

Niels Boeing

### 3D-Druck – Computergesteuerte Produktionsmittel für alle?

Der Warenstrom, den der Hightech-Kapitalismus vor allem in den frühindustrialisierten Ländern in die Auslagen bringt, ist gewaltig. Zugleich ist in diesen Ländern selbst die Produktion stofflich-materieller Waren infolge von Automatisierung und Standortverlagerung drastisch zurückgegangen. Eine massive Deindustrialisierung hat eingesetzt. Vor diesem historischen Hintergrund will ich die Bedeutung des sogenannten 3D-Drucks ausleuchten, der am Beginn des 21. Jahrhundert auf der Bühne der Produktivkraftentwicklung erscheint. Als Nachfolgerin des industriellen Rapid Prototyping hat sich die Technologie so weit entwickelt, dass seit ca. 2012 sogar »Heimanwender« sich einen 3D-Drucker samt passender Software leisten und dreidimensionale Objekte herstellen können – vom Schmuck bis zur funktionstüchtigen Pistole.

Mit dem Niedergang des Fordismus hat die Zahl der Produktionsorte und die der im verarbeitenden Gewerbe Beschäftigten abgenommen, wie ein Blick auf einstige Industriehochburgen zeigt. Zwischen den späten 1960ern und den Jahren nach 2000 ist sie etwa in Sheffield von 55 Prozent auf 13 Prozent gefallen, in New York City von 29 auf vier Prozent, in Wien von 33 auf sieben Prozent, in Berlin von 36 auf sechs Prozent.<sup>1</sup> Auch wenn diese und andere einstige Industriestädte ihre je eigene Geschichte haben, wird hier das von Karl Marx in *Kapital I* beschriebene Muster erkennbar: »Obwohl die Maschinerie notwendig Arbeiter verdrängt in den Arbeitszweigen, wo sie eingeführt wird, so kann sie dennoch eine Zunahme von Beschäftigung in anderen Arbeitszweigen hervorrufen.« (MEW 23, 466f) Sie verlagerte sich in Niedriglohnländer (>Offshoring<), mit der Automatisierung leerten sich Fabrikhallen und schließlich die Fabrikstandorte selbst. Wo der Löwenanteil der Jobs hinwanderte, beschrieben Soziologen wie Alain Touraine und Daniel Bell Ende der 1960er, Anfang der 1970er Jahre. »Die nachindustrielle Gesellschaft schließlich beruht auf Dienstleistungen, ist also ein Spiel zwischen Personen. In ihr zählt weniger die Muskelkraft oder Energie als Information.« (1973, 134) Etwa vier Fünftel der Erwerbstätigen sind in den frühindustrialisierten Ländern heute im Dienstleistungssektor tätig, der rechnergestützte Zuarbeiten für die verlagerte Produktion ebenso umfasst wie Finanz- und einfache Dienstleistungen.

Auch wenn Bell, unter dem Eindruck der damals noch jungen 68er-Revolute, dabei neue gesellschaftliche Verwicklungen kommen sah, schwingt bei ihm ein verhalten positiver Unterton mit, da die Dienstleistungsgesellschaft in seiner Perspektive eine Stufe auf der Fortschrittsleiter ist. Selbstverständlich verbietet sich ein nostalgischer Blick auf die Fabrikarbeit des Fordismus. Die Herausbildung

---

1 Eigene Recherchen in statistischen Jahrbüchern u.a.

des Hightech-Kapitalismus hat indes bei genauerer Betrachtung nicht jene Früchte getragen, die Kapitalisten ausmalten und die Arbeiterbewegung erträumte. Je größer das Ausmaß der Deindustrialisierung in Städten ausfiel, desto stärker nahmen einfache Dienstleistungsjobs zu, die ebenfalls von Monotonie geprägt waren (Läpple 2013). In den kreativeren, anspruchsvollen Dienstleistungen wiederum ist, was als »Spiel zwischen Menschen« verharmlost wird, scharfer Wettbewerb um Aufträge und Arbeitsplätze, der die Individuen in den Sog der Selbstvermarktung zieht. Insgesamt nahm die Lohnarbeit nicht ab, die Zahl der Beschäftigten erhöhte sich vielmehr deutlich – allein in Deutschland von 35,4 Millionen Beschäftigten im Jahre 1970 (alte BRD und DDR) auf derzeit 42,9 Millionen Ende 2014 (Gesamt-BRD)<sup>2</sup>. Zwei weitere Entwicklungen verdienen Aufmerksamkeit.

Die eine ist der breite Verlust technischer Fertigkeiten. Er lässt sich mit Günter Ropohls Systematisierung technischen Wissens beschreiben. Während das »technische Können«, zu dem vor allem das klassische handwerkliche Wissen um die unmittelbare Bearbeitung von Rohstoffen und Materialien zählt, in der postfordistischen Gesellschaft eine Nischenqualifikation geworden und das »technologische Gesetzeswissen« jenen meist akademischen Spezialisten vorbehalten ist, die Bell als neue Klasse im Dienste von Großunternehmen sah, verfügt die Masse der Konsumenten über »funktionales Regelwissen« (Ropohl 1979, 211ff). Dieses befähigt sie, technische Produkte per Knopfdruck oder Wischen auf dem Touchscreen zu bedienen. Deren Innenleben bleibt jedoch eine Blackbox, die sich nicht selbständig warten, reparieren oder modifizieren lässt – und auch nicht lassen soll, denn das in den Produkten steckende Konstruktionswissen ist als »geistiges Eigentum« selbst zum »Asset«, zum immer wichtigeren Bestandteil des Unternehmensvermögens geworden. Zeitgleich mit diesem Siegeszug der Blackboxes, wie er sich in der Verbraucherelektronik exemplarisch manifestiert, weitet sich die globale Arbeitsteilung der Produktion aus. Ihre Kernbestandteile werden ausgelagert in die Offshore-Zonen des Globalen Südens, wo die Kombination aus niedrigen Löhnen und effizienten Produktionsmaschinen der kapitalistischen Massenproduktion noch einmal eine unerhörte Expansion ermöglicht hat.

Das technische Wissen ist jedoch eine entscheidende Voraussetzung für die Aneignung der Produktionsmittel durch das Proletariat. Für Marx bedeutet diese perspektivisch nicht nur, dass die Produzenten das Kapital enteignen, um selber übers Was und Wie der Produktion im Interesse aller zu entscheiden, sie bedeutet auch diesem Umbruch vorauslaufende und ihn vorantreibende Aneignung des in den Produktionsmitteln kumulierten gesellschaftlichen Wissens. Dass das Kapital, wie Marx vorführt, auf der Jagd nach Profit immer raffiniertere Maschinerie einführt, denkt Marx 1857–1858 in den *Grundrissen* zu einer Prognose weiter, die ein Jahrhundert später Realität wird: »Die Arbeit erscheint nicht mehr so sehr als in den Produktionsprozess eingeschlossen, als sich der Mensch vielmehr als Wächter und Regulator zum Produktionsprozess selbst verhält. (Was von der Maschinerie gilt

---

2 Quelle: Statistisches Bundesamt; Heske (2005).

ebenso von der Kombination der menschlichen Tätigkeit und der Entwicklung des menschlichen Verkehrs.) « (MEW 42, 601)

Diese Voraussetzung für die Überwindung des Kapitalismus scheint aber angesichts des Umstands ins Leere zu laufen, dass die Produktionsmittel, die angeeignet werden müssten, in den frühindustrialisierten Ländern für die Masse der Arbeitenden gar nicht mehr in Sichtweite sind. Ein klassenbewusstes Proletariat als Akteur dieser Aneignung hat sich pulverisiert und ist einem individualistischen Dienstleistungsprekariat gewichen. Während die Weber noch Webmaschinen zerschlagen konnten, vertrauend darauf, dass sie die Produktion zu ihren eigenen Bedingungen hätten weiterführen können, sind heute, bildlich gesprochen, weder Weber noch Webmaschinen da.

Ironischerweise ist es nun das dominante Produktionsmittel der neuen Produktionsweise, der Computer, der hier eine neue Perspektive öffnet. Denn der Hightech-Kapitalismus hat, das ist die zweite wichtige Entwicklung, seine eigenen Weber hervorgebracht: die Programmierer. Zwar sind sie in der zuerst von Kalifornien ausgehenden Digitalisierung mit den Venture-Kapitalisten die Hauptprotagonisten. Doch ist in der kalifornischen Wurzel immer auch der technische *Do-It-Yourself*-Gedanke lebendig geblieben, der einen frühen sichtbaren Ausdruck im *Homebrew Computer Club* im Silicon Valley fand und zur Figur des Hackers führte. Zudem hat der Industriekapitalismus in seiner unablässigen Jagd nach effizienzsteigernden Technologien seine Fertigungsmethoden computerisiert. Dies äußerte sich nicht nur in der numerischen Steuerung von Maschinen, sondern brachte auch eine Technologie hervor, die aus am Computer erzeugten Datensätzen dreidimensionaler Modelle reale dreidimensionale Objekte erzeugen kann: das Rapid Prototyping, in dem sich die Objekte schichtweise aus Kunststoffen oder Metallpulvern heraus materialisieren.

Die libertäre Hackerkultur brachte zunächst die Freie oder Open Source Software hervor, in der der Programmcode frei zugänglich und veränderbar veröffentlicht wird. Von dort infizierte die Idee auch die Konstruktion von Maschinen und erweiterte sich zum Konzept der Open Hardware, in der analog die Baupläne und Steuerprogramme von Maschinen frei zugänglich und von jedermann umsetzbar veröffentlicht werden. Einer der ersten, der beides, Open Hardware und Rapid Prototyping, zusammen dachte, war Adrian Bowyer. Der Ingenieur an der University of Bath startete 2004 das RepRap-Projekt. RepRap steht für »Replicating Rapid Prototyper« und knüpft bewusst an den Gedanken von der Aneignung der Produktionsmittel an. Bowyer bezog sich dabei explizit, wenn auch mit anderer Intention, auf Marx und Engels: »Eine RepRap-Maschine wird ein revolutionäres Eigentum an den Produktionsmitteln durch das Proletariat ermöglichen – ohne den chaotischen und gefährlichen Revolutionskram.« (Bowyer 2004)

Bowyer hat dabei keinen revolutionären Akt der Aneignung im Sinne, sondern ein Unterlaufen der herkömmlichen Warenproduktion. Indem die RepRap-Maschine sich anfangs nur in Teilen, im späteren Idealfall hoffentlich in Gänze repliziert, lässt sie sich verschenken, um weitere Kopien ihrer selbst herzustellen, die sich wieder

verschenken lassen. Die Maschine selbst bricht aus der Logik aus, ein Produkt mit einem Tauschwert zu sein. Dasselbe kann auch für die Kunststoffobjekte gelten, die sich unter dem Extruder dieses »3D-Druckers« Schicht für Schicht materialisieren, wenn die Datensätze des Computermodells in eine Bewegung des Extruders über eine Bauplattform übersetzt werden. Mit dem 3D-Drucker werden Bauserien der Stückzahl eins machbar, die sich für kapitalintensive Industriemaschinen nicht rechnen. Der Produzent wird im Extremfall sein eigener Konsument, oder »Prosument« im Jargon der Trendforscher, der nicht mehr für den Markt, sondern für sich selbst produziert – so die Idee.

In den 2000er Jahren findet sie erste Resonanz in der Hacker- und *Do-it-yourself*-Kultur, und das zweite Gerätemodell des RepRap-Projekts, der *Mendel*, wird zum Ausgangspunkt zahlreicher Variationen. Bowyer selbst nennt sein Konzept »Darwischen Marxismus« (Bowyer 2004). Das RepRap-Projekt ist aber auch anschlussfähig an einen noch jungen Mythos der Hightech-Mediengesellschaft: den »Replicator« in der TV-Serie *Star Trek: The Next Generation* (ab 1987). An Bord des Raumschiffs Enterprise befindet sich eine Maschine, die jeden beliebigen Gegenstand aus Atomen zusammensetzt und damit an eine andere kalifornische Allmachtsphantasie anknüpft, die molekulare Nanotechnologie Eric Drexlers, die der Ingenieur erstmals 1986 in seinem Buch *Engines of Creation* skizzierte. Bei Drexler handelt es sich um eine in letzter Konsequenz weitergedachte Miniaturisierung von Maschinen, wie sie in den immer kleiner werden Computerchips ihren sichtbarsten Ausdruck findet. Von einer Aneignung der Produktionsmittel ist bei Drexler nicht die Rede, eher lässt sich seine Idee als die Vision eines neuen Kondratjew-Zyklus des Kapitalismus interpretieren.

An diesem Punkt entspinnen sich zwei Entwicklungsstränge: der 3D-Drucker als embryonale Vorstufe einer Maschinenwelt, die die Grundlage einer Geschenk-ökonomie werden könnte – und der 3D-Drucker als neues Konsumprodukt und Technologie einer weiteren Effizienzsteigerung für die produzierende Industrie. Wenn Robert Kurz den 3D-Drucker als *Harry-Potter-Maschine* diskreditierte (Kurz 2005), war das im Hinblick auf den seit 2012 einsetzenden Hype um die Geräteklasse gerechtfertigt. Dass sie ein emanzipatorisches Potenzial hat, wenn man sie *pars pro toto* für eine Open-Hardware-Maschinenkultur versteht, übersah er dabei.

Dieses Potenzial steckt weniger in der 3D-Drucktechnik selbst, die Kunststoff als Werkstoff auch für die *Do-it-yourself*-Kultur verfügbar macht – das ist nicht schlecht, aber auch nicht spektakulär –, als in dem Gedanken, ein Ensemble aus computergesteuerten Maschinen an neuen Orten der Fabrikation für die Allgemeinheit verfügbar zu machen. Zu diesem Ensemble gehören zum Beispiel auch Laserschneider, Fräsen und Elektronik-Programmierung. Der 3D-Drucker ist nur ein Teil des Ensembles, das die Blackboxes zu knacken verspricht und dem zum Konsumenten degradierten Menschen von heute erst einmal die Möglichkeit gibt, an eine selbstbestimmte Produktion überhaupt wieder zu denken. Dieses frei verfügbare Maschinenensemble propagiert seit Ende der 1990er Jahre Neil Gershenfeld, Physiker am Massachusetts Institute of Technology, im Konzept des »Fab Lab« (Fabrication Laboratory).

Gershenfelds Motivation reicht noch weiter zurück als in die beginnende Industrialisierung, nämlich in die Abwertung der *artes illiberales* (Handwerk, Bildende Kunst, Architektur) seit der Renaissance gegenüber den *artes liberales* (unter anderem Grammatik, Rhetorik, Mathematik, Musik), die den bürgerlichen Bildungskanon der Neuzeit prägten. Von dieser Abwertung führt für Gershenfeld (2005) ein direkter Weg über die Arbeitsteilung von Maschine und ungelerner Arbeit zur Technokratie des späten 20. Jahrhunderts, die eine technische Entmündigung des Menschen bedeutet. Im computergesteuerten, offenen Maschinenensemble des Fab Lab sollen Hand- und Kopfarbeit wieder ohne Hierarchie zusammenfinden. Und auch Gershenfeld betont, dass die Produktionsweise, die dabei entsteht, »kein Geschäftsmodell« hat (Boeing 2003) – es geht nicht mehr um Produkte für einen Markt, sondern um Gegenstände für Bedürfnisse, die man zur Abgrenzung »Fabrikate« nennen könnte.

Sowohl der Anspruch von Bowyer als auch der von Gershenfeld bleiben im derzeitigen Diskurs über 3D-Drucker weitgehend ausgeblendet. Stattdessen werden drei Aspekte betont, die für den innovationsstüchtigen Hightech-Kapitalismus von Bedeutung sind. Der 3D-Drucker wird erstens als »must have« präsentiert, als eine kommende Generation von Verbrauchergeräten für den Heimgebrauch, in denen Konsumenten dann 3D-Modelle materialisieren können, die sie vorzugsweise auf einer Online-Plattform kaufen, weil sie einmal mehr nur über funktionales Regelwissen verfügen. Politik und Wirtschaft in den USA preisen, zweitens, den 3D-Druck bereits als Technologie an, mit der sie nach der selbstverschuldeten Deindustrialisierung wieder eine industrielle Führungsrolle zurückgewinnen wollen. Die Regierung Obama hat 2012 hierfür ein mit einem Millionenbudget ausgestattetes »National Additive Manufacturing Innovation Institute« in Youngstown im Bundesstaat Ohio aus der Taufe gehoben. In diesem Diskurs werden die Möglichkeiten, welche Objekte sich mittels 3D-Druck herstellen lassen, systematisch vernebelt und übertrieben, wenn bereits von »ausgedruckten« Häusern oder Fahrzeugen schwadroniert wird. Und drittens ist mit dem »Maker« ein Begriff für die Anwender von 3D-Druck und anderen computergesteuerten Maschinen geprägt worden, der an die Start-up- und Innovationskultur des Internet-Kapitalismus andockt. Der Begriff ist eine Wortschöpfung des O'Reilly-Verlags in Kalifornien, der schon mit »Web 2.0« die aufkommenden sozialen Netzwerke ins Big Business kanalisiert hatte.

Angesichts dessen ist die Gefahr, die Marx in *Kapital I* beschrieb, auch dieses Mal real: »alle Mittel zur Entwicklung der Produktion schlagen um in Beherrschungs- und *Ausbeutungsmittel* des Produzenten, verstümmeln den Arbeiter in einen Teilmenschen, entwürdigen ihn zum Anhängsel der Maschine, vernichten mit der Qual seiner Arbeit ihren Inhalt, entfremden ihm die geistigen Potenzen des Arbeitsprozesses im selben Maße, worin letzterem die Wissenschaft als selbständige Potenz einverleibt wird.« (MEW 23, 674f.) Dass sich hier die Eingliederung einer neuen Technologie mit emanzipatorischem Potenzial in den kapitalistischen Mainstream anbahnt, sollte jedoch nicht Anlass sein, die Technologie zu verwerfen.

Die Bewegung der Fab Labs – zurzeit ca. 360 weltweit –, Hackerspaces und Offenen Werkstätten ist in ihrer Nutzung des beschriebenen Maschinenensembles eine unerlässliche Einübung der Aneignung neuer Produktionsmittel – nicht mehr und nicht weniger. Die neuen Fabrikationsorte könnten sich zur Infrastruktur einer städtischen Community Fabrication entwickeln, in der die Herstellung von Dingen und die Vermittlung technischen Wissens als gesellschaftliches Projekt jenseits des Marktes begriffen werden. Dieses Projekt könnte zudem langfristig die Widerstandsfähigkeit der nachindustriellen Gesellschaften gegenüber externen Schocks der Weltwirtschaft – sei es durch Naturkatastrophen, sei es durch geopolitische Verwerfungen, sei es durch eine globale Depression – erhöhen.

Ein Patentrezept – oder, wie es im angelsächsischen Technikjournalismus gerne heißt: eine »Silver Bullet« – zur Überwindung des Kapitalismus, wie gelegentlich zu lesen (vgl. Eversmann 2014), sind indes weder der 3D-Druck selbst noch die offene Community Fabrication. Beide sind bis auf weiteres auf Rohstoffe aus einer globalisierten Produktion angewiesen sowie auf Kapital zur Anschaffung selbst kostengünstiger Open-Hardware-Geräte und zur Nutzung geeigneter Immobilien. Die Frage nach der notwendigen Vergesellschaftung von Eigentum erfordert eine umfassendere Antwort.

### Literatur

- Bell, Daniel, *Die nachindustrielle Gesellschaft*, Frankfurt/M-New York 1975
- Boeing, Niels, *Fabriken im trauten Heim*, *GEO*, April 2003, 199-203 (www)
- Bowyer, Adrian, *Wealth without money. The background to the Bath Replicating Rapid Prototyper Project*, 2004 (www)
- Drexler, Eric, *Engines of Creation. The Coming Era of Nanotechnology*, New York 1986
- Eversmann, Ludger, *Projekt Post-Kapitalismus. Blueprint für die nächste Gesellschaft*, Hannover 2014
- Gershenfeld, Neil, *FAB: The Coming Revolution on Your Desktop – from Personal Computers to Personal Fabrication*, New York 2005
- Heske, Gerhard, *Bruttoinlandsprodukt, Verbrauch und Erwerbstätigkeit in Ostdeutschland 1970–2000: Neue Ergebnisse einer volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung*, Zentrum für historische Sozialforschung, Köln 2005
- Kurz, Robert, *Die universelle Harry-Potter-Maschine. Das Konzept der »immateriellen Arbeit« und der technologisch reduzierte Neo-Utopismus*, 2005 (www)
- Läpple, Dieter, »Produktion zurück in die Stadt?«, in: Martin Kronauer u. Walter Siebel (Hg.), *Polarisierte Städte. Soziale Ungleichheit als Herausforderung für die Stadtpolitik*, Frankfurt/M-New York 2013, 129-50
- Ropohl, Günter, *Eine Systemtheorie der Technik. Zur Grundlegung der Allgemeinen Technologie*, München-Wien 1979