

Florian Butollo / Sabine Nuss (Hrsg.)

Marx und die Roboter

Vernetzte Produktion, Künstliche
Intelligenz und lebendige Arbeit

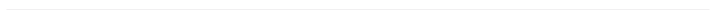
Dietz Berlin



**Auszüge
aus dem
Buch**

Dietz Berlin / Analysen





Florian Butollo / Sabine Nuss (Hrsg.)

Marx und die Roboter

Vernetzte Produktion, Künstliche
Intelligenz und lebendige Arbeit

Dietz Berlin

A large, solid grey circle is positioned on the left side of the page. Inside the circle, the text "Auszüge aus dem Buch" is written in white, bold, sans-serif font. The text is centered vertically and horizontally within the circle. Two horizontal white lines are placed above and below the text, framing it.

**Auszüge
aus dem
Buch**

Editorische Vorbemerkung

Der Gebrauch von männlichen und weiblichen Wortformen ist im Buch nicht einheitlich; einige Autorinnen und Autoren haben sich ihre eigenen Schreibweisen vorbehalten. In der Regel wird durch den abwechselnden Gebrauch beider Formen angezeigt, dass beide Geschlechter gemeint sind. Die Rechtschreibung in Zitaten aus älteren Texten wurde moderat der heutigen Rechtschreibung angepasst.

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek.
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Gefördert von der Rosa-Luxemburg-Stiftung

1. Auflage 2019
© Karl Dietz Verlag Berlin GmbH
Franz-Mehring-Platz 1, 10243 Berlin
Alle Rechte vorbehalten

Gestaltung: Andreas Homann
Lektorat: Christian Frings
Druck und Bindung: CPI, Leck
Printed in Germany
ISBN 978-3-320-02362-1

Inhalt

<i>Sabine Nuss und Florian Butollo</i> Einleitung der Herausgeber	8
<i>Judy Wajcman</i> Automatisierung: Ist es diesmal wirklich anders?	22
I Produktivkraft zwischen Revolution und Kontinuität	
<i>Elena Louisa Lange</i> »Heißhunger nach Mehrarbeit« Mit Marx die digitale Revolution verstehen	38
<i>Dorothea Schmidt</i> Industrielle Revolution und Mechanisierung bei Marx Ein Faktencheck	55
<i>Karsten Uhl</i> Eine lange Geschichte der »mensenleeren Fabrik« Automatisierungsvisionen und technologischer Wandel im 20. Jahrhundert	74
<i>Frigga Haug</i> Die Wege des Projekts Automation und Qualifikation	91
<i>Christian Meyer</i> Vorwärts und nicht vergessen Ein Blick in materialistische Technologiediskussionen	113

II **Roboter in der Fabrik – Vision und Wirklichkeit**

Kim Moody **132**
Schnelle Technologie, langsames Wachstum
Roboter und die Zukunft der Arbeit

Sabine Pfeiffer **156**
Produktivkraft konkret
Vom schweren Start der Leichtbauroboter

Franza Drechsel und Kristina Dietz **178**
Drohnen, Roboter, synthetische Nahrungsmittel
Digitalisierung in der Landwirtschaft

III **Digitale Arbeit und vernetzte Produktion**

Florian Butollo **198**
Vernetzungstechnologie und Produktionsnetzwerke
Digitalisierung und die Reorganisation
globaler Wertschöpfung

Nadine Müller **216**
**Computerisierung: Software und Demokratisierung
der Arbeit als Produktivkraft**

Phoebe Moore **237**
Agiles Arbeiten und Messung des Affektiven

IV Plattform-Kapitalismus auf dem Prüfstand

Christine Gerber 256

Alte Herrschaft in digitalen Gewändern?

Der Arbeitsprozess auf Crowdwork-Plattformen

Felix Gnisa 276

Das Maschinensystem des 21. Jahrhunderts?

Zur Subsumtion der Kommunikation durch digitale Plattformtechnologien

Sebastian Sevignani 293

Digitale Arbeit und Prosumption im Kapitalismus

Timo Daum 311

Künstliche Intelligenz als vorerst letzte

Maschine des digitalen Kapitals

Simon Schaupp und Georg Jochum 327

Die Steuerungswende

Zur Möglichkeit einer nachhaltigen und demokratischen Wirtschaftsplanung im digitalen Zeitalter

Anhang

Autorenverzeichnis 347

Einleitung der Herausgeber

Domin: »Was meinen Sie, welcher Arbeiter der praktisch beste ist?«

Helene: »Der Beste? Vielleicht jener, der – der – Wenn er ehrlich – und ergeben ist.«

Domin: »Nein, sondern der billigste. Der, welcher die geringsten Bedürfnisse hat. Der junge Werstand erfand einen Arbeiter mit der kleinsten Menge Bedürfnisse.

Er musste ihn vereinfachen. Er warf alles hinaus, was nicht unmittelbar der Arbeit dient. Damit warf er auch alles, was den Menschen verteuert, hinaus. Damit warf er eigentlich den Menschen hinaus und erschuf den Roboter.«

KAREL ČAPEK: W. U. R. WERSTANDS UNIVERSAL ROBOTS, PRAG/LEIPZIG 1922

Ist diesmal wirklich alles anders?

Als der tschechische Schriftsteller Karel Čapek Anfang des 20. Jahrhunderts das utopische Drama »Werstands Universal Robots« (im Original *Rossumovi Univerzální Roboti*) verfasste, konnte er nicht ahnen, welchen Siegeszug Roboter tatsächlich nehmen würden. Sein Stück erzählt von einem Unternehmen, das künstlich geschaffene Menschen verkauft. Massenweise werden diese Roboter als billige Arbeiter in der Industrie eingesetzt, bis sie die gesamte Weltwirtschaft verändern. Am Ende rebellieren die Kunstmenschen und vernichten die Menschheit. Das Stück gilt als Ursprung des Begriffs »Roboter«; in den Folgejahrzehnten wurde die Utopie eines »künstlichen Menschen« in Form einer Maschine schrittweise Realität.

Auch wenn der Mensch mitnichten aus der Fabrik hinausgeworfen wurde und moderne Industrieanlagen kaum jenen humanoiden Robotern ähneln, die Čapek vorschwebten, so hat die Automatisierung die Arbeitswelt entschieden geprägt – von den hochautomatisierten Prozessen in der Automobilproduktion, über den Ersatz von Tätigkeiten durch Software bis hin zu sogenannten Chatbots, textbasierten Dialogsystemen, die telefonische Servicehotlines ersetzen oder ergänzen. Die Wortschöpfung »Industrie 4.0« suggeriert nun einen weiteren technologischen Schub, da neue, leistungsfähigere Generationen von automatisierten Systemen mit Umgebungssensibilität (Sensorik) und Lernvermögen (Künstliche Intelligenz, KI) ausgestattet und über das sogenannte Internet der Dinge vernetzt werden können.

Dies ermöglicht zwar Fortschritte in der Robotik, zentral erscheinen daneben aber vor allem die mit riesigen Datenmengen (Big Data) angereicherten Informationsströme, mit denen Unternehmen und ganze Wertschöpfungsketten schneller auf Veränderungen in der Konsumentennachfrage angepasst werden sollen. Anwendungsfelder solcher Technologien beschränken sich längst nicht auf die Fertigung materieller Güter. Automatisierung durch Software betrifft auch »immaterielle« Arbeit wie die Tätigkeit in Call Centern, in der Sachbearbeitung bei Banken und Versicherungen oder sogar

in der Programmierung von Software. Cloud-basierte Plattformen, eine IT-Infrastruktur, die über Internet verfügbar gemacht wird, ermöglichen zudem neue Formen der Arbeitsteilung im »Informationsraum«.¹ Das Spektrum reicht hier von intensiverer Kollaboration hochqualifizierter Wissensarbeiterinnen in räumlich verteilten Innovationsprozessen bis hin zu den fragmentierten Tätigkeiten prekärer Clickworker.

»Immer wieder wird Science Fiction zur Realität«, schreiben Brynjolfsson und McAfee in ihrem vielbeachteten Buch »The Second Machine Age«.² Sprunghafte oder sichtbare Entwicklungen in der Technologie treten angeblich als etwas nie Dagewesenes in Erscheinung, als »Revolution«, von der lediglich gewiss zu sein scheint, dass nichts so sein wird, wie es früher war. Wissenschaftler, Fachjournalistinnen oder Protagonisten der digitalen Ökonomie warnen schon länger vor technologischer Massenarbeitslosigkeit, der Übernahme der Macht durch Künstliche Intelligenz oder gleich beidem. Hintergrund dieser Prognosen ist, dass sich in den ersten Jahrzehnten des digitalen Zeitalters die Rechenleistung zwar stetig verdoppelte und zu einer Veränderung der Produktions- und Konsumweise führte, dass nun aber aufgrund eines exponentiellen Wachstums dieser Technologie in den nächsten Jahren mit einem qualitativen Umschlag zu rechnen sei. Von einer »KI-Revolution« spricht Kevin Drum; in seinem vielbeachteten Beitrag »You Will Lose Your Job to a Robot—and Sooner Than You Think« schreibt er: »Intelligente Roboter sind nicht nur so gut wie wir, sondern auch billiger, schneller und zuverlässiger als Menschen. Und sie können 168 Stunden pro Woche arbeiten, nicht nur 40. Kein Kapitalist mit klarem Verstand würde weiterhin Menschen beschäftigen.«³

1 Andreas Boes/Tobias Kämpf/Barbara Langes/Thomas Lühr: »Lean« und »agil« im Büro. Neue Formen der Organisation von Kopfarbeit in der digitalen Transformation, Bielefeld 2018.

2 Erik Brynjolfsson/Andrew McAfee: The Second Machine Age. Wie die nächste digitale Revolution unser aller Leben verändern wird, Kulmbach 2014.

3 Kevin Drum: You Will Lose Your Job to a Robot — and Sooner Than You Think. Automation helped bring on the age of Trump. What will AI bring?, in: Motherjones, November/December 2017, unter: www.motherjones.com/politics/2017/10/you-will-lose-your-job-to-a-robot-and-sooner-than-you-think.

Eine solche Sichtweise macht Technik zum Fetisch; mit höheren Kräften ausgestattet bricht sie gleichsam von außen über die Gesellschaft herein und revolutioniert diese – ein technologischer Determinismus. So führen Brynjolfsson und McAfee die Polarisierung der Arbeitswelt in hoch- und niedrigqualifizierte Tätigkeiten seit den 1980er-Jahren auf die Technik selbst zurück – und nicht etwa auf die rasante Deregulierung der Reagan-Ära. Auch in kritischeren Analysen wird oft von technischer Entwicklung auf gesellschaftliche Effekte geschlossen, wenn zum Beispiel vor künftiger Vollautomatisierung gewarnt wird, der man nur mit einem bedingungslosen Grundeinkommen begegnen könne.⁴

Mitunter verweisen an Marx orientierte Kapitalismuskritische Analysen auf das berühmte Maschinenfragment, ein von Marx selbst so nicht genannter Textabschnitt aus den »Grundrissen«. Marx habe dort schon Mitte des 19. Jahrhunderts die Vollautomatisierung beschrieben und helllichtig vorhergesagt – als Möglichkeit zur Überwindung des Kapitalismus. In diesen Manuskripten aus den Jahren der ersten Weltwirtschaftskrise 1857/58 versuchte Marx, seine jahrelangen ökonomischen Studien angesichts einer vermeintlich bevorstehenden Revolution zügig zusammenzufassen. In seiner Auseinandersetzung mit der Entwicklung der großen Industrie und den Auswirkungen von Maschinerie stellt er fest, dass die »unmittelbare Arbeit« des Menschen immer mehr aufhöre, Quelle des Reichtums zu sein, sodass auch die Arbeitszeit aufhören müsse, das Maß des Reichtums zu sein, und damit auch der Tauschwert aufhöre, das Maß des Gebrauchswerts zu sein: »[D]amit bricht die auf dem Tauschwert ruhende Produktion zusammen [...]«⁵

4 Paul Mason: Postkapitalismus. Grundrisse einer kommenden Ökonomie, Berlin 2016; Nick Srnicek/Alex Williams: Die Zukunft erfinden. Postkapitalismus und eine Welt ohne Arbeit, Berlin 2016.

5 Karl Marx: Grundrisse der Kritik der politischen Ökonomie, in: Karl Marx/Friedrich Engels: Werke [MEW], Berlin 1956ff., Bd. 42, S. 601. Ob dies aber der marxischen Weisheit letzter Schluss war, ist hoch umstritten. In den späteren analytischen Schriften finden sich solche apodiktischen Folgerungen nicht mehr. Vgl. Michael Heinrich: The Fragment on Machines. A Marxian Misconception in the »Grundrisse« and its Overcoming in »Capital«, in: Riccardo Bellofiore/Guido Starosta/Peter D. Thomas (Hrsg.): In Marx's Laboratory: Critical Interpretations of the Grundrisse, Leiden 2013, S. 197–212.

Neben diesen sich auf Marx beziehenden utopistischen Fortschreibungen aktueller Entwicklung werden auch sozio-technische Dystopien formuliert, etwa jene von einer lückenlosen digitalen Kontrolle der Arbeit oder einer Atomisierung der gesamten Arbeiterklasse in ein Heer solselbstständiger Crowdworker. Solche Konfliktfelder prägen die Arbeitswelt der Zukunft und Gegenwart tatsächlich, wie Streikende bei Amazon und Beschäftigte bei Mechanical Turk, Foodora oder UBER berichten. Eine Verabsolutierung neuer Tendenzen der Automatisierung, der digitalen Kontrolle oder der Arbeit auf Plattformen reproduziert jedoch einen Technikfetisch, der einer differenzierten Deutung des zeitgenössischen Kapitalismus, aus der sich politische Strategien ableiten ließen, im Wege steht.

Digitalisierung und Entwicklung der Produktivkraft

Die Beiträge in diesem Band zeichnen ein nicht weniger kritisches, aber differenziertes Bild der aktuellen Veränderungen. Ausgangspunkt ist dabei der marxsche Begriff der Produktivkraft. Dieser hilft aus mehreren Gründen bei einer fundierteren Einschätzung der aktuellen sozio-technischen Entwicklungen.

Erstens sensibilisiert Marx' Verwendung des Begriffs dafür, dass die Entwicklung der Produktivkräfte nicht Selbstzweck, sondern bloßes Mittel für die Kapitalakkumulation ist. Das Niveau der Produktivkraft ist nicht allein durch den Stand der Technik als solcher bestimmt, sondern »durch mannigfache Umstände [...], unter anderen durch den Durchschnittsgrad des Geschickes der Arbeiter, die Entwicklungsstufe der Wissenschaft und ihrer technologischen Anwendbarkeit, die gesellschaftliche Kombination des Produktionsprozesses, den Umfang und die Wirkungsfähigkeit der Produktionsprozesses, und durch Naturverhältnisse«.⁶

In der Konkurrenz sind Unternehmen nun stets bestrebt, die Produktivkraft der Arbeit zu erhöhen, »wodurch die zur

6 Karl Marx: Das Kapital, Bd. 1, MEW, Bd. 23, S. 54.

Produktion einer Ware gesellschaftlich erheischte Arbeitszeit verkürzt wird, ein kleineres Quantum Arbeit also die Kraft erwirbt, ein größeres Quantum Gebrauchswert zu produzieren.«⁷ Die Entwicklung der Produktivkräfte ist kein exogener Faktor, sondern in das Kapitalverhältnis eingeschrieben, und die Entwicklung neuer Technologien und deren Einsatz ist in hohem Maße von diesem Verhältnis geprägt. Für die Deutung des aktuellen Technologieschubs ergibt sich daraus die Notwendigkeit, den Technikeinsatz im Rahmen der Strategien des Kapitals zu verstehen: Inwiefern dient er der Erhöhung des relativen Mehrwerts und dessen Realisierung, etwa indem durch Produktinnovation oder neue Formen der Interaktion mit den Kunden Marktvorteile gegenüber der Konkurrenz gewonnen werden sollen.

So verstanden verweist der Produktivkraftbegriff die Digitalisierung auf einen, materialistisch betrachtet, bescheidenen Platz. Sie bietet sozio-technische Lösungen, die in historisch spezifische Akkumulationsstrategien integriert werden. Sie passt sich ein in Tendenzen der Flexibilisierung, Finanzialisierung, Prekarisierung und der systemischen Rationalisierung ganzer Wertschöpfungsketten, die kennzeichnend für die Produktionsmodelle der jüngeren Vergangenheit sind. Neben ihrem Beitrag zur Rationalisierung der *Produktion* von Mehrwert dient die Digitalisierung auch Strategien zur Erhöhung der Umschlaggeschwindigkeit von Waren, der Diversifizierung des Angebots und der Verbesserung der Produktqualität – Maßnahmen, mit denen Konkurrenzvorteile bei der *Realisierung* des Mehrwerts erzielt werden sollen.

Zweitens zwingt der Begriff der Produktivkraft zu einer genaueren Bestimmung dessen, was tatsächlich neu und revolutionär ist, und was nicht. Marx schreibt im Kapital: »Die moderne Industrie betrachtet und behandelt die vorhandene Form eines Produktionsprozesses nie als definitiv. Ihre technische Basis ist daher revolutionär, während die aller früheren Produktionsweisen wesentlich konservativ war.«⁸ Aus dieser

7 Ebd., S. 333.

8 Ebd., S. 510–511.

historischen Perspektive erscheinen die aktuellen Umbrüche mehr oder weniger in der Kontinuität vorangegangener, im Grunde permanenter Umbrüche. Zwar thematisieren sowohl die an Schumpeter angelehnte Theorie langer Wellen als auch die Regulationstheorie, dass der Kapitalismus sich mit der Entwicklung neuer Basistechnologien sehr wohl zu »häuten« vermag. Doch stellt sich die Frage, welcher Grad an Veränderung es rechtfertigt, von einer qualitativ neuen Phase zu sprechen. In der jüngeren Diskussion haben sich eine Reihe von »Bindestrich-Kapitalismen« (Sabine Pfeiffer) etabliert, wie zum Beispiel der oft beschworene »digitale Kapitalismus« (Nachtwey/Staab), der »Überwachungskapitalismus« (Zuboff), der »Plattform-Kapitalismus« (Srnicsek) oder der »kybernetische Kapitalismus« (Schaupp).⁹ Diese Beiträge liefern bestechende Analysen bestimmter Aspekte der digitalen Ökonomie. Eine Gesamtschau dessen, wie sie sich in den Gesamtzusammenhang kapitalistischer Akkumulation einbetten und welche Schlussfolgerungen daraus zu ziehen sind, steht aber noch aus.

Ein dritter Aspekt ergibt sich aus einem erweiterten Verständnis von Produktivkraft, das auch die Bedeutung von Kooperation, Qualifikation, Stand der Wissenschaft oder Hierarchien für ihr Entwicklungsniveau berücksichtigt. Der Einsatz neuer Formen der Robotik und der entsprechenden Abstimmung von Arbeits- und Produktionsprozessen bringt aufwendigere, andere und neue Formen der Kooperation mit sich, sowie Veränderungen von Qualifikationsanforderungen, Aufgabenzuschnitten und Kontrollformen. Der methodische Fehler in den meisten Prognosen zur Vollautomatisierung liegt darin, dass diese notwendige Vermittlung nicht mitgedacht wird, was zu jenem Kurzschluss zwischen abstraktem techni-

9 Simon Schaupp: Vergessene Horizonte. Der kybernetische Kapitalismus und seine Alternativen, in: Paul Buckermann/Anne Koppenburger/Simon Schaupp (Hrsg.): *Kybernetik, Kapitalismus, Revolutionen. Emanzipatorische Perspektiven im technologischen Wandel*, Münster 2017; Nick Srnicsek: *Plattform-Kapitalismus*, Hamburg 2018; Oliver Nachtwey/Philipp Staab: *Das Produktionsmodell des digitalen Kapitalismus*, in: Sabine Maasen/Jan-Hendrik Passoth (Hrsg.): *Soziologie des Digitalen – Digitale Soziologie, Sonderband der Zeitschrift Soziale Welt*, 2019 (i.E.); Shoshana Zuboff: *Das Zeitalter des Überwachungskapitalismus*, Frankfurt a. M./New York 2018.

schen Potenzial und Arbeitsmarktentwicklung führt. Vielfach ist jedoch zu beobachten, wie der Einsatz neuer Technologien das menschliche Arbeitsvermögen stärker fordert und ohne eine aufwendige Neugestaltung der Arbeitsorganisation kaum zu realisieren ist.¹⁰ Ein Grund dafür liegt in der zunehmenden Komplexität von Fertigungsprozessen, deren Ausmaß erst deutlich wird, wenn wir nicht nur den einzelnen Betrieb, sondern das ganze Ensemble von »immateriellen« Tätigkeiten wie Forschung und Entwicklung, Marketing, Koordination der Teilprozesse usw. betrachten, dass die Produktion erst möglich macht. Auch neue Ansätze der Arbeitsorganisation wie »agiles Arbeiten« im Angestelltenbereich reflektieren gestiegene Flexibilitätsanforderungen. Verbunden damit sind auch höhere Anforderungen an die Fähigkeit zu »sozialen Innovationen«, mit denen das abstrakte Potenzial der Technik erst zu einem funktionierenden sozio-technischen Organismus zusammengesetzt werden kann.

Dieser Blick auf den Gesamtorganismus der Wertschöpfung eröffnet eine andere Perspektive auf die Grenzen von Automatisierung. Der abstrakten Möglichkeit, bestimmte Arbeitstätigkeiten durch Maschinen zu ersetzen, steht die zunehmende Komplexität von Prozessen gegenüber, die ständig an veränderte Umweltbedingungen angepasst werden müssen. Statt von der Automatisierung eines als statisch angenommenen Arbeitsprozesses auszugehen, muss das Bild dynamisiert, der stetige Wandel der Verfahren in Rechnung gestellt werden. Die Vollautomatisierung in der Automobilindustrie wäre vermutlich schon erreicht, wenn die Produktentwicklung auf dem Stand von Fords Modell T geblieben wäre, das verhältnismäßig einfach aufgebaut und Anfang des 20. Jahrhunderts nur in einer Ausführung hergestellt wurde. Aber die Autoindustrie ist von schnellen Innovations- und Produktzyklen, einer hohen Produktvielfalt und komplexen Produktarchitekturen geprägt. Hinzu kommt die Entstehung ganz neuer Anforderungen und Sektoren, wie zum Beispiel der IT-Industrie in den letzten Jahr-

10 Vgl. die Beiträge von Dorothea Schmidt, Sabine Pfeiffer und Nadine Müller in diesem Band.

zehnten, in denen Arbeit auf neue Weise zur Produktion von Mehrwert eingesetzt wird. Marx' Kapitel über die »industrielle Reservearmee« im »Kapital« bietet einen Anknüpfungspunkt für diese »dynamischere« Sichtweise.¹¹ Für Marx steht nicht der stetige Aufbau einer immer höheren Sockelarbeitslosigkeit im Vordergrund, sondern die zyklische Aufnahme und Abstoßung eines Teils der Arbeitskräfte in die Kapitalakkumulation, gemäß der Logik, Prozesse stets zu rationalisieren und Arbeit »auf neuer Stufenleiter« zu vernutzen, in neuen Funktionen, in neuen Sektoren, zur Befriedigung neuen Konsums, der wiederum aufwendigere Fertigungsprozesse erfordert.

Diese Interpretation verweist auf eine vierte gewinnbringende Perspektive zur Deutung des Gegenwartskapitalismus: die Beziehung zwischen Produktivkraftentwicklung und Produktionsverhältnissen. Unternehmensverbände und Marktforschungsinstitute prognostizieren enorme Wachstumseffekte durch den Einsatz von Robotik, Internet der Dinge und KI – und blenden dabei vollkommen aus, dass schon die sogenannte dritte industrielle Revolution, die Einführung der Mikroelektronik in wirtschaftliche Prozesse ab Anfang der 1970er-Jahre, kaum Wachstum nach sich gezogen hat. Der aktuelle Technologieschub findet im Kontext einer langen Phase schwachen Wirtschaftswachstums statt. Dies prägt die Formen des Einsatzes von Technologie und setzt ihm zugleich Grenzen. Kim Moody weist in seinem Beitrag in diesem Band auf die gegenwärtige Investitionszurückhaltung hin, die im krassen Gegensatz zu der Behauptung steht, Unternehmen könnten sich durch den digitalen Technologieeinsatz ins Land aus Milch und Honig katapultieren. Ganz im Gegenteil erfordern Digitalisierungsstrategien höhere Investitionen in Kapitalgütern und in die Neugestaltung sozialer Prozesse. Ihre Refinanzierung und Rentabilität ist angesichts stagnierender und umkämpfter Märkte alles andere als sicher. Die sogenannte vierte industrielle Revolution verläuft daher – jenseits des Diskurses – nicht als Umwälzung, sondern eher als ein zaghafter

11 MEW, Bd. 23, S. 657–677.

Suchprozess, in dem Unternehmen ausgewählte Einzelprozesse verändern, um die Produktivität zu steigern. Ob es sich tatsächlich rentiert, ist offen. Ein Pumpenhersteller aus dem Westerwald zum Beispiel digitalisierte Produktionsprozesse nach dem Rezept der Industrie 4.0. Er konnte dadurch zwar diversifizieren, also mehr unterschiedliche Pumpen für den industriellen Einsatz herstellen, um nicht mehr von wenigen Großkunden abhängig zu sein. Aber die Kunden waren nicht bereit, die höheren Preise für die individualisierten Produkte zu bezahlen. Hier führten die Investitionen in Digitalisierung zu keinen höheren Profiten und faktisch bedeutete Industrie 4.0 eine Senkung der Arbeitsproduktivität.¹²

Dieser Fall mag ein besonders drastisches Beispiel sein, doch verbirgt sich dahinter ein allgemeines Problem kapitalistischer Akkumulation: Die theoretisch denkbaren Potenziale neuer Technologien stoßen an die sozialen Grenzen von Produktionsverhältnissen, in die der Zwang zu ständigem Wachstum eingeschrieben ist. Die Tendenz des Kapitals, durch Einsparung lebendiger Arbeit Kosten zu senken, steht im Widerspruch dazu, dass die Ausbeutung lebendiger Arbeit die einzige Quelle für die Verwertung des Kapitals darstellt. Dies äußert sich auch in der Fixierung auf Technikanwendungen, mit denen durch eine Kombination von Nutzerdatenanalyse und flexibler Anpassung der Herstellungsprozesse Marktanteile erobert werden sollen. Solche Anwendungen können Unternehmen zwar Konkurrenzvorteile bieten, aber das Marktvolumen nimmt dadurch insgesamt nicht zu. Die Hoffnung auf ein technologieinduziertes Wachstum bleibt somit ein »falsches Versprechen«¹³ und die Möglichkeiten, diejenigen Technologien weiterzuentwickeln, die tatsächlich den gesellschaftlichen Nutzen vergrößern könnten, bleiben trotz des Hypes um Industrie 4.0 und KI beschränkt.

12 Konrad Fischer: Vorwärts in die Vergangenheit, in: Wirtschaftswoche, 18.1.2019.

13 Philipp Staab: Falsche Versprechen. Wachstum im digitalen Kapitalismus, Hamburg 2016.

Die Beiträge in diesem Band

Die kurze Skizze einer Deutung des aktuellen Technologieschubs mit dem Begriff der Produktivkraft verweist auf eine Aufgabe, die noch eingelöst werden muss. Auch die in diesem Band veröffentlichten Beiträge stellen nur Bausteine eines solchen Projekts dar. In der Gesamtschau zeichnen sie aber ein vielfältiges und genaues Bild, das nötig ist, um theoretisch verallgemeinern zu können.

Den Band eröffnet Judy Wajcman mit einer Sammelbesprechung mehrerer aktueller Bücher, die sich mit den Auswirkungen von Automatisierung und Robotik auf die Zukunft von Arbeitsplätzen befassen. Die meisten Texte in diesem Genre prognostizieren, dass die gegenwärtige Phase der digitalen Technologie in bisher ungekannter Weise zu einem massiven Verlust von Arbeitsplätzen führen werde und sich daher die heutige Welle der Automatisierung von früheren Wellen unterscheide. Die Besprechung betrachtet diese Behauptungen kritisch und relativiert einige der Übertreibungen hinsichtlich Automatisierung, Robotik und Künstlicher Intelligenz und fordert dazu auf, die sozialen Dimensionen der technologischen Entwicklung wieder in den Blick zu nehmen.

Im ersten Abschnitt finden sich Beiträge, die das Phänomen der Automatisierung begrifflich und historisch reflektieren. Elena Lange ordnet Rationalisierung und damit Digitalisierung in die marxsche Theorie der relativen Mehrwertproduktion ein. Dorothea Schmidt widmet sich dem Untersuchungsgegenstand, den Marx in seiner Zeit vor Augen hatte und auf den er sich bezog: die industrielle Revolution und Mechanisierung im 19. Jahrhundert. In ihrem Faktencheck kommt sie zu dem Schluss, dass Marx sich zum Teil auf einseitige Quellen stützte, was sich insbesondere in einer Überschätzung der Auswirkungen von Automatisierung äußert. Karsten Uhl schreibt über die Automatisierungsvisionen im 20. Jahrhundert und zeigt, dass die Angst vor technologischer Massenarbeitslosigkeit durch eine »mensenleere Fabrik« nicht erst ein Phänomen der heutigen Zeit ist.

Frigga Haug nimmt die Leserinnen mit auf eine Zeitreise und berichtet von dem von ihr ab 1972 geleiteten Forschungsprojekt »Automation und Qualifikation« (PAQ). Das Projekt hatte sich das Ziel gesetzt, in den schnellen technologischen Umbrüchen seiner Zeit eine offensive gewerkschaftliche Politik vom Standpunkt der Arbeitenden herauszuarbeiten. Sie formuliert vor dem Hintergrund dieser Erfahrungen Fragen, die untersuchungsleitend für aktuelle Forschungen sein könnten. Christian Meyer wirft einen Blick in vergangene materialistische Technologiedebatten und postuliert, dass es in der zeitgenössischen Sozialwissenschaft an Anschlüssen an vergangene Diskussionen und auch an einer Rezeption der marxischen Analyse fehle.

Mit Kim Moody führt der Band in die Analysen der gegenwärtigen Entwicklungen ein. Die Autorinnen und Autoren widmen sich im zweiten und dritten Abschnitt dem Einsatz der Roboter an den »verborgenen Stätten der Produktion« (Marx), sowie den Auswirkungen der Digitalisierung und Computerisierung auf die zeitgenössischen Arbeits- und Produktionsverhältnisse. Moody untersucht, wie und warum Roboter allen futuristischen Hypes zum Trotz überraschend langsam eingeführt wurden. Ironischerweise habe der zunehmende Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) eher zu einem Anstieg der Beschäftigung geführt. Moody führt aus, dass sowohl die Dynamik der Kapitalakkumulation wie die Turbulenzen des Kapitalismus in den USA und auf globaler Ebene zu einem Rückgang der Investitionen in arbeitssparende Technologien geführt haben – ein Hindernis für den prognostizierten Ersatz lebendiger Arbeit.

Sabine Pfeiffer analysiert am Einsatz von Leichtbaurobotern, wie die digitale Transformation ihre Wirkkraft entfaltet, beziehungsweise wie und warum sie das in diesem Falle gerade nicht tut. Auch die Landwirtschaft ist Anwendungsfeld für Roboter und Digitalisierung. Wie dies geschieht und welche Auswirkungen es für die Arbeitsverhältnisse und für die politische Ökonomie der Nahrungsmittelproduktion hat, beschreiben Franza Drechsel und Kristina Dietz.

Technisch bedingte Rationalisierung findet nicht nur innerhalb eines einzelnen Betriebs statt, sondern auch zwischen Betrieben, an den Orten der Lagerung und auf den Wegen des Transports. Ziel einer digital unterstützten Optimierung ist hier eine effizientere Verzahnung von funktional und räumlich separierten Produktionsprozessen. Welche Formen dies annimmt und was dies für die geografische Verteilung von Produktionsstandorten bedeutet, führt Florian Butollo in seinem Artikel über die Reorganisation globaler Wertschöpfungsketten aus. Nadine Müller thematisiert, wie mit der Computerisierung die produktivitätssteigernde Wirkung der industriellen Kooperation und Arbeitsteilung, insbesondere der hierarchischen Trennung von Kopf- und Handarbeit, von Leitung und Ausführung verloren geht und damit – bislang ungenutzte – Potenziale einer Demokratisierung entstehen. Phoebe Moore untersucht den Einsatz neuer Sensorik- und Tracking-Technologien am Arbeitsplatz, wie sie mit neuen Managementkonzepten wie agiles Arbeiten zusammenspielen und wie sich dies auf die Arbeitsbedingungen der Beschäftigten auswirkt.

Im letzten Teil des Bandes werden Deutungsangebote entlang des Schlagworts »Plattform-Kapitalismus« vorgestellt. Christine Gerber stellt Ergebnisse eines Forschungsprojekts zu Arbeitsprozessen auf Crowdwork-Plattformen vor, bei denen die Tätigkeiten von selbstständig Arbeitenden über ein Internetportal vermittelt, ausgeführt und bezahlt werden. Plattformen fehlen die klassischen betrieblichen Strukturen; stattdessen stehen sie einer anonymen, flexiblen und global verteilten Arbeiterschaft gegenüber. Handelt es sich bei diesen Arbeitsformen um etwas ganz Neues oder handelt es sich um »Alte Herrschaft in digitalen Gewändern«?

Felix Gnisa zeigt anhand der Beispiele der Plattform Uber, die Autofahrten vermittelt, und Amazon Mechanical Turk, einer Plattform für unterschiedlichste Kleinstjobs am PC, wie sich die reelle Subsumtion der Arbeit unter das Kapital verglichen mit der klassischen Fabrik des industriellen Zeitalters verändert und welche andere Qualität hier bestimmend ist.

Dieses analytische Konzept könnte, so der Autor, dazu dienen, die Möglichkeit einer Transformation von Technologie für eine demokratische Arbeitsorganisation auszuloten.

Sebastian Sevignani widmet sich der Figur der »Prosumenten«, die Internetdienste wie Facebook oder Google nutzen (konsumieren) und dabei zugleich Daten hinterlassen (produzieren), die dann von den digitalen Firmen als Rohstoff ihrer profitorientierten Produktion genutzt werden. Insbesondere geht es um die vermehrt diskutierte Frage, ob diese Tätigkeiten Wert und Mehrwert produzieren und damit eine neue Form kapitalistischer Ausbeutung darstellen können.

Timo Daum geht dem aktuellen Hype um Künstliche Intelligenz nach und konstatiert, dass wir uns derzeit in einer Phase der KI-Entwicklung befinden, in der ihre Anwendungstechnologien von Digitalkonzernen massenmarktfähig gemacht und zur Alltagstechnologie werden. Damit gelinge es auch, eine neue gesellschaftliche Betriebsweise zu konsolidieren, in der die Extraktion, Auswertung und Verwertung von Daten ins Zentrum der ökonomischen Aktivität gerate.

Im letzten Beitrag wenden sich Simon Schaupp und Georg Jochum der Frage zu, welches Potenzial die gegenwärtige technologische Entwicklung für eine grundsätzliche Veränderung der kapitalistischen Produktionsweise bietet. Mit dem Begriff der »Steuerungswende« diskutieren sie die Möglichkeit einer nachhaltigen und demokratischen Wirtschaftsplanung im digitalen Zeitalter.

Judy Wajcman

Automatisierung: Ist es diesmal wirklich anders?

Eine Sammelbesprechung¹

- *Martin Ford: The Rise of the Robots: Technology and the Threat of Mass Unemployment, London 2016 (dt.: Aufstieg der Roboter. Wie unsere Arbeitswelt gerade auf den Kopf gestellt wird – und wie wir darauf reagieren müssen, Kulmbach 2016).*
- *Richard Susskind/Daniel Susskind: The Future of the Professions: How Technology Will Transform the Work of Human Experts, Oxford 2015.*
- *Erik Brynjolfsson/Andrew McAfee: The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies, New York 2014 (dt.: The Second Machine Age. Wie die nächste digitale Revolution unser aller Leben verändern wird, Kulmbach 2014).*
- *John Urry: What Is the Future?, Cambridge 2016.*

Ich habe aufgehört zu zählen, an wie vielen Konferenzen zu Robotern, Künstlicher Intelligenz (KI) und der Zukunft der Arbeit ich schon teilgenommen habe. Die Vorhersage der Zukunft ist wieder zum Big Business geworden, was sich unzweifelhaft an der Vielzahl der Neuerscheinungen zu diesem Thema ablesen lässt – die oben genannten sind nur eine kleine Auswahl aus diesem Genre.

Solche Konferenzen laufen immer nach dem gleichen Schema ab. Es werden ein paar menschenähnliche Roboterköpfe vorgeführt, die oft weibliche Namen haben, und wir werden aufgefordert, mit ihnen zu interagieren, damit sich der Wow-Effekt einstellt. Dann erzählt uns, dem laienhaften Pub-

1 Judy Wajcman: Automation: Is it really different this time?, in: The British Journal of Sociology, Vol. 68 (2017), Nr. 1, S. 119–127, published by John Wiley & Sons Ltd., Oxford, Abdruck mit freundlicher Genehmigung des Verlags; Übersetzung aus dem Englischen von Christian Frings.

likum, ein Panel von Computerfreaks von ihren erstaunlichen Fortschritten und dass sie kurz davor sind, den Turing-Test zu bestehen (was dann der Fall wäre, wenn sich die Interaktion mit sozialen Robotern nicht mehr von einer menschlichen Interaktion unterscheiden ließe). Es folgen einige Ökonomen, die die verheerenden Auswirkungen der Spitzentechnologie auf die Zukunft der Arbeitsplätze abschätzen. Und zum Schluss dürfen sich auch ein paar Futuristen äußern, von denen einige sogar von der sogenannten Singularity University kommen.² Einmal habe ich ganz naiv einen von ihnen gefragt, wo diese Universität ihren Sitz habe, worauf mir geantwortet wurde: »Es ist nicht wirklich eine Universität«! *Mensch, das ist ein Geisteszustand.*

Ich werde zunächst die vorherrschenden Prognosen zur Beschäftigungsentwicklung skizzieren, dann etwas zu den Übertreibungen hinsichtlich Automatisierung, Robotik und KI sagen und abschließend begründen, warum wir mehr Bücher wie Urrys »What Is the Future?« brauchen, die auf kritische Distanz zu diesem futuristischen Diskurs gehen.

Beginnen wir mit Fords »Aufstieg der Roboter«, dem Financial-Times-Business-Buch des Jahres 2015. Es handelt sich um ein lobenswertes Sachbuch, das auf spannende Weise schildert, wie sich eine zunehmend automatisierte Wirtschaft auf die modernen Arbeiterinnen auswirken wird. Von der Fertigung bis zu den Dienstleistungen, von der Hochschulbildung bis zum Gesundheitswesen werden unzählige Entwicklungen in der KI angesprochen, die laut Ford keinen Beruf unberührt lassen werden. Der Umfang des Buches ist beeindruckend. Es bietet nicht nur einen verständlichen Überblick über die neuesten Fortschritte in der Automatisierung, sondern informiert auch umfassend über die wirtschaftlichen und politischen Debatten zur Zukunft der Arbeit.

Es ist ein durchdachtes Buch, und auch wenn Geschichte nicht gerade Fords Stärke ist, räumt er doch ein, dass die Angst vor technologischer Arbeitslosigkeit nicht neu sei. Sogar die

2 Mit Singularity wird die Prognose von Ray Kurzweil bezeichnet, dass Maschinen schon bald intelligenter als Menschen sein werden.

Ludditen werden erwähnt. Der Kern seines Arguments ist jedoch klar. Alle hier besprochenen Bücher sind sich darin einig: »Diesmal ist es anders.« Ja, die Massen, die aus der Landwirtschaft geworfen wurden, fanden in Fabriken Arbeit, ja, es gab die Ausweitung des Dienstleistungssektors. Aber diesmal ist es *wirklich* anders. Eine neue Zukunft steht uns bevor, und sie ist *erschreckend*. Fords Buch ist gespickt mit Wörtern und Ausdrücken wie »beängstigend«, »Wendepunkt« und »äußerst kritische Lage«.

Laut Ford hat die Informationstechnologie (IT) einen bahnbrechenden Charakter; sie sei eine zerstörerische Kraft, wie es sie bisher noch nie in der Geschichte gegeben habe. Denn durch sie würden nicht nur Geringqualifizierte ersetzt werden, sondern auch hoch qualifizierte Fachkräfte Gefahr laufen, von Maschinen abgelöst zu werden. Während frühere Automatisierungswellen letztlich mehr Reichtum und neue Beschäftigungsbereiche geschaffen hätten, erlebten wir heute eine grundlegende Veränderung im Verhältnis zwischen Arbeitern und Maschinen. Denn Maschinen seien keine Werkzeuge mehr, sondern würden sich in Arbeiter verwandeln. »Angetrieben wird dieser Fortschritt natürlich von der nicht erlahmenden Innovation im Bereich der Computertechnologie«, schreibt Ford (dt. S. xii). Wie üblich wird das mooresche Gesetz angeführt, um die Unerbittlichkeit des sich beschleunigenden technischen Fortschritts zu beweisen.

Die bekannten Kommentatoren und Journalistinnen, ganz zu schweigen von den Unternehmensberatern, scheinen sich genüsslich auf diese düstere Vision mit ihrem frankensteinischen Beigeschmack zu stürzen. Sie ist das, was Urry in seinem Buch den »neuen Katastrophismus« nennt: Wir stehen in Ehrfurcht – und entsetzter Erwartung – vor dem, was wir selbst geschaffen haben, und warten auf die verheerenden Folgen.

Was sind nun die empirischen Belege für Fords These? Interessanterweise hält Ford in der Mitte des zweiten Kapitels inne, um nicht auf zu platte Weise die von ihm ausgemachten beunruhigenden wirtschaftlichen Trends allein auf die fortschrittlichen Technologien zurückzuführen. Aber dann bekräftigt er

sofort aufs Neue, dass die unerbittliche Beschleunigung der IT-Entwicklung einen Sonderfall darstelle, und erklärt bezeichnenderweise: »Ansonsten überlasse ich es gerne den Wirtschaftshistorikern, sich genauer mit dem Datenmaterial zu befassen« (dt. S. 82). Beweise werden weitgehend in Form von anschaulichen Geschichten über die Leistungen von Big Data und »tiefgehendem« maschinellem Lernen (*deep learning*) präsentiert. Dabei stehen künstliche neuronale Netze im Vordergrund – Systeme, die nach den gleichen grundlegenden Funktionsprinzipien wie das menschliche Gehirn konzipiert sind und mit denen Bilder oder gesprochene Wörter erkannt oder Sprachen übersetzt werden können. Solche Systeme stehen bereits hinter Siri von Apple und sie könnten Art und Anzahl der wissensbasierten Arbeitsplätze verändern. Wenn IBMs Watson bei der Quizshow »Jeopardy!« gewinnen und Googles KI die Gesichter von Katzen auf der Grundlage von Millionen von YouTube-Videos erkennen können, dann werden nach der Vermutung von Ford nur noch wenige Jobs übrig bleiben.

Wie fast alle anderen zitiert er Frey und Osborne von der Oxford Martin School, deren These, dass etwa die Hälfte der US-Jobs in den nächsten zwei Jahrzehnten von der Automatisierung bedroht sein werden, endlos wiederholt wird.³ Diese Schätzung basiert übrigens auf einem Algorithmus, der die Anfälligkeit verschiedener Berufe (und nicht der Aufgabeninhalte einzelner Jobs) gegenüber Automatisierung vorhersagt. Diese Vorgehensweise ist zwar grundlegend kritisiert worden, was aber nichts daran geändert hat, dass diese Schätzung weiterhin ständig zitiert wird.⁴ Sie sind beide nette Kerle, also viel Glück für sie, aber die unkritische Verbreitung ihrer Ergebnisse ist ein weiterer Beweis dafür, mit welchem Vergnügen – oder sogar Stolz – wir uns der Vorstellung hingeben, dass wir einer von Menschen geschaffenen und auf der Arbeit von Robotern beruhenden Utopie/Dystopie entgegensehen.

3 Carl Benedikt Frey/Michael A. Osborne: *Technology at Work: The Future of Innovation and Employment*, Citi GPS: Global Perspective & Solutions, February 2015.

4 Melanie Arntz/Terry Gregory/Ulrich Zierahn: *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*, OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189, Paris 2016.

Die Übertreibungen hinsichtlich KI haben ein solches Ausmaß erreicht, dass kürzlich sogar die Fachzeitschrift *New Scientist* (16. Juli 2016) fragte: »Wird die KI-Blase platzen?« Die Autorin weist auf den, in der Wissenschaftssoziologie bekannten, Umstand hin, dass Metaphern eine wichtige Rolle spielen, um uns davon zu überzeugen, dass diese Maschinen menschliche Fähigkeiten erwerben können. Aber künstliche neuronale Netze »lernen« nicht wie wir, »kognitive« Computer denken nicht und »neuronale« Netze sind keine Neuronen. Die Sprache wird bewusst mit Anthropomorphismen gesättigt. Statt uns um den gefürchteten Moment der Singularität zu sorgen, sollten wir uns mit der Dominanz einer kleinen Anzahl von Unternehmen, die über diese Rechenleistung verfügen, und den sich daraus ergebenden sozialen Folgen beschäftigen. Durch unsere Besessenheit von der angeblich bevorstehenden Roboterrevolution gehen solche politischen Fragen nur allzu oft verloren.

Beim Blick in die Kristallkugel von Susskind/Susskind wirkt diese bevorstehende Revolution noch dramatischer als im Szenario von Ford. Während Letzterer glaubt, dass Berufe mit Hochschulbildung und im Gesundheitswesen relativ immun gegenüber Automatisierung sind, beziehen die Autoren von »The Future of the Professions« diese ausdrücklich in ihren dramatisierenden Befund zum Ende der Berufe, wie wir sie kennen, mit ein. In der Internetgesellschaft, schreiben sie, werden wir Ärzte, Lehrer, Buchhalter, Architekten, Geistliche, Berater oder Anwälte, die noch so wie im 20. Jahrhundert arbeiten, weder brauchen noch wollen. Obwohl dies zu einem massiven Verlust von Arbeitsplätzen führen werde, sehen sie in diesem Trend eine positive Entwicklung, weil das Internet letztendlich das Fachwissen demokratisieren und die Menschen ermächtigen werde.

Unter Bezug auf Abbott⁵ skizzieren sie zunächst die historische Herausbildung von Berufen als der wichtigsten Form, in der Expertenwissen in den Industriegesellschaften institutio-

5 Andrew Abbott: *The System of Professions. An Essay on the Division of Expert Labor*, Chicago 1988.

nalisiert wurde. Bisher habe es zu dieser Form keine Alternative gegeben, da nur menschliche Fachleute über die komplexe Kombination aus formellem Wissen, Know-how, Expertise, Erfahrung und Fähigkeiten verfügten, die sie als »praktischen Sachverstand« bezeichnen. Aber nun stünden wir am Beginn einer Zeit grundlegender und unumkehrbarer, von der Technologie vorangetriebener Veränderungen, wie sie auch in den oben genannten Büchern vorhergesagt werden. Die Autoren sehen immer leistungsfähigere Maschinen – von der Telepräsenz bis zur KI – auf uns zukommen, durch die sich die Art und Weise, in der »praktischer Sachverstand« von Spezialisten der Gesellschaft zur Verfügung gestellt wird, grundlegend verändern werde. Diese intelligenten Maschinen, die autonom oder mit nicht spezialisierten Benutzern arbeiten, würden dann viele der Aufgaben erfüllen, die bisher einzelnen Berufen vorbehalten waren. Im Ergebnis werde es zu einer »Routinisierung und Kommodifizierung professioneller Arbeit« kommen, was stark an die Proletarisierungsthese von Braverman⁶ erinnert – allerdings ohne dessen politische Ökonomie. Hier sind die einzigen Akteure die Maschinen selbst.

Richard Susskind ist seit mehreren Jahrzehnten ein führender Analyst für die Auswirkungen der Technologie auf die Rechtsberufe und glaubt fest an die positiven Möglichkeiten des Informationsaustauschs über das Internet. Und das moralische Kernargument des Buches ist überzeugend. Wer würde nicht zustimmen, dass kostspielige und mit exklusiven Privilegien ausgestatte Eliten ein Anachronismus sind und dass wir stattdessen die umfassende Verbreitung von Expertenwissen fördern sollten? Die Autoren stellen sich ein Modell vor, bei dem die professionellste Beratung durch automatisierte IT-Systeme erfolgt und für die Nutzer kostenlos ist (so wie Wikipedia). Wieder einmal wird uns von der beispiellosen Beschleunigung der Fähigkeiten von IT, KI, Watson, maschinellem Lernen, Big Data und *affective computing* berichtet. Ihre zentrale These besagt jedoch, dass intelligente Maschinen, die

6 Harry Braverman: Die Arbeit im modernen Produktionsprozeß, Frankfurt a. M. 1977.

sich auf riesige Datenmengen stützen, bessere Entscheidungen als fehlerhafte menschliche Experten treffen werden. Das archetypische Beispiel ist die Zahl von Fehltritten, die von müden Richtern nach dem Mittagessen gesprochen werden. Vielleicht wäre der Verzicht auf alkoholische Getränke beim Essen die einfachere Lösung!

Grundlegend stellt sich uns das Problem, dass Technologien nur so gut sind wie ihre Hersteller. Es häufen sich zunehmend Hinweise darauf, dass Algorithmen des maschinellen Lernens so wie alle früheren Technologien von ihren Entwicklern und deren Kultur geprägt sind. Ob Airbnb Gäste mit unverwechselbaren afroamerikanischen Namen diskriminiert, Google Stellenanzeigen für hoch bezahlte Jobs in erster Linie Männern und nicht Frauen zeigt oder datengestützte Tools zur Risikobeurteilung bei der »präventiven Polizeiarbeit« zum Einsatz kommen – die verschiedenen Formen der Diskriminierung reproduzieren sich auf den digitalen Plattformen und werden zum Bestandteil der Logik von alltäglichen algorithmischen Systemen.⁷ Selbst die viel gelobte Wikipedia ist verzerrt, zum Beispiel hinsichtlich der Repräsentation von männlichen und weiblichen Wissenschaftlerinnen. Die Susskinds stellen zwar zu Recht die Macht der Berufe infrage, aber den Aufstieg einer noch mächtigeren Elite männlicher weißer Silicon-Valley-Ingenieure, deren Werte und Vorurteile zwangsläufig in die von ihnen entworfenen technischen Systeme einfließen, scheinen sie zu übersehen. Die Politik der Algorithmen sichtbar, öffentlich und haftbar zu machen, könnte sich als noch schwieriger erweisen, als beispielsweise Anwälte zur Rechenschaft zu ziehen.

Ich stimme Brynjolfsson und McAfee zu, wenn sie in »The Second Machine Age« schreiben, dass die erfolgreichste Zukunft in der Zusammenarbeit von Maschinen und Menschen liege. Menschliche Wesen werden in der Kooperation

7 Malte Ziewitz (Hrsg.): Special Issue: Governing Algorithms, in: *Science, Technology, & Human Values*, Vol. 41 (2016), Nr. 1; Heather Ford/Judy Wajcman: »Anyone Can Edit«, not Everyone Does: Wikipedia and the Gender Gap, in: *Social Studies of Science*, Vol. 47 (2017), Nr. 4, S. 511–527.

mit Maschinen immer etwas Besonderes beizutragen haben. Erstens glaube ich nicht, dass sich das gesamte Wissen und die Erfahrung, der »praktische Sachverstand« von Fachleuten durch intelligente Onlinesysteme vermitteln lassen. Nehmen wir den Vorschlag, dass sogar das Problem der »Empathie« bei der Übermittlung schlechter Nachrichten im Krankenhaus durch einen Algorithmus auf Basis von »psychologischen und emotionalen Profilen« der Konsumenten gelöst werden könnte. Ganz abgesehen von den damit verbundenen Problemen des Datenschutzes begreifen die Susskinds nicht, welche Art von »nicht anerkannter« emotionaler Arbeit hier im Spiel ist, die schon heute an überwiegend von Frauen ausgeübte Hilfsberufe wie die Krankenpflege delegiert wird.

Tatsächlich wird der soziale Charakter von Kompetenz und Expertise, geschweige denn die Art und Weise, wie die Berufe traditionell um eine geschlechtsspezifische Arbeitsteilung herum strukturiert sind, in diesem Buch (und auch in allen anderen) in keiner Weise erwähnt. Wir mögen uns »von den großen Augen und dem liebenswerten Kichern affektiver Roboter angezogen fühlen«, aber wenn wir den Einsatz von Robotern für die einfühlsame Betreuung älterer Menschen befürworten, verwechseln wir das äußere Erscheinungsbild der Pflege mit echtem Mitgefühl und wirklicher persönlicher Interaktion. Ohnehin wird uns jeder Robotiker sagen, dass zwischen den aktuellen Behauptungen darüber, was diese affektiven, geselligen Roboter technisch gesehen tun könnten, und dem, was sie wirklich können, Welten liegen. Vielleicht würde der angebliche Mangel an Arbeitskräften für die Altenpflege, der durch den Einsatz von Robotern kompensiert werden soll, schon dann verschwinden, wenn diese Arbeit höher geschätzt und zum Beispiel ähnlich gut wie Programmieren bezahlt werden würde. Oder noch radikaler formuliert, wenn wir Wohnungen und Städte so umgestalten würden, dass ältere Menschen nicht mehr an getrennte Orte verbannt werden müssen, sondern in das allgemeine gesellschaftliche Leben integriert werden könnten. Aber derartige Überlegungen gehen weit über den Horizont all dieser Bücher hinaus.

»The Second Machine Age« ist noch das Beste von ihnen. Auch wenn sie von ähnlichen Befunden ausgehen, stellen Brynjolfsson und McAfee sehr viel ausgewogener die positiven und negativen Auswirkungen der Automatisierung auf die Beschäftigung dar. Das Buch war äußerst einflussreich und hat eine Reihe von Nachahmern inspiriert (zum Beispiel den Präsidenten des Weltwirtschaftsforums in Davos, Klaus Schwab, zu seinem Buch »Die vierte industrielle Revolution«). Allein schon die Titel dieser Bücher wären einen Artikel wert. Die Geschichte der Technologie beginnt hier mit der industriellen Revolution (»das erste Maschinenzeitalter«) und unser Interesse an KI stammt aus den 1950er-Jahren. Wer sich daran erinnern will, dass wir schon seit viel Längerem von der Vitalität der Maschinen fasziniert sind, dem schlage ich einen kurzen Besuch der aktuellen Roboter-Ausstellung im Londoner Science Museum vor.

Brynjolfsson und McAfee sind letztlich optimistisch, was die Arbeitsplätze betrifft, die durch die digitale Revolution entstehen werden. Sie stimmen zu, dass Innovationen wie das fahrerlose Auto und 3D-Drucker viele Arbeitsplätze vernichten werden. Aber mit den richtigen politischen Maßnahmen könnten uns diese Fortschritte eine glückliche Zukunft mit weniger Plackerei, mehr kreativer Arbeit und größerer menschlicher Freiheit bescheren. Gezieltes Eingreifen ist für sie entscheidend angesichts der besorgniserregenden Trends, die sie ausmachen: Polarisierung des Arbeitsmarktes, zunehmende Einkommensungleichheit und eine Ökonomie, in der die »Sieger« alles bekommen. Aber wenn wir »mit den Maschinen, anstatt nur gegen sie arbeiten«, könnten wir ihrer Ansicht nach unsere einzigartigen menschlichen Qualitäten der Kreativität, des Ideenreichtums und der Kommunikation dazu nutzen, höherwertige Arbeitsplätze im Bereich des kreativen Schreibens, der digitalen Wissenschaften und der unternehmerischen Tätigkeiten zu schaffen. Obwohl auch sie die Technologie verdinglichen und als eine neutrale, unaufhaltsame Kraft behandeln, die diese Veränderungen herbeiführt, plädieren sie vehement für staatliche Investitionen in Bildung und Infrastruktur, mit denen sich ihre Auswirkungen beeinflussen

lassen. Im Unterschied zu Urry sind für sie nur die Auswirkungen der Technologie politisch, nicht aber deren Ursachen.

Interessanterweise schlagen sie wie Ford ein garantiertes Mindesteinkommen als eine praktische Lösung für das Problem der technologischen Arbeitslosigkeit vor. Dass diese Idee jetzt wieder im gesamten politischen Spektrum populär geworden ist, macht mich ein wenig skeptisch. Der Vorschlag ruft sofort das Bild einer Gesellschaft hervor, in der die Technikfreaks des Silicon Valley weiterhin mit ihren 24-Stunden-an-7-Tagen-Arbeitszeiten erfolgreich sind, während die Zurückgebliebenen dafür bezahlt werden, dass sie vor der Glotze hängen und schlafen (was heute angeblich die Arbeitslosen tun). Die Idee des Grundeinkommens hat eine lange und solide Geschichte und ich verfolge mit Interesse, welche Versuche zu seiner Einführung zum Beispiel in Finnland oder den Niederlanden unternommen werden. Aber in der gegenwärtigen Situation sollten wir uns auch darauf konzentrieren, welche enormen unerfüllten Bedürfnisse bestehen und wie viel Arbeit zu ihrer Befriedigung notwendig wäre. Trotz all dieser Bücher gibt es wenig überzeugende Beweise dafür, dass wir es mit einer massenhaften technologischen Arbeitslosigkeit zu tun haben oder dass es in naher Zukunft zu ihr kommen könnte. Das eigentliche Problem ist die bereits bestehende ungleiche Verteilung von Arbeit, Zeit und Geld.

Alle diese Autoren scheuen vor der Frage zurück, inwieweit die Jagd nach Profit und nicht der Fortschritt die Entwicklung der digitalen Technologien ständig prägt, und wie eben diese Technologien nicht zu weniger Arbeit, sondern zu mehr mieseren Jobs führen. Hier steht der sprichwörtliche Elefant im Raum. Sie scheinen blind zu sein für die Masse von prekär beschäftigten und schlecht bezahlten Arbeitskräften, die das Räderwerk von Firmen wie Google, Amazon und Twitter antreiben. Informationssysteme basieren auf Armeen von Programmiererinnen, Datenbereinigern, Seitenbewerterinnen, Pornokontrolleuren und Prüferinnen. Sie alle sind Subunternehmer, die über globale Plattformen wie Mechanical Turk rekrutiert werden und nicht auf der Gehaltsliste des Unter-

nehmens stehen.⁸ Selbst Brynjolfsson und McAfee übersehen solche Jobs der manuellen Datenverarbeitung, die mit klassenförmigen, sexistischen und rassistischen Spaltungen verbunden sind, und meinen, die Algorithmen würden sich wie von Geisterhand selbst trainieren, anpassen und verbessern.⁹ Auch wenn derartige Jobs selbst irgendwann automatisiert werden können, werden bei der Suche des Kapitals nach neuen Akkumulationsmöglichkeiten immer wieder neuartige und nicht vorhersehbare Formen von Arbeit entstehen. Lucy Suchman hat gezeigt, wie genau durch diese Maskierung und Ausblendung von Produktionsarbeit die Verzauberung oder Magie von Artefakten (wie KI und Robotik) erzeugt wird.¹⁰

Da ich mich eingehender mit diesen Debatten beschäftigt habe, frage ich mich seit einiger Zeit, warum diese beständige Angst vor der Automatisierung jetzt so sehr in den Vordergrund gerückt ist. Was ist die kulturelle Bedeutung all dieser atemlosen Gespräche über KI? Noch so viele Einwände aus der Wirtschaftsgeschichte können nicht die Gewissheit erschüttern: *Diesmal ist es wirklich – wirklich – anders.*¹¹

In diesem Zusammenhang kommen die scharfsinnigen Überlegungen von Urry in seinem Buch »What is the Future?«, das posthum veröffentlicht wurde, gerade richtig. Die Sozialwissenschaften müssten das Terrain der Zukunftsforschung zurückgewinnen, schreibt er, denn Zukunftsvisionen hätten enorm starke Auswirkungen auf die Gesellschaft und enthielten in impliziter Weise bestimmte Vorstellungen von öffentlichen Zielen und dem Gemeinwohl. Es sei daher »für die Sozialwissenschaften eine Schlüsselfrage, wer oder was im Besitz der Zukunft

8 Anm.d.Ü.: Auf Deutsch liegt zu diesen Jobs die beeindruckende Studie von Moritz Riesewieck vor: *Digitale Drecksarbeit. Wie uns Facebook & Co. von dem Bösen erlösen*, München 2017, auf deren Grundlage der Dokumentarfilm »The Cleaners« (2018) von Hans Block und Moritz Riesewieck entstand.

9 Lilly Irani: *Difference and Dependence among Digital Workers: The Case of Amazon Mechanical Turk*, in: *South Atlantic Quarterly*, Vol. 114 (2015), Nr. 1, S. 225–234.

10 Lucy Suchman: *Human-Machine Reconfigurations: Plans and Situated Actions*, Cambridge 2007.

11 Siehe den ausgezeichneten Sonderteil des *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 29 (2015), Nr. 3, in dem David Autor uns daran erinnert, in welcher Regelmäßigkeit derartige Sorgen über Automatisierung und Arbeitslosigkeit zum Thema wurden.

ist – denn diese Fähigkeit, über Zukunftsvisionen zu verfügen, ist entscheidend dafür, wie Macht ausgeübt wird« (S. 11).

Das Buch beginnt mit einem umfassenden Überblick über die Geschichte der »Zukunftsvorstellungen in der Vergangenheit«, von Morus' Utopia (die bereits ein halbes Jahrtausend vor Keynes einen sechsstündigen Arbeitstag vorsah) bis hin zu der bemerkenswerten Explosion von neuen Dystopien zu Beginn dieses Jahrhunderts. Diesen neuen Katastrophismus im sozialen Denken kontrastiert er mit dem globalen Optimismus der 1990er-Jahre, insbesondere dem digitalen Utopismus, der mit der Entstehung des World Wide Web einherging. Haraways optimistisches »Manifest für Cyborgs« pries zum Beispiel das positive Potenzial der Technowissenschaften, neue Bedeutungen und neue Entitäten zu erzeugen, neue Welten zu erschaffen.

Daher ist es umso erstaunlicher, dass sich der Zeitgeist im reichen Norden ab 2003 derart radikal verändert hat. Urry verdeutlicht dies, indem er auf den Seiten 36 und 37 einfach die erstaunliche Anzahl von englischsprachigen Texten, Filmen, Kunstausstellungen und Forschungszentren auflistet, die sich in diesem Modus des Katastrophismus bewegten. Zu Recht stellt er fest, dass dieses dystopische Schreiben eine fatalistische Haltung gegenüber der Zukunft hervorruft, mächtigen Interessengruppen dabei hilft, planetarische technologische Lösungen (insbesondere für den Klimawandel) zu propagieren, und ebenso performativ wie analytisch und repräsentativ ist. Wie ich bereits angedeutet habe, empfinde ich das gleiche Unbehagen gegenüber der Flut von Büchern zur technologischen Arbeitslosigkeit.

Während vieles davon bekannt ist, wie die Soziologie der Erwartungen und Jasanoffs Schriften zu soziotechnischen Imaginationen,¹² geht Urry einen Schritt weiter und bestimmt genauer, wie durch das Nachdenken über die Zukunft als »Methode« wieder eine Vorstellung von Planung etabliert wird – nur unter einem neuen Namen. Planung, schreibt Urry, sei

12 Sheila Jasanoff/Kim Sang-Hyun (Hrsg.): *Dreamscapes of Modernity: Sociotechnical Imaginaries and the Fabrication of Power*, Chicago 2015.

zu einem ideologisch kontaminierten Begriff aus der Zeit des organisierten Kapitalismus und der Sozialdemokratie geworden. Daher seien Zukunftsvorstellungen eine neue Form der Planung, die den Staat und die Zivilgesellschaft wieder ins Spiel bringt. Und angesichts der Bedrohlichkeit vieler Probleme wie dem des Klimawandels komme es in entscheidender Weise auf Planung an. Nur wenn wir daran festhalten, dass Zukunftsperspektiven immer einen gesellschaftlichen Charakter haben, können öffentliche Einrichtungen statt selbstregulierter Märkte und verselbstständigter Technologien entscheidend dafür werden, wie wir solche Perspektiven erschließen, debattieren und verwirklichen.

Urry war ein führender Kopf der britischen Soziologie und schon angesichts der Bandbreite und des Umfangs seiner Arbeiten lässt sich sein Einfluss kaum übertreiben. Er war voll und ganz der Disziplin verpflichtet, verfolgte stets tatkräftig neue Ideen und gehörte oft zu den ersten, die aktuelle und noch kaum erforschte soziale Probleme erkannten. Weniger bekannt dürfte sein, dass er selbst an politischen Entscheidungen auf dem Gebiet des Klimawandels und des Transportwesens beteiligt war. Er wurde in das Foresight-Programm der britischen Regierung zu Verkehr und politischen Zukunftsperspektiven berufen, was wiederum zu seiner Forschung über soziale Zukunftsperspektiven und zur Gründung eines Instituts für soziale Zukunftsperspektiven an der Lancaster University führte.

Das Buch basiert daher auf langjährigen Forschungsprojekten und enthält umfangreiche Kapitel zur Mobilität in der Stadt, zu 3D-Druckern und der Zukunft der industriellen Produktion sowie zur Zukunft von Energie und Klimawandel. Dabei bemüht er sich im ganzen Buch, in klarer und verständlicher Prosa zu erklären, wie gesellschaftliche Praxis konstitutiv für Technologie ist. Er betont, dass technologische Systeme immer soziomateriell sind, dass der Innovationsprozess komplex und unvorhersehbar ist, welche Bedeutung Begriffe wie Pfadabhängigkeit und Lock-in-Effekte haben und dass wir das benötigen, was oft als »verantwortungsvolle Innovation« bezeichnet wird.

Für ihn werden diese Merkmale am besten von der Komplexitätstheorie erfasst, die betont, wie dynamisch, prozesshaft und unvorhersehbar sich Systeme verhalten.

Ich halte zwar den Anspruch, dass es sich dabei um einen besonderen Ansatz handelt, nicht für sehr überzeugend – vielleicht weil die jüngsten Studien zur Infrastruktur aus den »Science and Technology Studies« völlig mit ihm übereinstimmen¹³ –, aber das ist ein nebensächlicher Streitpunkt. Dem Geist seiner Argumentation stimme ich von ganzem Herzen zu. Der Sinn dieser Ausarbeitung von Szenarien besteht gerade darin, die Beteiligung eines breiten Spektrums von wichtigen Akteuren zu ermöglichen, die normalerweise von den Beratungen über die Zukunft ausgeschlossen werden. Und das wiederum würde eine Demokratisierung der gesamten Organisation der Entwicklung von Technologie und damit der Gesellschaft bedeuten.

Das Cover von »What Is the Future?« zeigt die Installation »Another Place« des Künstlers Antony Gormley. Sie besteht aus 100 gusseisernen Figuren, die nach dem Körper des Künstlers gestaltet sind und auf das Meer hinaus schauend am Strand der Mündung des River Mersey aufgestellt sind. Diese Arbeit ist eine passende Metapher für ein Buch, das uns auffordert, unsere Rolle als Soziologen bei der Gestaltung der Zukunft ernst zu nehmen. Im Sinne von Walter Benjamins Engel der Geschichte müssen wir unsere eigenen Engel der Zukunft heraufbeschwören, die am Ufer der Gesellschaft stehen, ihren Blick auf den Horizont richten und auf die Winde der Veränderung achten. Es müssen etliche und vielfältige sein. Die Homogenität der Schöpfer des Silicon Valley ist eine gefährlichere Bedrohung für die Zukunft als jede vermeintliche Apokalypse der Roboter. Zu oft kehren diese Stifter der Zukunft der Gesellschaft den Rücken zu, verzaubert von technologischen Versprechungen und blind für die Probleme um sie herum. Es wird mehr als Roboter brauchen, um dafür zu sorgen, dass die Zukunft diesmal wirklich anders ist.

13 Siehe die Buchreihe von MIT Press zur Infrastruktur.

Sabine Pfeiffer

Produktivkraft konkret

Vom schweren Start der Leichtbauroboter

Der Verführung, einen Kapitalismus in vermeintlich neuer Spielart auszurufen, will ich hier nicht nachgeben. Schließlich beantwortet sich die Frage nach dem wirklich Neuen nicht durch die vorschnelle Ausrufung eines neuartigen *-Kapitalismus auf der Basis (oft nicht wirklich verstandener) neuer technischer Phänomene. Die Analyse historisch-konkreter Entwicklungen benötigt stattdessen einen Blick auf das Konkrete – das Konkrete der Arbeit *und* das Konkrete der Technik. Einen solchen will ich hier wagen und zwar bewusst beschränkt auf Leichtbauroboter als eine der vielen technologischen Facetten von dem, was wir seit 2011 Industrie 4.0 nennen.

Leichtbauroboter sind *einerseits* technisch weitgehend ausgereift und praktisch einsetzbar; sie gleichen auf den ersten Blick ihren alten, schweren Verwandten – den großen Industrierobotern: Ohne humanoide Anleihen sind sie wie diese überwiegend ausgestattet mit einem einzigen Arm und vielen Freiheitsgraden, aber wesentlich leichter und kleiner. Damit bietet Leichtbaurobotik mit ihrem zudem deutlich geringeren Anschaffungspreis technisch wie ökonomisch neuartige Möglichkeiten.

Marketingmäßig im Begriff des Cobots (des kollaborativen Roboters) gefasst bieten Leichtbauroboter *andererseits* technisch so viel Neues, dass sie eine neue Qualität der Interaktion zwischen Mensch und Technik versprechen. Anders als ihre schweren Vorgänger sind sie ausgerüstet mit hochempfindlicher, adaptiver Sensorik und erlauben daher einen Einsatz außerhalb des für den Industrieroboter aus Sicherheitsgründen obligatorischen Schutzzauns. Der viel zitierte »Kollege Roboter« verlässt die sogenannte Zelle, Mensch und Roboter – so das Technik- und Marketingversprechen – *koexistieren* damit nicht nur, sondern teilen sich entweder abwechselnd

und sequentiell den gleichen Arbeitsraum (*Synchronisation*), nutzen diesen gemeinsam und zeitgleich, ohne direkt am selben Bauteil tätig zu sein (*Kooperation*), oder arbeiten sogar tatsächlich gleichzeitig am selben Bauteil (*Kollaboration*).¹

Leichtbauroboter erlauben also *einerseits* die Ausweitung des klassischen Rationalisierungsansatzes (Ersetzung des variablen durch konstantes Kapital) in Branchen und Bereiche, in denen sich die Investition in große Industrieroboter nicht rechnet, also beispielsweise in der Lowtech-Serienproduktion. Wenn Marx feststellt, der »Maschinenbetrieb« treibe die »gesellschaftliche Teilung der Arbeit ungleich weiter als die Manufaktur«, ermöglicht der Leichtbauroboter in diesem Sinne die Erhöhung der Produktivkraft des davon nun neu und zusätzlich »ergriffenen Gewerbe[s]«. ² Der Leichtbauroboter verspricht aber *andererseits* auch etwas so von Marx nicht Vorhergesehenes, nämlich sozusagen die Rettung bzw. Neuerfindung der Manufaktur für deren kapitalistische Vernutzung; er könnte eben auch da die Produktivität in »ungleich höherem Grad vermehr[en]«, ³ wo individualisierte Produkte in kleinsten Stückzahlen und in so unübersehbarer Variantenvielfalt gefertigt werden, dass auf das »Detailgeschick des individuellen«, aber eben nicht wie in der großen Industrie »entleerten Maschinenarbeiters«⁴ nur bedingt verzichtet werden kann.

Mit ihrer – anders etwa als bei Künstlicher Intelligenz – bereits weitgehend ausgereiften Technik und diesem *doppelten Produktivitätserhöhungsversprechen* sollte die Leichtbaurobotik aktuell einen Siegeszug antreten. Das Angebot ist vielfältig: Rund 25 Hersteller bieten bereits serienreife, leicht bedienbare und vergleichsweise kostengünstige Leichtbau-

1 Zur üblichen Unterscheidung dieser fünf Arten der Mensch-Roboter-Interaktion (Zelle, Koexistenz, Synchronisiert, Kooperation, Kollaboration) vgl. Wilhelm Bauer/Manfred Bender/Martin Braun/Peter Rally/Oliver Scholz: Leichtbauroboter in der manuellen Montage – einfach einfach anfangen. Erste Erfahrungen von Anwenderunternehmen, Stuttgart 2016, S. 8.

2 Karl Marx: Das Kapital, Bd. 1, in: Karl Marx/Friedrich Engels: Werke [MEW], Berlin 1956ff., Bd. 23, S. 468.

3 Ebd.

4 Ebd., S. 446.

roboter an.⁵ Und rund 86 Prozent der von der Zeitschrift *Produktion* 2014 befragten Unternehmen gaben an, in Leichtbaurobotik investieren zu wollen.⁶ Es müsste sich empirisch also ein Rationalisierungsschub abzeichnen. Dem aber ist nicht so. Kaum etwas beschreibt das aktuelle Dilemma der Leichtbaurobotik besser als das bayerische Idiom in der Überschrift des nächsten und zentralen Kapitels. Den Ursachen gehen wir in zwei Schritten nach: Zunächst betrachten wir die Aus- und Wechselwirkungen betrieblicher Nutzungsregime der Leichtbaurobotik, um dann die für diesen Robotikansatz spezifische Option der Kollaboration näher zu analysieren. Dabei wird sich empirisch zeigen und soll theoretisch diskutiert werden, ob sich die für Leichtbauroboter passenden Nutzungsregime entwickeln. Abschließend wird gezeigt, dass das qualitativ Neue sich nicht nur empirisch im Konkreten zeigt, sondern auch im Konkreten (und dessen Bedürfnissen) neue Widersprüche begründet sind, die eine kapitalistische – auf Abstraktifizierung (im ökonomischen Sinne) zielende Wirtschaftsweise – immer schwerer in der Lage ist zu lösen.

Leicht ist schwer was:

Vom schweren Start der Leichtbauroboter

Zunehmend wird der Begriff Roboter auf ganz unterschiedliche – auch nicht stofflich wirkende – Technologien angewendet. Nachfolgend geht es ausschließlich um Leichtbaurobotik im einleitend skizzierten Sinne, also um Robotik, die in der Tradition bisheriger Robotik zu verorten ist, weil es um die Bewegung physischer Objekte geht und dabei der produktive Einsatz im Feld Wirtschaft im Fokus steht. Wir haben es also von der Zielrichtung, der grundlegenden Technik und den Einsatzgebieten mit Bekanntem – also erprobten Nutzungsregimen – zu tun. Gleichzeitig aber sind Leichtbauroboter etwas sehr Neues, sind sie doch anders als ihre schweren Vorgänger gekennzeich-

5 Zu den bekanntesten Leichtbaurobotern zählen YuMi von ABB, Panda von Frank Emika, BionicCobot von Festo, iisy von KUKA oder Sawyer von RethinkRobotics, nun Hahn Group.

6 Zitiert in: Wilhelm Bauer u.a.: Leichtbauroboter in der manuellen Montage, S. 2.

net durch »konstruktive oder sicherheitstechnisch geregelte Harmlosigkeit«, die einen Betrieb ohne trennende Schutzrichtungen und gerade dadurch eine »skalierbare Automatisierung« und einen wesentlichen Beitrag zur Wirtschaftlichkeit ermöglichen sollen – gerade weil sie ohne Schutzzaun in vielen weiteren industriellen und nicht-industriellen Bereichen zum Einsatz kommen könnten.⁷ Auch die geringere Investition erlaubt bekannte Muster der Automatisierung in bisher nicht ökonomisch sinnvoll zu automatisierende Bereiche zu tragen – also etwa in der stark manuellen Montage mit kleinen Losgrößen, in variantenreicher Verpackung oder manufakturieller Herstellung unterschiedlicher Branchen und näher an den Kundenmärkten. Leichtbauroboter sind nicht nur technisch ausgereift und längst praxisfähig, sie sind mittlerweile schon mit Investitionskosten von unter 10 000 Euro zu haben. Alles also scheint für eine schubartige Verbreitung mit entsprechenden Effekten für Arbeit und Beschäftigung zu sprechen. Dazu aber finden sich wenige und zudem widersprüchliche Zahlen,⁸ Studien zu Beschäftigungseffekten verbleiben auf der Makroebene.⁹ Zu den wenigen Ausnahmen zählen eine Studie auf Basis des European Manufacturing Survey (EMS),¹⁰ bei dem produzierende Unternehmen befragt werden, und eine Studie auf der Basis von Erwerbsverlaufsdaten.¹¹ Beide Studien verbinden eigene Daten mit denen der International Federation of Robotics (IFR) zu Robotikverkaufszahlen,¹² die

7 Bjoern Matthias/Hao Ding/Volker Miegele: Die Zukunft der Mensch-Roboter Kollaboration in der industriellen Montage, Internationales Forum Montage 2013, 30.–31. Oktober 2013 in Winterthur.

8 Zum Teil wird zu unkonkret gefragt. So unterscheidet der DGB-Index »Gute Arbeit« 2016 nicht zwischen computergesteuerten Maschinen und Robotern (24 Prozent aller Beschäftigten arbeiten damit) und in der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012 wird nur die Tätigkeit »Überwachen, Steuern von Anlagen, Maschinen« erhoben (39 Prozent tun dies häufig oder manchmal).

9 Robert Seamans/Manav Raj: AI, Labor, Productivity and the Need for Firm-Level Data, Cambridge 2018, S. 5–8. <http://papers.nber.org/tmp/85128-w24239.pdf>

10 Angela Jäger/Cornelius Moll/Christian Lerch: Analysis of the Impact of Robotic Systems on Employment in the European Union, Karlsruhe 2016.

11 Wolfgang Dauth/Sebastian Findeisen/Jens Suedekum/Nicole Woessner: German Robots – The Impact of Industrial Robots on Workers, London 2017.

12 International Federation for Robotics: World Robotics. Industrial Robots 2018, Frankfurt a. M./New York 2018.

zwar seit Kurzem zwischen Industrie- und Servicerobotern unterscheidet¹³, auch in ihrer aktuellsten Fassung aber keine Zahlen zu Leichtbaurobotik ausweist. Diese Studien bescheinigen Deutschland jeweils einen vorderen Platz im globalen Ranking der Roboterdichte (Anzahl der Roboter pro 10 000 Beschäftigte). Bei den Effekten aber herrscht weniger Einigkeit: Während die einen eine erhöhte Produktivität ohne negative Beschäftigungseffekte konstatieren,¹⁴ zeigen andere negative Effekte des Robotikeinsatzes auf Löhne¹⁵ und wieder andere machen Roboter für einen dramatischen Arbeitsplatzrückgang in der produzierenden Industrie verantwortlich.¹⁶ Alle zitierten Studien beziehen sich schon zeitlich bedingt fast ausschließlich auf die bisherige Nutzung klassischer Industrieroboter. Es bleibt daher offen, inwieweit sich die Ergebnisse auf die Zukunft und auf die Leichtbaurobotik sowie deren Nutzung auch in anderen Bereichen übertragen lassen. Historisch betrachtet waren es die bisherigen Industrieroboter, mit deren extensivem Einsatz die Fließbandfertigung produktiver wurde als jemals zuvor.¹⁷ Daran lassen auch die zitierten Studien keinen Zweifel; dass dies trotzdem unterschiedliche und teils widersprüchliche Effekte hat, zeigt, dass die Folgen von Technologie nicht eindimensional, sondern abhängig von vielfältigen konkret-historischen Bedingungen sind – Bedingungen, die sich konkretisieren in *spezifischen Formen der Gestaltung des konstanten und in unterschiedlichen Nutzungsformen des variablen Kapitels* im Betrieb. Werfen wir im nächsten Schritt einen Blick auf den Forschungsstand zur Nutzung von Robotik und der arbeitsorganisatorischen und qualifikatorischen Ausgestaltung.

13 Auf dieser Basis schätzt eine weitere Studie Arbeitsmarkteffekte insbesondere für Serviceroboter: Michael Decker/Martin Fischer/Ingrid Ott: Service Robotics and Human Labor: A First Technology Assessment of Substitution and Cooperation, in: Robotics and Autonomous Systems, Vol. 87 (2017), S. 348–354.

14 Angela Jäger/Cornelius Moll/Christian Lerch: Analysis of the Impact of Robotic Systems on Employment in the European Union, Luxemburg 2016.

15 Dauth u. a.: German Robots.

16 Decker u. a.: Service Robotics.

17 David E. Nye: America's Assembly Line, Cambridge 2013, S. 242.

Betriebliche Nutzungsregime vor neuen Herausforderungen

Zusammen mit weiteren Industrie-4.0-Technologien wird aus technischer Sicht die »roboterbasierte Automation« als neues Automationsparadigma beschworen, mit dem sich die Frage nach dem Verhältnis zwischen Mensch und Maschine ganz neu stelle: »Wird die eine Hälfte der Beschäftigten Roboter ›programmieren‹ [...], während die andere Hälfte [...] von Robotern Arbeitsanweisungen entgegennimmt [...]«?¹⁸ Letzteres sei für die Produktion noch nicht in Sicht,¹⁹ müsste dann aber deutliche Qualifikationseffekte nach sich ziehen. Eine der wenigen Studien zu Qualifikation im Kontext von Leichtbaurobotik hält je nach Einsatzszenario sowohl eine Aufwertung wie auch Kompetenzverluste auf Facharbeitsebene für möglich.²⁰

Der Einsatz von Robotik in nicht-industriellen Bereichen – aus Kapitalsicht ein Vorteil des Leichtbauroboters – könnte zu ganz anderen Qualifikationseffekten führen als im industriellen Bereich mit seinen entlang von konkret-historisch entwickelten Automatisierungsstufen, Nutzungsregimen und Qualifikationsformationen: So führt zum Beispiel der Einsatz von Robotik in der Chirurgie zur Herausbildung einer Hyperspezialisierung für nur eine kleine Gruppe von Chirurginnen.²¹ Bei den Qualifikationseffekten durch Leichtbaurobotik scheint es also auf bisherige Nutzungsregime im Betrieb anzukommen.

Die Hersteller von Leichtbaurobotern sind darauf angewiesen, dass Anwenderunternehmen diese in ihre unmittelbaren Produktionsprozesse integrieren, was nur passiert bei Aussicht auf Produktivitätseffekte. Integration aber bedeutet: konkrete Lösungen zu finden, Lösungen die ein bestimmtes (und meist neues) Ineinanderspiel des variablen und des konstanten Kapi-

18 Michael Haag: Kollaboratives Arbeiten mit Robotern – Vision und realistische Perspektive, in: Alfons Botthoff/Ernst Andreas Hartmann (Hrsg.): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Wiesbaden 2015, S. 60.

19 Ebd., S. 64.

20 Lars Windelband/Bernd Dworschak: Arbeit und Kompetenzen in der Industrie 4.0, in: Hartmut Hirsch-Kreinsen/Peter Ittermann/Jonathan Niehaus (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit, Baden-Baden 2015, S. 71–86.

21 Matthew Beane: Shadow Learning: Building Robotic Surgical Skill When Approved Means Fail, in: Administrative Science Quarterly *online first*, 2018, S. 1–37.

tals erfordern. Der Roboter als Produktionsmittel lässt sich nicht nur über das Verhältnis Mensch-Technik bestimmen, sondern die Produktionsverhältnisse sind unverzichtbar mitzudenken; erst wenn all dies ineinandergreift, kann sich ein neues Nutzungsregime etablieren. Zwar sind variables und konstantes Kapital analytische Begriffe, sie erfordern aber immer eine konkret-historische Ausprägung. Das war schon bei der ersten Generation der großen Industrierobotik der Fall. So bildete sich bei deren Einführung in den 1980er-Jahren eine dreigeteilte arbeitsorganisatorische Struktur des variablen Kapitals, die sich bis heute weitgehend gehalten hat:

»1) Programmierung (Tätigkeit für Ingenieure und Technikerinnen), 2) Einstellung, Wartung, Programmanpassung (Tätigkeit für Instandhaltung und Einrichtung); und 3) Bedienung der Roboter (Tätigkeit für Produktionsarbeiter). Lackierung und Schweißen, ehemals Tätigkeiten auf Facharbeitsniveau, werden heute von Industrierobotern durchgeführt. Beschäftigte im Bereich Programmierung und Wartung sind die Gewinner im Rationalisierungsprozess; Produktionsarbeiterinnen sind die Verlierer. Es gibt keine Mobilität von Stufe 3 zu Stufe 2.«²²

Diese Nicht-Mobilität sollte damals wie heute keine sachlich-faktische Basis haben, haben doch Beschäftigte in Produktion wie Instandhaltung in der deutschen Automobilindustrie weitgehend Facharbeitsqualifikation (oft ergänzt um berufliche Aufstiegsqualifikationen) und könnten aufgrund ihres Fach- und Erfahrungswissens daher leicht jeweils um einen der genannten Level aufsteigen.²³ Windolf konstatiert für Industrieroboter schon in den 1980er-Jahren, dass die Schneidung von Fähigkeiten und Aufgaben allein von der arbeitsorganisatorischen Ausgestaltung abhängt und die damals neuen Technologien nicht nur mit einer starren und hierarchischen

22 Paul Windolf: *Industrial Robots in the West German Automobile Industry*, in: *Politics & Society*, Vol. 14 (1985), Nr. 4, S. 459–495, hier S. 481.

23 Sabine Pfeiffer: *Industry 4.0: Robotics and Contradictions*, in: Paško Bilić/Jaka Primorac/Bjarki Valtýsson (Hrsg.): *Technologies of Labour and the Politics of Contradiction*, Cham 2018, S. 19–36.

Arbeitsteilung vereinbar seien, sondern auch mit anderen Formen der Verantwortungsverteilung in der Produktion.²⁴

Es erscheint zunächst so, als sei die Frage der Qualifikation und der Arbeitsorganisation technikunabhängig beliebig sozial gestaltbar und allenfalls beschränkt von den jeweiligen Macht- und Herrschaftsverhältnissen im Betrieb. So wurden CNC-Programmierer, als der Bedarf ab den 1980er-Jahren neu entstand, zunächst nicht vom Arbeitsmarkt, sondern aus den eigenen Reihen rekrutiert – meist Facharbeiterinnen, die berufliche Fortbildungsqualifikationen zum Meister oder Techniker absolviert hatten, in entsprechenden Qualifikationen aber bis dahin nicht eingesetzt waren. Dass ansonsten in einem kapitalistischen Betrieb Aufstiegs- und Weiterbildungsoptionen immer auch Ausdruck wie Mittel von Macht- und Herrschaftsbeziehungen sind, gilt auch auf dem *shopfloor*. So weit so klar – aber nicht ausreichend für eine weiterführende Analyse und nicht spezifisch für Robotik. Denn andererseits wird meist die Frage außen vorgelassen, ob bestimmte technische Konstellationen auch sachlich bestimmte Formen der Arbeitsteilung nahelegen. Leider bleibt bis heute eine Folge der lange währenden Kontroverse um die (Nicht-)Determiniertheit des Sozialen durch die Technik,²⁵ dass konkrete Setzungen des Technischen (also der Konkretion des konstanten Kapitals) selten ihren Weg in die kritische Analyse finden. Dabei gibt es eben auch Beschränkungen und Ermöglichungen des Technischen, sachliche Notwendigkeiten und kaum hintergehbare Pfadabhängigkeiten, die in konkreten Produktionsprozessen eine (wenn auch nie die einzige) wichtige Erklärungsdimension darstellen. Zwar sind diese immer auch fast unentwirrtbar verwickelt mit den ökonomischen Bedingungen ihres Einsatzes, das entlässt aber nicht aus der Pflicht, genauer hinzusehen. Spielen wir das gedanklich und exemplarisch zunächst für den klassischen Industrieroboter durch.

24 Windolf: *Industrial Robots*, S. 482.

25 Sabine Pfeiffer: Technisierung von Arbeit, in: Fritz Böhle/Günter G. Voß/Günther Wachtler (Hrsg.): *Handbuch Arbeitssoziologie*. Band 1: Arbeit, Strukturen, Prozesse, 2. Aufl., Wiesbaden 2018, S. 321–358.

Da dieser aus Sicherheitsgründen innerhalb des Schutzzauns bleibt, liegen damit auch arbeitsorganisatorische Formen der Nutzung und Gestaltung des variablen Kapitals nahe, die dem Einsatz anderer Maschinen ähnlich sind: Der meist für Füge- oder Handlungstätigkeiten eingesetzte Industrieroboter kann damit betrieblich genauso behandelt werden wie das spanende Bearbeitungszentrum oder die umformende Presse. Für die metallbearbeitende produzierende Industrie gilt daher seit den 1980er-Jahren ziemlich durchgängig: Die Ausführung des eigentlichen Arbeitsschritts ...

- a) passiert automatisch in einem abgeschlossenen Schutzkorridor und in diesem Moment ohne unmittelbares Zutun des arbeitenden Menschen;
- b) erfordert eine anspruchsvolle Programmierung, die überwiegend zeitlich und räumlich entkoppelt passieren kann;
- c) geht schon qua Investitionsmasse in einem auf hohe Stückzahlen ausgerichteten, größeren Maschinenpark vorstatten;
- d) erfordert bei gleichzeitig hoher Variantenvielfalt die Fähigkeit, schnell auf andere Varianten umrüsten zu können;
- e) bedingt aus technisch-sachlichen Gründen präzise Wiederholgenauigkeiten und
- f) aus ökonomischen Gründen eine Minimierung von Ausschussquoten;
- g) findet in einem komplexen Produktionsumfeld mit multidimensionalen Einflussgrößen und dynamischem Verschleißverhalten statt und muss daher ständig vor Störungen bewahrt werden;
- h) realisiert sich auf Dauer ungestört nur, wenn eine vorausschauende und reaktionsschnelle Wartung unterschiedlichster Teilkomponenten (mechanisch, elektrisch, elektronisch, pneumatisch usw.) vor Ort gewährleistet werden kann; usw.

Diese Liste ließe sich verlängern und präzisieren, sie zeigt aber vor allem eines: Die in den 1980er-Jahren beobachtete arbeitsorganisatorische und qualifikatorische Struktur²⁶ lässt

26 Windolf: Industrial Robots.

sich weder ohne den Kontext eines kapitalistisch verfassten Betriebs, der alle Elemente des Schneller-Höher-Weiter bedingt, noch ohne Berücksichtigung der technisch-sachlichen Gegebenheiten verstehen. Diese Art von Fertigung kann mit einem möglichst geringen Anteil an variablem Kapital am produktivsten realisiert werden auf der Basis von (wenigen) einschlägig und breit qualifizierten Arbeitskräften (dreijährige gewerblich-technische Berufsausbildung als institutionelle Basis) und von etablierten Formen der Arbeitsteilung in Bedienung, Wartung, Programmierung (die mal mehr, mal weniger zusätzliche oder weitere betriebliche oder berufliche Qualifizierung erfordert).

Alles neu macht die Kollaboration?

Diese ebenso aus ökonomischen wie aus technisch-sachlichen Gründen etablierten betrieblichen Nutzungsregime von variablem und konstantem Kapital mögen für die große Industrie typisch sein, sie sind aber alles andere als exklusiv für den großen Industrieroboter. Glaubt man dem Marketing der Hersteller, könnten die oben genannten generischen Charakteristika nun aber überwunden werden: Der Leichtbauroboter ...

- a) kann den Schutzraum verlassen und mit dem Menschen zeitgleich im selben Arbeitsraum gemeinsame Arbeitsschritte am gleichen Bauteil ausführen;
- b) benötigt keine aufwendige Programmierung und kann damit auch von Nicht-Fachpersonal bedient werden;
- c) benötigt nur geringe Investitionen.

Der Leichtbauroboter müsste also längst einen auch empirisch zu beobachtenden Siegeszug begonnen haben, denn zahlreiche bisher nicht automatisierbare Bereiche sollten sich nun gewinnbringend automatisieren lassen. Zudem – und gerade deswegen konzentriere ich mich in diesem Artikel bewusst auf diese technologische Facette von Industrie 4.0 – haben wir es mit einer trotz aller Neuheit ausgereiften und praxistauglichen Technologie zu tun, die ihre Erprobungsphase hinter sich hat und sozusagen »von der Stange« zu erwerben ist. Der Siegeszug aber bleibt bislang aus; das zeigt sich schon bei einem

konkreteren Blick auf diese drei Dimensionen *Kollaboration*, *Programmierung* und *Investition*:

- *Kollaboration jenseits des Schutzraums*. Empirisch durchgesetzt hat sich überwiegend das Modell der *Koexistenz*,²⁷ bei der Mensch und schutzzaunloser Roboter *nebeneinander* arbeiten und sich keinen gemeinsamen Arbeitsraum teilen. Die einleitend vorgestellten Varianten der Mensch-Roboter-*Kooperation*, die wenigstens einen gemeinsamen Arbeitsraum vorsehen, finden sich in der Praxis kaum. Das gilt erst recht für die elaborierteste Form der Arbeitsteilung zwischen Roboter und Mensch, die *Kollaboration*. Dabei wäre diese das revolutionär Neue, weil der eigentliche Arbeitsschritt von Mensch und Roboter gleichzeitig am selben Bauteil ausgeführt wird. Demgegenüber lag der große Produktivitätsfortschritt beim Wechsel von der konventionellen zur programmierbaren Bearbeitungsmaschine (egal ob über Lochkarte oder CNC, ob in der Werkstatt oder der Arbeitsvorbereitung programmiert), gerade in der zeitlichen und räumlichen Trennung von Mensch und Maschine. Die konventionelle Werkzeugmaschine benötigte noch eine sehr aktive Bedienung und direkte Steuerung durch den Menschen und band ihn daher stark an sich. Erst mit der Trennung von Maschinen- und Menschenhandeln durch den Programmablauf setzte ein neuer Rationalisierungsschub ein, erst dann konnten mehrere Maschinen durch einen Menschen bedient und erst damit im größeren Stil variables Kapital ersetzt werden. Und erst damit etablierte sich die oben beschriebene qualifikatorische Dreiteilung von Bedienung, Programmierung und Wartung. Bei der Leichtbaurobotik inspirierte zwar die Vision der *Kollaboration* zur marketingträchtigen Wortschöpfung des Cobots (aus *collaboration* und *robots*). Genau diese aber findet in der Praxis praktisch nicht statt. So fragt in einer Gruppendiskussion der Entwicklungsleiter eines Herstellers für Leichtbauroboter verzweifelt: »Das

27 Vgl. Wilhelm Bauer u.a.: Leichtbauroboter in der manuellen Montage.

sind doch hier nun alles Experten. Was mich wirklich mal interessieren würde: Kann mir hier irgendjemand eine Situation nennen, bei der wirklich Mensch und Roboter gleichzeitig am selben Bauteil etwas tun? Wir haben Millionen in die Entwicklung unseres [Robotername] gesteckt, aber diese Anwendungsfälle gibt es nicht. Keiner braucht das doch, oder?« Der Vertriebsverantwortliche eines anderen Herstellers resümiert seine Erfahrung im Vertrieb: »Wir hätten den Begriff des Cobots nie verwenden sollen, da weckst Du völlig falsche Erwartungen beim Management. Die denken, man kauft ihn, stellt ihn in die Produktion und dann geht es los mit der Zusammenarbeit. Aber so ist das nicht, und dann suchen sie verzweifelt nach Anwendungen.«²⁸

- *Leichte Programmierung*: Unterschieden wird zwischen klassischer Programmierung und der Programmierung »durch Vormachen«, bei der der Roboter über »intuitive Eingabemethoden direkt oder indirekt belehrt« wird.²⁹ Meist wird einerseits die einfache Handhabung der neuen Robotik betont, die gar keine Programmierkenntnisse mehr erfordere, sondern sich auf einfaches Führen und »Zeigen« des Roboters beschränke (sogenanntes Teach-in).³⁰ Andererseits wird oft bezweifelt, ob dieses auf der Facharbeitsebene angesiedelt sein kann, mindestens erfordere dies immense Weiterbildungsaufwände. Ein erstaunlicher Widerspruch: Wenn die Programmierung so einfach ist, dass davon im eigentlichen Sinne (also Geometrie- und Bearbeitungsbefehle in einer meist herstellereigenen Skriptsprache) nicht mehr die Rede ist,

28 Alle zitierten Interviewpassagen stammen aus eigener, qualitativer Empirie, die in 2018 mit Experten deutscher Leichtbaurobter-Hersteller durchgeführt wurde.

29 Martin Naumann: Mensch-Maschine-Interaktion, in: Thomas Bauernhansl/Michael ten Hompel/Birgit Vogel-Heuser (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion. Automatisierung und Logistik. Anwendung – Technologien – Migration, Wiesbaden 2014, S. 510.

30 Teach-in ist zudem kein neues Konzept, sondern findet sich schon bei Industrierobotern der 1990er-Jahre, vgl. Gerd Hirzinger: Neue Teach-In-Verfahren in der Robotik, in: Ingbert Kupka (Hrsg.): GI – 13. Jahrestagung. Hamburg, 3.–7. Oktober 1983, Proceedings, Bd. 73, Berlin/Heidelberg 1983, S. 177–193.

dann sollte dies für moderne Metall- und Elektroberufe kein Problem darstellen. Schließlich gehört die – als bislang komplizierter angesehen – CNC-Programmierung von Bearbeitungsmaschinen seit der ersten Reform der Metallberufe in den 1980er-Jahren fest zum Ausbildungscurriculum. Viel wichtiger als die Programmierung des Roboters im Sinne von Positionierungsbefehlen ist, was der Roboter tun soll. Das gilt für den großen Industrieroboter ebenso wie seinen leichten Bruder. So wie die Programmierung eines Industrieroboters zum Punktschweißen entlang einer Karosseriegeometrie ohne Fach- und Erfahrungswissen des Schutzgasschweißens oder zu den Materialien der zu schweißenden Teile nicht funktioniert, so benötigt auch der Leichtbauroboter mehr Überblicks- und je nach Einsatzort Fachwissen jenseits der reinen Roboterpositionierung (zum Beispiel über Sinn und Unsinn bestimmter Montage- oder Verpackungsanforderungen und -schrittfolgen). Hier steckt die eigentliche – aber ebenso auf Facharbeitsebene unkritische – Herausforderung, auch für Leichtbaurobotik. Kein Problem in Bereichen mit Metall- und Elektroberufen, sehr wohl aber dann, wenn die neue Robotik außerhalb dieser Branchen eingesetzt werden soll.

- Als Intentionen für die *Investition* von Leichtbaurobotern wird neben der Verbesserung der Ergonomie und der Erprobung innovativer Technologie in erster Linie eine verbesserte Wirtschaftlichkeit genannt; in der Praxis zeigen sich allerdings wesentlich längere Amortisationszeiten als bei klassischer Automatisierung.³¹ Brynjolfsson u. a.³² halten dies für typisch für sogenannte *general-purpose technologies* (GPTs), also Technologien wie Künstliche Intelligenz oder Robotik, die in verschiedensten Anwendungen einsetzbar sind. Bei diesen käme es in den ersten Jahren zu weniger Ertrag und Produktivität als

31 Wilhelm Bauer u.a.: Leichtbauroboter in der manuellen Montage, S. 9.

32 Vgl. Erik Brynjolfsson/Daniel Rock/Chad Syverson: The Productivity J-Curve: How Intangibles Complement General Purpose Technologies, Cambridge 2018.

erwartet und erst später zu deren spürbaren Erhöhung – weil ein Großteil der anfänglichen Investitionen nicht für die Anschaffung der eigentlichen Produktionsmittel, sondern für die dafür benötigten »Intangibles« nötig sei (gemeint sind die ökonomisch schwerer fassbaren Aufwände für das mit diesen Technologien einhergehenden Re-Design der Geschäftsprozesse, die Ko-Investitionen für neue Produkte und Geschäftsmodelle sowie Investitionen in »Humankapital«) – es geht also überwiegend um variables Kapital, das benötigt wird, um das *general-purpose*-Versprechen einzulösen und zu einem ökonomisch nutzbringenden, konstantem Kapital werden zu lassen. Spricht man mit Experten der Branche, zeigen sich zwei Muster zum Thema Investition. Zum einen wird die Anschaffungsintention sehr häufig als eine *me-too*-Entscheidung geschildert, so der Experte eines Herstellers: »Unser [Name des Roboters] wird ja meist vom oberen Management, vom Geschäftsführer gekauft. Der hat den auf der Messe gesehen und sein Golfkumpel hat den auch schon, dann will er ihn auch haben. Ist manchmal echt so ein Status-Ding, ob sich das rechnet, wird da gar nicht gefragt.« Ein Ingenieur schildert: »Naja, und dann war das Ding da und dann wollte man unbedingt irgendwas Herzeigbares damit machen, am besten was für eine bessere Ergonomie, wegen der Akzeptanz und so. Was am Ende nach langem Getue rauskam, hätte man viel billiger und schon lange vorher mit einer üblichen Handhabungsautomatisierung lösen können.« Auch bei 25 vom Fraunhofer IAO untersuchten Anwendungsfällen war der Aufwand bei schutzzaunlosem Einsatz durchgängig deutlich höher als am Anfang der Planung erwartet.³³

Aus der leichteren und intuitiveren Programmierung der Leichtbauroboter, ebenso wie aus den Kollaborationsoptionen sowie den geringen Investitionskosten ergeben sich also Optionen für die Einsparung variablen Kapitals, die sich bis-

33 Ebd.

her kaum realisieren. Das ließe sich als Übergangsphänomen abtun oder als Symptom unprofessionellen Managementhandelns. Beides mag auch stimmen, erklärt aber alleine nicht den Gap zwischen Produktivitätsversprechen und dessen Nichteinlösung. Das bisherige Scheitern des Neuen liegt *erstens* offensichtlich nicht im eigentlichen Produktionsmittel und seiner stofflichen Artefaktspezifika begründet. Und es scheint *zweitens* nicht an fehlenden oder nicht passfähigen Kompetenzen der Beschäftigten zu liegen. Wir suchen abschließend nach einer weiterführenden Erklärung.

Die neuen Nutzungsregime scheitern am Konkreten

Eine weitere Erklärung könnte sein, dass das Anwenderkapital den Produktivitätsversprechen des Anbieterkapitals auf den Leim gegangen ist und deswegen (und aufgrund des hyperventilierenden Digitalisierungsdiskurses) vor der Investition die sachliche und ökonomische Sinnhaftigkeit des Leichtbauroboter nicht ausreichend geprüft hat. Schon Marx hat darauf hingewiesen, dass die Maschinerie als »übermächtiger Konkurrent« und als dem Lohnarbeiter »feindliche Potenz [...] laut ... vom Kapital *proklamiert* und gehandhabt« werde; man könne eine ganze »Geschichte der Erfindungen« schreiben, die bloß als »Kriegsmittel des Kapitals wider Arbeiterproteste ins Leben traten«. ³⁴ Die *Proklamation* der neuen Technologien gelingt dem Kapital aktuell über den Digitalisierungs- und 4.0-Diskurs erstaunlich gut ³⁵ und die Presse übernimmt unkritisch das Marketing der Herstellerfirmen. ³⁶ Mit der *Handhabung* aber scheint sich das Kapital derzeit weniger leicht zu tun. Dass dies selbst bei der Leichtbaurobotik der Fall ist, obwohl hier weitaus weniger technologische Hürden bestehen als bei anderen 4.0-Technologien, bedarf der weiteren Analyse. Bei

34 MEW, Bd. 23, S. 459, Hervorh. S.P.

35 Sabine Pfeiffer: Warum reden wir eigentlich über Industrie 4.0? Auf dem Weg zum digitalen Despotismus, in Mittelweg 36, Jg. 24 (2015), H. 6, S. 14–36.

36 Vgl. die Studie über die KI-Berichterstattung in UK: J. Scott Brennen/Philip N. Howard/Rasmus Kleis Nielsen: An Industry-Led Debate: How UK Media Cover Artificial Intelligence, Oxford 2018.

der Leichtbaurobotik ist die Fähigkeit zur Kollaboration, zur direkten Zusammenarbeit von Mensch und Roboter die vermarktete *killing application*. Kooperation zu nutzen sieht Marx als ein wesentliches Element der kapitalistischen Produktion; es handele sich hierbei »nicht nur um Erhöhung der individuellen Produktivkraft [...], sondern um die Schöpfung einer Produktivkraft, die an und für sich Massenkraft sein muss«. ³⁷ Marx unterscheidet zwei Kooperationsarten, die eigentümlich an die einleitend zitierten unterschiedlichen Kooperationsformen zwischen Mensch und Roboter erinnern, aber gerade nicht die Interaktion zwischen einem individuellen Mensch und einem einzelnen Artefakt beschreiben: Bei der *einfachen Kooperation* werde Gleiches nacheinander oder nebeneinander getan, ³⁸ für komplizierte Arbeitsprozesse erlaube dagegen die *arbeitsteilige Kooperation*, »die bloße Masse der Zusammenarbeitenden, die verschiedenen Operationen unter verschiedene Hände zu verteilen, daher gleichzeitig zu verrichten und dadurch die zur Herstellung des Gesamtprodukts nötige Arbeitszeit zu verkürzen«; zudem ergäbe sich eine »Beschränkung der Raumsphäre der Arbeit bei gleichzeitiger Ausdehnung ihrer Wirkungssphäre«. ³⁹

Neben diesen generisch-abstrakten Aussagen macht Marx aber auch sehr deutlich, dass die gesteigerte Produktivkraft eines solchen *kombinierten Arbeitstags* ganz unterschiedliche konkrete Ursachen haben kann, sei es die Erhöhung der mechanischen Kraftpotenz der Arbeit, sei es die Möglichkeit, »im kritischen Moment viel Arbeit in wenig Zeit flüssig« zu machen, »den Wetteifer der Einzelnen« erregen und ihre »Lebensgeister« spannen zu können, sei es, den »gleichartigen Verrichtungen vieler den Stempel der Kontinuität und Vielseitigkeit« aufdrücken zu können, oder sei es, die Produktionsmittel durch ihren gemeinschaftlichen Gebrauch zu ökonomisieren und bei alledem der »individuellen Arbeit den Charakter gesellschaftlicher Durchschnittsarbeit« zu verleihen.

37 MEW, Bd. 23, S. 344–345.

38 Ebd., S. 346.

39 Ebd., S. 347–348.

hen – alle diese Möglichkeiten entspringen nach Marx »aus der Kooperation selbst«.⁴⁰

Für den kollaborativen Leichtbauroboter stellt sich genau hier eine immanente Hürde: Nur auf den ersten Blick und klebend am Begriff der »Kollaboration« wäre er zu deuten als eine neue Stufe einer beispielsweise *erweiterten arbeitsteiligen Kooperation*. Dann aber müsste er sich betrieblich leichter eingliedern lassen. Schließlich trifft der Leichtbauroboter dort auf einen Zustand der »Entwicklung der Maschinerie«, der nach Marx erst eintrete, wenn die »große Industrie schon höhere Stufe erreicht hat und die sämtlichen Wissenschaften in den Dienst des Kapitals gefangengenommen sind; andererseits die vorhandne Maschinerie selbst schon große Ressourcen gewährt«.⁴¹ Damit stoßen wir möglicherweise auf den Kern und damit auf meine erste These: *Die sich im bisherigen Kapitalismus entwickelte Kooperation in all ihren Spielarten ist – in ihren entwickeltsten Produktionsformen der aktuellen großen Industrie – an die Grenze ihrer weiteren Ökonomisierung gekommen*.⁴² Das zeigte sich arbeitsorganisatorisch an den Grenzen des alten Taylorismus und den verschiedenen Antworten des Toyotismus (von der Lean Production über Ganzheitliche Produktionssysteme bis zur Agilen Produktion). Und es zeigt sich bei den technischen Produktionsmitteln nun an der zögerlichen Einführung des Leichtbauroboters.

Eine *zweite These* ist daher, dass der Leichtbauroboter für die hoch-automatisierten und hoch arbeitsteiligen Kooperationsformen der heutigen großen Industrie in den entwickelten kapitalistischen Ländern in seiner kollaborativen Nutzungs-

40 Ebd., S. 348–349; für die digitale Transformation ließe sich zum einen die Crowd- und Plattform-Ökonomie deuten als ein Versuch, diesen Nutzen der Kooperation und ihrer im Kapitalismus entwickelten Spielarten auch ohne den physischen Ort des Betriebs, ohne den (bei Marx noch als notwendig erachteten Manager) und unter der Nutzung der (durch das Kapital anderer finanzierter) Produktionsmittel zu ermöglichen.

41 Karl Marx: Grundrisse der Kritik der Politischen Ökonomie, MEW, Bd. 42, S. 600 (im Abschnitt »Fixes Kapital und Entwicklung der Produktivkräfte der Gesellschaft«, dem sogenannten Maschinenfragment).

42 Alle Thesen beziehen sich auf den Einsatz von physischen Produktionsmitteln in physischen Produktionsumfeldern. Es geht mir hier nicht um eine Generalthese dazu, was *die* Digitalisierung aus *dem* Kapitalismus mache.

form kein ökonomischer Fortschritt ist, weil diese historisch in langen Zyklen aufgebaute arbeitsteilige Kooperationsform keine letztlich manufakturielle individuelle Kooperation (auch wenn sie sich zwischen Mensch und Maschine abspielt) integrieren kann.

Der Leichtbauroboter würde dagegen – das ist die *dritte These* – hervorragend in eine individualisierte und personalisierte sowie dezentralisierte On-demand-Produktion passen. Häufig wird diese als zukünftiges Gegenmodell zur Massenproduktion gesehen und dabei impliziert, es würde derzeit in der Automobilherstellung in großen Serien jeweils der gleiche Autotyp hergestellt und erst in Zukunft und auf Basis von Industrie-4.0-Technologien sei ein Mehr an personalisierten Produkten möglich. Allerdings ignoriert diese Gegenüberstellung die Entwicklungen der letzten Jahrzehnte in Richtung einer modularisierten und kundenspezialisierten Serienfertigung. So kann man heute allein bei einem Hersteller von rund 10^{32} Fahrzeugausstattungsvarianten ausgehen;⁴³ auch heute schon ist jedes einzeln bestellte Fahrzeug identifizierbar und wird entsprechend spezifisch gefertigt. D. h. auch heute schon wäre eine On-demand-Produktion technisch gesehen machbar, sie bricht sich aber mit der herrschenden ökonomischen Logik, das heißt konkret: Sie hätte negative Auswirkungen auf betriebswirtschaftliche Kennzahl der Anlagenproduktivität. Gehen nicht ausreichend spezifische Kundenaufträge ein, so werden später aufwändig vermarktete Sondermodelle in größeren Losen produziert, um die Produktionsmittel am Laufen zu halten. Ob in der heutigen Produktionsform der *mass customization* oder einer weiter personalisierteren Form: Eine On-demand-Produktion wäre ohne Frage technisch denkbar und ökologisch höchst sinnvoll – sie ist aber nur in Nischen umsetzbar, denn sie widerspricht den Prinzipien einer kapitalistischen, zum Wachstum (und damit zur Überproduktion) verdamnten Ökonomie. Denn es würde in ihr nur dann produziert werden, wenn der konkrete Gebrauchswert für ein kon-

43 Christoph Tripp: Distributions- und Handelslogistik. Netzwerke und Strategien der Omnichannel-Distribution im Handel, Wiesbaden 2019, S. 38.

kretes einzelnes Produkt formuliert ist. Ganz ähnlich verhält es sich mit den Optionen des Leichtbauroboters, mit denen sich die Ergonomie verbessern und eine altersgerechte und vor allem nicht-taktgebundene Produktion technisch leichter realisieren ließe. Auch hier aber gilt erstens, dass es oft bereits andere technische Möglichkeiten gibt, mit denen dies erreicht werden könnte – wenn denn bei Investitions- und Technik-einsatzentscheidungen die Qualität von Arbeit erste Priorität hätte. Sie ist aber meist eine nur abgeleitete oder in Konflikten rund um die Arbeitsgestaltung ausgehandelte Größe, nicht die Leitorientierung. Qualitative Aspekte in Bezug auf Umwelt wie auf lebendige Arbeit können mit technischen Mitteln gestern wie heute oder morgen verbessert werden, aber das ist kein Automatismus, denn Qualitatives widerspricht der herrschenden ökonomischen Logik und wird meist nur umgesetzt, wenn es sich kostenneutral realisieren lässt.

Zwar ist nicht ausgeschlossen, dass das Potenzial der kollaborativen Leichtbauroboter für eine erweiterte Form der Kooperation auch in kapitalistischer Logik ökonomisch sinnvoll genutzt werden könnte. Dies würde aber voraussetzen – das ist die *vierte These* –, dass das Kapital die konkreten Potenziale des Zusammenspiels eines spezifischen konstanten Kapitals mit dem bestehenden konstanten und variablen Kapital erkennen würde. Der Leichtbauroboter entwickelt sein Potenzial nicht aus sich heraus, sondern nur in einem innovativen und oft völlig neu zu konfigurierendem Zusammenspiel mit bestehender Technik und bestehenden Abläufen – oft sogar verbunden mit konstruktiven Veränderungen auf Produkt-ebene. Dafür Lösungen zu finden, erfordert ein eingespieltes Team spezifischer lebendiger Arbeit (etwa von Konstrukteurinnen in Forschung und Entwicklung mit Automatisierungsspezialisten im Engineering und erfahrenen Facharbeiterinnen in Produktion und Instandhaltung). In den Industrien, in denen diese historisch-konkrete Formation lebendiger Arbeit infolge einer über 150-jährigen Entwicklungsgeschichte vorhanden ist, wird diese Anforderung angesichts der geringen Investitionssumme des Leichtbauroboters strategisch oft gar

nicht erwogen und im Konkreten unterschätzt. In anderen möglichen Einsatzbereichen wie Logistik oder Handel fehlt es genau an diesen Ausprägungen lebendiger Arbeit. In beiden Fällen – und diese Aussage gilt ganz ähnlich für viele der neuen Industrie-4.0-Technologien – unterschätzt das auf die Tauschwertseite orientierte Management die innovationsrelevante Bedeutung der lebendigen Arbeit. Eine – in der kapitalistischen Logik angelegte und nicht ausgeschlossene Lösung dieses Dilemmas – wäre die Etablierung eines eben dieses Dilemma adressierende Geschäftsmodells. So bieten sich bereits erste kleine Beratungsunternehmen und Start-ups als »Integratoren« für Leichtbauroboter in diesem Sinne an. Anders formuliert: Das Kapital kann die Gebrauchswertseite seines variablen wie konstanten Kapitals vernutzen und auf dieser Basis die Tauschwertseite immer wieder inkrementell optimieren lassen. Es tut sich aber schwer damit, die Gebrauchswertseite beider Ressourcen ausreichend zu verstehen, um daraus strategischen und innovativen Nutzen über die bestehende Logik hinaus zu entwickeln. Dazu müsste die »Erfindung [...] ein Geschäft und die Anwendung der Wissenschaft auf die unmittelbare Produktion selbst ein für sie bestimmender und sie sollicitierender [antreibender] Gesichtspunkt« werden.⁴⁴ Sprich: der Leichtbauroboter als einzelnes konstantes Kapital bringt nichts, es braucht zunächst eine qualitativ andere Nutzung (und in einer Übergangsphase sogar quantitativ mehr) an menschlichem Arbeitsvermögen, um das Umfeld für dessen (dann auf technisch-organisatorisch veränderter Ebene) Mehrwert generierenden Einsatz erst zu schaffen.

Schließlich sollte man die Aussage aus dem Maschinenfragment ernst nehmen, dass mit der Entwicklung der großen Industrie die unmittelbare Arbeit aufhöre, »als solche Basis der Produktion zu sein, indem sie nach der einen Seite hin in mehr überwachende und regulierende Tätigkeit verwandelt wird«.⁴⁵ Nach Marx hört also nicht die Aneignung fremder Arbeit an sich auf, sondern nur in ihrer Form direkter

44 MEW, Bd. 42, S. 600.

45 Ebd., S. 604–605.

Produktionstätigkeit. Dieser Satz ließe sich für die hoch automatisierte und vernetzte Produktion ergänzen um – meine *fünfte These: Während die quantitative Bedeutung des variablen Kapitals abnimmt, steigt seine qualitative Bedeutung für die Umsetzung und Gewährleistung der dauerhaften Produktivität des Gesamtprozesses*. Nicht nur die Bedeutung menschlicher Arbeit für die Gewährleistung bestehender Produktion, sondern auch und zunehmend für die ständige Neugestaltung (Planung, Vernetzung, Re-Organisation) des Gesamtprozesses nimmt zu. Dies könnte für eine Übergangszeit – wohl eher nicht quasi-automatisch vom Kapitalismus zu einem wie auch immer gearteten Postkapitalismus, sondern vom bisherigen zum neuen Nutzungsregime konstanten und variablen Kapitals *innerhalb* des Kapitalismus – sogar zu einem erhöhten quantitativen Bedarf an menschlichem Arbeitsvermögen in dafür nötigen Spezialqualifikationen führen.

Friedrich Krotz fasst den Roboter dialektisch als »technisch hergestellte Gattung in einem ambivalenten Verhältnis zur menschlichen Gattung«, seien diese doch »einerseits subordinierte und andererseits gleichzeitig mit Menschen konkurrierende Akteure, insofern sie Anordnungen befolgen und Aufgaben erfüllen, aber auch Anordnungen geben und Aufgabenerfüllung verlangen«. ⁴⁶ Auch das ist keine ganz neue Entwicklung. Nicht das Artefakt – *der* (also alle?) Roboter bei Krotz, der Leichtbauroboter in diesem Artikel – ist aus einer marxistischen Kritikperspektive das Interessante, sondern ob ein neuer Produktivkraftsprung damit zu verbinden sei. Dieser aber umfasst sehr viel mehr als das, was in der direkten Produktion passiert. Wenn die dort bestimmenden Akteure das Konkrete des technischen Potenzials und des menschlichen Arbeitsvermögens nicht ausreichend verstehen, wenn sich dort keine neuen Nutzungsregime zwischen variablem und konstantem Kapital herausbilden, wäre das eine neue

46 Friedrich Krotz: Die Begegnung von Mensch und Roboter. Überlegungen zu ethischen Fragen aus der Perspektive des Mediatisierungsansatzes, in: Matthias Rath/Friedrich Krotz/Matthias Karmasin (Hrsg): Maschinenethik. Normative Grenzen autonomer Systeme, Wiesbaden 2019, S. 22.

Grenze. Das Potenzial eines Produktivkraftsprungs in eine ökologischere, dezentrale On-demand-Produktion bleibt in einem unauflösbaren Widerspruch zu der Ressourcen vernutzenden und verschwendenden Logik einer erweiterten großen Industrie innerhalb einer tauschwertorientierten Ökonomie. Es werden nicht die *robot overlords* sein, die zukünftig in Davos den Champagner trinken.⁴⁷ Und mit David Harvey stellt sich angesichts technologischen Wandels weiterhin (und mit immer dramatischeren und langfristig wirkenden Antworten) die Frage: »Wer profitiert von dem schöpferischen Prozess und wer hat darunter zu leiden?«⁴⁸

47 Diane Coyle: Welcoming our Robot Overlords: The Disruptive Potential of Technological Progress, in: Tony Dolphin (Hrsg.): Technology, Globalisation and the Future of Work in Europe, London 2015, S. 100–105, hier S. 104.

48 David Harvey: Siebzehn Widersprüche und das Ende des Kapitalismus, Berlin 2015, S. 123. In der deutschen Übersetzung geht leider Harveys Wortspiel mit Schumpeters »schöpferischer Zerstörung« (creative destruction), die er kurz zuvor im Text erwähnt, verloren: »[...] who gains from the *creation* and who bears the brunt of the *destruction*?« David Harvey: Seventeen Contradictions and the End of Capitalism, London 2014, S. 98.

Autorenverzeichnis

Florian Butollo ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung und leitet die Forschungsgruppe »Arbeiten in hoch automatisierten digital-hybriden Prozessen« am Weizenbaum-Institut für die vernetzte Gesellschaft in Berlin. Zuletzt gab er gemeinsam mit Oliver Nachtwey heraus: *Karl Marx. Kritik des Kapitalismus. Schriften zu Philosophie, Ökonomie, Politik und Soziologie*, Berlin 2018.

Timo Daum ist Hochschuldozent und Autor. Zuletzt veröffentlichte er: *Die Künstliche Intelligenz des Kapitals*, Nautilus Flugschrift, Hamburg 2019.

Kristina Dietz ist Leiterin der Nachwuchsgruppe »Globaler Wandel – Lokale Konflikte? (GLOCON)« an der Freien Universität Berlin. Letzte Publikation: *Direct Democracy in Mining Conflicts in Latin America: Mobilising against Colombia's La Colosa Project*, in: *Canadian Journal of Development Studies*, 2018.

Franza Drechsel ist Projektmanagerin im Afrika-Referat der Rosa-Luxemburg-Stiftung. Zuletzt veröffentlichte sie zusammen mit Bettina Engels und Mirka Schäfer: »The Mines Makes Us Poor«. *Large-scale Mining in Burkina Faso*, *GLOCON Country Report*, Nr. 2, Berlin 2019.

Christine Gerber ist wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin in der Forschungsgruppe »Globalisierung, Arbeit und Produktion« am Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung. Zuletzt veröffentlichte sie zusammen mit Martin Krzywdzinski: *Arbeiten immer und überall? Entgrenzung*

von Arbeit am Beispiel von Crowdwork, in: Hans Hanau/Wenzel Matiaske (Hrsg.): Entgrenzung von Arbeitsverhältnissen, Baden-Baden 2019.

Felix Gnisa ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Bereich Arbeits-, Industrie- und Wirtschaftssoziologie der Universität Jena.

Frigga Haug ist Autorin, Redakteurin, Mitherausgeberin des »Historisch-kritischen Wörterbuchs des Marxismus«, der Zeitschrift *Das Argument* und als Rednerin unterwegs für marxistischen Feminismus. Zuletzt veröffentlichte sie: Selbstveränderung und Veränderung der Umstände, Hamburg 2018.

Georg Jochum ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Wirtschaftssoziologie an der Technischen Universität München. Schwerpunkte seiner Forschung liegen im Bereich der Arbeits- und Techniksoziologie, der Nachhaltigkeitsforschung sowie der Kritik der Kolonialität. Letzte Veröffentlichung: Wie werden wir arbeiten? Die sozio-öko-technologische Transformation der Arbeitsgesellschaft, in: Smartopia. Geht Digitalisierung auch nachhaltig? politische ökologie, Bd. 155, München 2018.

Elena Louisa Lange ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Asien-Orient-Institut der Universität Zürich. Zuletzt veröffentlichte sie: The Proof is in the Pudding. On the Necessity of Presupposition in Marx's Critical Method, in: *Consecutio Rerum*, Nr. 5, 2019.

Christian Meyer ist Doktorand an der Friedrich-Schiller-Universität Jena und Stipendiat der Rosa-Luxemburg-Stiftung. Zuletzt veröffentlichte er: Ambivalenzen der Digitalisierung und gesellschaftliche Kräfteverhältnisse, in: *Ökologisches Wirtschaften*, 2017, Nr. 3.

Kim Moody arbeitet als Senior Research Fellow an der Universität von Hertfordshire und beschäftigt sich seit Langem mit

Fragen der Arbeiterbewegung. 1979 war er an der Gründung der Zeitschrift *Labor Notes* in den USA beteiligt, deren Redaktion er bis 2001 angehörte. Zuletzt publizierte er: *On New Terrain: How Capital is Reshaping the Battleground of Class War*, Chicago 2017.

Phoebe Moore ist Professorin für politische Ökonomie und Technologie an der School of Business der Universität von Leicester, Großbritannien. Zuletzt veröffentlichte sie: *The Quantified Self in Precarity. Work, Technology and What Counts*, London 2018.

Nadine Müller ist Referentin im ver.di-Bereich Innovation und Gute Arbeit, zuletzt veröffentlichte sie: *Die nächste Gestaltungsherausforderung: Künstliche Intelligenz – WOZU, WAS und WIE sollen Algorithmen lernen?*, in: *Zeitschrift Gute Arbeit*, April 2019.

Sabine Nuss ist Geschäftsführerin des Karl Dietz Verlags. Sie ist Kolumnistin von *OXI. Wirtschaft anders Denken* und gab zuletzt das Buch *Der ganz normale Betriebsunfall. Viermal Marx zur globalen Finanzkrise* heraus.

Sabine Pfeiffer ist Inhaberin des Lehrstuhls für Soziologie (Technik – Arbeit – Gesellschaft) am Nürnberg Campus of Technology der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Zuletzt veröffentlichte sie: *Digitale Arbeitswelten und Arbeitsbeziehungen: What you see is what you get?*, in: *Industrielle Beziehungen, Sonderband Digitale Arbeitswelten und Arbeitsbeziehungen: Direkte und indirekte Effekte digitaler Technik*, 2019.

Simon Schaupp arbeitet als Soziologe an der Universität Basel. Sein aktuelles Forschungsinteresse gilt den Machtwirkungen der Digitalisierung. Zusammen mit Anne Koppenburger und Paul Buckermann hat er herausgegeben: *Kybernetik, Kapitalismus, Revolutionen. Emanzipatorische Perspektiven im technologischen Wandel*, Münster 2017.

Dorothea Schmidt ist emeritierte Professorin für Wirtschafts- und Sozialgeschichte an der Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin. Sie veröffentlicht regelmäßig in der Zeitschrift *Prokla*, zuletzt »Mythen und Erfahrungen: die Einheit der deutschen Arbeiterklasse um 1900« in Heft 175, 2014.

Sebastian Sevignani habilitiert am Arbeitsbereich für theoretische und allgemeine Soziologie der Friedrich-Schiller-Universität Jena und ist Mitglied des Netzwerks Kritische Kommunikationswissenschaft, Zentrum für Emanzipatorische Technikforschung (ZET) und Vorstandsmitglied des gsis – the institute for a global sustainable information society. Zuletzt veröffentlichte er: Historisch-Materialistische Medien- und Kommunikationstheorie 2.0, in: *Maske und Kothurn*, Nr. 64, 2019.

Karsten Uhl ist Privatdozent und Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Geschichte der Technischen Universität Darmstadt. Zusammen mit Nina Kleinöder und Stefan Müller gibt er heraus: Humanisierung der Arbeit. Aufbrüche und Konflikte in der rationalisierten Arbeitswelt des 20. Jahrhunderts, Bielefeld 2019.

Judy Wajcman ist Professorin für Soziologie an der London School of Economic in London und hat eine Gastprofessur am Oxford Internet Institute, wo sie sich mit politischen Fragen von Künstlicher Intelligenz, Robotik und Maschinenlernen beschäftigt. Sie gilt als eine der wichtigsten Vertreterinnen der feministischen Techniksoziologie. Veröffentlichung zusammen mit Nigel Dodd: *The Sociology of Speed: Digital, Organizational, and Social Temporalities*, Oxford 2017.

Roboter, Künstliche Intelligenz und digitale Vernetzung treiben die Automatisierung der Produktion voran. Die lebendige Arbeit werde verschwinden, der Mensch ersetzbar, warnen die einen. Die anderen sehen Wachstumspotenziale, Standortvorteile – oder sogar neue Chancen zur Überwindung des Kapitalismus.

Karl Marx war zeit seines Lebens fasziniert von der Entwicklung der Produktivkraft. Wie kann heute eine an Marx orientierte Analyse den technologischen Wandel erklären? Was ist das Neue, wo tritt nur das Alte in anderer Form auf die Bühne?

ISBN 978-3-320-02362-1
www.dietzberlin.de/analysen