

1 Einleitung

Gegenstand der folgenden Darstellung ist die viel diskutierte Frage, wie und in welche Richtung die digitale Transformation von Arbeit verlaufen wird. Untersucht werden soll, welche Konsequenzen die zunehmende Verbreitung verschiedenster digitaler Technologien wie etwa mobile Datenendgeräte, smarte Robotersysteme oder vernetzte Planungs- und Steuerungssysteme für die Zahl von Arbeitsplätzen, die Art der Tätigkeiten und die Qualifikationen der Beschäftigten hat. Daran schließt die Frage an, inwieweit die Digitalisierung von Arbeit zu beeinflussen ist und welche Gestaltungsmöglichkeiten sich für digitalisierte Arbeit ergeben. Bevor diese Fragen aufgegriffen werden, muss allerdings vorausgeschickt werden, dass der Wandel von Arbeit keineswegs monokausal nur von einem Faktor wie eben neuen Technologien bestimmt oder zumindest beeinflusst wird. Vielmehr wird die Entwicklung von Arbeit historisch von einer Vielzahl weiterer Bedingungen geprägt: beispielsweise von der ökonomischen Entwicklung, von politischen Regelungen, von sich wandelnden Arbeitsmarktbedingungen, von der demografischen Entwicklung, von personalpolitischen Unternehmensstrategien oder auch von den Ergebnissen arbeitspolitischer Verhandlungsprozesse zwischen Management und Gewerkschaften bzw. Betriebsräten zu Fragen der Arbeitsgestaltung. In stärker soziologischer Formulierung: Nicht allein eine singuläre technologische Logik bestimmt die Entwicklung von Arbeit, sondern vor allem auch das wechselseitige Zusammenspiel institutioneller Arrangements und das Handeln der beteiligten Akteure mit ihren divergierenden Interessen. Daraus resultieren historisch und kulturell spezifische Entwicklungstrends von Arbeit, die sich einerseits durch gemeinsame Merkmale und Muster auszeichnen, andererseits auch stets ein hohes Maß an Divergenz und Ungleichzeitigkeit aufweisen.

Dennoch ist es methodologisch legitim, nur einen dieser Bestimmungsfaktoren dann ins Zentrum der Analyse zu stellen, wenn er in einer bestimmten Phase der Entwicklung von Arbeit sich als relevanter Faktor angesehen werden kann. Dies trifft auf den Einfluss der digitalen Technologien zu. Denn die fortschreitende Digitalisierung ökonomischer und sozialer Prozesse ist als ein »Megatrend« der derzeitigen und zukünftigen Entwicklung von Gesellschaft und Arbeit zu begreifen.

1.1 Technologieschub

Dass es sich bei der Digitalisierung tatsächlich um einen Megatrend handelt, ist angesichts des seit Jahren schnell ablaufenden Entwicklungsschubs von digitalen

Technologien weithin unstrittig. Es eröffnen sich völlig neue und unbekannte Nutzungspotenziale der Technologien, und es werden geradezu disruptive soziale und ökonomische Folgen erwartet, eben auch ein durchgreifender Wandel von Arbeit. Die Rede ist von einem neuen Zeitalter, das in der internationalen Debatte als »The second machine age« (vgl. Brynjolfsson/McAfee 2014) oder »Third industrial revolution« (vgl. Rifkin 2011; Markillie 2012) – im deutschen Sprachraum bekanntlich als »Vierte industrielle Revolution« bzw. »Industrie 4.0« (vgl. Forschungsunion/acatech 2013) – bezeichnet wird. Oder es wird sogar, in freilich sehr unterschiedlicher Perspektive, ein neues Produktionsregime wie »Postkapitalismus« (vgl. Mason 2015) oder »Digitaler Kapitalismus« (vgl. Betancourt 2016; Staab 2019) ausgerufen.

In der laufenden Debatte werden daher spektakuläre Veränderungen und Entwicklungsperspektiven prognostiziert. In der Fachöffentlichkeit, in der Politik und weit darüber hinaus wird der Digitalisierung die zentrale Rolle für die zukünftige gesellschaftliche und ökonomische Entwicklung zugeschrieben. Man fühlt sich an die zweite Hälfte der 1990er Jahre erinnert, als die New Economy und mit ihr Schlagworte wie Multimedia und Internet als die Vorboten einer prosperierenden gesellschaftlichen Zukunft gefeiert wurden.

Betrachtet man die Debatte genauer, so finden sich durchaus überzeugende Argumente dafür, dass gegenwärtig ein technologischer Entwicklungsschub Platz greift, dessen gesellschaftliche Konsequenzen kaum absehbar sind. Ausgangspunkt hierbei ist die weithin geteilte Annahme, dass die Entwicklung digitaler Technologien nach vielen Jahren derzeit ihre »full force« erreicht habe (Brynjolfsson/McAfee 2014, S. 9). Damit eröffne sich eine völlig neue Qualität ihrer Anwendung. Ursächlich hierfür sind die dramatische Steigerung der Leistungsfähigkeit der Computersysteme, die gleichzeitige massive Senkung ihrer Kosten und ihre rasante Miniaturisierung in den letzten Jahrzehnten (vgl. OECD 2019).

Historisch können mehrere Phasen der Digitalisierung unterschieden werden: In einer ersten Phase hat sich dieser Prozess spätestens seit Ende der 1990er Jahre schon in jenen Wirtschaftsbereichen durchgesetzt, wo Produktion, Konsum und Kommunikation unmittelbar auf immateriellen Transaktionen und der Nutzung von Daten und Informationen basieren. Zu nennen sind hier Dienstleistungssektoren wie die Musikherstellung und -distribution, das Verlags- und Zeitschriftenwesen oder auch Finanzdienstleistungen, deren Digitalisierung weitreichende Strukturveränderungen einzelner Geschäftsmodelle sowie ganzer Firmen- und Branchenstrukturen nach sich gezogen hat (Zuboff 2010; Brynjolfsson/McAfee 2014).

Seit Beginn der 2000er Jahre kann von einer zweiten Phase der Digitalisierung gesprochen werden, die sich auf die Verknüpfung der Digitalisierung mit physischen Gegenständen unterschiedlichster Art richtet. Shoshana Zuboff (2010, S. 8) bezeichnet diese Entwicklung als »second-wave mutation« des technologischen und damit verbundenen sozio-ökonomischen Wandels. In einer primär technologischen Perspektive wird dieser Zusammenhang unter dem Schlagwort *Internet der Dinge* thematisiert. Mit diesem Begriff wird eine Vernetzung von physischen Prozessen und Gegenständen und ihrer informationstechnologischen, virtuellen Abbildung und Simulation bezeichnet (vgl. z. B. Fleisch/Mattern 2005; Bullinger/ten Hompel

2007).¹ Konkreter wird auch von *Cyber-physischen Systemen* (CPS) gesprochen, die in den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen wie Wohnen, Medizin, Verkehr oder industrielle Produktion die virtuelle Datenebene mit einer realen Prozessebene verknüpfen (vgl. z. B. Geisberger/Broy 2012). Unter dem Begriff der CPS wird das informationstechnologische Zusammenspiel von physischen Systemen und »eingebetteter« Software mit der virtuellen Datenebene sowie vernetzten und interaktiven Anwendungssystemen verstanden. Die zentrale informationstechnische Voraussetzung hierfür ist die Darstellung der realen Prozesse in Form eines sog. *Digitalen Zwillings* (»digital twin«), der die Prozesse modelhaft in Algorithmen abbildet und damit ihre Simulation und Steuerung ermöglicht (z. B. Sendler 2013). Im wirtschaftlichen Bereich wird diese Entwicklung mit der Digitalisierung von B2B-Geschäftsbeziehungen (business to business) beschrieben, die die bisherigen B2C-Relationen (business to consumer) der ersten Digitalisierungsphase erweitern. Dies betrifft besonders den industriellen Sektor, da hier zumeist B2B-Beziehungen anzutreffen sind. Damit ergeben sich bislang nicht bekannte und völlig neue Anwendungspotenziale und daraus resultierende gesellschaftliche Folgen.

Schließlich zeichnet sich derzeit eine dritte Phase der Digitalisierung ab, die von der zunehmenden Nutzung von Systemen der Künstlichen Intelligenz (KI) und dem Einsatz sog. Autonomer Systeme geprägt ist. Diese Technologien verweisen auf eine mit hohen Erwartungen verbundene Entwicklungsperspektive, deren tatsächliche Reichweite, Anwendungsfelder und sozialen Konsequenzen bislang nur schwer abschätzbar sind (► Kap. 8).

Begrifflich soll im Folgenden – orientiert an der international gebräuchlichen Definition (vgl. OECD 2019) – unter *Digitalisierung* informationstechnologisch die Nutzung und Verbreitung digitaler Technologien und deren Vernetzung sowie damit verbundene neue Funktionen und Aktivitäten verstanden werden. Des Weiteren wird der Begriff der *digitalen Transformation* aufgegriffen. Er bezeichnet den ökonomischen und sozialen Wandel, der durch die Digitalisierung angestoßen wird.² Der deutsche Begriff Industrie 4.0 soll, ähnlich wie in der laufenden Debatte, weniger präzise verwendet werden und beide genannten Dimensionen umgreifen. Der Begriff der digitalen Technologien umfasst sowohl Hard- als auch Softwarekomponenten und bezieht sich auf sehr unterschiedliche Funktionszusammenhänge, die von prozessübergreifenden Steuerungssystemen über autonome Robotersysteme bis hin zu mobilen Datenendgeräten wie Datenbrillen reichen (► Kap. 2).

1 Verschiedentlich findet für dieses Konzept einer intelligenten Vernetzung verschiedenster Handlungsbereiche und der hier genutzten Gegenstände auch der Begriff der »Ambient Intelligence« Verwendung; weitere, in eine ähnliche Richtung weisende Begriffe sind »Ubiquitous Computing« und »Pervasive Computing« (vgl. z. B. Fleisch/Mattern 2005).

2 Ergänzend dazu wird in der internationalen Debatte informationstechnologisch von der Stufe der *Digitization* gesprochen, nämlich von der Konversion analoger Daten in maschinenlesbare digitale Daten, die die Voraussetzung aller weiteren Digitalisierungsschritte ist (OECD 2019).

1.2 Weitreichende Erwartungen – Technikutopie Digitalisierung

Der Digitalisierungsdiskurs richtet sich nicht allein auf technologische Perspektiven, vielmehr werden zugleich weitreichende gesellschaftliche Zukunftserwartungen formuliert, mit denen sich ungebrochene Wachstums- und Fortschrittsperspektiven verbinden (vgl. Pfeiffer 2015). Zuboff bezeichnet den digitalen Technologieschub sowohl technologisch als auch im Hinblick auf dessen sozialen Konsequenzen als »unprecedented« – als beispiellos und noch nie dagewesen. Ihr zufolge werden der Digitalisierungsdiskurs und seine weitreichenden Erwartungen im globalen Maßstab besonders von dem digitalen Milieu des Silicon Valley geprägt. Vorherrschend sei ein Credo, das mit Formeln wie Disruption, Geschwindigkeit, Agilität, ungehinderte Innovation und – mit Rückgriff auf das bekannte Diktum von Schumpeter – als »kreative Zerstörung« der bestehenden sozialen und ökonomischen Verhältnisse umschrieben werden kann (vgl. Zuboff 2019, S. 50 f.).³

Festmachen lässt sich diese Perspektive vor allem auch an den prognostizierten immensen ökonomischen Gewinnen einer erfolgreichen Digitalisierung der industriellen Produktion in Deutschland: So wird in einer weithin rezipierten Studie von einem durch Industrie 4.0 ermöglichten Wirtschaftswachstum für Deutschland in Höhe von 78 Mrund Euro bis 2025 ausgegangen, wobei einzelnen Branchen wie dem Maschinen- und Anlagenbau Wachstumsraten von bis zu 30 Prozent vorhergesagt werden (vgl. Bauer et al. 2014). Ähnlich optimistisch ist eine Untersuchung der Unternehmensberatung PwC: Ihr zufolge können innerhalb von fünf Jahren nach der Einführung von Industrie-4.0-Systemen Produktivitätssteigerungen von rund 18 Prozent und jährliche Umsatzsteigerungen von zwei bis drei Prozent erwartet werden. Danach ergeben sich hochgerechnet in der gesamten Industrie pro Jahr Umsatzzuwächse von 30 Mrund Euro (vgl. PwC 2014). Insbesondere wird die Digitalisierung als die Voraussetzung dafür angesehen, neue digital gestützte Geschäftsmodelle und Absatzstrategien zu realisieren, um bestehende Konkurrenzvorteile auf dem Weltmarkt zu sichern und neue Märkte zu erschließen; die entsprechenden Lösungen im Diskurs über Industrie 4.0 heißen: Individualisierung der Produktion und »Losgröße 1« (vgl. z. B. acatech 2018).

Auch wird mit positiver Konnotation ein nachhaltiger und positiver Wandel von Bildung und Arbeit prognostiziert. Zitate wie »Hunderttausende neuer Arbeitsplätze geschaffen«, »Noch nie war Bildung so leicht zugänglich und noch nie hat Bildung so viel Spaß gemacht« oder »Die Vernetzung macht die Expertinnen und Experten schneller und schlauer und das hilft uns in allen Lebensbereichen« belegen eine überaus optimistische Entwicklungsperspektive, die von einflussreichen politischen Akteuren mit der Digitalisierung verbunden wird (vgl. BMWI 2016a). So prognostiziert beispiels-

3 Ähnliche Zielvorstellungen werden in einem Memorandum der deutschen Plattform Industrie 4.0 formuliert, das eine Steigerung der Agilität, der Flexibilität und der Innovativität des deutschen Innovationssystems anmahnt (vgl. ten Hompel et al. 2019).

weise das World Economic Forum, dass bis zum Jahr 2022 weltweit rund 75 Mio. Jobs durch die neuen Technologien ersetzt werden, aber zugleich 133 Mio. neue Jobs entstehen, d. h. die Arbeitsmarktentwicklung wird im Zuge der Digitalisierung in sehr vielen Ländern eine überaus positive Bilanz aufweisen (vgl. WEF 2018). Die weitgreifenden Digitalisierungsprozesse sollen dabei nicht nur zu einer positiven Entwicklung des Arbeitsmarkts, sondern auch zur Realisierung selbstbestimmter und qualifizierter Arbeit, einer Verbesserung der Work-Life-Balance und einer Bewältigung der demografischen Probleme beitragen. Eine absehbar positive Qualifikationsentwicklung betont beispielsweise Henning Kagermann (2014, S. 608), einer der Protagonisten der Vision Industrie 4.0, dem zufolge Mitarbeiter in Zukunft weniger als »Maschinenbediener« eingesetzt werden, »sondern mehr in der Rolle des Erfahrungsträgers, Entscheiders und Koordinators, (...) die Vielzahl der Arbeitsinhalte für den einzelnen Mitarbeiter nimmt zu«. Im Hinblick auf den Wandel von Arbeit werden unter Verweis auf Google und das Silicon Valley die dort anzutreffenden Formen digitalisierter Wissensarbeit – vernetzt, hoch flexibel, autonom, selbstbestimmt sowie kreativ – als der Arbeitstypus der Zukunft generalisiert (vgl. Weinberg 2016). Damit verknüpft sind Perspektiven, die seit längerem unter dem Label *Agilität* diskutiert werden. Darunter wird ein Gegenmodell zur tradierten bürokratischen Unternehmensorganisation verstanden, das sich durch flexible Formen der Projektorganisation und mittels digitaler Kommunikationssysteme und Methoden unterstützte Entwicklungs- und Innovationsprozesse auszeichnet. Der Ursprung dieses Modells stammt aus der IT- und Softwareindustrie, es wird aber zunehmend auch als relevant für Engineeringprozesse in traditionellen Industriezweigen erachtet (vgl. z. B. Boes et al. 2018).

Mehr noch: Davon ausgehend werden mit der fortschreitenden Digitalisierung bislang nicht bekannte Demokratisierungspotenziale auf der Ebene von Unternehmen, vor allem aber auch auf der gesellschaftlichen Ebene verbunden (vgl. Herzog 2019). Für Unternehmen eröffnen sich demnach weitreichende Möglichkeiten, die Mitarbeiter systematisch am internen Entscheidungsprozess zu beteiligen und Partizipation und Mitsprache der Beschäftigten digital gestützt sehr deutlich zu erweitern – Stichwort ist hier »liquid democracy« – oder auch Chancenfairness für alle Unternehmensmitarbeiter gleichermaßen durchzusetzen (vgl. Sattelberger et al. 2015). Im Hinblick auf gesellschaftliche Trends wird die Entstehung einer neuen Qualität der Demokratisierung prognostiziert, und es werden durch die Digitalisierung ganz grundsätzlich große Chancen einer gesellschaftsweiten »Digitalen Aufklärung« gesehen (vgl. Urchs/Cole 2013). Darüber hinaus zielen noch weiter reichende Erwartungen auf Möglichkeiten einer Perfektionierung von Markt und Gesellschaft, indem die Unzulänglichkeiten und die Konflikträchtigkeit ökonomischer und politischer Prozesse durch digitale Technologien als Koordinationsmedium überwunden und neue Niveaus einer kollektiven Effizienz und Effektivität erreicht werden. Zuboff (2019, S. 398 ff., 430 ff.) interpretiert diese Perspektive als die Vision einer »instrumentarian society«, die von Systemen Künstlicher Intelligenz abgebildet und gesteuert wird. Brüche, Fehler und Zufälligkeiten in gesellschaftlichen Prozessen werden tendenziell ausgeschaltet; Interessenkonflikte und aufwendige Verhandlungsprozesse zwischen heterogenen Akteuren werden durch Systemvorgaben

zunehmend unnötig. Konkret greifbar wird diese Vision an der Debatte über mögliche Anwendungsmöglichkeiten der Blockchain-Technologie und die Objektivierung sozialer Prozesse. Bei entsprechender Konfiguration, so die Erwartung, können geschäftliche Verhandlungsprozesse durch autonome Systementscheidungen ersetzt werden. Es gebe dann keine Informationsasymmetrie und damit Machtasymmetrie mehr und das Prinzipal-Agent-Problem verschwinde. Denn sämtliche Informationen seien dann vorhanden, und vor allem existierten von vornherein vertrauenswürdige soziale Beziehungen (vgl. Henke 2018). In generellerer Hinsicht besteht die Erwartung, dass eine konfliktfreie Optimierung der gesellschaftlichen Produktivität möglich werde, die allerdings auch einen nachhaltigen Wandel der gesellschaftlichen Arbeit erfordere (vgl. Zuboff 2019, S. 410).

Es ist daher nicht übertrieben festzuhalten, dass der Digitalisierungsdiskurs gesellschaftspolitisch gesehen einen technikfixierten und ausgeprägt optimistischen, ja durchaus *technikutopischen* Charakter aufweist.⁴ Mit dem Begriff der Technikutopie kann dabei an einen historisch weit zurückreichenden Gesellschaftsdiskurs angeknüpft werden, der seinen Ursprung in den klassischen Sozialutopien des 19. Jahrhunderts hat, in denen sich Gesellschaftskritik und gesellschaftlicher Gegenentwurf miteinander verbanden. Eine Spielart dieser Gesellschaftsvisionen ist ihr enger Technologiebezug. Historisch ist diese etwa mit der Ära der 1950er und 1960er Jahre vergleichbar, jener Zeit einer begeisterten Sicht auf die neuen Möglichkeiten der Raumfahrt und die Potenziale der Atomenergie; ebenso mit dem wissenschaftlichen und politischen Diskurs über die aufkommende Wissens- bzw. Informationsgesellschaft in den 1990er Jahren. Dabei wurde die schnelle Entwicklung von »High Tech« von vielen Beteiligten als eine überaus aussichtsreiche Lösungsoption für drängende gesellschaftliche Probleme angesehen (vgl. Segal 2005). Sehr charakteristisch hierfür ist eine damalige Formulierung des britischen Soziologen Rod Jeffcote (2003, S. 8): »Information technology we are told, holds the promise of wealth, global democracy and political participation«. Gegenwärtig, so lässt sich auch der deutsche Industrie-4.0-Diskurs interpretieren, erlebt Technikutopie als »Form der sozialen Konstruktion von Zukunft« eine neue Blütezeit. Deren hervorstechendes Merkmal ist, dass sie von der Perspektive einer generellen »Weltverbesserung« durch eine umfassende Nutzung von Internet und digitalen Technologien geprägt ist (vgl. Dickel/Schrape 2015).⁵ Das Schlagwort

4 Diese Vision konvergiert unübersehbar mit technokratischen Perspektiven aus der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts, denen zufolge Techniker und Experten als gesellschaftliche Elite für eine ausreichende Wohlfahrt sorgen würden, die auf der Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden und neuer Technologien basiert

5 Diese Perspektive kann – folgt man Nachtwey und Seidl (2017) – auch mit dem Begriff eines spezifischen neuen »Geist des Digitalen Kapitalismus« gefasst werden, mit dem weitreichende normative Orientierungen für zukünftige gesellschaftliche Entwicklungstrends durch Technologieanwendung begründet werden. Im Zentrum steht hier eine Auffassung, die in Anschluss an Mozorov »Solutionismus« genannt wird. Solutionismus meint das Auffassen und Umformen von »complex social situations either as neatly defined problems with definite, computable solutions or as transparent and self-evident processes that can be easily optimized – if only the right algorithms are in place« (Morozov 2013, S. 5).

Digitalisierung wird – anders formuliert – gleichgesetzt mit der Formel: erfolgreiche Innovation gleich wohlstandserhaltende Zukunft gleich politische Stabilität (vgl. Sloane 2019).

1.3 Gegenstimmen: Skepsis und Befürchtungen

Der Digitalisierungsdiskurs ist allerdings auch geprägt von einem hohen Maß an Skepsis im Hinblick auf die Realisierbarkeit der weitreichenden Erwartungen und von Befürchtungen hinsichtlich negativer sozialer Konsequenzen. Bezuglich der deutschen Debatte über Industrie 4.0 lässt sich festhalten, dass vielfach die Realisierbarkeit von einschlägigen Konzepten angezweifelt wird und die ökonomischen Erwartungen als überzogen angesehen oder in Frage gestellt werden. Mit zugespitzten Formulierungen wie »Industrie 4.0 – der große Selbstbetrug« wird auf den bislang weithin unkalkulierbaren Aufwand bei der Umsetzung von Industrie 4.0 vor allem für mittlere und kleinere Betriebe hingewiesen (vgl. Maier/Student 2015). Die Kritiker gehen davon aus, dass besonders kleinere und mittlere Unternehmen (KMU) aufgrund ihrer knappen Ressourcen noch auf lange Sicht mit der Einführung digitaler Technologien überfordert sein werden (► Kap. 7). Vor allem wird das für digitale Technologien verfügbare Finanzierungsbudget in den allermeisten KMU als »überschaubar gering« angesehen, und es werde auch in den kommenden Jahren nur wenig ansteigen (vgl. agiplan et al. 2015, S. 133). Nicht zufällig gab daher bei einer Umfrage über die Bedeutung der Digitalisierung in mittleren Betrieben ein gutes Drittel an, das Thema sei für sie derzeit überhaupt nicht relevant; bei kleinen und mittleren Betrieben waren es sogar 70 Prozent (vgl. Maier/Student 2015). Kaum überraschen können empirische Befunde, wonach im Vergleich zur IKT-Branche, den Finanz- und Versicherungsdienstleistern, wissensintensiven Dienstleistern und dem Handel im industriellen Bereich eine große Zurückhaltung gegenüber den digitalen Technologien zu erkennen ist. Nach einer Erhebung des IAB/ZEW aus dem Jahr 2016 hat sich fast die Hälfte aller Produktionsbetriebe (46,5 %) noch nicht mit der Nutzung digitaler Technologien auseinandergesetzt, während knapp 37 % der befragten Betriebe diese Technologien allenfalls partiell einsetzen (Arntz 2016, S. 4) (► Kap. 3.1). Darüber hinaus wird von vielen Unternehmensvertretern auf das bislang bestenfalls in Ansätzen angegangene Problem der Datensicherheit verwiesen. Vielfach wird die Furcht vor unkontrollierbarem Missbrauch, Manipulation und Diebstahl von vernetzten Datenbeständen geäußert, und damit werden Skepsis und Aversionen gegenüber dem Technologieversprechen begründet.

Ähnlich kritisch äußern sich Experten im Hinblick auf den Innovationsgrad des Konzepts Industrie 4.0. So fragt mancher Beobachter, ob mit der gegenwärtigen Debatte nicht »Alter Wein in neuen Schläuchen« angepriesen werde (vgl. Jasperneite 2012). Begründet wird diese Frage mit dem Hinweis, dass sich Industrie 4.0 nur schwer von Vorläuferkonzepten IT-gestützter Produktionstechnologien abgrenzen lasse und man daher aktuell kaum von einem Technologiesprung oder gar einer vierten industriellen Revolution sprechen könne. Industrie 4.0 knüpfe unübersehbar an

Produktionskonzepte einer Vernetzung der Datenbestände aus den 1980er Jahren an. Diese wurden in den letzten Jahrzehnten unter dem bekannten Stichwort Computer Integrated Manufacturing (CIM) diskutiert und in den 1980er Jahren zumindest ansatzweise realisiert. Technologisch gesehen sind Gemeinsamkeiten zwischen dem CIM-Konzept und Industrie 4.0 in der Tat unübersehbar. Der Gedanke, eine informationstechnische Integration von Produktion und Logistik über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg und die Verknüpfung der virtuellen mit der realen Produktionsebene zu realisieren, wurde schon bei CIM vorweggenommen (vgl. Menez et al. 2016). Ebenso wurde schon damals das auch für Industrie 4.0 gültige ökonomische Ziel formuliert, Wertschöpfungsprozesse anpassungsfähig zu gestalten, Einzelleistungen rentabel zu produzieren und flexibel auf Störungen zu reagieren (vgl. Brödner 2018). Zwar wurde CIM aufgrund technologischer Barrieren (insbesondere der damaligen zentralistischen Rechnerstrukturen) kaum realisiert, jedoch wird nun davon ausgegangen, dass diese früheren Ideen auf Basis der neueren technologischen Entwicklung tatsächlich umgesetzt werden können. Nicht überraschend ist daher auch, dass gerade der frühere deutsche »CIM-Papst« und Informatiker August-Wilhelm Scheer eine Kontinuität technologischer Entwicklung betont (vgl. Scheer 2013).

Aus den gleichen Gründen wird von anderen Experten die Innovativität dessen, was unter Industrie 4.0 verstanden wird, als nicht sonderlich überzeugend angesehen. So seien nicht nur die Konzepte nicht neu, sondern man könne auch bis heute keine wirklich weitreichenden Fortschritte bei der industriellen Nutzung neuer intelligenter Systeme erkennen. Festgehalten wird daher: »So entpuppt sich die ›vierte industrielle Revolution‹ vor allem als eine Revolution der Worte (...), bei freilich enorm gesteigerter Leistung der Digitaltechnik, die früher außer Reichweite liegende Anwendungen möglich macht.« (Brödner 2018, S. 335) Folgt man diesen Argumenten, dann ist Industrie 4.0 weniger als treibendes Moment einer neuen industriellen Revolution denn als Ausdruck einer pfadabhängigen Weiterentwicklung früherer technologischer Konzepte zu verstehen. Die noch genauer zu skizzierenden Evidenzen hinsichtlich der digitalen Transformation von Arbeit belegen diese Perspektive (► Kap. 3.1).

Neben diesen technologisch begründeten Einwänden gewinnen im laufenden Diskurs über Industrie 4.0 auch zunehmend Fragen nach den Risiken für Arbeitsprozesse und nach möglichen negativen Konsequenzen für Tätigkeiten und Qualifikationen an Bedeutung. So werden beispielsweise Gefahren der Dequalifizierung, ein deutlich erhöhtes Kontrollpotenzial, eine forcierte Flexibilisierung und Prekarisierung von Arbeit, ein wachsendes Stresspotenzial und die Gefahr eines schnellen und hohen Arbeitsplatzabbaus thematisiert (vgl. z.B. IG Metall 2013; Kuhlmann/Schumann 2015; BMAS 2017a). Ganz im Gegensatz zu den erwähnten positiven ökonomischen Prognosen ist die Furcht vor weitreichenden Arbeitsplatzverlusten Gegenstand einer intensiven öffentlichen Debatte und einer zunehmenden Anzahl von Studien. Ein wichtiger Bezugspunkt dieser Debatte ist die international breit rezipierte Studie von Benedikt Frey und Michael Osborne (2017), in deren Zentrum die Aussage steht, dass perspektivisch rund die Hälfte aller Berufe (47%) des US-amerikanischen

Arbeitsmarkts in die »High Risk«-Kategorie fallen, d. h. zukünftig automatisiert werden könnten. Diese Studie bildet die Folie für viele weitere, zumeist digitalisierungskritische Analysen und Diskussionsbeiträge über die Perspektive anderer Länder und Regionen, und es werden zum Teil erhebliche Substitutionseffekte und Brüche auf dem Arbeitsmarkt prognostiziert. Daher nimmt die Frage nach möglichen Arbeitsplatzverlusten in der öffentlichen Debatte über Digitalisierung einen zunehmenden Stellenwert ein und konterkariert damit die skizzierten technikutopischen Perspektiven.

Mit der fortschreitenden Nutzung von Plattformen zur Organisation global verteilter Arbeit steht zudem zu befürchten, dass feste Arbeitsverhältnisse zunehmend und unkontrollierbar durch prekäre Beschäftigung ersetzt werden (► Kap. 3.3). Als gesellschaftspolitisch nicht akzeptable Konsequenzen werden nicht nur der Verlust eines stabilen Einkommens und der sozialen Absicherung der Beschäftigten gesehen. Diese mögliche Entwicklung wird darüber hinaus auch als Bedrohung für den Sozialstaat und seiner auf dauerhaften Arbeitsverhältnissen beruhenden Finanzierungsbasis aufgefasst (z. B. BMAS 2017a; Hill 2017).

Mit weiteren kritischen Argumenten werden die Entwicklung und Diffusion von Systemen der Künstlichen Intelligenz und die damit verbundenen rechtlichen und vor allem ethischen Herausforderungen thematisiert, deren Regelung nach Ansicht vieler Kritiker der weiteren technologischen Entwicklung durchaus Grenzen setzen sollten (► Kap. 8.3). Die rechtlichen Herausforderungen der Digitalisierung werden seit längerem intensiv diskutiert, und als zentrale, vielfach ungelöste Probleme werden die Themen Datenschutz und Datensicherheit angesehen (vgl. z. B. Forschungsbeirat Industrie 4.0 2019). So sind trotz existierender rechtlicher Rahmenregelungen wie die Datenschutz-Grundverordnung der EU die neuen Potenziale, Folgen und Grenzen der Datennutzung etwa zur Verbesserung der Betriebsabläufe sowie die Möglichkeiten der Leistungskontrolle bislang wenig geklärt. Experten konstatieren beispielsweise eine hohe Rechtsunsicherheit hinsichtlich der Anwendbarkeit des Datenschutzrechts und der Interpretation existierender Generalklauseln. Zudem wird kritisch angemerkt, dass Kriterien für die rechtsgemäße und rechtsverträgliche Gestaltung der neuen Technologien und der technikadäquaten Fortbildung des Rechts weitgehend fehlen. Des Weiteren müssten wirksame Regeln für die Erfassung und Weitergabe personenbezogener Daten und die individuelle Leistungsüberwachung unter Wahrung der Datensouveränität und Identifizierung von ethischen und rechtlichen Grenzen entwickelt werden (vgl. Abel et al. 2019).

Schließlich sind in diesem Kontext auch ausgesprochen kritische Positionen über die vermuteten gesellschaftspolitischen Konsequenzen der Digitalisierung und der Vision einer »instrumentarian society« (vgl. Zuboff 2019) unüberhörbar. Ein zentrales Thema ist hier die Befürchtung, dass Vernetzung, Big Data und Plattformtechnologien nicht nur zu einer massiven Steigerung der wirtschaftlichen Macht der bekannten Internetkonzerne führen, sondern dass sie politisch völlig unkontrollierbar für Überwachungsmaßnahmen genutzt werden können. Bedroht seien damit nicht nur die Freiheit des Einzelnen, sondern letztlich auch die ganzer Gesellschaften (vgl. z. B.

Hofstetter 2014). Gewarnt wird auch von einem drohenden technologischen Totalitarismus⁶ und einer aufkommenden Gesellschaftsformation, die als »surveillance capitalism« bezeichnet wird (vgl. Zuboff 2019). In scharfem Widerspruch zu den oben zusammengefassten technikutopischen Argumenten wird von manchen Kritikern mit der Digitalisierung daher auch die Gefahr einer generell dystopischen gesellschaftlichen Zukunft verbunden (vgl. z. B. Butollo/Engel 2015).

1.4 Argumentationsleitende Grundannahmen

Nun kann die Erwartung eines disruptiven Wandels sozialer und ökonomischer Verhältnisse mit durchaus widersprüchlichen Konsequenzen nicht grundsätzlich bestritten werden. Ohne Frage ist in einer ganzen Reihe von Wirtschaftssektoren und Arbeitsmarktsegmenten durch Digitalisierung ein anhaltender Prozess weitreichender struktureller Veränderungen im Gange. Beispielsweise betrifft dies seit dem Ende der 1990er Jahre jene o. g. Sektoren, wo Produktion, Verkauf und Kommunikation unmittelbar auf immateriellen Transaktionen sowie der Nutzung von großen Datenmengen beruhen. Auch im Konsumsbereich finden durch die Nutzung digitaler Plattformen als Koordinationsmedium weitreichende Wandlungsprozesse statt, die zu einer neuen Qualität von Kundenbeziehungen, Geschäftsmodellen und damit zusammenhängenden Arbeitsmustern führen. Zu nennen ist hier die durch digitale Vernetzung und Nutzung von Internetplattformen offensichtlich beschleunigte Ausweitung von Formen entgrenzter und kollaborativer Arbeit, die auch als *Crowdwork* oder *Gigwork* bezeichnet werden (► Kap. 3.3).

Indes findet sich ein solcher disruptiver Strukturwandel keinesfalls in allen Wirtschaftssektoren und Arbeitssegmenten. So zeigen Evidenzen, dass entgegen allen Erwartungen etwa des deutschen Industrie-4.0-Diskurses bislang die Mehrheit der Betriebe des industriellen Sektors eher von moderaten Wandlungstendenzen als von weitreichenden Strukturbrüchen infolge der Digitalisierung geprägt ist (► Kap. 3.1). Jenseits aller technikutopischen und -dystopischen Erwartungen sind Richtung, Intensität und Reichweite dieses Wandels bislang offenbar nur schwer absehbar. Dies gilt insbesondere für den Wandel von Arbeit im industriellen Sektor, der im Folgenden im Fokus stehen soll.

Drei Grundannahmen bilden den Ausgangspunkt für den Argumentationsgang des vorliegenden Buches. Sie beziehen sich sowohl auf den Wissensstand der Innovationsforschung zu den Diffusionsmechanismen neuer Technologien (vgl. z. B. Rogers 2003) als auch auf die sozialwissenschaftliche Technik- und Arbeitsforschung zur Frage nach dem Verhältnis von Technik und Arbeit (vgl. z. B. Lutz 1987; Bergmann 1989; Pfeiffer 2018). Empirisch basieren die Grundannahmen auf vorliegenden, insbesondere eigenen Forschungsergebnissen über den Wandel von

⁶ Vgl. hierzu insbesondere die instruktiven Beiträge in dem posthum herausgegebenen Sammelband von Frank Schirrmacher (2015).