

3D-Drucker – vom Konsument zum Produzent?

M. Köck

„Werkzeuge, die in bestimmter Weise benutzt werden, organisieren die Erfahrung der Phantasie, und dies mit produktiven Ergebnissen.“ Richard Sennett

Eine neue Generation maschineller Produktionsmittel, zu denen auch 3D-Drucker zählen, ermöglicht es nicht nur professionellen Anbietern, schnell zu Erzeugnissen zu gelangen. In einem 3D-Drucker entsteht ein Objekt, als würde man einen in Scheiben geschnittenen Apfel wieder zusammensetzen. In der Technologie steckt viel Potenzial. In verschiedenen Veröffentlichungen der letzten Zeit ist zu lesen, dass diese Maschinen sogar die Kauf- und Konsumgewohnheiten revolutionieren könnten. Aus didaktischer Sicht sind 3D-Drucker interessant, weil sich an ihnen der Begriff „Digitale Fabrik“ veranschaulichen lässt. Zudem versprechen sie Impulse für Lernprozesse im Bereich der Technischen Kommunikation, für den Kunst- und Werkunterricht und für die Verbraucherbildung. Aus diesen Gründen wurde ein solches Gerät für die Didaktik der Arbeitslehre angeschafft. Bis allerdings ein Objekt fertig ausgedruckt ist, sind einige Arbeitsschritte notwendig.

Die Fronten im Marktgeschehen scheinen fest gefügt. Hier die Produzenten und Anbieter von Waren und Dienstleistungen, dort die Konsumenten. Selbst die Herstellung einfacher Erzeugnisse ist heute Sache der auf Massenware spezialisierten Industrie. Ein niemals endender Strom von mehr oder weniger nützlichen Gütern erstickt jeden Zweifel an der Trias des gewohnten Konsummodells: Kaufen, Gebrauchen, Entsorgen. Und das alles in immer kürzeren Zyklen. Dabei ist es noch gar nicht so lange her, dass Solidität und Langlebigkeit den Kauf eines Produktes bestimmten, dass wirtschaftliche, betriebliche und berufliche Strukturen eher auf Erhalt als auf Ersatz ausgelegt waren. Heute dagegen sind die eigene Erzeugung und Reparatur – wenn sie nicht eindeutig als Hobby ausgewiesen werden – erklärungs-pflichtig. Obgleich oftmals ökonomische Gründe ausschlaggebend dafür waren, dass Möbel umgearbeitet, Roststellen an Autos ausgebessert, Elektrogeräte repariert, insgesamt mehr Aufwand für den Erhalt des Hausstandes betrieben wurde, gab und gibt es aber durchaus noch eine andere Ursache für Tüftlei und häusliches Handwerk: Etwas anzubauen, herzustellen oder auch zu reparieren bedeutet nämlich zugleich, es sich zu Eigen machen und es verstehen zu wollen. Im Erfolgsfall gesellt sich zur Entdeckerfreude der Stolz über die eigene Kreation. Die Freude am „Entbergen“, was sich nicht selbst hervorbringen kann, wie Martin Heidegger die Technik charakterisierte, hat sich indes in vielen Gebieten auf immaterielle Schöpfungen verlagert. Daten und Algorithmen sind aktuell der Stoff, an dem sich Kreativität und Phantasie messen lassen, Hard- und Software ihre Werkzeuge. Wie sich Digitalisierung und Virtualität auf Erleben, Denken und Handeln auswirken, wird nicht nur im Feuilleton eindringlich diskutiert.

Allerdings zeigt der Boom der Bio-Branche, die Renaissance manch ausgestorbener Handwerkstechnik, die wachsende Zahl an Stadtgärten oder Reparatur-Lokalen sowie die Open-Source-Bewegung, dass nicht alle gewillt sind, die Kluft zwischen Produktion und Konsumtion und zwischen virtueller und realer Welt weiter hinzunehmen. Ob dies bereits eine breite Anti-Konsum-Bewegung ist, wie Holm Friebe und Thomas Ramge in ihrem Buch „Marke Eigenbau“ vermuten, lässt sich nicht mit Sicherheit sagen. Es scheint zumindest so, dass der Kreis der Menschen größer wird, die wieder „Herr über die Dinge“ sein wollen. Dass dabei ausgerechnet jene Technologien behilflich sind, die bisher hauptsächlich der Perfektionierung des herkömmlichen Konsummodells dienen, ist ein Beispiel für den „dual use“ Charakter jeglicher Technik. Während die Digitalisierung bisher vor allem Konsumenten und Anbieter näher zusammenbrachte, schaut es nun so aus, als seien die Verbraucher selbst nur mehr wenige Mausklicks von der eigenen Produktion entfernt. Möglich macht dies eine neue Generation maschineller Produktionsmittel. Die Rede ist von 3D-Druckern oder Lasercuttern – für den Autor Chris Anderson Vorboten einer dritten industriellen Revolution, wie er in seinem Buch „Makers“ näher ausführt. In der Tat sind die Einsatzmöglichkeiten besonders auch der 3D-Drucker vielfältig und eröffnen technische, ökonomische, arbeitsorganisatorische aber auch didaktische Perspektiven.

Der 3D-Druck zählt zu den so genannten Rapid Prototyping Verfahren. Die schnelle Anfertigung von Vorab-Versionen hilft, den gesamten Entstehungsprozess eines Produktes zu verkürzen. Während bei Werkstücken mit komplexer Geometrie oft verschiedenste Fertigungstechniken wie Gießen, Fräsen oder Drehen kombiniert werden müssen, baut sich im Inneren eines solchen Druckers das Objekt Schicht für Schicht auf, als würde man einen in Scheiben geschnittenen Apfel wieder zusammensetzen. Für die Art und Weise, wie die Schichten erzeugt werden, existieren unterschiedliche Verfahren. Möglich ist das Aufsprühen flüssiger Rohmaterialien oder das Verschmelzen kleiner Kügelchen aus unterschiedlichen Materialien mit Laserstrahlen. Verbreitet ist auch ein Verfahren, bei dem die Schichten mittels eines geschmolzenen Kunststofffadens aufgebaut werden. Ist ein Objekt erst einmal virtuell konstruiert, gelangt man bei allen Druckverfahren ohne große Umwege zu bereits komplett ausgeformten Objekten, an denen sich früh Fehler in Form, Geometrie oder Passgenauigkeit feststellen lassen. Generell besitzen diese Verfahren aber auch das Potenzial für eine Serienfertigung. Aus Rapid Prototyping wird so Rapid Manufacturing und zwar ohne komplizierte Produktionsprozesse oder großen Maschinenpark. Damit tun sich unterschiedliche Chancen für neue Geschäftsmodelle oder Vertriebswege auf. Ein Anwendungsgebiet ist beispielsweise der Ersatzteilbau. Nicht mehr die Ersatzteile selbst, sondern nur mehr die Daten müssen verschickt werden. Ein weiteres Anwendungsfeld ist die Medizintechnik. Mit Röntgen- oder Computertomographie werden zuerst Patientendaten erfasst, anschließend kann mit CAD-Programmen ein Implantat passgenau modelliert und innerhalb weniger Stunden komplett angefertigt werden.

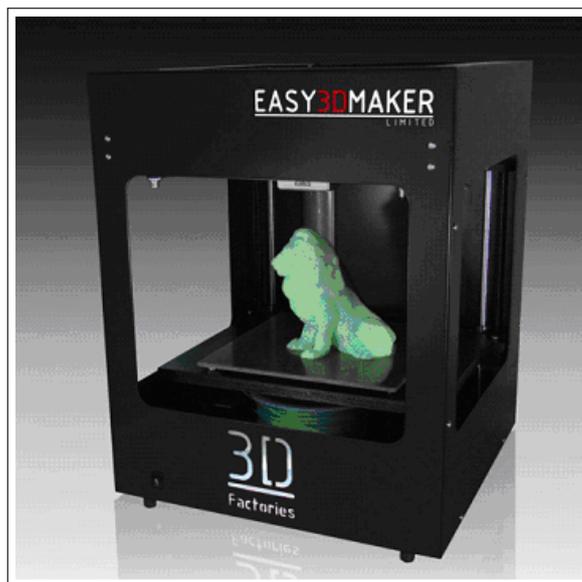


Abb. 1: 3D-Drucker

Theoretisch lässt sich durch die Digitalisierung eine Vielzahl von Produkten in „handlichen“ Datenpaketen unter die Leute bringen – vorausgesetzt natürlich, beim Empfänger der Daten ist ein Drucker vorhanden. Auch für Tüftler, Bastler oder Erfinder eröffnen Geräte wie der 3D-Drucker neue Perspektiven. Denn bisher musste man mit der Blaupause des ersonnenen Produktes erst einmal einen Hersteller finden. Das könnte sich nun ändern. Vom Hobby zum Unternehmen sozusagen.

Die ökonomischen und gesellschaftlichen Auswirkungen moderner Produktionstechniken sind Anlass, sich mit ihnen auch in den Schulfächern zu beschäftigen, die der Vorbereitung der Schüler auf die Arbeits- und Wirtschaftswelt dienen. Dazu zählt das Fach bzw. Lernfeld Arbeit-Wirtschaft-Technik an Haupt- und Mittelschulen. Die Auseinandersetzung mit Technologien, die exemplarisch für eine bestimmte Technikgeneration stehen, schafft Einblicke in technische Funktionszusammenhänge aber auch in ihre sozio-technischen Auswirkungen. Der 3D-Drucker ist so ein Stellvertreter, da sich an ihm beispielhaft die Auswirkungen der Digitalisierung industrieller Produktion auf Arbeits-

organisation, Tätigkeitsprofile und Berufe untersuchen lassen. Für die Anschaffung eines solchen Gerätes durch die Fachvertretung für die Didaktik der Arbeitslehre sprach aber nicht nur das Motiv „Veranschaulichung der Arbeitswelt“. Seit Jahren werden an der KU auch Lehrer im Bereich der technischen Kommunikation ausgebildet. Dazu zählt das klassische Technische Zeichnen genauso wie das computergestützte Zeichnen (CAD). Der 3D-Drucker erweitert hier ebenfalls die didaktischen Möglichkeiten, sowohl im Studium als auch später in der Schule. Denn was bisher im Status des Entwurfs oder der detaillierten Konstruktionszeichnung verblieb, kann nun mit einem Drucker tatsächlich realisiert werden. Dadurch findet das Abstrakte und Virtuelle zurück in die Welt der Dinge, wird anschaulich und erfahrbar. Die Generierung eines Objekts am 3D-Drucker anhand einer vorher definierten Körpergeometrie schließt den für den Lerner zuweilen unbefriedigenden technischen Kurationsprozess ab. Fächern wie Kunst und Werken eröffnet sich ein weiterer Zugang zum digitalen Zeitalter. Zwar fällt das sinnliche Erleben am Material weg – künstlerische Kreativität bleibt aber nicht allein auf den visuell dominierten virtuellen Raum beschränkt. Gleichzeitig fordert der digitale Werkprozess Umsicht und Exaktheit im Handeln. Neben technischer Bildung, Berufsorientierung, Kunsterziehung oder Werken besitzt der 3D-Druck zugleich Potenzial für neue Wege in der Verbraucherbildung. Bietet sich doch die Chance, dass der Schüler Alternativen zur Rolle des passiven Konsumenten kennen lernt. Produkte selbst herzustellen, also dezentral und individuell zu fertigen, bedeutet mehr Unabhängigkeit von der industriellen Massenware und ist damit eine Alternative zur Kultur des Konsumismus.

Um den digitalen Produktionsprozess in Gang zu setzen, braucht es selbstverständlich einiger Voraussetzungen: Dazu zählen zunächst Kenntnisse über den Ablauf technischer Kurationsprozesse, ein grundsätzliches konstruktives Verständnis und vor allem die Fähigkeit, die Objekte in ein dreidimensionales Datenmodell zu überführen. Bewerkstelligen lässt sich dies mit einer 3D-Software, für die sich aus dem Internet verschiedene Anwendungen frei herunterladen lassen. An der KU wird mit Solid Edge gearbeitet, einem professionellen CAD-Werkzeug für den Metall- und Maschinenbau, das auch Eingang in den Lehrbetrieb von Schulen und Hochschulen gefunden hat.

Mit einem CAD-Programm lassen sich Datenmodelle komplexer Körper erstellen. Dafür werden Grundkörper wie Quader, Kugel, Säule oder Kegel additiv kombiniert oder subtrahiert. Liegt ein Objekt in Datenform vor, muss es anschließend in ein spezielles Format exportiert werden. Dabei handelt es sich um das STL-Format (Stereo Lithography Format), bei dem die Oberflächen von 3D-Körpern mit Hilfe von Dreiecksfacetten beschrieben werden. Die Software, die für die Ansteuerung des Druckers mitgeliefert wird (G3DMAKER), erstellt aus der STL-Datei dann einen G-Code (s. Abb. 2). Ein G-Code dient allgemein dazu, einer Maschine zu sagen, was sie machen soll und wie sie es machen soll. G-Codes werden beispielsweise bei CNC-Maschinen eingesetzt. Für den 3D-Druck wird das Objekt in viele übereinander liegende horizontale Ebenen (Slices oder Layer) umgerechnet. Man nennt ein entsprechendes Programm daher auch Slicer. Eine weitere Aufgabe des Slicers ist es, den Modus für eine möglichst materialsparende Füllung des Objekts festzulegen, sowie Hilfsstrukturen für eine bessere Haftung auf der Druckplattform oder für die Stabilisierung überhängender Bereiche zu modellieren. Letztendlich enthält der G-CODE alle Anweisungen für den Druck, also beispielsweise wie sich der Druckkopf zu einzelnen Positionen bewegen soll, mit welcher Temperatur der Extruder das Material schmelzen soll und anderes mehr. Beim eigentlichen Druck wird der G-Code dann nacheinander abgearbeitet.

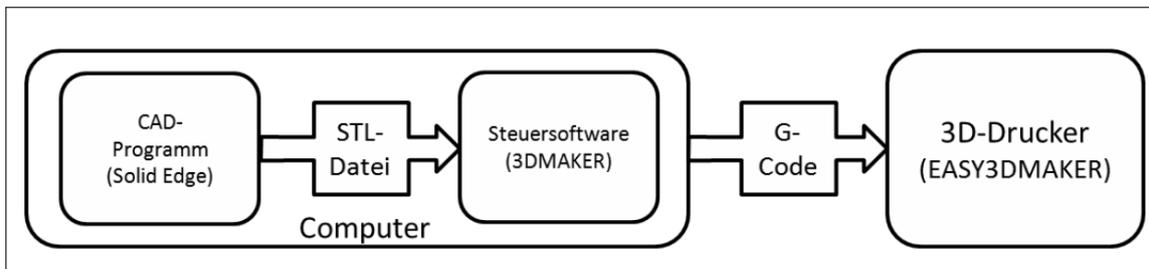


Abb. 2: Werkzeuge und Formate

Der für die Arbeitslehre angeschaffte 3D-Drucker arbeitet mit dem sogenannten FDM Verfahren (Fused Deposition Modeling), was in etwa Schmelzschichtung bedeutet. In einer elektrisch beheizten Düse wird ein Kunststoffdraht geschmolzen und das zähflüssige Material gemäß der Geometrie des zu erstellenden Körpers zunächst auf die Grundplatte und dann Schicht für Schicht auf das bereits aufgebraute Material aufgetragen. Damit das Objekt in der gewünschten Form wachsen kann, wird der Druckkopf entlang zweier Achsen verschoben und die Grundplatte nach jeder Schicht um die Schichtdicke abgesenkt.

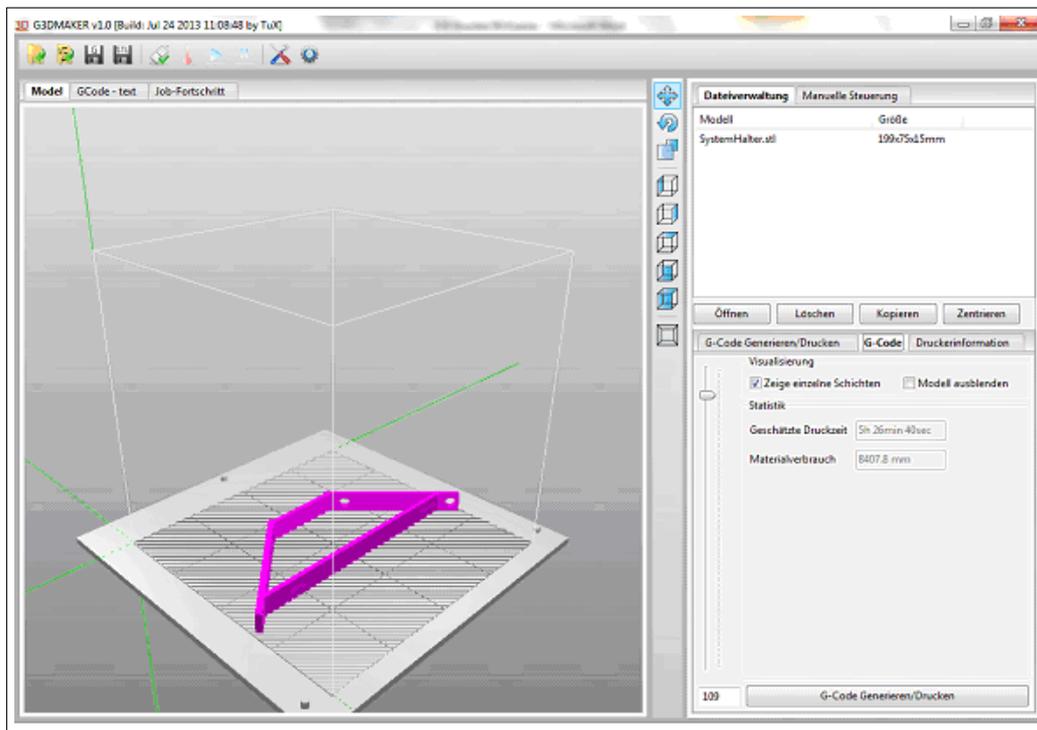


Abb. 3: Steuersoftware des 3D-Druckers mit modelliertem Werkstück

3D-Drucker wie der Easy3DMaker sind mittlerweile erschwinglich geworden und kosten zwischen 750 und 2000 Euro. Die Arbeit mit diesen relativ einfachen Druckern ist jedoch mit Einschränkungen verbunden. So erlauben sie in der Regel nur die Herstellung einfarbiger Objekte. Will man mehrfarbige Produkte erstellen, muss der Kunststoffdraht während des Druckvorganges gewechselt werden. Wie bei einem normalen Drucker sind Druckgeschwindigkeit und Druckqualität voneinander abhängig. Eine schnellere Geschwindigkeit bedeutet eine niedrigere Auflösung und umgekehrt. Die Einstellung der Schichtstärke beeinflusst somit Druckergebnis und Druckdauer. Um hier zu optimalen Ergebnissen zu kommen, ist etwas Experimentieren mit den Einstellungen der Druckersoftware erforderlich. Erfahrung braucht es auch, damit bei Druckbeginn die ersten Schichten halten oder sich während des Drucks die Objekte nicht von der beheizbaren Grundplatte lösen. Zwar lässt sich die Platte mit einem Kleber vorbehandeln, sicherer ist es jedoch, das Druckobjekt mit möglichst viel Auflagefläche auszustatten. Diese kann später evtl. wieder entfernt werden. Um am Ende sein Werkstück in der Hand zu halten, sollte man zudem genügend Zeit einplanen. Der Ausdruck eines einfachen Winkels mit einer Seitenlänge von 10 cm wie in Abb. 3 dargestellt, dauert beispielsweise gut fünfeinhalb Stunden.

| | | | |
|-------------------------|----------------|-----------------|---------------|
| <i>Ansprechpartner:</i> | <i>Zimmer:</i> | <i>Telefon:</i> | <i>Mail:</i> |
| Dr. Michael Köck | Et: KGE-217 | -1408 | michael.koeck |