

Butollo, Florian; de Paiva Lareiro, Patricia

**Article — Published Version**

## Digitale Revolution? Widersprüche der Produktivkräfteentwicklung im Postwachstumskapitalismus

Das Argument

**Provided in Cooperation with:**  
WZB Berlin Social Science Center

*Suggested Citation:* Butollo, Florian; de Paiva Lareiro, Patricia (2020) : Digitale Revolution? Widersprüche der Produktivkräfteentwicklung im Postwachstumskapitalismus, Das Argument, ISSN 0004-1157, Argument Verlag, Hamburg, Vol. 62, Iss. 2/3=335, pp. 82-102

This Version is available at:  
<https://hdl.handle.net/10419/235854>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

Florian Butollo und Patricia de Paiva Lareiro

## Digitale Revolution?

Widersprüche der Produktivkraftentwicklung im Postwachstumskapitalismus

Die Debatten um die Einordnung der Wirkung des aktuellen Digitalisierungsschubs auf die kapitalistische Wertschöpfung sind im gesellschaftskritischen Lager von einer gewissen Unentschlossenheit geprägt. Man mag dem Hype um die aktuellen Buzzwords nicht so recht glauben, reflektiert sich in ihnen doch ein Elitenprojekt, das vom Bestreben nach Technologieführerschaft im globalen Konkurrenzkampf einerseits und vom ideologisch motivierten Wunsch nach einer neuen positiven Erzählung über Zukunftsfähigkeit des Kapitalismus andererseits motiviert ist. Dennoch bleibt bei der Kritik des technologischen Hypes ein Unbehagen, da die rasche Weiterentwicklung der Schlüsseltechnologien des Informationszeitalters ja ein Faktum ist. So manch kritischer Beobachter reproduziert im Übrigen die technikfixierte Mär von der digitalen Revolution in einer kapitalistischen Dystopie bzw. wendet diese zu linker Science Fiction. Das einflussreiche Buch »Inventing the future« der britischen Autoren Nick Srnicek und Alex Williams (2016) nimmt beispielsweise – wie viele Anhänger des bedingungslosen Grundeinkommens – überzogene Spekulationen über die Vollautomatisierung zum Ausgangspunkt seiner Überlegungen über eine postkapitalistische Gesellschaft. Von denselben Annahmen ausgehend skizziert der Autor des amerikanischen Magazins »Jacobin« Peter Frase (2016) vier »Zukünfte«, die bei näherem Hinsehen nicht besonders plausibel sind. Denn vergleichbare Technikutopien wurden schon oft entworfen, haben sich jedoch bisher noch nie bewahrheitet. Die Replikation des Automatisierungshypes von links ist wahrlich ein schlechter strategischer Rätegeber!

Auch Marx' Werk enthält diesen Zwiespalt zwischen der Begeisterung über die Potenziale der Technik und einer pragmatischen Betrachtung über die mangelnde Entfaltung dieser Möglichkeiten im Kontext kapitalistischer Vergesellschaftung. Dieser Widerspruch wird aber dialektisch aufgelöst, denn Marx betont den Fortschritt durch die kapitalistische Produktivkraftentwicklung, betont gleichzeitig aber deren innere Widersprüche, zeichnet also ein Bild von dynamischer technischer Entwicklung bei einer gleichzeitigen langfristigen Tendenz zur ökonomischen Stagnation. Wir wollen an eine solche Perspektive anknüpfen, um mit Marx sowohl die Triebkräfte als auch die Grenzen der digitalen Transformation zu verstehen. Unsere Analyse nimmt eine dezidiert skeptische Position ein – in Bezug auf die Diagnose eines Epochenbruchs in der Produktivkraftentwicklung (v.a. Boes u.a. 2018; Boes/Ziegler 2018), vor allem aber in Bezug auf die Erwartung, dass der Kapitalismus, getragen von der Realisierung neuer soziotechnischer Potenziale, einen Wachstumsschub erlebe.

Unsere zentrale These ist, dass sich solche neuen Möglichkeiten nur in Ansätzen entfalten können, weil sie im makroökonomischen Kontext einer strukturellen Überakkumulation des Kapitals zum Einsatz kommen. Damit knüpfen wir u.a. an David Harvey (2011) an, der die gegenwärtige Wachstumsschwäche des Kapitalismus damit begründet, dass Kapital zwar zunehmend konzentriert ist, jedoch mangels produktiver Anlagefelder nicht ausreichend investiert wird. Dies äußert sich einerseits in exzessiver Spekulation in vermeintlich lukrative Bereiche und andererseits in einem Missverhältnis zwischen Anlagekapital und gesamtwirtschaftlicher Nachfrage. Die aus unserer Sicht stockende Realisierung der Potenziale digitaler Technologie muss im Kontext dieser Schiefen gesehen werden: Wo der Einsatz digitaler Technologien Produktivitätssteigerungen nach sich zieht – die keineswegs so leicht zu realisieren sind, wie es der technikfixierte Diskurs glauben macht –, verstärkt dies Überkapazitäten auf Seiten des Angebots gegenüber einer stockenden Konsumentennachfrage.

Dieses chronische Missverhältnis zwischen Angebot und Nachfrage prägt die Art und Weise des Technologieeinsatzes: In der Konkurrenz um Marktanteile zielt dieser überproportional darauf ab, die Schnittstelle zwischen Unternehmen und Kunden zu bearbeiten, deren Daten dazu genutzt werden, Angebote besser auf spezifische Märkte auszurichten. Diese Fixierung auf die Distributionssphäre führt zur Zunahme des strategischen Nutzens von Daten und dem Aufstieg von Unternehmen, deren Geschäftsmodell in der ökonomischen Verwendung derselben liegt. Solche Verschiebungen stellen jedoch im Kern kein neues Reservoir der Wertschöpfung, sondern einen Verdrängungsprozess dar, bei dem es um eine Neuaufteilung des Wertes auf (begrenzten) Märkten geht.

### *Zum Verhältnis von Produktivkraftentwicklung und Zirkulationssphäre*

Marx entwickelt zur Analyse der Veränderungen von Wirtschaft und Gesellschaft den Begriff der Produktivkraft, der ein geeigneter Ausgangspunkt dafür ist, die ökonomischen Effekte der fortschreitenden Digitalisierung zu verstehen. Ein Vorteil dieses Begriffs liegt darin, dass er die Technik in ihrer sozialen Einbettung thematisiert:

Die Produktivkraft der Arbeit ist durch mannigfache Umstände bestimmt, 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 Produktionsmittel und durch Naturverhältnisse. (MEW 23, 54)

Nicht nur die technischen Artefakte, sondern auch die Art und Weise, wie Menschen sie in kooperativen Arbeitsprozessen einsetzen, sind also maßgeblich für Produktivkraftentwicklung. Damit weist der Begriff über die vorherrschende Technikfixierung hinaus, die z.B. dem Begriff »Industrie 4.0« unterliegt, der industrielle Revolutionen schlicht anhand eingesetzter Basistechnologien wie Dampfmaschine, Fließband, Computerchip und Internet der Dinge definiert.

Marx meint mit »Produktivkraft« zunächst den allgemeinen soziotechnischen Entwicklungsstand einer Gesellschaftsformation als Ganzes hinsichtlich der Teilung der Arbeit, den Formen der Kooperation, der Entwicklung und des Einsatzes der Technik, dem allgemeinen Bildungsniveau sowie der Entwicklung der Wissenschaft.<sup>1</sup> Die Technik im engeren Sinne spielt eine bedeutende Rolle bei der Steigerung der Produktivkraft, da sie dabei helfen kann, Gebrauchswerte mit weniger Aufwand herzustellen. Sie vergrößert den Raum zur Einsparung und zur effizienteren Teilung von Arbeit, der Passung von Waren auf die Anforderungen der Kunden, der Distribution mittels Internet und moderner Logistik sowie der Möglichkeit, immaterielle Güter nahezu kostenlos allen Menschen zur Verfügung zu stellen.

Eine vollkommen andere Frage ist jedoch, ob und in welchem Ausmaß solche Ansätze auch tatsächlich realisiert werden. Dies hat zum einen mit konkreten Kosten-Nutzen-Rechnungen von Unternehmen zu tun, für die ja nicht die Befriedigung von Bedürfnissen ausschlaggebend ist, sondern der Profit. Neue digitale Ansätze können also nur dann aufgegriffen werden, wenn der Mehraufwand (Investitionen, Umstellung der Prozesse, Ausbildungskosten, etc.) auch tatsächlich Produktivitäts- und Profitsteigerungen nach sich zieht, sich der geschaffene Wert also auch tatsächlich realisieren lässt. Laut David Harvey abstrahiert Marx' Analyse im ersten Band des *Kapitals* zunächst von den Kapitalkreisläufen bzw. der Frage, ob und unter welchen Bedingungen Kapitalisten den Wert tatsächlich realisieren können. In der Tat analysiert er hier die Dynamik des technischen und organisationalen Wandels überwiegend unter der Annahme, dass »Kapitalisten generell keine Schwierigkeiten damit haben, die hergestellten Produkte abzusetzen« (2006, 156). Erst in Band 2 und 3 beschäftigt Marx sich eingehender mit der Sphäre der Zirkulation und dem Thema, warum es trotz des allgemeinen Fortschritts der Produktivkräfte zu Ungleichgewichten und Krisen kommt. Die Sphäre der Zirkulation, die Schwierigkeit, die hergestellten Produkte auch abzusetzen, ist jedoch eine bedeutsame Schranke für den Technologieeinsatz. Denn die Potenziale materialisieren sich eben allgemein nur dann, wenn auch ein Markt für entsprechende Waren gefunden werden kann.

Nicht nur in der vom Hype um Digitalisierung/Industrie 4.0/Künstliche Intelligenz geprägten öffentlichen Diskussion, sondern auch innerhalb der gesellschaftskritischen Debatte werden die Perspektiven auf Produktion und Zirkulation selten in Bezug zueinander gesetzt. Die Entwicklung der Technik selbst wird als Motor einer rasanten Produktivkraftentwicklung gelesen, wobei von gegebenen Schranken abstrahiert wird, die Technik unter den Rahmenbedingungen kapitalistischer Produktionsverhältnisse einzusetzen. So argumentiert beispielsweise Ludger Eversmann, die menschenleere Fabrik sei keine entfernte Zukunftsvision mehr,

---

1 Dabei verwendet Marx den Begriff nicht immer eindeutig. Er oszilliert zwischen der bereits angesprochenen Bedeutung und einer pragmatischeren Verwendung, die dem Begriff der Arbeitsproduktivität in der klassischen Ökonomie ähnelt. Des Weiteren ist in der Deutung von Marx' Werk umstritten, welche Aspekte tatsächlich zu den Produktivkräften, also den konkreten Faktoren zählen, die notwendig sind, um Produktivkraft zu steigern (vgl. Iorio 2012, 45-66).

sondern »keine drei Schritte von uns entfernt« (Eversmann 2019). Und nicht nur das schon eingangs erwähnte Buch von Srnicek und Williams, sondern auch Paul Masons »Postkapitalismus« (Mason 2018) enthält eine technikzentrierte Lesart kapitalistischer Entwicklung, die die Vollautomatisierung als ausgemachte Sache ansieht bzw. die Widersprüche in der »politischen Ökonomie« der Automatisierung vollkommen außen vor lässt. Damit verschwimmen nicht nur die zahlreichen Widersprüche und Reibungsverluste, Technik gewinnbringend einzusetzen, sondern es entsteht auch eine Fehldeutung der gegenwärtigen Konstellation: Widersprüche des Kapitalismus betreffen demnach primär die Frage der (prekären) Verwertung und der Kontrolle von Daten, nicht die Investitionstätigkeit und die Profitabilität derselben. Mithin entsteht auch große Unsicherheit über die Frage, ob die neuen soziotechnischen Möglichkeiten sich in einen zweiten Frühling des Kapitalismus übersetzen. Dies ist politisch problematisch, weil der Diskursverschiebung vom Katzenjammer nach der Finanzkrise 2008/09 hin zum Hype um die Wachstumseffekte neuer Technologien so wenig entgegen gesetzt werden kann. Nach der größten ökonomischen wie ideologischen Krise des Kapitalismus seit 1929 scheint seine Zukunftsfähigkeit wiederhergestellt.

Unser Ziel ist es, ein realistischeres Bild darüber zu entwickeln, wie sich neue technische Möglichkeiten auf die Entwicklung des Kapitalismus in der heutigen Phase auswirken, indem wir im Folgenden die Sphäre der Produktion mit der Sphäre der Zirkulation konfrontieren. Wir fragen also nicht nur nach dem abstrakten Potenzial zur Herstellung von mehr oder besseren Produkten und Dienstleistungen, sondern jeweils danach, welche Schranken diesen Potenzialen in der Zirkulationssphäre auferlegt werden, in der Unternehmen ihre Produkte gewinnbringend verkaufen müssen. Damit ergeben sich eine Reihe von Widersprüchen zwischen Gebrauchswertpotenzialen durch die Anwendung neuer Technologien und deren kapitalistischer Vernutzung. Mit Blick auf die im folgenden Abschnitt diskutierten Pfade des Einsatzes digitaler Technologien existieren vor allem folgende Varianten, in denen ein Widerspruch zwischen allgemeinen Potenzialen der Produktivkräfte zur Steigerung der Produktion von Gebrauchswerten und ihrer Realisierung in Form von Tauschwerten in Erscheinung tritt.

*1. Kommodifizierungsproblem* – nicht alles, was gesellschaftlich nützlich ist, kann auch gewinnbringend veräußert werden. Der meist diskutierte Fall für diesen Widerspruch ist die kostenlose Vervielfältigung von Informationen, z.B. von freier Software oder Wikipedia. Die Existenz solcher immateriellen Güter stellt zweifelsohne einen Fortschritt der gebrauchswertförmigen Produktivkraftentwicklung dar, bildet sich aber nicht in den tauschwertförmigen Produktivitätsstatistiken ab.

*2. Implementierungsproblem* – bei der Einpassung neuer Verfahren in konkrete Prozesse entstehen Reibungsverluste. Anders als technikfixierte Einschätzungen erwarten lassen, benötigen gebrauchswertsteigernde Verfahren oft aufwendige Anpassungsleistungen bspw. in Bezug auf die Einpassung der Technik selbst, die Umschulung der Beschäftigten oder die Umgestaltung der Arbeitsorganisation.

Theoretisch denkbare Produktivitätsgewinne werden durch die Kosten dieser Anpassungsleistungen aufgefressen und Gebrauchswertgewinne erweisen sich als kostenintensiv. Eine spezifische Dimension des Implementierungsproblems ist das Problem geeigneter Infrastrukturen und Standards, z.B. die aktuellen Probleme bei der Einführung des Telekommunikationsstandards 5G (die sich allerdings als vorübergehend erweisen dürften) oder die (geopolitisch umkämpfte) Festlegung von Standards für vernetzte Fabriken (vgl. Lechowski//Krzywdzinski 2019). Die Praxis der Industrie 4.0 stößt hier auf erhebliche Schwierigkeiten, die historisch gewachsenen Kommunikationsprotokolle verschiedener Ebenen der Maschinensteuerung aufeinander abzustimmen.

*Overengineeringproblem* – Unternehmen investieren in neue Technologien und komplexere Verfahren, die Erträge rechtfertigen aber nicht die hohen Investitionssummen. Aufwendigere Prozesse stehen insgesamt einer stagnierenden gesamtgesellschaftlichen Nachfrage gegenüber. Während die Investition sich für die Vorreiterunternehmen durchaus auszahlen kann, krankt die Ökonomie insgesamt an einer übermäßigen Aufblähung der soziotechnischen Apparate.

Im starken Kontrast zur Rede über eine neue industrielle Revolution zeichnet sich der Kapitalismus der Gegenwart dadurch aus, dass die gesellschaftlichen Potenziale zur Mehrung des Wohlstands (im quantitativen wie im qualitativen Sinne) aufgrund der Weiterentwicklung der Produktivkräfte zunehmen, dass diese jedoch nicht oder nicht in vollem Umfang realisiert werden – und dies wiederum der Weiterentwicklung der Produktivkräfte Grenzen auferlegt.

### *Digitale Transformation: Gegenstand und Periodisierung*

Der Begriff »Digitalisierung« ist zu einem Schlagwort geworden, das allerdings kaum geeignet ist, das Spezifische der aktuellen Transformation zu beschreiben. Schließlich stellt die Computertechnik seit vielen Jahrzehnten das Rückgrat einer »hochtechnologischen Produktionsweise« dar (Haug 2003). Der Begriff »Digitalisierung« ebnet also die Charakteristika verschiedener technologischer Phasen in dieser Bewegung eher ein, als dass er sie konturiert.

Die im öffentlichen Diskurs bzw. in populärwissenschaftlichen Darstellungen verwendeten Begriffe – Industrie 4.0, dritte industrielle Revolution (Rifkin 2013), zweites Maschinenzeitalter (Brynjolfsson/McAfee 2018) – rekurren jeweils auf die Bedeutung neuer Basistechnologien – Künstliche Intelligenz, Internet der Dinge, Cloud – für die ökonomischen Verhältnisse. Wie die Divergenz der Periodisierungsversuche schon erahnen lässt, steht die theoretische Begründung für den jeweils vermuteten Epochenbruch jedoch auf wackeligen Beinen, und die Interpretation des skizzierten Neuen ist stilisiert, da jeweils auf einige Charakteristika rekurriert wird, die flexible Automatisierung (Industrie 4.0), das Teilen von Daten (Rifkin), die Automatisierung kognitiver Tätigkeiten (Brynjolfsson/McAfee), die als epochale Veränderungen gedeutet werden. Abgesehen von der Frage, ob diese Kontrastie-

rung von alt und neu plausibel ist, besteht das größte Defizit dieser Auffassungen in ihrer Technikfixierung. Technik kreiert demnach soziale Verhältnisse, das Internet der Dinge schafft sich quasi die dazu korrespondierende industrielle Revolution (zur Kritik vgl. Butollo /Schneidmesser i.E.). Damit wird der »sozio-technische« Charakter ökonomischer Veränderungen, die Tatsache, dass Institutionen ökonomisches Handeln prägen und dass bedeutende ökonomische Veränderungen stets in kompetitiven und experimentellen Prozessen ergründet werden, unterschlagen, wobei »ebenso bedeutsame soziale, organisationale und institutionelle Aspekte [...] wie etwa die betriebliche Arbeitsteilung, die Standardisierung oder die Wissensteilung« außen vor bleiben (Brödner 2018, 326).

Doch auch wenn die Beschwörung der allgegenwärtigen »Disruption« ideologische Züge trägt, so deutet die Häufung von Darstellungen eines Epochenbruchs doch auf wesentliche Formveränderungen des Kapitalismus hin. Die technologische Basis besteht unserer Perspektive nach in (a) der seit Jahrzehnten exponentiell gestiegenen Rechenleistung, die sich in der Leistungsfähigkeit von Großrechnern, in der Einbettung von leistungsfähigen Rechnern in das Alltagsleben ausdrückt (Brynjolfsson/McAfee, 2018); (b) der Verknüpfung dieser Rechenleistung in der Cloud, was nicht nur eine Potenzierung von Speicher- und Rechenleistung mit sich bringt, sondern auch neue Möglichkeiten der Kooperation und der Geschäftsmodellinnovation (Boes/Ziegler, 2018); und schließlich der mit beiden Prozessen zusammenhängenden Vervielfältigung der verfügbaren Datensätze, in denen u.a. mit Methoden des maschinellen Lernens Regelmäßigkeiten erkannt werden können.<sup>2</sup>

Diese technischen Möglichkeiten äußern sich auf konkreter Ebene in einem ganzen Bündel technologischer Anwendungen, Artefakte und Medien, die von Akteuren genutzt werden können. Die Fixierung auf die technisch bedingte »Disruption« sozialer Verhältnisse verstellt dabei oft den Blick dafür, wie sich das Neue in das Alte einpasst. Haug interpretiert dieses Verhältnis folgendermaßen:

Die hochtechnologischen Produktivkräfte im Fahrwasser der elektronischen Datenverarbeitung ändern zwar alles, doch solange Kapitalismus herrscht, ändert sich auf dessen herrschender Seite auch wieder nichts, ohne noch mehr sich selbst zu gleichen. Innerkapitalistische Veränderungen sind Übersetzungen. Jedes neu unterworfenen Gebiet verändert auch die Unterwerfung, aber ändert nichts daran, dass sie Unterwerfung ist. Was sich ändert, sind die Konkretisierungsweisen. (Haug 2012, 77)

Die Diskussion darüber, welche Konkretisierungsweisen sich mit Hilfe neuer technischer Möglichkeiten durchsetzen werden und wie diese zu beurteilen sind, ist im vollen Gange. Die Herausforderung besteht darin, theoretische Deutungen stets in Bezug zur empirischen Forschung zu setzen, was keineswegs trivial ist: denn die reine Fokussierung auf die Empirie läuft Gefahr, das Epochale aktueller Veränderungen, das möglicherweise erst retrospektiv sichtbar wird, zu vernachlässigen,

2 Wir folgen jedoch Brödner (2019) und Marcus/David (2019), die jeweils die unrealistischen Erwartungen an die »Intelligenz« des maschinellen Lernens kritisieren, das im Kern auf Statistik, nicht auf Verständnis der Zusammenhänge besteht, fehleranfällig bleibt und auf die menschliche Intelligenz angewiesen ist, die KI-Systeme gestalten und anwenden.

während die Fixierung auf die theoretische Exploration droht, den Übertreibungen des offiziellen Diskurses auf den Leim zu gehen. Wir diskutieren die Frage der Formveränderungen der kapitalistischen Produktionsweise im Folgenden in Bezug auf drei Praxisfelder, deren Auswahl sich zunächst am Stellenwert orientiert, den diese Aspekte diskursiv haben: den Veränderungen industrieller Fertigung (Industrie 4.0), der Frage der Veränderungen der »Distributivkräfte« (Pfeiffer 2019a) im Kontext neuer Cloud- bzw. datenbasierter Geschäftsmodelle und der Veränderungen der Arbeitswelt durch Crowdwork und Kooperation über die Cloud. Diese Skizzen liefern eine Annäherung daran, inwieweit die Konkretisierungsweisen kapitalistischer Wertschöpfung die Diagnose eines Epochenbruchs rechtfertigen, und welche Konsequenzen das hat.

### *Digitale Transformation der Industrie: Return on Investment als Innovationshemmnis*

Die Fehler einer technikzentrierten Perspektive äußern sich derzeit eklatant in Bezug auf die bislang enttäuschende Bilanz der unter der Bezeichnung »Industrie 4.0« subsumierten Innovationen. Gemessen an den von Politik und Unternehmensverbänden genährten Erwartungen an eine neue industrielle Revolution sind die bisherigen Resultate geradezu ernüchternd. Der wesentliche Grund dafür ist, dass sich die Potenziale neuer Technologien eben nicht so einfach in Produktivitätssteigerungen übersetzen lassen, wie es Prospekte von Unternehmensberatungen glauben machen, die den Status-quo-ante lediglich mit einer reibungslos laufenden Idealvorstellung vergleichen (*Implementierungsproblem*).

Ganz anders, als es der im Kern technikdeterministische Begriff »Industrie 4.0« nahelegt, entsteht mit dem Einsatz neuer digitaler Technologien keine neue Stufe der Wertschöpfung, die sich durch klar zu benennende, einheitliche Charakteristika auszeichnet. In der Theorie wird durchaus ein systemisches Rationalisierungsziel, die Selbststeuerung von Fertigungsanlagen durch kyberphysische Systeme, angestrebt, durch die flexiblere Anpassungen an diversifizierte Kundennachfrage und Marktschwankungen möglich werden sollen. Das Erreichen dieses bereits in den Ansätzen der Kybernetik verfolgte und in den 1990ern mit mäßigem Ergebnis verfolgte Rationalisierungsziel, trüge durchaus revolutionäre Züge (vgl. Haug 2016), liegt jedoch auch heute noch in weiter Ferne (vgl. Brödner 2019). Die Gründe dafür liegen nicht nur in zahlreichen Problemen, die Kommunikationsprotokolle entlang der so genannten Automatisierungspyramide zu vereinheitlichen, sondern auch darin, dass diese Rationalisierungsziele auch mit den angewandten technischen Lösungen (namentlich: maschinelles Lernen und Multiagentensysteme, ebd.) kaum erreicht werden können.

Stattdessen besteht Industrie 4.0 eher aus einem Bündel von Einzeltechnologien, deren Anwendungsmöglichkeiten sehr breit streuen und die meist auf eine Optimierung von Einzelprozessen fokussieren, z. B. durch die KI-basierte, vorausschauende Wartung von Industrieanlagen, den Einsatz automatischer Mustererkennung in der



Qualitätskontrolle oder andere spezifische Anwendungen. Die Einführung solcher Anwendungen führt nicht zu einer disruptiven Veränderung, sondern steht in großer Kontinuität zu vormaligen Rationalisierungsansätzen und wird durchweg als *Trial-and-Error*-Prozess etabliert. Die Landkarte von Implementierungsprojekten der Plattform Industrie 4.0 offenbart einen Flickenteppich von prozessspezifischen Einzelanwendungen. Der vorherrschend inkrementelle Technologieeinsatz erklärt sich grundlegend dadurch, dass bestehende Unternehmen das hohe Risiko scheuen, das mit einer »Disruption« ihrer bisherigen Verfahren verbunden ist. Daher liegt zunächst – Ausnahmen bestätigen die Regel – eine Einpassung neuer Ansätze in die bestehenden Verfahren näher (vgl. Hirsch-Kreinsen 2018; Kuhlmann 2020). Eine völlige Neugestaltung von Produktionsabläufen findet sich allenfalls bei Investitionen »auf der grünen Wiese«, wenn Prozesse in neuen Anlagen vollkommen neu aufgesetzt werden. In der Summe gleicht der Umgang mit neuen Technologien jedoch eher einem Suchprozess als der allgemeinen Disruption, die vielfach beschworen wird. Zudem zeichnet sich, zumindest in der industriellen Fertigung, kein qualitativ neues soziotechnisches Paradigma im Vergleich zum vorherrschenden Produktionsmodell der »Lean Production« ab (Butollo/Jürgens/Krzywdzinski 2018). Auch einige ingenieurwissenschaftlich oder betriebswirtschaftlich ausgerichtete Studien betonen, »dass sich im Umfeld von Industrie 4.0 weder das Optimierungsziel noch die zu optimierenden Bereiche verändern« (Rüttimann/Stöckli 2016; Schlick u. a. 2014). Ein Bündel möglicher Industrie 4.0-Anwendungen wird also in bestehende Lean-Production-Systeme eingepasst.

Man könnte einwenden, dass jeder Umbruch in den Produktionsmodellen als Suchprozess begonnen hat und dies in der Summe eben zu einer tiefgreifenden Veränderung führt, wenn sich Ansätze in diesem kollektiven experimentellen Setting als erfolgreich herausgestellt haben. Das trifft auch auf die aktuelle Situation zu, aber nur zum Teil. Der tiefere Grund für die Kluft zwischen einer wuchtigen öffentlichen Debatte und dem doch relativ zaghaften Vorgehen der meisten Unternehmen liegt vielmehr darin, dass Produktivitätsgewinne durch Industrie 4.0-Anwendungen kein Selbstläufer sind. Die Anpassung etablierter Verfahren ist meist wesentlich aufwendiger, als es die abstrakten Hochrechnungen der Unternehmensberatungen glauben lassen, die einen reibungslos implementierten Prozess mit dem Status quo ante vergleichen – meist ohne überhaupt die Investitionskosten in Rechnung zu stellen. Neben den Investitionen in neue Produktionsmittel sind jedoch auch »soziale Innovationen« in Bezug auf die Anpassung der Arbeitsprozesse erforderlich, die alles andere als trivial sind. Sabine Pfeiffer zeigt dies am Beispiel der zaghaften Implementierung der Leichtbaurobotik, die zwar technologisch ausgereift ist, aber eine Umgestaltung der Arbeitsprozesse hin zum dezentralen Experimentieren mit der Technik erfordern würde, die aufwendig wäre, vor allem aber der bisherigen instrumentellen Automatisierungslogik widerspricht: »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

Produktebene« (Pfeiffer 2019b, 175). Dies werde von den Unternehmen, die sich den kostengünstigen Roboter meist in der Hoffnung auf einfache Lösungen anschafften, übersehen und unterschätzt.

Das Implementierungsproblem besteht auch bei potenziell revolutionären Ansätzen, die nicht auf kleinere Anpassungen, sondern auf eine grundlegende Umgestaltung der Abläufe zielen. Ein Beispiel dafür sind die Versuche, die reguläre Fließbandproduktion durch variabel verkettete Fertigungsinseln aufzubrechen, um eine größere Variabilität von Montageschritten ohne Produktivitätsverluste zu erzielen. In solchen Ansätzen würden die Produkte sich auf selbst fahrenden Fahrzeugen selbst den Weg durch die Fertigungsmatrix bahnen, je nachdem, welche Bearbeitungsschritte erforderlich und wie die Anlagen ausgelastet sind. Ob solche Experimente zur Marktreife kommen oder nicht, hängt zum einen davon ab, ob zahlreiche Anpassungsprobleme bewältigt werden können. Die Vision einer flexibel verketteten und jederzeit umrüstbaren so genannten Plug&Play-Fabrik kollidiert jedenfalls mit den spezifischen Anforderungen an die jeweiligen Prozesse,<sup>3</sup> auf welche die Automatisierungslösungen genau zugeschnitten werden müssen (*Implementierungsproblem*). Vor allem stellt sich aber die Frage, ob sich die modulare Fertigung überhaupt gegenüber etablierten Verfahren durchsetzen kann, die hochproduktiv, aber weniger flexibel sind. Vermutlich passen technologisch aufwendige Verfahren einer zugleich hochflexiblen und effizienten Fertigung, die den Fluchtpunkt des Industrie 4.0-Gedankens darstellt, nur auf ein schmales Segment der verarbeitenden Industrie,<sup>4</sup> was das *Overengineeringproblem* in Bezug auf diese Formen der modularen Fertigung virulent macht: man schießt hier gewissermaßen mit Kanonen auf Spatzen.

Noch bedeutender ist betriebswirtschaftlich die Frage, inwieweit in Folge der Investitionen in Industrie 4.0-Technologien höhere Erträge generiert werden können. In manchen Fällen zeigt sich hier ein deutliches Missverhältnis. Ein Hersteller industrieller Pumpen aus dem Sauerland etablierte zum Beispiel eine umfassende Digitalisierung aller Prozesse gemäß den Kernelementen der Industrie 4.0. Er konnte dadurch zwar diversifizieren, also mehr unterschiedliche Pumpen für den

3 Dies betrifft z. B. die Zuverlässigkeit und Sicherheit der autonomatisierten Steuerung der Prozesse. Abgesehen von den funktionalen Herausforderungen, schränken bestehende Normen und verbrieft Sicherheitsanforderungen den Raum der Möglichkeiten ein.

4 Während die Grundannahme wohl gerechtfertigt ist, dass einige Montageunternehmen der verarbeitenden Industrie unter Druck kommen, eine höhere Produktvarianz mit hohen Produktivitätsanforderungen vereinbaren zu können, so gehört es doch zu den Verzerrungen der Industrie 4.0-Diskussion, das personalisierte Produkt (»Losgröße 1«) zum Kernbegriff einer neuen industriellen Epoche zu erklären. Vermutlich wird die „echte“ Losgröße 1 sich zunächst nur in Premiummärkten realisieren lassen, und grundsätzlich geht der Trend eher zu einer »unechten« Losgröße 1, bei der die Kunden auf E-commerce-Plattformen Zugriff auf ein schier endloses Sortiment standardisierter Massenprodukte haben. Auch hier macht der makroökonomische Kontext die Musik: die Durchsetzung revolutionärer Fertigungskonzepte hängt letztlich an der Zahlungskräftigkeit der Kunden. Im Kontext grassierender sozialer Ungleichheit floriert die Low-cost-Individualisierung des E-commerce, nicht das personalisierte Produkt.

industriellen Einsatz herstellen und sich von wenigen Großkunden unabhängig machen. Allerdings waren die Kunden nicht bereit, für die aufwendiger hergestellten Pumpen – der Anbieter kann personalisierte Pumpen in 200 Farboptionen liefern – auch mehr zu bezahlen. Höherer Aufwand steht somit konstanten Umsätzen gegenüber, das *Overengineering* von Prozessen und Produkten könnte sich mittelfristig als Falle erweisen (vgl. Fischer 2019).<sup>5</sup>

Dieser Fall offenbart ein allgemeines Problem: inwieweit ist die Hoffnung auf steigende Erträge durch individualisierte Produkte, höhere Qualität, bessere Funktionalität, welche die unausgesprochene Grundannahme vieler Industrie 4.0-Strategien ist, überhaupt gerechtfertigt? Die stagnierende Nachfrage im Kontext zunehmender sozialer Ungleichheit legt der technischen Revolutionierung der Fertigung Schranken auf. Das große Sortiment an Billigprodukten auf E-commerce-Plattformen ist zumindest gegenwärtig die zeitgemäßere, wenn auch »schmutzige« Form der Diversifizierung des Absatzes als die aufwendige Personalisierung der Produkte à la Industrie 4.0. Die Tauschwertlimitierung einer mangelnden gesamtgesellschaftlichen Nachfrage fällt somit auf das Tempo des technologischen Wandels zurück: das Investitionsverhalten ist schleppend und insbesondere der Mittelstand will nicht so richtig in die Gänge kommen. Die Revolution scheint im Keim zu ersticken, weil die realen Produktivitätssteigerungen nicht so ausfallen, wie es der Hype verspricht, und zudem die Kaufkraft fehlt, die aufwendiger hergestellte Produkte zu einem Verkaufsschlager machen könnte.

Diese Hinweise auf die offenkundigen Paradoxien der Technologieversprechen durch die Industrie 4.0 sind nicht das letzte Wort zur Frage, welche Produktivitätsgewinne der Einsatz digitaler Technologien nach sich ziehen kann. Es ist nicht ausgeschlossen, dass sich so manches Implementierungsproblem im Rückblick als Anlaufschwierigkeit herausstellt und dass die Summe inkrementeller Veränderungen zumindest in einigen Fällen qualitativ Neues hervorbringt. In Bereichen wie der Energiewirtschaft, dem Management von globalen Lieferketten oder der Logistik ist es z.B. plausibel, dass der Einsatz von Technologien, die das Monitoring, die Prognosefähigkeit und das Matchmaking ökonomischer Prozesse verbessern, erhebliche Effizienzgewinne erzielt werden können. Allerdings müssen auch hier die überschwänglichen Prognosen von Unternehmensberatungen, Industrieverbänden und Politik mit den skizzierten Problemen konfrontiert werden, tatsächlich

5 Dieser Fall ist analog zu den vielfach zitierten »CIM-Ruinen« der 1990er Jahre, die seinerzeit ebenfalls das Produkt gewaltiger Investitionen im Zuge der Technologieversprechen der computerintegrierten Fertigung waren. Diese Investitionen stellten sich kurzfristig als nicht rentabel heraus, da sich die damals implementierten Automatisierungslösungen als zu schwerfällig und unflexibel entpuppten – insbesondere gegenüber den stärker auf organisationale Verbesserungen abzielenden Ansätzen der Lean Production. Die kanonisierte arbeitssoziologische Deutung vernachlässigt allerdings, dass sich einige der damals angestrebten Lösungen, insbesondere auf Ebene der digitalen Informationssysteme, mittelfristig durchsetzen konnten und heute einen zweiten Frühling erleben. Allerdings verlief dies nicht in Form einer allgemeinen Disruption, sondern in Form einer inkrementellen Anpassung, die zumal mit einer schleppenden gesamtökonomischen Entwicklung gepaart war – vielleicht eine Blaupause dafür, wie der aktuelle Trend soziotechnischer Entwicklung einzuordnen ist.

ökonomischen Nutzen aus abstrakten Potenzialen zu ziehen. Die Messlatte hierfür liegt hoch, denn die Frage ist nicht, ob digitale Technologien allgemein die Effizienz erhöhen können, sondern ob die erzielten Effekte qualitativ über das hinausgehen, was durch die kontinuierlichen Verbesserungen der letzten Jahrzehnte schon erreicht wurde.<sup>6</sup> Eine allgemein sprunghafte Steigerung von Produktivität und Wachstum scheint nach dem derzeitigen Stand zweifelhaft.

*Der Kannibalismus des Plattformkapitalismus: Die Eroberung digitaler Märkte als Signum kapitalistischer Stagnation*

Der Begriff »Industrie 4.0« offenbart eine spezifisch deutsche Optik des Diskurses um Digitalisierung. Der Fokus liegt hierbei auf den klassischen Tugenden der »diversifizierten Qualitätsproduktion« (Streck/Sorge 1988), d.h. einer Betonung anspruchsvoller Fertigungstechnik und gut ausgebildeter Facharbeit mit einem starken Schwerpunkt im industriellen Sektor. In dieser zentral auf die Optimierung bestehender Prozesse gerichteten Perspektive bleiben jedoch ausgerechnet jene erfolgreichen Ansätze ausgeblendet, aus Daten Geld zu machen, die den Erfolg der eingangs erwähnten Digitalunternehmen ausmachen. Kennzeichnend für die großen Plattformen des kommerziellen Internets, die zugleich Pioniere im Feld der Künstlichen Intelligenz sind (Srnicsek, 2016), ist schließlich die Aneignung und Verwertung von Nutzerdaten. GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft) und das chinesische Pendant BAT (Baidu, Alibaba, Tencent) werden als Unternehmen gefeiert, die neue technologische Möglichkeiten ausgeschöpft und (teils) erfolgreich die Geschäftsmodelle der jeweiligen Branchen revolutioniert haben.

Unter dem Stichwort »industrielles Internet« beginnen Konzepte des Plattformkapitalismus nun auch Sektoren jenseits der IT-Wirtschaft zu verändern. Zentrale Infrastruktur für diese Formen der Geschäftsmodellinnovation ist die Cloud, die nicht nur eine effektivere Distribution von Daten, sondern als »Informationsraum« (Baukrowitz u.a. 2006) auch neue Formen der Kooperation und der Arbeitsteilung ermöglicht. Über Cloud-Plattformen können Konsumenten Nutzungsrechte für gewünschte Leistungen erwerben, seien sie immaterieller (Netflix, iTunes etc.) oder materieller (Airbnb, UBER, Amazon Web Services etc.) Natur. Die Cloud verändert insofern die Produktmärkte, dass der Besitz von Gütern wie Autos, CDs oder Computerfestplatten zunehmend durch Angebote ergänzt oder ersetzt wird, die z.B. den flexiblen Zugriff auf Dienstleistungen wie Mobilität, Unterhaltung oder Rechenleistung beinhalten (Boes/Ziegler 2018; Zysman u.a. 2011). Das Stichwort hierfür lautet »everything as a service« – der Besitz materieller Güter würde demnach abgelöst durch den flexiblen Zugriff auf Dienstleistungen bzw. Nutzungsrechte, und die Grenzen zwischen mate-

6 Im Falle des Lieferkettenmanagements wurden beispielsweise in den 1990er Jahren erhebliche Effizienzgewinne durch die Kombination aus logistischer Revolution (Vahrenkamp 2011) und Fragmentierung und globale Organisation der Fertigung (Hürtgen et al., 2009) erreicht. Wenn dies der Maßstab ist, erscheint zweifelhaft, ob das Internet der Dinge tatsächlich eine weitere disruptive Entwicklung einläutet.

rieller Fertigung und dem Dienstleistungssektor verschwimmen. Auch diese Debatte trägt Züge eines Hypes, da noch nicht ausgemacht ist, ob cloudbasierte Geschäftsmodelle sich tatsächlich flächendeckend als hegemonial erweisen werden. Doch im Gegensatz zu den eher inkrementell verlaufenden Ansätzen der Prozessinnovation kam es aber im Zuge cloudbasierter Strategien tatsächlich bereits zur Disruption ganzer Branchen wie z. B. der Musik- oder Filmindustrie oder des Taxigewerbes. Wie ist dies produktivkrafttheoretisch zu deuten?

Als *Technologieunternehmen* sind die Plattformen des kommerziellen Internets und die Pioniere neuer Cloud-basierter Geschäftsmodelle Innovatoren, deren enorme Kapazitäten in der Softwareentwicklung ausschlaggebend dafür sind, bessere Angebote aufzusetzen, die von Konsumenten oder Firmen genutzt werden können. Aufgrund der schnellen Skalierbarkeit digitaler Geschäftsmodelle schlägt das *Implementierungsproblem* bei diesen Ansätzen weit weniger zu Buche, als dies bei der recht widerspruchsvoll verlaufenden Einführung von Industrie 4.0-Technologien der Fall ist. Das *Overengineeringproblem* schlägt wiederum nicht zu Buche, weil die Geschäftsmodelle erfolgreicher neuer Anbieter im Wesentlichen in einer Vereinfachung des Angebots bzw. einer Verdrängung bestehender Akteure bestehen. Dies sind insbesondere Lösungen für das *Matchmaking* (Suchanfragen, Angebotsvermittlung, systemische Optimierung) und der interaktiven Kooperation über Cloud-Schnittstellen. Die Funktionalität solcher Angebote hängt dabei entscheidend von der Fähigkeit dieser Unternehmen ab, Nutzerdaten zu akquirieren und auszuwerten – seien es Daten über die Handlungen privater Konsumenten oder die Zustände oder die Positionierung von Objekten, die mit der Verbreitung des Internets der Dinge zunehmend wichtiger werden. Insofern profitieren die Plattformen auch von der »Prosumtion« der Kunden, die durch passive Konsumakte oder aktive Interaktion Daten generieren, die von den Unternehmen der Plattformökonomie zu Waren gemacht werden (Sevignani 2019). Während solche neuen Geschäftsmodelle in der öffentlichen Debatte zurecht kritisiert werden, weil sie zu erschreckenden Möglichkeiten geführt haben, private Konsumenten zu überwachen und deren Daten für Geschäftszwecke zu missbrauchen, entstehen durch die zunehmende Datentransparenz auch neue Potenziale zur effektiveren Distribution und Steuerung, die nicht nur aus der Perspektive des kapitalistischen Verwertungsinteresses neue Möglichkeiten zu einer rationaleren Steuerung ökonomischer Prozesse in sich bergen (Schaupp/Jochum 2019).

Der wirtschaftliche Erfolg der führenden Technologieunternehmen, der ihre Aktienkurse in die Höhe getrieben und ihre Eigentümer zu Multimillionären gemacht hat, erklärt sich aus der spezifischen Gestalt ihrer *Geschäftsmodelle*, die in den meisten Fällen neue Formen der Distribution von geistigen und materiellen Gütern beinhalten. Die Plattformen des kommerziellen Internets (und in zunehmenden Maße auch die vergleichbaren Angebote des industriellen Internets) verdrängen etablierte Player auf bestehenden Produktmärkten (oder fusionieren mit ihnen) und eignen sich so immer größere Anteile bestehender Märkte an. Sabine Pfeiffer (2019a) verweist in ihrer Interpretation der digitalen Transformation darauf, dass in den letzten Jahr-

zehnten vor allem jene Technologien Konjunktur hatten, die sie »Distributionskräfte« nennt. Darunter fasst sie ökonomische Aktivitäten, die in erster Linie der Realisierung des Mehrwerts dienen, indem Produkte und Dienstleistungen effektiver an den Kunden gebracht werden. Es gehe bei diesen Formen des Technologieeinsatzes eben um die »Poleposition auf Absatzmärkten« (ebd., 391). Philipp Staab (2019) erklärt den Erfolg der Leitunternehmen des digitalen Kapitalismus entsprechend damit, dass diese »proprietäre Märkte« etablieren können, die sowohl für Anbieter als auch für Kunden letztendlich als zentrale Knotenpunkte des Austauschs fungieren, die sich aber eben in Privatbesitz der führenden Plattformen befinden. Ein Unternehmen kann heute nicht mehr existieren, ohne auf Google gefunden zu werden, Software, die nicht über Google Play oder den Apple App Store angeboten wird, ist zunehmend irrelevant und die Listung auf Plattformen wie Amazon oder Alibaba ermöglichen vielen Anbietern erst, überhaupt Möglichkeiten des Onlinehandels nutzen zu können. Die Plattformen mausern sich daher zu Oligopolen, die Einnahmen generieren können, indem sie entweder Gebühren gegenüber Konsumenten (Netflix, iTunes) bzw. Anbietern (Google Play, Amazon) erheben oder die Nutzerdaten zweitverwerten, indem sie z. B. Werbetreibenden zur Verfügung gestellt werden (Facebook, Google). Die der Plattformökonomie eigenen Monopolisierungstendenzen wirken zusätzlich wertsteigernd, da Technologieunternehmen ihre Angebote oft schnell skalieren, d. h. massenwirksam machen können. So genannte Netzwerkeffekte verleihen den dominanten Anbietern eine marktbeherrschende Stellung, weil die Attraktivität des Angebots bspw. eines Fahrdienstes, einer Social Media Plattform oder eines E-commerce Anbieters mit der Anzahl der Nutzer steigt. Plattformen verfolgen also bewusst Strategien, solche Monopoleffekte abzusichern und Nutzer an ihre Ökosysteme zu binden, indem sie beispielsweise kostenlose Angebote aus anderen Geschäftsbereichen querfinanzieren, und die Kosten eines Transfers zu alternativen Anbietern in die Höhe treiben (ebd., 150-225).

Da der Plattformkapitalismus primär auf die Eroberung bestehender Märkte zielt, trägt er kannibalistische Züge. Zwar offerieren Amazon, Google, UBER und co durchaus neue Gebrauchswerte, die meist in der vereinfachten Distribution, dem schnelleren Zugriff oder der flexibleren Nutzung materieller oder immaterieller Güter begründet sind. Allerdings resultiert ihr enormer wirtschaftliche Erfolg primär aus Effekten der Umlenkung der Distribution und Techniken der Marktbeherrschung, die der digitalen Ökonomie eigen sind. Dies beinhaltet auch pragmatische Lösungen für das *Kommodifizierungsproblem* bei immateriellen Waren. Die vermeintliche Auflösung des Eigentums, die Autoren wie Paul Mason oder Jeremy Rifkin in Aussicht stellten, die darauf verweisen, dass digitale Produkte kostenlos vervielfältigt und beliebig oft verwendet werden können, machte einer erneuten Einhegung durch digitale Plattformen Platz, die nun entweder Gebühren von Nutzern und Anbietern erheben oder sich durch Werbeeinnahmen querfinanzieren.

Der langfristige Erfolg solcher Geschäftsmodelle ist zweifelhaft. Im starken Kontrast zur Bewertung auf den Aktienmärkten, die eben von der Erwartung zukünftiger Monopolgewinne getragen ist, machen viele Unternehmen der digitalen

Ökonomie deutliche Verluste. Beispiel dafür ist nicht nur der Fahrdienstvermittler UBER, der schon mehrmals Milliardenverluste ausweisen musste, sondern jüngst auch das krachende Scheitern des Börsengangs von WeWork, einem Unternehmen, das flexibel Büroarbeitsplätze vermietet. Diesseits des Nimbus der Disruption bestehender Märkte müssen solche Unternehmen die Frage beantworten, woraus tatsächlich dauerhaft Gewinne generiert werden sollen. Die effektivere Distribution von Produkten und Dienstleistungen allein wird kaum ausreichend sein, um den enormen Erwartungen gerecht zu werden, die Investoren in diese Unternehmen setzen.

### *Potenziale und Grenzen cloudbasierter Restrukturierung von Arbeitsprozessen*

Die digitale Reorganisation von Wissensarbeit mittels Cloud-Diensten und Crowdworking-Plattformen ist eine wesentliche Strukturveränderung im kontemporären Kapitalismus. Cloudbasierte Anwendungen zur Strukturierung von Arbeit finden sich sowohl im innerbetrieblichen wie außerbetrieblichen Kontext. Die Informatisierung von Tätigkeiten und deren Verlegung in den digitalen »Informationsraum« stellen laut Boes et al. das »Fundament für die Arbeits- und Produktionsprozesse im 21. Jahrhundert« dar (2018, 173).

Diese Reorganisation kann viele Formen annehmen zwischen dem »digitalen Fließband« und neuen Möglichkeiten intensiverer Kooperation. In Bezug auf die Arbeit, die auf Crowdworking-Plattformen geleistet wird, sticht zunächst die *Intensivierung der Ausbeutung* hervor, die sich aus dem flexiblen und ortsunabhängigen Zugriff auf geeignete Arbeitskräfte ergibt. Hierbei wird zwischen tendenziell geringqualifizierten Mikroaufgaben und höherqualifizierten, projektförmig organisierten Makroaufgaben unterschieden (Cheng et al 2015). Für Mikroaufgaben werden in der Regel arbeitszeitunabhängige Stücklöhne bezahlt. Makroaufgaben im Bereich der Entwicklung von Designs oder Produktideen werden häufig wettbewerbsförmig organisiert, was zu einer Externalisierung wirtschaftlicher Risiken an die Crowdworker führt (Gerber 2019). Beide Ansätze zielen darauf, die Beschäftigten nur für die tatsächlich verausgabte Arbeit zu bezahlen, ohne ein dauerhaftes Angestelltenverhältnis und das damit verbundene Risiko einzugehen, das darin besteht, dass die tatsächliche Verausgabung der Arbeitskraft nicht durch den Arbeitsvertrag bestimmt werden kann. Außerdem tätigen die auftraggebenden Unternehmen keine umfangreichen Investitionen in die unmittelbaren Produktionsmittel und greifen stattdessen auf die Arbeitsinstrumente der Crowdworker selbst (eigene Arbeitsorte, Computer, Handys) zurück.

Crowdwork kann zudem als ein Vehikel *Kapitalistischer Landnahme* (vgl. Dörre 2009) gedeutet werden, einer Integration vormals nicht-kapitalistischer Sphären in die kapitalistische Zirkulation (vgl. Boes u.a. 2015). Denn Unternehmen können über Crowdworking-Plattformen auf einen »planetaren Arbeitsmarkt« zugreifen (Graham/Anwar 2019), wobei sie von der Differenz der Reproduktionskosten zwischen Hoch- und Niedriglohnländern profitieren. Bei vielen Mikroaufgaben,

wie z. B. der Datenkuratierung für KI-Algorithmen in Ländern des globalen Südens, wird somit eine »Surplusarbeiterpopulation« (MEW 23, 661) in Wert gesetzt, die bisher nicht oder nur teilweise in die kapitalistische Akkumulation integriert war. Die Zergliederung von Arbeitsprozessen in ortsunabhängig durchführbare Mikrotasks und die daraus resultierende quantitative Ausweitung der globalen Arbeiterschaft kann als Wachstum der Produktivkräfte gedeutet werden. Nicht nur führt sie de facto zu einer Vergrößerung der globalen Arbeiterklasse (sofern die Crowdworker aus »nichtkapitalistischen« Reproduktionsformen der Subsistenzwirtschaft herausgezogen werden), sondern durch Crowdwork findet auch eine Vertiefung der Arbeitsteilung statt. Analog zu der von Marx beschriebenen Organisation handwerklicher Tätigkeiten in der Manufaktur ist festzustellen, dass durch diese Zergliederung und externe Vergabe von Wissensarbeit aus dem »zeitlichen Nacheinander« ein »Nebeneinander« verschiedener Arbeitsschritte wird, das zur Produktion »mehr fertiger Ware in demselben Zeitraum« führt (MEW 23, 365).

Folgt man Boes u. a., sind die Umbrüche im Bereich hochqualifizierter Wissensarbeit durch neue Cloud-basierte Kooperationsformen allerdings noch bedeutsamer und Fundament eines »Produktivkraftsprungs« (2018, 207). Das Argument zeichnet eine Analogie der Produktivkraftentwicklung in der von Marx beschriebenen »großen Industrie«, die sich primär durch die Strukturierung der Abläufe als ein *objektiver, wissenschaftlich geplanter Prozess* auszeichnet. Erst der Informationsraum bzw. dessen Cloud-Infrastrukturen ermöglichen nun die Organisation der Wissensarbeit als objektiven Prozess. Hierdurch könnten Formen des Lean Management bzw. des agilen Arbeitens etabliert werden, bei denen die Ineffizienzen von Top-down-Entwicklungsprozessen durch die umfassende Interaktion aller Beteiligten sowie die permanente Nejustierung der Prozesse überwunden werden. Insbesondere die Forschung und Entwicklung in Unternehmen, aber auch Verwaltungsprozesse, können so ähnlich effektiv auf die Kundenbedürfnisse zugeschnitten werden, wie es beispielsweise in der Softwareindustrie schon lange Usus ist.

Auch Cloud und Crowd repräsentieren somit neue Potenziale einer Reorganisation der Wissensarbeit im Sinne einer Produktivkraftsteigerung. Gewiss entstehen durch die bloße Existenz eines globalen Informationsraums (und dessen technischer Manifestierung in Internet und Cloud-Diensten) neue Möglichkeiten einer tieferen Kooperation im Bereich geistiger Arbeit, von denen auch Unternehmen heute schon profitieren. Dennoch ist fraglich, ob die Qualität neuer Formen der Kooperation im Bereich kognitiver Tätigkeiten die Diagnose eines »Produktivkraftsprungs« rechtfertigt und welche ökonomischen Effekte die neuen Formen der Angestelltenarbeit haben. Stellen Cloud und Crowd also eine qualitative Verschiebung im Verhältnis zu bisherigen Formen der Kooperation dar und kann dies unter kapitalistischen Rahmenbedingungen (und konkret der historischen Konstellation der Überakkumulation) tatsächlich Produktivitäts- und Wachstumssteigerungen nach sich ziehen?

Zunächst übersehen auch die meisten kritischen Darstellungen von Crowdwork das virulente *Implementierungsproblem* dieser Form des Arbeitens. Statistisch gesehen stellt Crowdwork weiterhin ein Nischenphänomen dar: Der Anteil der



Erwerbstätigen, die in Deutschland auf Crowdwork-Plattformen aktiv sind, beträgt derzeit etwa 4 Prozent. Für die meisten Crowdworker stellt die Tätigkeit einen Nebenerwerb dar, lediglich 28 Prozent gaben an, dass Crowdwork ihre Haupteinkunftsquelle ist (Serfling 2019). Diese Erwerbsform setzt also in der Regel die Existenz traditioneller Arbeitsverhältnisse voraus, die meist auch die Haupterwerbsquelle der Crowdworker bildet. In den meisten Unternehmen bleibt der Zugriff auf externe Crowdworker demnach auch ein Randphänomen: 2018 griffen nur ca. 2 Prozent der deutschen Unternehmen aus dem verarbeitenden Gewerbe und der Informationswirtschaft auf dieses Mittel zurück (Erdsieck *et al.* 2018).

Darin spiegelt sich ein grundsätzliches Problem, das übersehen wird, wenn Crowdwork, wie es in manchen Darstellungen der Fall ist, als Prototyp der Arbeit einer atomisierten und prekären Weltarbeiterklasse interpretiert wird: die kurzlebigen und häufig anonymen Austauschverhältnisse der Arbeitsplattformen vermitteln meist punktuelle Aufgaben, für die kein betriebsspezifisches Wissen erforderlich ist, die zudem schon seit Längerem von Soloselbständigen verrichtet wurden oder durch ein geringes Maß an Interaktion gekennzeichnet sind. In den meisten Tätigkeitsfeldern sind jedoch ein längerfristiges Engagement der Beschäftigten, dichtere Interaktionen mit der Kundschaft und den Arbeitskollegen und -kolleginnen sowie der Aufbau von Erfahrungswissen von Nöten. Als Betriebsäquivalent bleiben Arbeitsplattformen jedoch defizitär. Auch die Steuerung der Arbeitsleistung ist – auch aufgrund des begrenzten Zugriffs auf die Körper der Arbeit – keineswegs automatisiert, sondern relativ aufwendig. Zwar ermöglicht das Stücklohnsystem, Beschäftigte nur für tatsächlich erbrachte Leistungen zu entlohnen, doch muss die Qualität der Arbeit oft in aufwendigen Bewertungssystemen gemessen werden (Gerber 2019). Die dauerhafte betriebliche Integration bleibt deshalb für die meisten Berufsgruppen der Königsweg dafür, verlässlich Zugriff auf das Arbeitsvermögen von Fachkräften zu bekommen und sicherzugehen, dass die nötigen Kenntnisse über die Prozesse tatsächlich auch vorhanden sind. Überbordende Prognosen einer Atomisierung der Arbeiterklasse durch Crowdwork stehen schließlich auch im scharfen Kontrast zu den Fachkräfteengpässen in vielen Unternehmen. Zwar bieten Arbeitsplattformen auch neue Möglichkeiten, solche Engpässe durch Zugriff auf die planetare Arbeitskraft auszugleichen, doch streben Unternehmen derzeit danach, erfahrene Mitarbeitende längerfristig an ihr Unternehmen zu binden, um verlässlich auf sie zurückgreifen zu können.

Ein *Implementierungsproblem* zeigt sich auch in Bezug auf die Umsetzung von »Lean und agil im Büro« (Boes u. a. 2018).<sup>7</sup> Boes u. a. zeigen in ihren Beispielen, dass das Ideal eines »empowerten Kollektivteams« bislang nur selten erreicht wird

7 In der lesenswerten Auseinandersetzung von Boes u. a. bleibt durchweg ambivalent, inwieweit die Durchsetzung von lean und agil im Büro als Teil einer digitalen Transformation aufzufassen ist. Einerseits wird behauptet, dass die »digitale Transformation« ursächlich für die diagnostizierten Umbrüche sei (11f). Andererseits besteht der Kern der Veränderungen wohl in neuen Formen der Teamorganisation, die, wenn überhaupt, nur sehr indirekt in Zusammenhang mit neuen Kooperationsformen in der Cloud stehen (vgl. Butollo *et al.* 2019).

und sich stattdessen Hybride eines »formalen« bzw. »potemkinschen« Lean oder gar ein »verbranntes Team« herausbilden (Boes u. a. 2018). Hierbei setzen sich bürokratische Traditionen im Unternehmen fort, die echte Durchbrüche im Sinne einer Produktivkraftsteigerung unterminieren.

Solche Probleme sollten mit der Zeit überwunden werden können, sollte sich die agile Arbeit im »empowerten Kollektivteam« tatsächlich als überlegen erweisen. Allerdings lässt auch diese Betrachtung die Zirkulationssphäre außen vor, fragt nicht nach dem Aufwand im Verhältnis zu den Erträgen und der Gefahr eines *Overengineering*s. Die Notwendigkeit einer flexibleren, interaktiveren Organisation der Wissensarbeit ergibt sich wesentlich aus der zunehmenden Komplexität und der Beschleunigung von Entwicklungsprozessen.<sup>8</sup> Aus diesem Grund läuft die bürokratisch strukturierte Organisation der Wissensarbeit oft ins Leere, ist zu schwerfällig. Agile Methoden erleichtern im Idealfall die Reaktionsfähigkeit auf diese Umweltbedingungen und sind daher vermutlich essenziell, um den Anforderungen in hochkompetitiven Feldern der Wissensarbeit gewachsen zu sein. Allerdings handelt es sich im Kern um aufwendigere Prozesse der Kooperation in Form täglicher Teammeetings, ständiger Abstimmungsprozesse und der permanenten Neujustierung der Ziele. Zwar mag ein Unternehmen effektiver dabei sein, bestimmte Funktionen auszuführen als ein Konkurrent. Dies kann aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Prozesse aller Unternehmen im Durchschnitt aufwendiger werden. Aus diesem Grund zeigt sich auch hier das *Overengineeringproblem*: Im Konkurrenzkampf führen die Unternehmen aufwendigere Koordinationsformen der Wissensarbeit ein, ohne dass das Marktvolumen in der Summe wächst. Der Wettlauf um ständige Updates in der Softwareindustrie reflektiert in ähnlicher Weise einen äußeren Zwang wie die neuen Releases in der Herstellung von Smartphones: Das neue iPhone und seine Konkurrenzprodukte werden regelmäßig mit erheblichem Entwicklungsaufwand auf den Markt gepresst, um Marktanteile zu erhalten oder auszubauen. Ein enormer und stetig zunehmender Entwicklungs- und Fertigungsaufwand steht jedoch stagnierenden Marktvolumina gegenüber.

Die Beschleunigung der Innovationszyklen, die weite Teile der Wissensarbeit prägt, reflektiert im Übrigen nicht nur den Konkurrenzkampf um knappere Märkte im Kontext der Überakkumulation, sondern auch die schnellere Verallgemeinerung des Wissens, das kostenlos vervielfältigt werden kann.<sup>9</sup> Zwar schützen Unternehmen ihre Innovationen durch IP-Rechte, doch gelingt das in vielen Bereichen immer weniger, zumal Open Source-Anwendungen den Kern vieler Softwareanwendungen darstellen. Das *Kommodifizierungsproblem*, geistige Produkte auch monetär umzusetzen, ist also ein treibender Faktor für jene Beschleunigung der Innovationsdynamik, die Unternehmen dazu zwingt, aufwendigere Prozesse aufzusetzen, um der Konkurrenz vorauszu bleiben – ohne dass das gesamte Marktvolumen dabei wächst.

8 Insofern stellt sich auch die Frage, inwieweit weitgehende Umstrukturierungen der Wissensarbeit im Sinne von lean und agil den Königsweg für die Wissensarbeit im Allgemeinen darstellen. Boes u. a. machen hier unausgesprochen die Arbeitsorganisation in hochinnovativen Bereichen zum Maßstab (ebd.).

*Rasender Stillstand? Rasante Technologieentwicklung und kapitalistische Krise*

Die Betrachtung der ökonomischen Effekte des Einsatzes digitaler Technologien offenbart ein widersprüchliches Bild. Indem wir neue Möglichkeiten in der Sphäre der Produktion mit den möglichen Schranken in der Sphäre der Zirkulation konfrontiert haben, ist es nun möglich, diese Widersprüche genauer zu fassen: Im Sinne eines *gebrauchswertseitigen Potenzials* ermöglicht der Technologieeinsatz nicht nur die Herstellung von mehr Produkten und Dienstleistungen durch den effektiveren Einsatz menschlicher Arbeit, sondern auch deren qualitative Verbesserung und eine Ausdifferenzierung des Angebots. Diese Möglichkeiten werden teils bei Vorreiterunternehmen (oder bei noch erfolgreicheren Nachahmern) implementiert, existieren jedoch vielfach nur als Potenzial, als theoretisch denkbare Option.<sup>9</sup>

Diese Potenziale können jedoch von kapitalistischen Unternehmen im Kontext struktureller Überakkumulation nur in Ansätzen realisiert werden. Wir haben dies genauer mit den Begriffen *Kommodifizierungs-, Implementierungs- und Over-engineeringproblem* gefasst. Diese Probleme äußern sich darin, dass Anspruch und Wirklichkeit auseinanderklaffen, wenn es um die Realisierung jener Produktivitätssprünge geht, die in den angebotsseitigen Studien vieler Marktforschungsinstitute angepriesen werden. Sie äußern sich in den betrachteten Feldern vor allen Dingen in einem Missverhältnis zwischen Aufwand und Erträgen, entweder weil hohe Investitionskosten aufgrund von Reibungsverlusten bei der Implementierung die tatsächlichen Produktivitätsgewinne limitieren oder weil Unternehmen im Kern komplexere und aufwendigere Prozesse aufsetzen, ohne dass dadurch die Erträge signifikant steigen.

Die Limitierung der Produktivkraftentwicklung besteht aufgrund des makroökonomischen Kontextes struktureller Überakkumulation. Insbesondere der deutsche Pfad der Industrie 4.0 zielt auf immer leistungsfähigere und versatilere Wertschöpfungsstrukturen, die allerdings einer schleppenden Konsumentennachfrage gegenüberstehen. So können deutsche Unternehmen unter Umständen die Konkurrenz auf globalen Märkten ausstechen und die Exportführerschaft ausbauen, es entsteht aber kein nachhaltiges, sich selbst tragendes Wachstum. Dies wäre höchstens dann der Fall, wenn in der Gesamtwirtschaft tatsächlich signifikante Produktivitätssteigerungen einsetzen, die in Form steigender Einkommen an die Beschäftigten weitergegeben werden – beide Voraussetzungen sind derzeit jedoch nicht erfüllt, im Gegenteil: die gesamtwirtschaftlichen Produktivitätszuwächse sind seit den 1990er Jahren weiter gesunken, während die Lohnquote kontinuierlich zurückgegangen ist.

Unter diesen Rahmenbedingungen verläuft der vieldiskutierte disruptive digitale Wandel in der Praxis primär inkrementell und in Pfadabhängigkeit zu bisherigen Produktionsmodellen, während Erfolge mit neuen Geschäftsmodellen hauptsäch-

9 Dabei ist zu beachten, dass nicht jede im Kapitalismus verfolgte Richtung in der Gebrauchswertorientierung auch gesellschaftlich sinnvoll ist. Die Frage nach der Sinnhaftigkeit bzw. der Kritik, bspw. von neuen Möglichkeiten der Überwachung, von individualisierten Produkten, von der Erhöhung der Anzahl an Konsumartikeln, bleibt in dieser Betrachtung außen vor.

lich eine Umverteilung zwischen Kapitalfraktionen bewirken. Das bringt durchaus radikale Veränderungen in bestehenden Wirtschaftssektoren mit sich, erschließt jedoch aktuell keine strukturell neuen Wachstumspotenziale. Dieser Zusammenhang erklärt den kometenhaften Aufstieg der eingangs erwähnten Digitalunternehmen bei zugleich stagnierender Produktivitäts- und Wachstumsentwicklung. Mehr noch: der Kontext der Überakkumulation unterstützt die Tendenz, dass technische Innovationen, vor allem im Feld Künstlicher Intelligenz, eher auf die Eroberung größerer Marktanteile eines insgesamt stagnierenden Marktes gelenkt werden, denn auf die tatsächliche Revolutionierung der Wertschöpfung. Hierfür entstehen durch neue digitale Technologien tatsächlich bedeutende Neuerungen, deren maßgeblicher Inhalt jedoch neue Techniken der Marktbeherrschung durch datenbasierte Geschäftsmodelle darstellen.

Komplexer stellt sich die andauernde Transformation verschiedener Felder der Wissensarbeit dar, in denen durch Crowd und Cloud tatsächlich neue Formen der Kooperation entstehen. Allerdings sind auch in diesen Feldern das *Implementierungs-* und das *Overengineeringproblem* virulent und zudem bleibt abzuwarten, welche quantitative Relevanz diese Veränderungen auf mittlere Sicht haben. Der von Boes und anderen erwartete Produktivkraftsprung ist auch hier eher im Sinne eines allgemeinen Potenzials zu bewerten. Real bleiben die Einsatzfelder von Crowdwork und einer substantziellen Kooperation über die Cloud zu begrenzt, um die Diagnose eines Epochenbruchs zu rechtfertigen.

Bleibt die Frage, ob die Hindernisse bei der Implementierung digitaler Technologien nur ein Übergangsphänomen sind. So argumentieren etwa Wissenschaftler des MIT in ihrer Auseinandersetzung mit KI und dem Produktivitätsparadoxon (Brynjolfsson u. a. 2017). Der ökonomische Mehrwert einer neuen Basistechnologie ergebe sich demnach erst zeitversetzt, und dieser Zeitpunkt sei eben noch nicht erreicht. Diesem Argument ist gewiss etwas abzugewinnen. Die Reibungsverluste, mit denen sich Unternehmen derzeit beschäftigen müssen, sind sicher auch ein Lehrgeld auf dem Weg zur effektiveren Nutzung neuer Technologien. Dennoch: bei Technologieversprechen dieser Art ist stets Skepsis angebracht – vor allem weil sich die strukturelle Überakkumulation derzeit als Hemmnis für den digitalen Aufbruch erweist.

### Literatur

- Baukrowitz, Andrea, u. a. (Hg.), *Informatisierung der Arbeit – Gesellschaft im Umbruch*, Berlin 2006
- Boes, Andreas, u. a., »Landnahme im Informationsraum. Neukonstituierung gesellschaftlicher Arbeit in der ›digitalen Gesellschaft‹«, in: *WSI-Mitteilungen*, 68. Jg., 2015, H. 2, 77-85
- ders. u. a., »Lean« und »agil« im Büro. *Neue Formen der Organisation von Kopfarbeit in der digitalen Transformation*, Bielefeld 2018
- Brödner, Peter, »Industrie 4.0 und Big Data – wirklich ein neuer Technologieschub?«, in: Hirsch-Kreinsen, Hartmut, Peter Ittermann u. Jonathan Niehaus (Hg.), *Digitalisierung industrieller Arbeit: Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen*, Baden-Baden 2018, 323-436

- ders. u. Alexander Ziegler, *Der Aufstieg des Internet of Things. Disruptiver Wandel für die deutsche Wirtschaft? Forschungsreport*, ISF München, München 2018
- Brynjolfsson, Erik, u. Andrew McAfee, *The Second Machine Age. Wie die nächste digitale Revolution unser aller Leben verändern wird*, Kulmbach 2018
- ders. u. a., »Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox. A Clash of Expectations and Statistics«, *NBER Working Paper* Nr. 24001, Cambridge/MA 2017
- Butollo, Florian, u. a., »Von Lean Production zur Industrie 4.0. Mehr Autonomie für die Beschäftigten?«, in: *AIS-Studien*, 11. Jg., 2018, H. 2, 75-90
- Cheng, Justin, u. a., »Break It Down. A Comparison of Macro- and Microtasks«, *ACM Conference on Human Factors for Computing Systems*, April 2015
- Erdsiek, Daniel, u. a., *Crowdworking in Deutschland 2018. Ergebnisse einer ZEW-Unternehmensbefragung. Expertise im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales*, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH, Mannheim 2018
- Eversmann, Ludger, *Marx' Reise ins digitale Athen. Eine kleine Geschichte von Kapital, Arbeit, Waren und ihrer Zukunft*, Zürich 2019
- Fischer, Konrad, »Vorwärts in die Vergangenheit«, in: *Wirtschaftswoche*, 18.1.2019
- Frase, Peter, *Four Futures. Life After Capitalism*, London 2019
- Gerber, Christine, »Alte Herrschaft in digitalen Gewändern? Der Arbeitsprozess auf Crowdwork-Plattformen«, in: Butollo, Florian, u. Sabine Nuss (Hg.), *Marx und die Roboter. Vernetzte Produktion, Künstliche Intelligenz und lebendige Arbeit*, Berlin 2019, 256-75
- Graham, Mark, u. Mohammad Amir Anwar, »The global gig economy. Towards a planetary labour market?«, in: *First Monday*, 24. Jg, 2019, H. 4
- Harvey, David, *The Enigma of Capital And the Crises of Capitalism*, New York 2011
- ders., *The limits to capital*, London 2006
- Haug, Wolfgang Fritz, *High-Tech-Kapitalismus. Analysen zu Produktionsweise, Arbeit, Sexualität, Krieg und Hegemonie*, Hamburg 2003
- ders., *Hightech-Kapitalismus in der Großen Krise*, Hamburg 2012
- ders., »Hightech-Kapitalismus an der Schwelle zur digitalen Schließung«, in: Janke, Dieter u. Jürgen Leibiger (Hg.), *Digitale Revolution & soziale Verhältnisse im 21. Jahrhundert*, Hamburg 2016, 61-73
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut, »Arbeit 4.0. Pfadabhängigkeit statt Disruption«, *Soziologische Arbeitspapiere*, Arbeitspapier Nr. 52, TU Dortmund, Dortmund 2018
- Hürtgen, Stefanie, u. a., *Von Silicon Valley nach Shenzhen. Globale Produktion und Arbeit in der IT-Industrie*, Hamburg 2009
- Iorio, Marco, *Einführung in die Theorien von Karl Marx*, Berlin-Boston 2012
- Kuhlmann, Martin, *Digitalisierung & Arbeit – eine Zwischenbilanz aus arbeitssoziologischer Sicht*, Tagung »Zukunft der Arbeit – gute Arbeit und gutes Arbeitsleben im digitalen Zeitalter«, House of Labour, Frankfurt 2020
- Lechowski, Grzegorz, u. Martin Krzywdzinski, *Governing »digital transformation« through transnational technological standards. How collective standard-setting efforts reshape the industrial-automation sector*, Berlin 2019
- Marcus, Gary, u. Ernest Davis, *Rebooting AI. Building Artificial Intelligence We Can Trust*, New York 2019
- Mason, Paul, *Postkapitalismus. Grundrisse einer kommenden Ökonomie*, Berlin 2018
- Pfeiffer, Sabine, »Digitale Transformation. Great, greater, tilt ...? Von der Produktivkraft zur Distributivkraftentwicklung«, in: Dörre, Klaus, u. a. (Hg.), *Große Transformation? Zur Zukunft moderner Gesellschaften*. Sonderband des Berliner Journals für Soziologie, Wiesbaden 2019a

dies., »Produktivkraft konkret. Vom schweren Stand der Leichtbauroboter«, in: Butollo, Florian, u. Sabine Nuss (Hg.), *Marx und die Roboter. Vernetzte Produktion, Künstliche Intelligenz und lebendige Arbeit*, Berlin 2019b, 156-77

Rifkin, Jeremy, *Third Industrial Revolution*, Basingstoke 2013

Rüttimann, Bruno G., u. Martin T. Stöckli, »Lean and Industry 4.0 – Twins, Partners, or Contenders? A Due Clarification Regarding the Supposed Clash of Two Production Systems«, in: *Journal of Service Science and Management*, 9. Jg., 2016, H. 6, 485-500

Schaupp, Simon, u. Georg Jochum, »Die Steuerungswende. Zur Möglichkeit einer nachhaltigen und demokratischen Wirtschaftsplanung im digitalen Zeitalter«, in: Butollo, Florian, u. Sabine Nuss (Hg.), *Marx und die Roboter. Vernetzte Produktion, Künstliche Intelligenz und lebendige Arbeit*, Berlin 2019, 327-44

Schlick, Jochen, u.a., »Industrie 4.0 in der praktischen Anwendung«, in: Bauernhansl, Thomas, u.a. (Hg.), *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung · Technologien · Migration*, Wiesbaden 2014, 57-84

Sevignani, Sebastian, »Digitale Arbeit und Prosumtion im Kapitalismus«, in: Butollo, Florian, u. Sabine Nuss (Hg.), *Marx und die Roboter. Vernetzte Produktion, Künstliche Intelligenz und lebendige Arbeit*, Berlin 2019, 293-310

Srnicek, Nick, *Platform Capitalism*, Cambridge-Malden 2016

Srnicek, Nick, u. Alex Williams, *Inventing the Future. Postcapitalism and a World without Work*, London 2016

Staab, Philipp. *Digitaler Kapitalismus. Markt und Herrschaft in der Ökonomie der Unknappheit*, Berlin 2019

Streeck, Wolfgang, u. Arndt Sorge, »Industrial relations and technical change. The case for an extended perspective«, in: Hyman, Richard, u. Wolfgang Streeck (Hg.), *New technology and industrial relations*, Oxford 1988

Vahrenkamp, Richard, *Die logistische Revolution. Der Aufstieg der Logistik in der Massengesellschaft*, Frankfurt 2011

Zysman, John, u.a., »Services with Everything. The ICT-Enabled Digital Transformation of Services«, *BRIE Working Paper* Nr. 187a, Berkeley/CA 2011