

Digitale Revolution oder Digitale Evolution?

Eine wirtschaftshistorische Einordnung

Jörg Lichter

PD Dr. Jörg Lichter, Head of Research beim Handelsblatt Research Institute in Düsseldorf

Die digitale Revolution ist das beherrschende Thema der wirtschaftspolitischen Diskussion. Man erwartet große Produktivitätsschübe, erhofft sich einen spürbaren Wohlstandszuwachs – und befürchtet den Verlust von Arbeitsplätzen aufgrund der rasanten Geschwindigkeit des arbeitssparenden technischen Fortschritts. In der vorliegenden Analyse wird der Frage nachgegangen, ob das Entwicklungstempo nicht systematisch überschätzt wird. In diesem Falle wären die Befürchtungen hinsichtlich der Flexibilität des Arbeitsmarktes überzeichnet und teilweise unbegründet, und eine technologische Revolution noch lange keine ökonomische Revolution. Am Beispiel der Diskussion um eine „Neue Ökonomie“ und Technologien wie Roboter oder 3-D-Drucker wird gezeigt, dass kein Kernelement der proklamierten digitalen Revolution wirklich neu ist. Wir stehen nicht am Beginn eines tiefgreifenden digitalen Wandels, wir befinden uns bereits mitten im Transformationsprozess, der langsamer verläuft als vielfach angenommen.

1. Das Problem

Die digitale Revolution ist zurzeit das beherrschende Thema der wirtschaftspolitischen Diskussion. Nicht erst seit dem Erscheinen des Weltbestsellers der beiden US-amerikanischen Ökonomen *Erik Brynjolfsson* und *Andrew McAfee* über das „Zweite Maschinenzeitalter“ erwartet man von der Übersetzung menschlicher Tätigkeiten in eine maschinenlesbare Sprache große Produktivitätsschübe. Man erhofft sich einen spürbaren Wohlstandszuwachs – und befürchtet den Verlust von Arbeitsplätzen (*Brynjolfsson/McAfee*, 2014).

Carl Benedikt Frey und *Michael Osborne* von der Universität Oxford versuchten fast zeitgleich, das Ausmaß der Arbeitsplatzverluste infolge der digitalen Transformation abzuschätzen (*Frey/Osborne*, 2013). Ihre düstere Prognose auf Grundlage eingehender Analyse von 702 Berufen in den USA: Der technologische Fortschritt hat nicht zu unterschätzende soziale Kosten, denn er wird in nie gekanntem Maße menschliche Arbeitskraft ersetzen und die Arbeitslosigkeit dramatisch erhöhen. 47% aller Arbeitsplätze in den USA könnten demnach mit

einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 70% bis Mitte der 2030er Jahre, dh innerhalb von nur 20 Jahren, verloren gehen.

Eine Studie des Ökonomen *Jeremy Bowles* von der London School of Economics, die sich methodisch eng an die Arbeit von *Frey* und *Osborne* anlehnt, kommt für Deutschland und Österreich zu noch gravierenderen Ergebnissen: Hier sollen in diesem Zeitraum sogar 51 bzw 54% der Arbeitsplätze überflüssig werden können (*Bowles*, 2014). Der Grund: Die Digitalisierung und Automatisierung wird so schnell verlaufen, dass dauerhaft mehr alte Arbeitsplätze verloren gehen, als neue entstehen.

Der technische Fortschritt im Bereich der mobilen Roboter, der lernenden Maschinen und der künstlichen Intelligenz mache künftig auch Berufe mit mittlerem Qualifikationsniveau auf Facharbeiter- und Angestelltenebene überflüssig (*Frey/Osborne*, 2013). Bisher glaubte man, diese Beschäftigungen seien immun gegenüber einer weiteren Automatisierung.

Zukunftsfähig seien Berufe, die soziale Kompetenz oder Kreativität erfordern oder eine (hochwertige) persönliche Dienstleistung darstellen. Das geringste Risiko haben demnach Erwerbstätige in den Sektoren Bildung und Gesundheit, das höchste Arbeitslosigkeitsrisiko weisen die Bereiche (einfache) Dienstleistungen, Handel und (repetitive) Bürotätigkeiten auf.

Das große Verdienst der genannten Studien besteht vor allem darin, darauf aufmerksam zu machen, dass arbeitssparender technischer Fortschritt immer auch eine „Soziale Frage“ stellt, nämlich die nach der technologieinduzierten Arbeitslosigkeit bei einzelnen Berufen, Tätigkeitsfeldern und Qualifikationen.

Dennoch: Weder *Brynjolfsson* und *McAfee* noch *Frey* und *Osborne* liefern empirische bzw historische Evidenz für ihre Arbeitsmarktthese. Im Gegenteil: Beide Autorenteam berichten, dass der technische Fortschritt in den letzten 200 Jahren im Saldo positive Beschäftigungseffekte hatte (*Brynjolfsson/McAfee*, 2014, 179 f; *Frey/Osborne*, 2013, 13). Ihre Argumentation kann am besten mit dem Satz des bekannten Makroökonom *Kenneth Rogoff* „this time is different“ zusammengefasst werden.

In der vorliegenden Analyse wird - anders als in den genannten Studien - vor einem wirtschaftshistorischen Hintergrund der Frage nachgegangen, ob die Geschwindigkeit des technischen Fortschritts in den vorgenannten Studien nicht systematisch *überschätzt* wird. In diesem Falle wären die Befürchtungen hinsichtlich der Flexibilität des Arbeitsmarktes überzeichnet und teilweise unbegründet, und eine technologische Revolution noch lange keine ökonomische Revolution.

Der technologische Wandel in Form des Innovationsprozesses lässt sich zeitlich in drei Phasen gliedern: Am Beginn steht die Erfindung, die **Invention** eines neuen Produktes oder Produktionsprozesses. Die erste Anwendung oder wirtschaftliche Nutzung der Erfindung in einem Unternehmen stellt die eigentliche **Innovation** dar. Diese beiden Phasen sind häufig von einem großen öffentlichen oder medialen Interesse sowie überzogenen Erwartungen begleitet, insbesondere im Hinblick auf den Markterfolg. Denn entscheidend für die gesamtwirtschaftliche Bedeutung ist die dritte Phase, die **Diffusion**, dh die Verbreitung und Anwendung der Innovation innerhalb der Unternehmen und Branchen einer Volkswirtschaft. Einer schnellen Durchdringung können rechtliche, gesell-

schaftliche, ethische und ökonomische Hürden entgegenstehen, die bei der Invention und Innovation noch nicht abzusehen sind.

Am Beispiel der Diskussion um eine „Neue Ökonomie“ und Technologien wie Roboter oder 3-D-Drucker wird im Folgenden gezeigt, dass kein Kernelement der proklamierten digitalen Revolution wirklich neu ist. Wir stehen nicht am Beginn eines tiefgreifenden digitalen Wandels, wir befinden uns bereits mitten im Transformationsprozess, der langsamer verläuft als zB von *Frey* und *Osborne* angenommen.

2. „Neue Ökonomie“ und „Solow-Paradoxon“

Eine präzise ökonomische Definition der „Neuen Ökonomie“ - oder digitalen Revolution - stammt vom deutschen „Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung“, dem wichtigsten wirtschaftspolitischen Begutachtungsgremium Deutschlands. „Mit der Neuen Ökonomie verbinden sich die Hoffnungen und Erwartungen, dass der Wachstumspfad des Produktionspotentials als Folge permanent gestiegener Zuwachsraten der Produktivität dauerhaft höher liegen wird. Hierfür sorgen zum einen die technische Fortschritt im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien, zum anderen die neuen Technologien als Querschnittstechnologien in nahezu allen Bereichen der Wirtschafts- und Arbeitswelt. Zusätzliche Wachstumspotenziale entstehen, indem über eine Verringerung der Transaktionskosten und der Markteintrittsbarrieren der globale Wettbewerb gefördert sowie der Aufbau von Netzwerken ermöglicht wird“ (SVR, 2000, 127).

Bemerkenswert ist: Die Definition stammt aus dem Jahr 2000, bringt aber bereits die **Hoffnungen** und **Erwartungen** zum Ausdruck, die heute mit dem „Zweiten Maschinenzeitalter“ der digitalen Revolution verbunden werden.

Der Sachverständigenrat beschrieb vor mehr als 15 Jahren ebenso deutlich die zu erwartenden Auswirkungen des digitalen Wandels auf den Arbeitsmarkt: Relativ unqualifizierte Arbeit werde substituiert, einfache mechanische und standardisierte Produktionsvorgänge würden automatisiert, ebenso routinemäßige Entscheidungen. Zudem würden die neuen Technologien vielfach die aufwändige Dateneingabe ersetzen. Unter anderem Berufe im Rechnungswesen oder der Lagerkontrolle könnten davon negativ betroffen sein. Gleichzeitig werde durch den Einsatz von Informationstechnologien (IT) die Arbeit in den Unternehmen zunehmend komplexer. In der Folge steige die Nachfrage nach hochqualifizierten Beschäftigten, die nicht durch IT ersetzt werden könnten (SVR, 2000, 131 f).

Die fünf Ökonomen verzichteten allerdings darauf, eine Revolution auszurufen. Zudem waren sie hinsichtlich der Arbeitsmarktentwicklung wesentlich optimistischer als *Frey* und *Osborne* heute: Würden die genannten Produktivitätspotenziale ausgeschöpft, „kann es zu einem nachhaltigen Anstieg der Beschäftigung kommen“, lautete das Fazit (SVR, 2000, 127).

Vorreiter der „Neuen Ökonomie“ und Grundlage der Analyse des Sachverständigenrates waren die USA, das Pionierland der IT. In der Mitte der 1970er Jahre kam es dort zur Innovation des Mikroprozessors und Personal Computers

(PC). Diese stehen für den Beginn der – nach Dampfmaschine und Elektrifizierung – dritten industriellen Revolution, die durch den Einsatz von IT zur (weiteren) Automation der Produktion geprägt war. Die Großrechner aus den 1960er Jahren wurden kleiner – der PC passte nun auf einen Tisch –, rechneten aber ebenso schnell wie ihre großen Vorgänger, die noch ganze Räume ausfüllten. Von diesen Fortschritten im Bereich der Mikroelektronik profitierte auch die Leistungsfähigkeit der CNC-Maschinen – Computer Numerical Control – und Industrieroboter. Wachsende Anteile der gewerblichen Produktion wurden automatisiert (*Kaiser, 1997, 419*).

Die wachsenden IT-Investitionen der Unternehmen seit der zweiten Hälfte der 1970er Jahre schlugen sich allerdings nicht in einem beschleunigten Wachstum der Arbeitsproduktivität nieder. Dies stellte die Ökonomen vor ein Rätsel, das vom Wachstumsökonom und späteren Nobelpreisträger *Robert Solow* 1987 in dem Satz: „You can see the computer age everywhere but in the productivity statistics“ pointiert zusammengefasst wurde (*Solow, 1987*). Tatsächlich war im IT-Pionierland USA von den erhofften Produktivitätsschüben infolge steigender Investitionen in die Automation der Industrieproduktion lange Zeit wenig zu erkennen – im Gegenteil, die Dynamik der Arbeitsproduktivität ging sogar zurück. Wie konnte es dazu kommen?

Die Ausreifungszeit der Innovationen war länger und der Diffusionsprozess verlief langsamer als von den Verfechtern einer „Revolution“ angenommen wird. Im Fall der „dritten industriellen Revolution“ waren es mindestens 20 Jahre, bis die neuen technischen Möglichkeiten einen Produktivitätszuwachs zur Folge hatten. Der US-amerikanische Ökonom *Robert Gordon* hat erst für die Dekade zwischen 1994 und 2004 ein beschleunigtes Produktivitätswachstum infolge der dritten industriellen Revolution herausgearbeitet (*Gordon, 2016, 575*). Im Ergebnis lässt sich *Solows* Kritik also mit einem Jahrzehnt Abstand relativieren.

Eine Erklärung für diese Verzögerung: Für Unternehmen war es schwieriger als erwartet, die optimale Kombination von IT und Humankapital zu finden. Solche Investitionen sind zeitaufwändig und mit Anpassungskosten – zum Beispiel Produktionsverlusten und Ausbildungskosten – verbunden. So schlug sich der sichtbare Einsatz von IT in den Unternehmen lange Zeit nicht in höheren Zuwachsraten nieder, (*SVR, 2000, 131*). Zudem folgt die Nachfrage nach der neuen Technologie den Investitionszyklen der Unternehmen. Die fortschrittliche Technik wird demnach – abgesehen von Erweiterungsinvestitionen – erst dann implementiert, wenn die alten Maschinen abgeschrieben sind und Ersatzinvestitionen anstehen. Vor dem Hintergrund der seit geraumer Zeit geringen Investitionstätigkeit der deutschen Unternehmen, die angesichts von Überkapazitäten und einer schwachen Nachfrage auf Erweiterungsinvestitionen verzichteten (*Fichtner/Fratzschner, 2014, 631 f*), dürfte auch dieser Einflussfaktor die Innovationsgeschwindigkeit hemmen.

Eine Studie von Wissenschaftlern des US-amerikanischen National Bureau of Economic Research (NBER) dämpfte jüngst die Hoffnungen, dass die steigende Produktivität der späten 1990er Jahre mit einer verstärkten **IT-Nutzung** verbunden gewesen sei. Die Forscher kamen zu dem Ergebnis, dass nahezu der gesamte Effekt in den IT-intensiven Industrien der USA in den Jahren 1980 bis 2009 auf

die **IT-Hersteller**, nicht jedoch auf die **IT-Nutzer** zurückzuführen war. „Excluding computer-producing industries, however, results in a murkier picture“, so das Fazit der Ökonomen *Daron Acemoglu* und *David Autor* (*Acemoglu/Autor*, 2014, 2).

Bemerkenswert ist zudem, dass der Durchbruch von Computer und Automation in den USA nicht mit einem Abbau von Arbeitsplätzen einherging, sondern zu einem Beschäftigungsaufbau führte. Die Zahl der Erwerbstätigen stieg im Jahrzehnt nach 1994 von 123 Millionen auf 139 Millionen, und die Arbeitslosenquote sank von 6,1 auf 5,5% (*BLS*, 2015).

Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse dürfte die Diffusion des technischen Fortschritts auch in der Zukunft länger dauern - und die Produktivitätseffekte möglicherweise geringer sein - als dies von *Brynjolfsson* und *McAfee* sowie *Frey* und *Osborne* angenommen wird. Dafür spricht auch das Ergebnis einer Umfrage des Wirtschaftsforschungsinstituts ZEW aus dem Herbst 2015: Lediglich 18% der befragten deutschen Unternehmen war im Jahr der Begriff „Industrie 4.0“ bekannt (*ZEW*, 2015). Dieser Befund wird durch die beispielhafte Analyse von zwei wichtigen Treibern der Industrie 4.0 gestützt: den Robotern und den 3-D-Druckern.

Die Fokussierung auf diesen Bereich bietet sich an, weil in der deutschen und österreichischen Diskussion die digitale Revolution vor allem unter der Chiffre der Industrie 4.0 geführt wird. Industrie 4.0 ist durch intelligente Vernetzung von Produkten, Maschinen und Werkstoffen in der Industrie definiert und damit stark auf die Produktionssphäre konzentriert. Diese Schwerpunktsetzung in Deutschland und Österreich ist sicherlich der im internationalen Vergleich immer noch sehr wichtigen Stellung des verarbeitenden Gewerbes für die gesamtwirtschaftliche Wertschöpfung in beiden Ländern geschuldet. Darüber hinaus ist die Industrie nach wie vor der wichtigste Produktivitätstreiber. Und schließlich steht die Renaissance der lange Zeit als „Old Economy“ diskreditierten Industrie zurzeit auf der politischen Agenda in vielen reifen Volkswirtschaften, nachdem sie sich in der globalen Wirtschafts- und Finanzkrise als wichtiger Stabilisator erwiesen hat.

3. Die „neuen“ Technologien

3.1 Roboter

In Deutschland symbolisierte die Halle 54 von Volkswagen (VW), die auf einer Fläche so groß wie acht Fußballfelder steht, den Aufbruch in eine neue, automatisierte Arbeitswelt - im Jahre 1983. In der Halle 54 wurden die Bauteile des Modells Golf II mithilfe von 70 Robotern montiert und verschweißt (*Der Spiegel*, 25. 4. 1983). Das galt vor 30 Jahren als revolutionär, war die Endmontage doch der Bereich der Automobilproduktion, der am schwersten zu automatisieren war. Im Branchendurchschnitt lag der Automatisierungsgrad hier bei nur 5%, in der modernisierten Halle 54 in Wolfsburg wurden 25% angestrebt. Die Beschäftigtenzahl sank durch den Einsatz des arbeitssparenden technischen Fortschritts von 5.000 auf 4.000 (*Heßler*, 2014, 66 ff).

Das Nachrichtenmagazin „Der Spiegel“ berichtete bereits kurze Zeit nach der Inbetriebnahme der Halle 54 unter dem Titel „Zukunft in menschenleeren Hallen“ über eine VW-interne Studie, wonach aufgrund des arbeitssparenden technischen Fortschritts bei einer 40-Stunden-Woche und bei gegebenem Produktionsvolumen im Jahr 2000 bei VW nur noch ca 85 000 Mitarbeiter beschäftigt wären – 30 000 oder 25% weniger als 1984. „Dass die Kollegen mit der eisernen Hand, die Roboter, immer mehr Menschen von ihren Arbeitsplätzen verdrängen, ist eine schlichte Erkenntnis, die oft genug durch Erfahrung belegt ist“, lautete der pessimistische Kommentar des Spiegel-Redakteurs (*Der Spiegel*, 28. 5. 1984).

Die Realität sah anders aus: 1986 wurde die Endmontage in vielen Punkten wieder „humanisiert“, da sich zeigte, dass die Vision einer fast menschenleeren Produktion damals noch nicht funktionierte. Unter anderem machten der Instandhaltungsaufwand und die Ausfallzeiten der Roboter die Einsparungen durch weniger Personal zunichte.

Die Zeitspanne von der Invention der ersten Industrieroboter in den 1950er Jahren bis zu seiner Diffusion in der Automobilindustrie war länger als angenommen – der Durchbruch für die Industrieroboter begann mit mehr als einem Jahrzehnt Verzögerung. Seit Mitte der 1990er Jahre nimmt der weltweite Bestand an Industrierobotern kontinuierlich zu (*Jacob*, 2004, 5). Im Jahr 2014 waren in Deutschland fast 153.000 Industrieroboter im Einsatz, davon 60% in der Automobilindustrie. Bei der Roboterichte im verarbeitenden Gewerbe und im Fahrzeugbau, gemessen an der Anzahl der Roboter je 10.000 Beschäftigte, liegt Deutschland mit einem Wert von 292 hinter Südkorea (478) und Japan (314) auf Platz drei (*EFI*, 2016, 52 f). Bis 2018 soll der weltweite Absatz von Industrierobotern um jährlich 15% wachsen und von 229.000 im Jahre 2014 auf 400.000 ansteigen (*IFR*, 2015a). Im vergangenen Jahr wurde diese Wachstumsrate allerdings verfehlt. Die Verkaufszahlen stiegen 2015 um lediglich 8% auf knapp 240.000 Stück (*IFR*, 2016).

In der Summe dürfte auch der Einsatz von vernetzten Robotern in der Zukunft mehr Arbeitsplätze in der Industrie sichern als ein Verzicht darauf. Die Länder mit der höchsten Roboterichte haben auch die größten Beschäftigtenanteile der Industrie unter den entwickelten Volkswirtschaften. Es ist sicher kein Zufall, dass in den USA, wo es politisches Ziel ist, den Anteil der Industrie an der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung wieder zu erhöhen, in den vergangenen Jahren der größte Zuwachs beim Robotereinsatz in der Industrie zu verzeichnen war (*EFI*, 2016, 52). Denn mit der (Wieder-)Ansiedlung von gewerblicher Produktion ist in der Regel auch ein Beschäftigungsaufbau verbunden.

Ein großes Wachstumspotenzial erwarten die Protagonisten von (mobilen) Servicerobotern (*EFI*, 2016, 53). Ein Blick auf die Zahlen der International Federation of Robotics (*IFR*) dämpft allerdings überzogene Erwartungen (*IFR*, 2015b).

Die 4,7 Millionen weltweit verkauften Serviceroboter im Jahr 2014 sind fast ausschließlich Geräte für den persönlichen und häuslichen Bedarf. 3,3 Millionen sind Staubsauger, Rasenmäher oder Fensterreiniger, rund 1,3 Millionen gehören zum Bereich Spiele und Unterhaltung. Während lediglich 4.416 verkaufte Serviceroboter Hilfen für Menschen mit Behinderung bieten.

Die in der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung messbaren Produktivitäts- und Arbeitsmarkteffekte sind daher gering. Die innovativen Haushaltsro-

boter führen zu Zeitgewinnen, erhöhen die Bequemlichkeit und damit die individuelle Wohlfahrt der Nutzer. Sie sorgten nur dann für eine Zunahme der gesamtwirtschaftlichen Produktivität und Leistung, wenn die bisher für Staubsaugen, Rasenmähen oder Fensterreinigen aufgewendete Arbeitszeit produktiv genutzt würde. Bei den Spiel- und Unterhaltungsrobotern dürfte diese Option wegfallen.

Eine größere ökonomische Bedeutung haben die gewerblich genutzten Serviceroboter. Deren Absatzzahl stieg 2014 gegenüber dem Vorjahr immerhin um 11,5% auf 24.207. Der seit 1998 gezählte weltweite Bestand erhöhte sich damit auf 172.000. Allerdings kann die IFR nicht sagen, wie viele von diesen Robotern aktuell noch genutzt werden. Von den im Jahr 2014 verkauften Maschinen handelte es sich ua um 5.180 Melkroboter sowie 11.000 Militärroboter. Damit reduziert sich der weltweite Zuwachs im zivilen Sektor außerhalb der Landwirtschaft auf lediglich 6.000 Stück. Für die Periode 2015 bis 2018 erwartet die IFR für diesen Sektor allerdings eine Beschleunigung des Absatzes auf insgesamt 65.000 Roboter – also rund 16.000 im Jahresdurchschnitt –, davon immerhin schon 13.300 „automated guided vehicles“. Die Produktivitäts- und Arbeitsmarkteffekte der Serviceroboter dürften angesichts der geringen Zahl (noch) bescheiden sein.

3.2 3-D-Drucker

Brynjolfsson und *McAfee* beschreiben in ihrem Buch den 3-D-Druck als eine Innovation der jüngsten Vergangenheit (*Brynjolfsson/McAfee*, 2014, 37). Richtig ist vielmehr, dass es den 3-D-Druck bereits seit 25 Jahren gibt. Er ist seither – im Gegensatz zur Robotik – aber nur unwesentlich über das Inventions- und frühe Innovationsstadium hinaus gekommen.

Bereits vor 25 Jahren war im Wirtschaftsmagazin „Wirtschaftswoche“ ein Beitrag zu lesen, der das Prinzip und die damaligen Anwendungsmöglichkeiten beschreibt. Ein 3-D-Drucker ist eine Maschine, die dreidimensionale Werkstücke aufbaut. Der Aufbau erfolgt computergesteuert aus einem oder mehreren flüssigen oder festen Werkstoffen nach vorgegebenen Maßen und Formen. Genutzt wurde der 3-D-Druck, auch Stereolithografie genannt, vor allem im Bau von Modellen einzelner Teile, zB in der Automobilindustrie. Die Hersteller von 3-D-Druckern erhofften sich damals jährliche Wachstumsraten von bis zu 20%. Der neueste Drucker könne „sogar Großmodelle, wie Motorblöcke, mit einem Gewicht von bis zu 70 Kilogramm modellieren und in Kleinserien bauen“ (*Groothuis*, 5. 6. 1992).

Auf der Computermesse CeBit in Hannover im Jahr 2016 wurde der weltweit größte serienmäßig verfügbare 3-D-Drucker vorgestellt. „Überall, wo es um Einzelfertigung oder den Bau von Prototypen geht“, beschrieb ein Manager des Herstellers das Einsatzspektrum. Ein Manko habe das Gerät, es sei sehr langsam. Um einen Hocker aus Kunststoff zu drucken, benötige es noch viele Stunden (*Uhlmann*, 4. 4. 2016).

Es handelt sich beim 3-D-Druck also um die Neuauflage einer seit geraumer Zeit bekannten Technik. Der Fortschritt oder das industrielle Einsatzspektrum

sind in den vergangenen 25 Jahren - abgewogen formuliert - überschaubar geblieben.

Das Kernproblem des 3-D-Druckers bleibt bisher ungelöst: Er lässt sich aufgrund seines geringen Arbeitstempos nicht wirtschaftlich für die Großserienproduktion einsetzen. Dies ist für Industrieländer ein großer Nachteil, denn weite Teile der Industrie sind durch die Massenproduktion charakterisiert, viele Teile werden tausendfach benötigt.

Es ist zwar nicht ausgeschlossen, dass es in der nahen Zukunft zu einem signifikanten Technologieschub kommen wird, der dieses ökonomische Problem schnell löst. Allerdings ist die Vorstellung menschenleerer Hallen, in denen nur noch 3-D-Drucker stehen, die Bauteile in großer Zahl, hoher Qualität und hoher Geschwindigkeit produzieren, bislang noch (ferne) Zukunftsmusik.

Damit wird der Traum einer Reindustrialisierung Europas durch den 3-D-Druck mutmaßlich nicht in Erfüllung gehen, dh der Vorstellung, dass ein Teil der in den vergangenen Jahrzehnten aus Kostengründen vor allem in die asiatischen Schwellenländern ausgelagerten industriellen Wertschöpfung zurückgeholt werden könne. Diese „Repatriierung“ scheint eher auf dem Weg eines verstärkten Einsatzes von neuen Industrierobotern möglich, deren Kosten unter den Arbeitskosten in den Schwellenländern liegen (*Theile*, 30. 3. 2016).

Und die internationale Logistikbranche muss sich wegen des 3-D-Druckers auf absehbare Zeit nicht davor fürchten, dass die Aufträge wegbrechen, weil in naher Zukunft statt Container nur noch Computerdateien mit Druckaufträgen um die Welt geschickt werden - entgegen der Erwartung von *Thomas Straubhaar*, dem Direktor des Forschungsinstituts HWWI (*Spiegel Online*, 9. 1. 2016). Aber vielleicht müssen sich die Beschäftigten in der Zukunft einmal sorgen, wenn nicht nur Lager automatisch organisiert werden, sondern auch die Transporte auf Schiene, Straße und Wasser automatisch fahren.

Im Ergebnis befindet sich der 3-D-Drucker für die industrielle Serienproduktion noch immer in der Inventionsphase.

4. Sozialstaat 4.0

Der Prozess der digitalen Transformation der Wirtschafts- und Arbeitswelt ist bereits seit mehreren Jahrzehnten im Gang. Es hat daher den Anschein, als sei die mediale Aufregung um die „vierte industrielle Revolution“ vor allem Ausdruck der Suche nach einem Weg aus der „säkularen Stagnation“, dh des niedrigen Arbeitsproduktivitäts- und Wirtschaftswachstums in den entwickelten Volkswirtschaften (*Rürup*, 2015).

Der Arbeitsmarkt befindet sich ebenfalls seit langem im Wandel, wie im Sachverständigenratsgutachten des Jahres 2000 beschrieben (*SVR*, 2000, 131 f). Dies hat bereits in den vergangenen Jahren zu einer wachsenden Polarisierung der Einkommen geführt. In Deutschland wächst der Anteil der Geringqualifizierten im Niedriglohnsektor ebenso wie der Anteil der gut verdienenden Hochqualifizierten - bei insgesamt steigender Beschäftigung.

Unabhängig davon, ob sich das Tempo des technischen Fortschritts in Zukunft beschleunigt und an die berufliche Anpassungsfähigkeit der Erwerbstätigen

gen künftig noch höhere Anforderungen gestellt werden, wird die digitale Evolution das Sozialsystem herausfordern. Denn für den einzelnen Arbeitnehmer, der dem technologiegetriebenen Verdrängungswettbewerb zum Opfer fällt, verursacht dies erhebliche Brüche im Lebenslauf und damit hohe sozialen Kosten.

Bei der derzeit absehbaren Geschwindigkeit des technischen Fortschritts hat die Politik noch ausreichend Zeit, einen „Sozialstaat 4.0“ zu entwickeln und umzusetzen und darin Lösungen für die renten- und arbeitsmarktpolitischen Probleme der gebrochenen Erwerbsbiografien, der Auflösung des Normalarbeitsverhältnisses, des Niedriglohnssektors sowie der Notwendigkeit des lebenslangen Lernens zu finden (Rürup, 2016).

5. Fazit

Die Wirtschaftsgeschichte zeigt, dass einem Arbeitsplatzabbau regelmäßig ein kompensierender oder gar überkompensierender Beschäftigungsaufbau in neuen, bislang nicht erkannten Geschäfts- und Berufsfeldern gegenüber steht. Sind zudem durch Anpassungen des Sozialstaates an die sich ändernden Anforderungen der digitalen Welt die Risiken für den Einzelnen abgedeckt, sind die Ängste vor einem Ende der Arbeit infolge der angekündigten digitalen Revolution übertrieben. Der technische Fortschritt hat seit der Erfindung der Dampfmaschine in der Summe mehr Arbeitsplätze geschaffen als zerstört. Ein Bevölkerungsanstieg bei gleichzeitigem Wohlstandszuwachs wäre ohne die Industriellen Revolutionen und damit verbundenen Anstieg der Arbeitsproduktivität nicht möglich gewesen.

Und schon die Tatsache, dass *Frey* und *Osborne* in der Einleitung ihrer Studie *John Maynard Keynes' Sorge vor einer technologieinduzierten Arbeitslosigkeit* aus dem Jahr 1930 zitieren, sollte optimistisch stimmen (*Frey/Osborne*, 2014, 2). Seither sind mehr als 80 Jahre vergangen.

Literaturverzeichnis

Acemoglu, D./Autor, D., Return of the Solow Paradox? IT, Productivity, and Employment in U.S. Manufacturing (2014), abrufbar unter economics.mit.edu/files/9757, zuletzt abgerufen am 16. 4. 2016

BLS (US Department of Labor, Bureau of Labor Statistics), Employment status of the civilian noninstitutional population, 1945 to date (2015), abrufbar unter www.bls.gov/cps/cpsaat01.htm, zuletzt abgerufen am 12. 4. 2016

Bowles, J., The computerisation of European jobs - who will win and who will lose from the impact of new technology onto old areas of employment (2014), abrufbar unter www.bruegel.org/nc/blog/detail/article/1394-the-computerisation-of-european-jobs/ und bruegel.org/2014/07/chart-of-the-week-54-of-eu-jobs-at-risk-of-computerisation/, zuletzt abgerufen am 12. 4. 2016

BLS (US Department of Labor, Bureau of Labor Statistics), Employment status of the civilian noninstitutional population, 1945 to date (2015); abrufbar unter www.bls.gov/cps/cpsaat01.htm, zuletzt abgerufen am 12. 4. 2016

Brynjolfsson, E./McAfee, A., *The Second Machine Age. Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, London (2014)

EFI (Expertenkommission Forschung und Innovation), Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands, Berlin (2016)

Fichtner, F./Fratzscher, M./Gornig, M., *Eine Investitionsagenda für Europa*, DIW Wochenbericht 27 (2014)

Gordon, R. J., *The Rise and Fall of American Growth. The US Standard of living since the Civil War*, Princeton (2016)

Groothuis, U., Stereolithographie: Formenbauer entdecken den Laser, *Wirtschaftswoche* (5. 6. 1992)

Heßler, M., Die Halle 54 bei Volkswagen und die Grenzen der Automatisierung, *Zeithistorische Forschung/Studies in Contemporary History* 11 (2014) 56 ff

IFR (International Federation of Robotics), *World-Robotics-Studie: Industrie-Roboter erobern die Welt* (2015a), abrufbar unter www.worldrobotics.org/uploads/tx_zeifr/09_30_2015_Press_Release_IFR_Industrieroboter_deutsch.pdf, zuletzt abgerufen am 16. 4. 2016

IFR (International Federation of Robotics), *World Robotics 2015 Service Robots* (2015b), abrufbar unter www.ifr.org/service-robots/statistics/, zuletzt abgerufen am 16. 4. 2016

IFR (International Federation of Robotics), IFR Press Release. Presidents Report (2016), abrufbar unter www.ifr.org/news/ifr-press-release/president-s-report-807/, zuletzt abgerufen am 27. 4. 2016

Jacob, D., *Roboter in der Automobilindustrie* (2004), abrufbar unter www.muenchner-wissenschaftstage.de/mwt2004/content/e160/e707/e728/index_ger.html, zuletzt abgerufen am 16. 4. 2016

Kaiser, W., Technisierung des Lebens seit 1945, in: *König* (1997)

König, W. (Hrsg), *Propyläen Technikgeschichte*, Band 5, Berlin (1997)

Rürup, B., Säkulare Stagnation. Das trojanische Pferd des Keynesianismus, *Der Chefökonom*, Newsletter des Handelsblatt Research Institute (29. Mai 2015)

Rürup, B., Deutschland: Sozialstaat 4.0, *Der Chefökonom*, Newsletter des Handelsblatt Research Institutes (29. 1. 2016)

Solow, R., We'd better watch out, *New York Times Book Review* (12. 7. 1987)

SVR (Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung), Chancen auf einen höheren Wachstumspfad. Jahreshauptgutachten 2000/01, Stuttgart (2000)

Der Spiegel, Gelbe Roboter (25. 4. 1983)

Der Spiegel, Zukunft in menschenleeren Hallen (28. 5. 1984)

Spiegel Online, Ökonom Straubhaar zur Globalisierung: „Der klassische Güterhandel ist ein Auslaufmodell“ (9. 1. 2016), abrufbar unter www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/thomas-straubhaar-klas-sischer-gueterhandel-ist-ein-auslaufmodell-a-1068787.html, zuletzt abgerufen am 19. 4. 2016

Theile, Ch., Yumi ist der bessere Arbeiter, *Süddeutsche Zeitung* (30. 3. 2016)

Uhlmann, St., Groß denken, groß drucken, *Süddeutsche Zeitung* (4. 4. 2016)

ZEW (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung), IKT-Report, Industrie 4.0: Digitale (R)Evolution der Wirtschaft (2015); abrufbar unter www.zew.de/de/forschung/zew-ikt-umfrage-verbretung-und-nutzung-von-informations-und-kommunikationstechnologien/?cHash=e0ea30b2f58b405f66e21e678ab289a4, zuletzt abgerufen am 19. 4. 2016

Abstract

JEL-No: O11, O12, N80

Digital Revolution or Digital Evolution? A historical approach

The digital revolution is in the focus of today's economic discussion. One expects noticeable increase in wealth due to productivity boosts – and fears the loss of jobs due to the rapid rate of labor-saving technological progress. In this analysis will be discussed whether the pace of development isn't systematically overestimated. In this case, the concerns about the flexibility of the labour market would be oversubscribed and in parts unfounded, and a technological revolution is still far from economic revolution. The debate about a "new economy" and technologies such as robots or 3-D printer show that no key element of the digital revolution proclaimed is really new. We are not at the beginning of a profound digital transformation, we are already right in the transformation process, which is slower than is often assumed.

