucker legitimiert. Auch beim 3D-Druck gilt: „Der *Vorgang* der Druckerzeugung wird als ‚Drucken‘ bezeichnet, das *Ergebnis* (das Druckerzeugnis) wird ‚Ausdruck‘, ‚Druckwerk‘ oder ‚Druckergebnis‘ genannt“.<sup>5</sup> Der 3D-Druck druckt in eine dritte Ebene und macht in generativer Weise die digitale Welt gegenständlich.

## 4 3D-Druckverfahren

Es gibt nicht *das* 3D-Druckverfahren. Tatsächlich gibt es bereits so viele, dass man der Übersicht halber um Gruppierungen bemüht ist. Bisherige Verfahren lassen sich nach Mathilde Berchon in drei Gruppen zusammenfassen, wenn man alle übrigen Druckverfahren, die sich hier nicht einordnen lassen, als Hybride, Mischformen oder Spezialisten akzeptiert (vgl. Berchon 2014).

### 4.1 3D-Druck durch Schmelzen

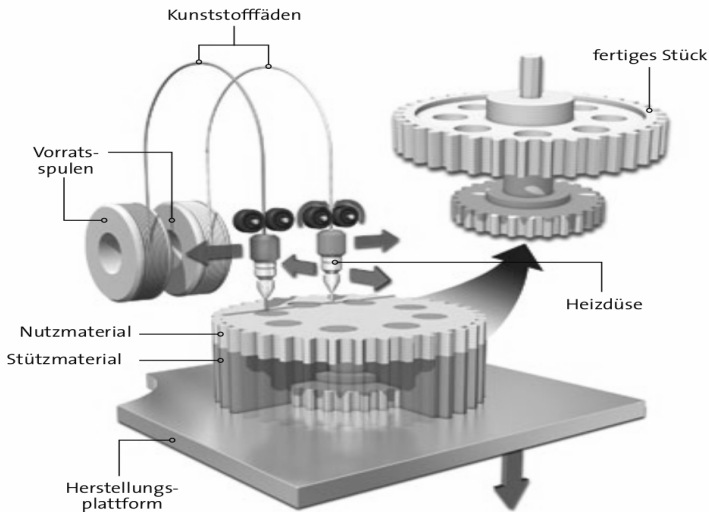
Das Funktionsprinzip kennt man hinlänglich von der Klebepistole. Der durch Erwärmen verflüssigte Plastikwerkstoff wird durch eine Düse auf die Klebestelle gebracht. Der Plastikwerkstoff kühlt ab und erstarrt beim Auftreffen an der Klebestelle (siehe Abbildung 1).

„Bei der Schmelzschichtungsmethode führt ein computergesteuertes Räderwerk einen Kunststoffaden<sup>6</sup> einem Heizkopf zu. Der schmilzt das Material, presst es durch eine Düse, die enger ist als die ursprüngliche Fadendicke, und deponiert es auf dem Träger, wo es erstarrt. Durch horizontale Bewegung, gleichsam Schraffieren, erzeugt die Heizdüse eine komplette Schicht des herzustellenden Objekts. Danach wird der Träger um eine Schichtdicke abgesenkt oder der Heizkopf samt Düse entsprechend angehoben, und die nächste Schicht entsteht. Neben dem eigentlichen Werkstück deponiert bei Bedarf eine weitere Düse Stützmaterial, das später weggeworfen wird, damit Material, das sonst ‚in der Luft hängen‘ würde, eine Unterlage hat“ (Beronch 2014, S. 86).

5 [http://de.wikipedia.org/wiki/Drucker\\_%28Ger%C3%A4t%29](http://de.wikipedia.org/wiki/Drucker_%28Ger%C3%A4t%29) [22.9.2014].

6 Acrylnitril-Butadien oder Polylactid, ein Polymer der Milchsäure.

Abbildung 1: Schmelzschichtung



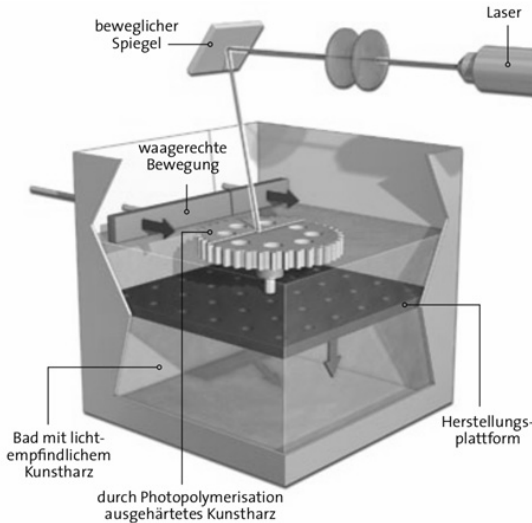
Quelle: Berchon 2014, S. 86

#### 4.2 3D-Druck mit flüssigen Materialien

In einen Behälter wird eine hauchdünne Schicht mit einer Flüssigkeit gefüllt. Es handelt sich um ein UV-empfindliches Polymer. An den Stellen, wo gedruckt wird, trifft ein Laser- oder Lichtstrahl auf. Das Material erstarrt durch Polymerisation. Auch hier lassen sich wieder mehrere Untergruppen unterscheiden (siehe Abbildung 2).

„Bei der Photopolymerisation fällt ein computergesteuerter Lichtstrahl auf eine Schicht aus flüssigem Kunstharz. An den belichteten Stellen polymerisiert das Material und härtet dadurch aus. Nachdem eine Schicht fertig gestellt ist, wird der Träger abgesenkt; flüssiges Kunstharz strömt auf das anwachsende Bauteil und wird in manchen Fällen durch eine spezielle Vorrichtung gleichmäßig verteilt“ (Beronch 2014, S. 86).

Abbildung 2: Photopolymerisation



Quelle: Berchon 2014, S. 86

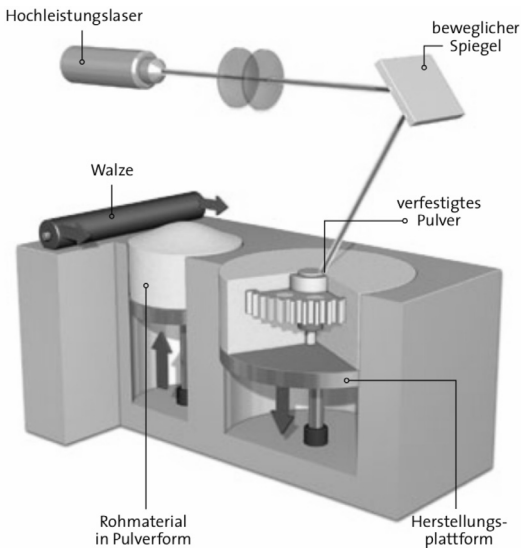
### 4.3 3D-Druck mit Pulver

Da das erhitzte Material beim 3D-Schmelzdrucken nicht sofort zur Starre abkühlt, müssen dort bei Überständen Stützen eingebaut werden, die nach Fertigstellung wieder entfernt werden müssen. Dies ist beim 3D-Pulverdrucken nicht erforderlich. Jede noch so diffizile Konstruktion liegt sorgsam im Pulver gebettet (siehe Abbildung 3).

Ausgangsmaterial ist ein Pulver, das zunächst auf einer Ebene gleichmäßig aufgetragen wird. An den Stellen nun, wo es schichtweise auf den Körper aufgetragen werden soll, wird dieses Pulver verfestigt. Das kann sehr unterschiedlich erfolgen:<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Vgl. <http://3druck.com/grundkurs-3d-drucker/teil-2-uebersicht-der-aktuellen-3d-druckverfahren-462146/> [27.9.2014].

Abbildung 3: Lasersintern



Quelle: Berchon 2014, S. 87

1. Beim Additiven Layer-Manufacturing wird das Pulver durch Kleben verbunden, womit sehr viele Materialien für den Druck in Frage kommen.
2. Pulver aus Kunststoff, aber auch aus Sand, Keramik oder diversen Metallen kann auch mit einem Laserstrahl schichtweise aufgeschmolzen werden.
3. Das Elektronenstrahlschmelzen ist dem vorherigen Verfahren sehr ähnlich, nur dass die Erwärmung in einem Vakuum erfolgt. Der Ausschluss von Sauerstoff den metallischen Verbindungen extrem große Festigkeit.

„Bei den Lasersinter-Verfahren verschmilzt ein starker, gezielter Laserstrahl Pulverpartikel an den getroffenen Stellen. Jede neue Pulverschicht wird durch eine Walze gleichmäßig auf dem anwachsenden Stück verteilt“ (Beronch 2014, S. 87).

#### 4.4 Sonstige 3D-Druckverfahren

Zu den bereits erschlossenen und bekannten 3D-Druckverfahren zählen ferner das *Laserauftragsschweißen* und das *Laminatverfahren*. Wie beim Löten wird ein Draht aus einem Metall (Edelstahl, Titan, ...) geführt und punkt-

genau im x-y-Koordinatensystem schichtweise mit einem Laser verflüssigt aufgetragen. Beim Laminatdrucken werden die Schichten aus Folien oder Blättern von Papier geklebt und jeweils durch Cutter-Messer in die gewünschte Ausgangsform gebracht.<sup>8</sup>

Die Drucker können auch *zwei oder mehrere Druckköpfe* haben. Das beschleunigt nicht allein die Druckzeit, sondern erhöht auch die Palette des Machbaren. Jede Düse kann eine andere Farbe ausgeben und das Produkt farbig ausgeben. Sogar unterschiedliche Materialien können in einem Druckverfahren verarbeitet werden. So werden beispielsweise in den steifen Gehäusen von Handys gleich die elastischen Tasten hinein gedruckt. Für die Edelmetalle Gold und Silber wurde auch ein indirektes Druckverfahren entwickelt. Das Produkt wird zunächst als Wachsmodell ausgedruckt. In einer verlorenen Form entweicht das Wachs, wenn die Schmelze hinein gegossen wird.<sup>9</sup>

## 5 Aktuelle Situation des 3D-Drucks

Momentan erleben wir einen regelrechten Hype auf die 3D-Drucktechnik. Das verwundert angesichts der Tatsache, als die Anfänge des 3D-Drucks immerhin auch schon wieder 30 Jahre zurückliegen.

Manche 3D-Anwendungen mauserten sich fast unbemerkt und treten dann unverhofft im reiferen Stadium den Markt erobernd nach außen. Modelle zum Beispiel wurden in der Vergangenheit meistens aus Schaumstoffen und anderen leicht bearbeitbaren Materialien von Hand gefertigt. Modellbauer ist ein anerkannter Beruf! Mit der computergesteuerten Produktion und dem 3D-Druck verbesserte sich sukzessive die Qualität der Modelle bei sogar zunehmend geringerem wirtschaftlichem Aufwand. Immer leistungsfähigere Hard- und Software führten dazu, dass Modelle und Prototypen bald den Anforderungen der Endprodukte entsprachen. Diese schwindende Grenze zwischen Modell und Prototyp auf der einen Seite und dem Endprodukt auf der anderen Seite macht sich die Wirtschaft mit neuen Produktionsmethoden, dem *Rapid Manufacturing* (schnelle Produktion; vgl. Gebhardt 2007) beziehungsweise dem *Direct Manufacturing* (direkte Produktion), zunutze.<sup>10</sup>

8 Vgl. <http://3druck.com/grundkurs-3d-drucker/teil-2-uebersicht-der-aktuellen-3d-druckverfahren-462146/> [27.9.2014].

9 Vgl. König, P.: Einführung für Einsteiger: So funktionieren 3D-Drucker. – URL: <http://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/3d-drucker-einfuehrung-fuer-einsteiger-a-977405.html>.

10 Vgl. Grundkurs 3D-Drucker. Teil 1: Entwicklung und Geschichte der 3D-Drucktechnologie. – URL: Entwicklung und Geschichte der 3D-Drucktechnologie <http://3druck.com/>



Ähnlich autarke, mehr oder weniger umwälzende Entwicklungen gab es bereits in einigen Industriezweigen, Wirtschafts- und Gesellschaftsbereichen, andere schicken sich an hier einzusteigen. In jüngster Zeit sind um den 3D-Druck rankend regelrechte Machtkämpfe ausgebrochen. Es geht schließlich um die Sicherung von Know-how und Patenten, um Marktvorteile und -beherrschung. Seit ein paar Jahren mischt auch hier die GNU-Gemeinde kräftig mit.

Wenn die momentane Faszination also auch eine nicht zu unterschätzende Erklärung für die stürmisch gewordene Entwicklung ist, so gibt es noch eine Reihe schwergewichtiger Erklärungen für diese Erscheinung.<sup>11</sup> Der heute schon beachtliche Markt von 3D-Druckern mit dem Schmelzverfahren<sup>12</sup> war vor wenigen Jahren noch durch Patente geschützt. Erst ihr Auslaufen gab nicht nur anderen Produzenten grünes Licht, sondern beflügelte die *Open Source Gemeinde* sich in dieser Angelegenheit breit aufzustellen mit eigenen Initiativen zu engagieren. Begünstigend wirkt sich dabei der große Preisverfall der 3D-Schmelzdrucker aus. Man kann sich solche Drucker privat leisten und spart noch mehr mit Eigenbauten aus Bausätzen. Die Software dazu gibt es gratis dazu. Eines der Welt umspannenden Projekte der GNU-Gemeinde ist *RepRap*<sup>13</sup> 3D-Drucker sind in der Lage, sich selbst zu reproduzieren. Sowohl die Hardware, als auch die Software stehen dafür unter der GNU General Public License. Das besondere Engagement der Open Source Gemeinde erklärt sich auch in der damit vermeintlichen Möglichkeit der Dezentralisierung und Demokratisierung der Produktion. Begünstigt wird das breite Interesse insbesondere für additive Fertigungsverfahren unter Anwendung von Computern auch durch die fortgeschrittene Computerisierung und dem vereinfachten Zugang über immer leistungsfähigere Rechner und Benutzer freundlichere Software. Damit einhergehend haben auch die Hemmschwellen und Berührungängste im Umgang mit Computern und neuen Technologien spürbar abgenommen.

Wenn der Privatkunde mit ca. 500 Euro bereits einen 3D-Drucker erwerben kann, so stehen diese Kosten in keinem Vergleich zu den professionellen Systemen. Da gehen die Kosten schnell in die Millionen. Dies hat verschie-

---

grundkurs-3d-drucker/teil-1-entwicklung-und-geschichte-der-3d-drucktechnologie-342079/  
[25.09.2014].

11 Vgl. ebd.

12 FDM: Fused Deposition Modeling.

13 Replicating Rapid-prototyper. Die Idee eines Open Source 3D-Drucker kam von Adrian Bowyer im Jahre 2004. Am 28.Mai 2008 präsentierte er als erster Open Source 3D-Drucker unter der offenen GNU Lizenz.

dene Auswirkungen. Kleinere Betriebe können sich solche Drucker schlicht nicht leisten. Auf dem Markt entstehen *3D-Dienstleister*, die solche additiven Fertigungsmaschinen in Maschinenparks aufstellen und Aufträge sogar privater Personen annehmen. Die hohen Kosten der professionellen Systeme führen aber auch zu einer Zentralisierung von 3D-Druckmaschinen.

*Abbildung 4: Alexandra und ihr geschrumpftes Ich*



Quelle: Ich, aus dem 3D-Drucker. Hilfe, eine Maschine hat mich geschrumpft. – URL: <http://www.bild.de/regional/berlin/3d-drucker/druck-store-eroeffnet-in-berlin-33575788.bild.html> [28.9.2014]

Mit dem 3D-Druck eröffnet sich nach verbreiteter Auffassung die Möglichkeit, unter Einsparung von Lohn-, Material- und Energiekosten im eigenen Land wieder das zu produzieren, was man der Kosten wegen ins Ausland delegierte. Damit und wegen der erwarteten Innovationskraft hat das additive Fertigen längst auch eine politische Dimension erlangt. Regierungen in China, den USA und der EU, aber auch private Investoren fördern mit Forschungsgeldern und Investitionsvorteilen die Entwicklung der additiven Fertigung.

Aber es gibt eine weitere Triebkraft, die zusehends auch die größten Zweifler ruhiger werden lassen. Es sind dies nicht mehr nur eine Handvoll faszinierender Anwendungen, sondern weit mehr. Ganze Häuser werden mit Beton gedruckt, in der Medizin werden individuell angepasste Prothesen gedruckt, kreative Süßwaren verlassen den Drucker, mit der Röntgenauf-

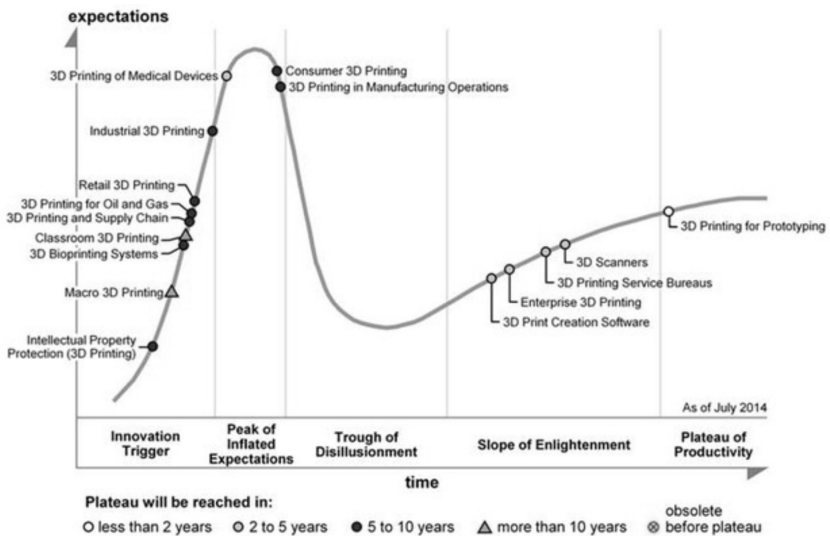
nahme bekommt der Patient gleich die makellos passende Zahnprothese, gedruckt werden Modeschmuck, Kleidungsstücke und Schuhe, selbst Autokarosserien verlassen bereits den Drucker.

## 6 Aussichten für den 3D-Druck

Analysten des Marktforschungsinstituts „Gartner“ begleiten die Entwicklung der 3D-Technik schon mehrere Jahre, was sie auch veranlasst, diesbezügliche so manche Vorhersagen abzuleiten (siehe Abbildung 5). Niemand stellt den 3D-Druck noch grundsätzlich in Frage. Für die Produktion von Modellen und Prototypen ist er jetzt schon nicht mehr wegzudenken. Aber es wird noch einige Zeit dauern, bis diese Drucker auch anderenorts zu einer realen Wirtschaftsgröße werden.

Dabei lässt auch der Vergleich von professionellem Druckern und adäquaten Heimanwendungen aufhorchen. Nach Pete Basiliere experimentieren auch Betriebe viel mit Heimdruckern, bis sie verstehen, dass diese keine Alterna-

Abbildung 5: Kurve der Erwartungen an 3D-Drucktechnik



Quelle: Meulen/Rivera 2014

tive für den professionellen Einsatz darstellen.<sup>14</sup> Zudem „verdunkelt der Hype um den Einsatz zu Hause, dass 3D-Druck ein komplexes Ökosystem aus Software, Hardware und Materialien erfordert, deren Nutzung nicht so einfach ist wie der Klick auf den Druckknopf eines Papierdruckers“ (Meulen/Rivera 2014). Man wird sich zunächst um die deutliche Verbesserung der Qualität der Druckergebnisse bemühen, erst dann in den folgenden Schritten sich um das gesamte Ökosystem kümmern.

## 7 Meine Annahme statt eines Fazits

Letztlich werde ich eine Antwort auf die von mir selbst aufgeworfene Frage schuldig bleiben, ob der 3D-Drucker tatsächlich die „Dampfmaschine“ in der digitalen Revolution ist.<sup>15</sup> Ich weiß ja nicht einmal, ob die digitale Revolution überhaupt schon begonnen hat, oder ob sie vielleicht erst mit dem Quantencomputer eingeleitet wird, dem a priori eine gewisse Allmacht zugesprochen wird. Die 3D-Technik erfordert jedenfalls ungeheure Rechenleistungen, die wir augenblicklich mit viel Zeit und Geduld erkaufen, letztlich auch eine Bremse für viele Innovationen ist.

Aber immerhin, die Digitalisierung schreitet im rasanten Tempo voran und macht vor niemanden und nichts halt. Sie erweist sich einerseits als ein Nährboden des 3D-Drucks, andererseits entfesselt der 3D-Druck in der Digitaltechnik völlig neue Kräfte, macht die bis dato abstrakte Digitaltechnik zum Anfassen. Die Innovation Dampfmaschine liegt nun 300 Jahre zurück. Aus dieser zeitlichen Entfernung heraus erhält man natürlich einen abgeklärten Blick über ihr soziales und ökonomisches Wirken. Demgegenüber nehmen sich die knapp 30 Jahre 3D-Druck sehr bescheiden heraus.<sup>16</sup>

Die Antwort auf die künftige Bedeutung des 3D-Druckers müsste die Zukunftsforschung liefern. Maximal 30 Jahre Vorausblick billigt man ihr eingedenk aller Unsicherheiten zu. Aus welcher Perspektive heraus will man aber solche weitreichenden Aussagen heute treffen? Was das generative Produzieren betrifft, da gibt es nicht viel zum Vergleichen. Das meiste ist

---

14 Marktforscher: 3D-Druck sorgt für Milliardenverluste. In: Handelsblatt, 29.01.2014. – URL: <http://www.handelsblatt.com/technik/forschung-innovation/marktforscher-3d-druck-sorgt-fuer-milliardenverluste/9403148.html> [3.10.2014].

15 Die erste Dampfmaschine wurde vom Deutschen Thomas Newcomen 1712 für das Abpumpen des Wassers in Bergwerken konstruiert. 1776 nahm die erste größere Dampfmaschine in einem englischen Wasserwerk ihren Betrieb auf. Gut hundert Jahre waren nötig, bis die Dampfmaschine einer der treibenden Faktoren in der Industriellen Revolution wurde.

16 Der 3D-Druck geht auf eine Erfindung des US-Amerikaners Chuck Hull im Jahre 1983 zurück, der diese Technologie als Stereolithografie 1986 patentierte.

plötzlich da und ganz anders als zuvor. Von der Sache her ist das 3D-Drucken vielleicht eher im Wachstum der Pflanzen- und Tierwelt angesiedelt. Vielleicht wird es einmal gerade angesichts der Ressourcenknappheit die einzige Lösung sein, um aus den Folgen des Jahrhunderte andauernden Missmanagements mit unserem Erdball einigermaßen glimpflich noch herauszukommen. Jedenfalls denke ich ganz sicher, dass der 3D-Drucker die Bedeutung der Dampfmaschine übertreffen wird, so unwissenschaftlich diese verfestigte Annahme auch zu sein scheint.

## **Literatur**

- Berchon, M. (2014): Drucken in drei Dimensionen. In: Spektrum der Wissenschaft, H. 6 (Juni), S. 84–91
- Brockhaus (1988): Drucken. In: Brockhaus Enzyklopädie in vierundzwanzig Bänden. Bd. 5. Mannheim, S. 690
- Gebhardt, A. (2007): Generative Fertigungsverfahren. Rapid Prototyping – Rapid Tooling – Rapid Manufacturing. München/Wien
- Martin-Jung, H. (2014): Schichtweise in die Zukunft. In Süddeutsche Zeitung, 12. März. – URL: <http://www.sueddeutsche.de/digital/-d-druck-schichtweise-in-die-zukunft-1.1910033> [3.10.2014]
- Meulen, R. van der; Rivera, J. (2014): Gartner Says Consumer 3D Printing Is More Than Five Years Away. – URL: <http://www.gartner.com/newsroom/id/2825417> [3.10.2014]