

27. Bremer Universitäts-Gespräche: Die Zukunft der Produktion

Sehr geehrte Damen und Herren,

ich begrüße Sie sehr herzlich hier im Scotland-Saal des Atlantic Grand Hotels Bremen. Wieder einmal kommen wir zu den Bremer Universitäts-Gesprächen zusammen. Das diesjährige Thema lautet: „Die Zukunft der Produktion“. Nun, Produktion hat ja nach landläufiger Meinung mit Industrie zu tun, und da trifft es sich gut, dass ich aus der Finanzindustrie komme und deshalb zu diesem Thema etwas beitragen kann. Ich möchte Ihnen heute einige Gedanken vortragen zu den gesellschaftlichen Fragen, welche sich aus dem unglaublichen Produktivitätsfortschritt der Industrie ergeben.

Produktion ist in unserem Land ein positiv besetztes Wort. Ich bin oft neidisch, wenn ich die Produktion meiner Firmenkunden besichtige und sehe, wie – früher hätte man gesagt – unter ihren Händen etwas Reales entsteht, deshalb auch der seit der Finanzmarktkrise geläufige Begriff „Realwirtschaft“. Wir in der Kreditwirtschaft sind – trotz des Traums vom papierlosen Büro – zu einer großen Papierfabrik mit angeschlossenem Geldgeschäft geworden. Was bei uns entsteht, ist ein Datenstrom, den man aber nicht sehen kann, und mit dem man noch nicht einmal seine Kinder beeindrucken kann. Ja, bedenken Sie, wie schwierig es für einen Banker ist seinen Kindern zu erklären, weshalb man so lange im Büro ist.

Produktion ist in Deutschland auch deshalb ein so positiv besetztes Wort, weil es eine große Vergangenheit hat. Die Produktverbesserungen in allen Bereichen sind Legion. Von den Autos von heute, die nur noch sehr eingeschränkt mit dem VW Käfer meiner Großeltern vergleichbar sind. Über die intelligenten Haushaltsgeräte von heute, die meilenweit von der Waschmaschine entfernt sind, mit der meine Mutter noch die Windeln meiner Brüder gewaschen hat. Übrigens, Windeln wäscht heute bei uns kein Mensch mehr. Bis zu den Smartphones von heute, mit denen man so gut wie alles machen kann, von der Musik über das Fotoalbum bis zum großen Familienalbum, Social Network nennt man das. Ja, und man kann mit diesen Geräten auch telefonieren, wie mit dem Festnetz-Telefon mit Wählscheibe in meiner Jugend. Die Produktverbesserungen sind uns also geradezu zu einer Selbstverständlichkeit geworden, dass wir gelegentlich vergessen, dass sie regelmäßig das Ergebnis von mühevoller Kleinarbeit sorgfältiger Entwicklungsingenieure sind.

Zu den Produktverbesserungen kommt noch hinzu, dass die (besseren) Produkte von heute zu einem Bruchteil der früheren Preise zu erwerben sind. Legt man die Nettoverdienste der Arbeitnehmer je geleisteter Stunde zugrunde, dann musste ein Arbeitnehmer 1960 noch 39 Minuten für ein halbes Pfund Butter arbeiten und 2011 noch vier Minuten. Für einen Herrenanzug reduzierte sich die notwendige Arbeitszeit von 68 Stunden (1960) auf rund 15 Stunden (2011), und für eine Waschmaschine waren statt 224,5 Stunden (1960) nur noch knapp 28 Stunden (2011) notwendig.

Die Kombination von verbesserten Produkten und realen Preissenkungen war nur möglich durch einen rasanten Anstieg der Produktivität, also dem Verhältnis der zwischen dem mengen- beziehungsweise wertmäßigen Produktionsergebnis und den Einsatzmengen oder den Kosten der Produktionsfaktoren. Um meinen Vortrag nicht zu lang werden zu lassen, soll ein Beispiel genügen: „In den Vereinigten Staaten stieg die Stahlproduktion zwischen 1982 und 2002 von 75 Millionen auf 120 Millionen Tonnen, während die Zahl der Stahlarbeiter von 289.000 auf 74.000 sank.“¹ Politiker – und auch die schlecht informierte Öffentlichkeit – schieben die Schuld für den Verlust an Arbeitsplätzen in der Produktion deren Auslagerung in Billiglohnländer wie China zu. Tatsache ist jedoch, dass etwas weit Folgenreichereres passiert ist: Zwischen 1995 und 2002 gingen weltweit auf dem Produktionssektor 22 Millionen Arbeitsplätze verloren, während die weltweite Produktion um mehr als 30 Prozent stieg.² Doch hierzu später mehr.

Es wird also deutlich, dass die Situation von Deutschland, welches aufgrund der starken Industrie einigermaßen gut durch die Wirtschaftskrise der vergangenen Jahre gekommen ist, eine Ausnahme in der Welt ist, die nicht so einfach auf alle anderen Länder übertragen werden kann. Die jetzige Position der deutschen Industrie als Werkzeugmacher und Produzent der Welt ist ein hart erarbeiteter Glücksfall, der für die Zukunft genauso hart verteidigt werden muss, wollen wir als Gesellschaft die Früchte dieses Erfolges genießen.

Damit sind wir bei der Zukunft der Produktion, die voraussichtlich eine Zukunft des weiteren Produktivitätszuwachses sein wird. Stichworte hierzu sind unter anderen das Internet der Dinge und die 3D-Drucker.

Die Vision vom **Internet der Dinge**³ beruht auf der Extrapolation des anhaltenden und uns fast zur Selbstverständlichkeit gewordenen Fortschritts von Mikroelektronik, Kommunikationstechnik und Informationstechnologie. Indem aufgrund ihrer abnehmenden Größe und ihres ständig zurückgehenden Preises und Energiebedarfs immer mehr Prozessoren, Kommunikationsmodule und andere Elektronikkomponenten in Gegenstände des täglichen Gebrauchs integriert werden, dringt Informationsverarbeitung, gekoppelt mit Kommunikationsfähigkeit, fast überall ein, sogar in Dinge, die zumindest auf den ersten Blick keine elektrischen Geräte darstellen. Damit rückt die Vorstellung einer umfassenden Informatisierung und Vernetzung der Welt und ihrer vielen Gegenstände in greifbare Nähe. Diese schleichende aber nachdrückliche Entwicklung eröffnet große Chancen für Wirtschaft und Privatleben, birgt jedoch auch Risiken und stellt zweifellos eine gewaltige technische und gesellschaftliche Herausforderung dar.

Eine zentrale Rolle kommt in dieser Vision den „smarten“ (bzw. „intelligenten“) Objekten zu: Ausgestattet mit Informations- und Kommunikationstechnik und angebunden an den Cyberspace mit seinen mächtigen Diensten erhalten alltägliche Gegenstände eine neue Qualität: Diese können über Sensoren ihren Kontext wahrnehmen, sich miteinander vernetzen, auf Internet-Services zugreifen und mit dem Menschen interagieren. Eine derartige, idealer Weise nicht sichtbare „digitale Aufrüstung“ klassischer Gegenstände ergänzt deren physische Funktion um die flexiblen Fähigkeiten digitaler Objekte und schafft damit einen substanziellen Mehrwert. Vorboten dieser Entwicklung kündigen sich bereits an: Immer mehr Geräte wie Nähmaschinen, Heimtrainer, elektrische Zahnbürsten,

Waschmaschinen, Stromzähler oder Fotokopierer werden „informatisiert“ und mit einer Netz-schnittstelle ausgestattet. Drahtlos mit dem Laptop oder direkt mit dem Internet verbunden, erhalten sie so eine erweiterte Funktionalität.

Mit dem Internet der Dinge verbinden sich folgende Erwartungen: Aus *wirtschaftlicher Sicht* eine Effizienzsteigerung von Unternehmensprozessen und eine Kostenreduktion in der Warenlogistik sowie im Servicebereich (durch Automatisierung und Verlagerung zum Kunden); ferner eine verbesserte Kundenbindung und -ansprache sowie neue Geschäftsmodelle mit smarten Dingen und damit verbundenen Dienstleistungen. Interessant aus *gesellschaftlicher und politischer Sicht* ist die allgemeine Steigerung der Lebensqualität durch eine umfassendere Informationsmöglichkeit von Konsumenten und Bürgern, durch eine bessere Betreuung Hilfsbedürftiger mittels smarter Assistenzsysteme sowie durch eine Erhöhung der Sicherheit, etwa im Straßenverkehr. In *individueller Hinsicht* zählen vor allem Dienstleistungen rund um smarte Objekte und das Internet der Dinge, die das Leben angenehmer, unterhaltsamer, unabhängiger und sicherer machen – letzteres zum Beispiel durch die Lokalisierung abhanden gekommener Dinge. Alle diese Möglichkeiten haben allerdings auch eine Kehrseite.

Schon längst ist das Internet von einem rein informatischen zu einem soziotechnischen System mutiert, welches eine soziale, gestalterische und politische Dimension aufweist. Die hohe Bedeutung der über die Technik hinausgehenden Gesichtspunkte gilt erst recht für die Weiterentwicklung zu einem Internet der Dinge, das diesen Aspekten eine ganz neue Qualität hinzufügt. Neben den angesprochenen positiven Erwartungen stellen sich hinsichtlich möglicher Konsequenzen daher auch einige kritische Fragen.

Viele Punkte der öffentlichen Diskussion, die Akzeptanz oder Ablehnung betreffen, lassen sich dabei den klassischen Dualismen „Sicherheit – Freiheit“ und „Komfort – Daten-Privatheit“ zuordnen. Insofern unterscheiden sich die Debatten dazu nicht grundsätzlich von den bekannten Auseinandersetzungen um Kundenkarten, Videoüberwachung oder E-Pass. Wie früher schon artikuliert sich das Unbehagen primär in Bezug auf die persönlichen Daten, die automatisch anfallen und ohne Zustimmung und eigenes Wissen von Fremden zu unbekanntem und potenziell schädlichen, die individuelle Freiheit einschränkenden Zwecken genutzt werden könnten.

Ein **3D-Drucker**⁴ ist eine Maschine (in einer Analogie „Drucker“ genannt), die dreidimensionale Werkstücke aufbaut. Der Aufbau erfolgt computergesteuert aus einem oder mehreren flüssigen oder festen Werkstoffen nach vorgegebenen Maßen und Formen. Beim Aufbau finden physikalische oder chemische Härtungs- oder Schmelzprozesse statt. Typische Werkstoffe für das 3D-Drucken sind Kunststoffe, Kunstharze, Keramiken und Metalle. Unter 3D-Drucken versteht man in erster Linie den Fertigungsprozess des Urformens. 3D-Drucker dienen zunächst vor allem der Herstellung von Prototypen und Modellen, dann der Herstellung von Werkstücken, von denen nur geringe Stückzahlen benötigt werden.

Einige grundlegende Vorteile gegenüber konkurrierenden Herstellungsverfahren führten und führen zu einer zunehmenden Verbreitung der Technik auch in der Massenproduktion von Teilen. Gegen-

über dem Spritzgussverfahren hat das 3D-Drucken den Vorteil, dass das aufwendige Herstellen von Formen und das Formenwechseln entfällt. Gegenüber allen Material wegnehmenden Verfahren wie Schneiden, Drehen, Bohren hat das 3D-Drucken den Vorteil, dass der Materialverlust entfällt. Meist ist der Vorgang auch energetisch günstiger, weil das Material nur einmal in der benötigten Größe und Masse aufgebaut wird.

Eine weitere Stärke des 3D-Drucks ist die Möglichkeit sehr komplexe Formen aufzubauen, die mit existierenden Maschinen schwer oder gar nicht herstellbar sind. So verwendet die Bauhütte der Sagrada Familia 3D-Drucker, um Modelle für die sehr anspruchsvollen architektonischen Formen von Antonio Gaudi anzufertigen. Die Raumfahrtfirma SpaceX von Elon Musk etwa fertigt die kleinen SuperDraco-Raketentriebwerke mit 3D-Druckern.

Das Drucken von Kunststoffen in unterschiedlichen Härtegraden und Farben ist inzwischen auch simultan möglich. Dies macht Prozesse, die bisher mehrere Fertigungsschritte benötigten, in einem Arbeitsgang durchführbar. So kann beispielsweise ein Objekt stellenweise mit gummiähnlichen Flächen stoßresistent gemacht werden.

3D-Drucker für Heimanwender sind bereits ab rund 200 US-\$ erhältlich. Die passende Software wird mitgeliefert oder kann heruntergeladen werden. Objekte wie kleine Spielzeuge, Schmuck oder Stiftebecher sind damit möglich. Strukturell komplexere, sehr belastbare Objekte und einwandfreie Kurven sind jedoch nur mit professionellen Druckern herstellbar. Unterschiede in Leistungen und Funktionen sind beispielsweise in der Verarbeitung erkennbar.

In der Wissenschaft hat parallel zur technischen Weiterentwicklung und der zunehmenden Verbreitung von 3D-Druckverfahren eine Diskussion über die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Folgen dieser Entwicklung begonnen. Einige Forscher erwarten einschneidende Veränderungen im wirtschaftlichen Gefüge. Diese seien beispielsweise durch die Verlagerung von Produktionsprozessen zu den Konsumenten zu erwarten. Außerdem würden Innovationsprozesse deutlich beschleunigt. Einige Wissenschaftler sehen die Technik sogar als Grundlage für eine dritte industrielle Revolution. Kritiker dieser Annahme halten dem entgegen, dass die Prozess- und Materialkosten bei der individuellen Fertigung wesentlich höher seien als bei der Massenfertigung. Aus diesem Grund sei die Ausrufung einer weiteren industriellen Revolution übertrieben. Es ist gleichwohl nicht unplausibel, dem 3D-Drucken eine langfristig interessante Perspektive zuzutrauen, die den alt hergebrachten Produktionsprozess in Frage stellt. Allerdings wird der Durchbruch hier von Fachleuten erst in fünf bis zehn Jahren erwartet.

Ich komme nun noch einmal zurück auf den **Produktivitätszuwachs**. Produktivitätszuwachs ist ein zentraler Begriff der Wachstumstheorie und beschreibt eine Steigerung des Outputs pro Inputeinheit, also eine positive Veränderung des Verhältnisses von Produktionsergebnis zu den dafür eingesetzten Produktionsfaktoren (zum Beispiel Arbeit, Kapital und Umwelt) im Zeitverlauf. Produktivitätszuwächse können unter anderem durch effizientere Arbeitsabläufe, verbesserte Organisationsstrukturen, verbesserte Rahmenbedingungen des Staates sowie durch technischen Fortschritt im Allgemeinen entstehen. Der technische Fortschritt ist unter anderem abhängig von den Ergebnissen

von Forschung und Entwicklung sowie vom Zufall bestimmt. Der Wettbewerb der Märkte treibt die Unternehmen zu Innovationen und zu dem daraus entstehenden Prozess der Kreativen Zerstörung, beschrieben durch Joseph Schumpeter.

Hier beginnen nun auch die **gesellschaftlichen Probleme**, die der Produktivitätszuwachs mit sich bringt. Ich möchte hier nur auf die Arbeitsplatzverluste durch Rationalisierung eingehen.

Der technische Fortschritt verringert kurzfristig die Zahl der Beschäftigten, die notwendig sind, um eine bestimmte Menge zu produzieren. Er bedeutet, dass immer mehr Güter mit derselben Zahl von Beschäftigten produziert werden kann; die Effizienz steigt. Hier werden die zwei Seiten des Produktivitätsfortschritts deutlich: einerseits verbessert es die Effizienz der Unternehmen, andererseits wird er als **Bedrohung der Arbeitnehmer** gesehen. Die gängigen Stichworte⁵ sind zum Beispiel, dass die Arbeitnehmer Gefahr laufen, den Wettlauf gegen die Maschine zu verlieren. Dass „smarte Maschinen“ zu einer Wirtschaft des „langfristigen Elends“ führen werden, da sich Arbeitnehmer, deren Arbeit durch Automation abgewertet wird, die Humankapital-Investitionen nicht leisten können, die ihre Kinder von einer verbesserten Technologie profitieren lassen könnten. Dass das „Ende der Arbeit“⁶ bevorstehen könnte.

Tatsächlich gibt es eine lange Geschichte davon, dass Menschen ihre Arbeit und ihre Verdienstmöglichkeiten durch neue Technologien verloren haben: Die grüne Revolution machte die Landarbeiter arbeitslos. Die industrielle Revolution ersetzte die handwerkliche Arbeit durch einfache Fabrikarbeit. Die Massenproduktion der Autos reduzierte drastisch die Nachfrage nach Schmieden und anderen Reitberufen. Allerdings wurden diese kurzfristigen Arbeitsplatzverluste stets mehr als ausgeglichen durch Arbeitsplatzgewinne entweder in den innovativen Branchen oder in vielen Fällen anderswo. Die Maschinenstürmer, die sich diesen Entwicklungen entgegen gestellt haben, waren also erstens nicht erfolgreich und zweitens waren ihre Sorgen höchstens auf kurze Sicht berechtigt. Es ist eben nicht so, dass eine Erhöhung der Arbeitsproduktivität automatisch die Beschäftigung reduziert, weil nur eine bestimmte Menge Arbeit zur Verfügung steht. Diese Ansicht ist zwar intellektuell ansprechend, findet aber keine Bestätigung in der Geschichte.

Im Jahre 1900 waren beispielsweise noch 41 Prozent der amerikanischen Arbeitnehmer in der Landwirtschaft beschäftigt, ein Wert, der hundert Jahre später auf nur noch zwei Prozent zurück gegangen ist. Es ist unwahrscheinlich, dass sich Bauern um die Wende zum 20. Jahrhundert hätten vorstellen können, dass heute das Gesundheitswesen, die Finanzindustrie, die Informationstechnologie, die Konsumgüterelektronikindustrie, der Tourismus, die Freizeitindustrie und das Entertainment viel mehr Menschen beschäftigen als die Landwirtschaft.

Aber hat die jetzige Entwicklung vielleicht doch eine neue Qualität? Schließlich hat das vergangene Jahrzehnt gezeigt, dass die Informationstechnologie sich in Sphären der menschlichen Aktivität vorgearbeitet hat, die noch vor einigen Jahren undenkbar waren, bis zum selbstständigen Autofahren.

Dagegen spricht, dass es den meisten automatischen Systemen an Flexibilität mangelt, sie sind spröde. Beispielsweise werden in modernen Autofabriken Industrieroboter eingesetzt um Wind-

schuttscheiben in die Autos einzusetzen. Wenn aber eine solche Windschutzscheibe später kaputt geht, dann werden Techniker beschäftigt um die Scheibe zu ersetzen. Warum keine Roboter? Weil alle mit dem Ersetzen der Scheibe verbundenen Arbeiten eine Flexibilität und Anpassung voraussetzen, die heutige Roboter einfach nicht mitbringen. Während Maschinen nicht autonom in unvorhersehbarem Umfeld agieren können, so ist dies für Menschen oft leicht möglich. Wir Menschen wissen also mehr, als wir sagen – und programmieren – können.

Selbst das oft mythologisierte Google Car ist vielleicht ein solcher Fall. Manche Wissenschaftler haben gesagt, dass das Google Car nicht auf Straßen, sondern auf Landkarten fährt. Es kann, anders als ein menschlicher Fahrer, nicht auf unbekanntem Straßen fahren. Es vergleicht mit seinen Sensoren die Umwelt mit den vorher genauestens vermessenen Karten. Wenn die Software des Autos feststellt, dass die Umwelt da draußen nicht mit den vorprogrammierten Daten übereinstimmt, dann stoppt es und bittet den menschlichen Fahrer um weitere Anweisungen. Deshalb ist das Google Car in der Realität eher mit einem auf unsichtbaren Schienen fahrenden Zug vergleichbar, auch wenn es nach außen so anpassungsfähig und flexibel aussieht, wie ein menschlicher Fahrer.

Was muss vor diesem Hintergrund der **Kern einer langfristigen Strategie** zur Entwicklung von Fähigkeiten sein, die eher komplementär zur Technologie stehen, als dass sie durch diese substituiert werden? Nun, dies ist die Investition in Humankapital⁷! Ich bin sicher, dass ich für diesen Schluss hier Zustimmung bekomme.

¹ Jeremy Rifkin: "Die Null-Grenzkosten-Gesellschaft. Das Internet der Dinge, kollaboratives Gemeingut und der Rückzug des Kapitalismus", 1. Auflage (Frankfurt am Main [u.a.]: Campus Verlag, 2014), Seite 183.

² Vergleiche Ibid.

³ Zum Folgenden vergleiche Friedemann Mattern und Christian Flörkemeier: "Vom Internet der Computer zum Internet der Dinge", Informatik-Spektrum 33, Nr. 2 (2010):Seite 107-121

⁴ Siehe hierzu Rifkin.,Seite 133-162.

⁵ Siehe hierzu David H. Autor, "Polanyi's Paradox and the Shape of Employment Growth," (2014) (accessed 3. 9. 2014), Seite 23.

⁶ Siehe hierzu beispielhaft Rifkin., Seite 179-197.

⁷ Siehe auch David H. Autor: "Skills, education, and the rise of earnings inequality among the "other 99 percent"", Science 344, Nr. 6186 (2014):Seite 843-851, Seite 850.

Bibliografie

Autor, David H. "Polanyi's Paradox and the Shape of Employment Growth." (2014). MIT, NBER and JPAL, [accessed 3. 9. 2014].

Autor, David H.: "Skills, education, and the rise of earnings inequality among the "other 99 percent"", Science 344, Nr. 6186 (2014): Seite 843-851

Mattern, Friedemann und Christian Flörkemeier: "Vom Internet der Computer zum Internet der Dinge", Informatik-Spektrum 33, Nr. 2 (2010): Seite 107-121

Rifkin, Jeremy: "Die Null-Grenzkosten-Gesellschaft. Das Internet der Dinge, kollaboratives Gemeingut und der Rückzug des Kapitalismus". 1. Auflage. Frankfurt am Main [u.a.]: Campus Verlag, 2014